

Gestalten mit **Glas**



AGC *INTERPANE*

Gestalten mit Glas

AGC *INTERPANE*

9 ■ ÜBERARBEITETE AUFLAGE



Herausgeber: INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG /// © Copyright 2014
by AGC INTERPANE, Lauenförde, Deutschland /// Bearbeitung abgeschlossen: Juni 2014 /// Herstellung:
Bonifatius GmbH, Druck-Buch-Verlag, 33042 Paderborn /// Printed in Germany /// Die Ausführungen dieses
INTERPANE Handbuchs wurden nach bestem Wissen erarbeitet, wobei wir uns erforderliche Änderungen
vorbehalten. Rechtliche Ansprüche können aus dem Inhalt nicht abgeleitet werden.

01... UNTERNEHMENSPRÄSENTATION

02... WERKSTOFF GLAS

03... ANWENDUNG VON GLAS IN FENSTER UND FASSADE

04... GRUNDBEGRIFFE

05... BESCHREIBUNG DER AGC INTERPANE PRODUKTE

06... VERGLASUNGSRICHTLINIEN

07... GLASTECHNISCHE UND BAUPHYSIKALISCHE INFORMATIONEN

**08... GESETZE, VERORDNUNGEN, NORMEN UND RICHTLINIEN UM
DEN WERKSTOFF «GLAS» SOWIE PRÜFINSTITUTE**

09... STICHWORT- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

**10... TECHNISCHE DATEN
DER AGC INTERPANE ISOLIERGLAS-PRODUKTE**

1	UNTERNEHMENSPRÄSENTATION	9	4	GRUNDBEGRIFFE	93
1.1	Struktur der INTERPANE Gruppe	11	4.1	Transparenz von Glas	95
1.2	AGC INTERPANE Adressen auf einen Blick	12	4.2	Sicherheit im Brandfall	96
1.3	AGC INTERPANE – eine Allianz, die begeistert	14	4.2.1	Feuerwiderstand nach EN 13501-2	96
1.4	Produktionsgesellschaften	15	4.2.2	Brandverhalten nach EN 13501-1	97
1.5	AGC Glass Europe	16	4.2.3	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen	97
1.6	AGC INTERPANE – eine komplette Produktpalette	18	4.3	Nutzungssicherheit	98
1.7	Unternehmensverantwortung, Nachhaltigkeit	19	4.3.1	Durchschusshemmung nach EN 1063	98
2	WERKSTOFF GLAS	22	4.3.2	Sprengwirkungshemmung nach EN 13541	98
2.1	Historische Entwicklung des Flachglases	24	4.3.3	Einbruchhemmung nach EN 356	98
2.2	Der Herstellungsprozess von Floatglas	28	4.3.4	Pendelschlag nach EN 12600	99
2.3	Herstellungsprozess von Ornamentglas	29	4.3.5	Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede	100
3	ANWENDUNG VON GLAS IN FENSTER UND FASSADE	31	4.3.6	Mechanischer Widerstand	100
3.1	Nachhaltigkeit von transparenten Bauteilen	33	4.4	Schallschutz – bewertetes Schalldämm-Maß R_w	101
3.1.1	Cradle to Cradle: eine nachhaltige Verbindung	35	4.5	Energieerhaltung und Wärmeschutz	102
3.2	Energy-Labeling für Fenster	36	4.5.1	Thermische Eigenschaften – Wärmedurchgangskoeffizient U gem. EN 673	102
3.3	Wärmeschutz in Fenster und Fassade	38	4.5.2	Emissionsvermögen ε gem. EN 12898	103
3.3.1	Ermittlung des U_w -(U-window-) und U_{cw} -(U-curtain-wall-) Wertes	39	4.5.3	Lichttransmissionsgrad τ_v gem. EN 410	104
3.3.2	Ermittlung des Bemessungswertes $U_{g, BW}$ für Verglasungen nach DIN 4108 Teil 4	50	4.5.4	Farbwiedergabe-Index R_a gem. EN 410	105
3.4	Fenster und Lüftung	51	4.5.5	Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410	106
3.5	Schalldämmung in Fenster und Fassade	53	4.5.6	Energieabsorption α_e gem. EN 410	107
3.5.1	Schallschutz mit Glas	61	4.5.7	b-Faktor/Shading Coefficient (SC)	107
3.6	Sonnenschutz in Fenster und Fassade	73	4.5.8	Selektivitätskennzahl S	107
3.6.1	Sommerlicher Wärmeschutz	74	4.5.9	Energiebilanz	108
3.7	Sicherheit in Fenster und Fassade	76	4.6	Ermittlung der technischen Werte mit dem HClient-Kalkulationsprogramm	109
3.8	Kleben von Glas in Fenster und Fassade	80	5	BESCHREIBUNG DER AGC INTERPANE PRODUKTE	111
3.9	Elektromagnetische Dämpfung in Fenster und Fassade	84	5.1	Europäische Bauproduktenverordnung EU-BauPVO	113
3.9.1	Elektromagnetische Abschirmung	84	5.2	CE-Kennzeichnung – europäische Produktnormen	116
3.9.2	Radarreflexionsdämpfung	86	5.3	Basisglas	118
3.10	Brandschutz in Fenster und Fassade	87	5.4	Floatglas klar	119
3.11	Gebäudeintegrierte Photovoltaik	88	5.4.1	Planibel Clear	119

5.4.2	ipaclear	120	5.13 Sicherheit ipasafe	202	
5.4.3	ipawhite	121	5.13.1	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	204
5.4.4	Planibel Linea Azzura	122	5.13.2	Teilvorgespanntes Glas (TVG)	213
5.5 Floatglas eingefärbt		123	5.13.3	Verbund-Sicherheitsglas (VSG)	220
5.5.1	Planibel Coloured	123	5.13.4	ipasafe-Objekt- und Personenschutz	228
5.6 Beschichtetes Basisglas		124	5.13.5	ipasafe-Objekt- und Personenschutz gem. Banken Anforderung	239
5.7 INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas		130	5.13.6	ipasafe-Ballwurfsicherheit	240
5.7.1	Produktbeschreibung INTERPANE Isolierglas gem. EN 1279	130	5.13.7	Übersicht ipasafe-Lieferprogramm für Objekt- und Personenschutz	240
5.7.2	Randverbundsysteme	132	5.13.8	ipasafe-Alarm	244
5.7.3	Beschichtetes Isolierglas	133	5.13.9	Sicherheitsglas für besondere Anwendungen	247
5.8 Produktpalette Wärmedämmglas		144	5.14 Technische Funktionsgläser	250	
5.8.1	iplus top 1.1 – das Warmglas von AGC INTERPANE	145	5.14.1	ipatherm – Heizglas	251
5.8.2	iplus advanced 1.0 für U-Wert-optimierte Fenster- und Fassadenlösungen	146	5.14.2	ipasafe S – begehbares Glas	253
5.8.3	iplus top 1.1 T – das vorspannbare Warmglas	147	5.14.3	ipador-Ganzglas-Türen	255
5.8.4	iplus advanced 1.0 T	148	5.14.4	ipador-Ganzglas-Anlagen (GGA)	258
5.8.5	iplus Dreifach-Wärmedämmglas iplus 3top 3, iplus top 3C, iplus 3LS und iplus 3CLS	149	5.14.5	ipador-Horizontalschiebewände (HSW)	265
5.8.6	iplus Energy ^N und iplus Energy ^{NT}	152	5.14.6	ipasafe-Konstruktionsglas	266
5.8.7	iplus ANTI-FOG (AF)	153	5.14.7	Bearbeitung für Glashaltesysteme	268
5.9 Schallschutz ipaphon		156	5.14.8	ipatec – punktgehaltene Vordächer und Überkopferglasungen	269
5.9.1	Planungskriterien beim Einsatz des Schallschutz-Isolierglas-Systems ipaphon	157	5.14.10	Verglasungen für Aufzugsanlagen	272
5.9.2	Produktpalette Schallschutz-Isolierglas- System ipaphon	158	5.15 5.15 Dekorative Verglasungen	274	
5.10 Sonnenschutzglas		166	5.15.1	Keramisches Druckverfahren – Siebdruck, Rollercoating	275
5.10.1	ipasol und Stopray	168	5.15.2	Keramischer Digitaldruck	276
5.10.2	ipachrome design als Sonnenschutzverglasung	178	5.15.3	Mattiertes Glas – Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen	277
5.10.3	ipasol bright als monolithischer Sonnenschutz	179	5.15.4	Lackiertes Glas – Lacobel und Matelac und Lacobel T	282
5.10.4	Stopsol	181	5.15.5	ipachrome design – metallische Glasbeschichtung	288
5.10.5	Sunergy	183	5.15.6	Farbiges Verbundglas – Stratobel Color	289
5.10.6	Sonnenschutz-Isolierglas in Kombination mit Schallschutz	184	5.15.7	Rillenschliff	290
5.10.7	ipaccontrol – variabler Sonnenschutz	185	5.15.8	Spiegel Mirox, Mirolod Morena, Sanilam Easycut	291
5.10.8	Brüstungselemente	186	5.15.9	Dichroitische Filmlamine	295
5.11 Elektromagnetische Abschirmung ipascreen		198	5.15.10	Antibakterielles Glas	296
5.12 Konventionelles Isolierglas		199	5.15.11	Ornamentglaskombinationen – Imagin und Oltreluce	297
			5.15.12	FIX-IN: Glasklebelösung für Designgläser	301
			5.16 SunEwat XL – Glas-Glas-Module für gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)	303	
			5.17 Brandschutzglas	305	

5.18 Isolierglas als funktionales Gestaltungselement	310	6.10.8 Kleinformatige Isolierglasscheiben	334
5.18.1 Modellscheiben	311	6.10.9 Wärmedämmglas	335
5.18.2 Sprossen	314	6.10.10 Sonnenschutz-Isolierglas	335
5.18.3 Isolierglas mit Ornamentglas	318	6.10.11 Schallschutz-Isolierglas	335
5.18.4 Ornamentglas-Kombinationen	319	6.10.12 Sprossen-Isolierglas	336
6 VERGLASUNGSRICHTLINIEN	321	6.10.13 Sicherheits-Isolierglas und Alarmglas	337
6.1 Allgemeines	323	6.10.14 Brüstungselemente	341
6.1.1 Geltungsbereich	323	6.10.15 Farbabweichungen	342
6.1.2 Aufgabe	323	6.10.16 Glasbruch	343
6.1.3 Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie für AGC INTERPANE Isolierglas	323	6.10.17 Oberflächenschäden am Glas	344
6.2 Normen	324	6.10.18 Verbundglas mit freiliegender Glaskante	345
6.3 Weitere Regelwerke	325	6.10.19 Werterhaltung	345
6.4 Grundsätzliche Anforderungen an die Auswahl und den Einsatz von Glas	326	6.11 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas	346
6.5 Ermittlung der geeigneten/notwendigen Glasdicken	326	7 GLASTECHNISCHE UND BAUPHYSIKALISCHE INFORMATIONEN	351
6.6 Entwässerung und Dampfdruckausgleich	327	7.1 Bauphysik	353
6.6.1 Allgemeines	327	7.1.1 Novelle zur Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)	353
6.6.2 Anforderungen an den Glasfalz	328	7.1.2 Energieeinsparen mit Glas	362
6.6.3 Empfehlung für Dampfdruckausgleich und Entwässerung	330	7.1.3 3-Liter-Haus, Passiv- und Nullenergiehäuser	363
6.7 Qualität der Verglasung	331	7.1.4 Wintergärten	365
6.8 Qualität des Rahmens	331	7.1.5 U _g -Werte bei geneigten Flächen	368
6.9 Klotzung	331	7.1.6 Wärmebrücken am Fenster „Warme Kante“	370
6.10 Zusatzanforderungen	332	7.1.7 Taupunkttemperatur und Behaglichkeit	374
6.10.1 Verglasungen, die außerordentlichen thermischen Belastungen ausgesetzt sind	332	7.1.8 Pflanzenwachstum hinter Glas	377
6.10.2 Verglasungen von beschichteten und in der Masse eingefärbten Gläsern in Schiebetüren oder -fenstern	332	7.2 Glastechnik	378
6.10.3 Transport und Einbau in Höhenlagen	333	7.2.1 Bemessung von Glas	378
6.10.4 Umwehrungen	333	7.2.2 Bedingt betretbare Verglasungen	402
6.10.5 Isolierglas mit freiliegendem Randverbund	333	7.3 Richtlinien und Merkblätter	404
6.10.6 Durchbiegungsbegrenzungen	333	7.3.1 Grundlagen Bauordnungsrecht	404
6.10.7 Stoßfugenausbildung bei Isolierglas	334	7.3.2 Hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus ESG	414
		7.3.3 Gebogene Verglasungen	415
		7.3.4 Umwehrungen mit Glas	434
		7.3.5 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen	437
		7.3.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern	441
		7.3.7 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas	447

73.8	Planungshilfe: Integrierte bewegliche Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas für Architekten, Planer und Verarbeiter	459
73.9	Reinigung von Glas	467
73.10	Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas	471
73.11	Kompass für geklebte Fenster	477
73.12	Kompass „Warme Kante“ für Fenster	485
73.13	Einsatzempfehlungen für Sicherheitsgläser im Bauwesen	496
73.14	Glasstöße und Ganzglasecken in Fenstern und Fassaden	514
73.15	Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen	527
8	GESETZE, VERORDNUNGEN, NORMEN UND RICHTLINIEN UM DEN WERKSTOFF „GLAS“ SOWIE PRÜFINSTITUTE	536
9	STICHWORT- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	548
9.1	Stichwortverzeichnis	550
9.2	Abkürzungsverzeichnis	558
9.3	Griechische Formelzeichen	564
10	TECHNISCHE DATEN DER AGC INTERPANE ISOLIERGLAS-PRODUKTE	566



AGC *INTERPANE*



UNTERNEHMENSPRÄSENTATION

Neu und doch bekannt

Vor Ihnen liegt die neunte Auflage unseres Klassikers „Gestalten mit Glas“. Seit der Erstausgabe, Anfang der 80er-Jahre, ist dieses Kompendium zu einem unentbehrlichen Vademekum für alle geworden, die mit Glas arbeiten. Sei es, dass dieser einzigartige Werkstoff das Material ist, das Sie produzieren, be- oder verarbeiten, oder dass Sie als Planer herausragende architektonische Konzepte mit Glas umsetzen: Stets wird „Gestalten mit Glas“ Ihr täglicher Begleiter sein.

Von der Innenraumgestaltung über konstruktive Anwendungen bis zur Gebäudehülle ist Glas heute der bestimmende Werkstoff in der Architektur.

Moderne Funktionsgläser schützen vor Wärmeverlusten oder Geräuschbelästigung. Sie können als Sicherheitsglas zusätzlich vor Durchbruch oder Verletzungen schützen oder sogar Brandschutzeigenschaften in sich vereinen. Nur Glas kann die kostenlose Sonnenenergie einfangen oder, auf Wunsch, auch ein Zuviel davon abhalten. Kurz: Glas ist multifunktional.

Aber nicht nur die technischen Eigenschaften wurden bis an die physikalischen Grenzen entwickelt. Durch innovative Fertigungsprozesse sind neue, attraktive Gestaltungsmöglichkeiten entwickelt worden, die höchste ästhetische Ansprüche befriedigen. So sind heute großformatige, künstlerisch gestaltete Fassaden ebenso möglich wie edle und anmutige Anwendungen im Innenraum; quer durch alle Lebens- und Arbeitsbereiche – und immer mit der einzigartigen Oberfläche echten Glases.

Bewährt hat sich „Gestalten mit Glas“ deshalb insbesondere in seiner umfassenden Betrachtung des Themenfeldes Glas in der Architektur.

Selbstverständlich bietet Ihnen „Gestalten mit Glas“ nach wie vor eine umfassende Übersicht des zum Zeitpunkt der Drucklegung bestehenden Standes im Bereich der Normen, Vorschriften oder anwendungstechnischen Informationen. Hier hervorzuheben ist die DIN 18008, die die bisherigen Richtlinien (z. B. die allseits bekannte TRAV) ablöst. Wir haben uns u. a. dieser DIN ausführlich gewidmet und deren Auswirkung auf die Praxis dargelegt.

Neu dagegen ist die bereits im Jahr 2012 begonnene strategische Allianz zwischen AGC und Interpane. Mit AGC Glass Europe verfügt Interpane über einen Allianzpartner mit rund 100 Standorten in ganz Europa und einem breiten Netzwerk. Dies ermöglicht einen besseren und schnelleren Zugriff auf Produkte und Dienstleistungen und bietet noch größere Kundennähe. AGC Glass Europe verfügt über ein eigenes Entwicklungszentrum, beschäftigt 14.000 Mitarbeiter und ist die europäische Niederlassung von AGC Glass, einem der weltgrößten Flachglasproduzenten.

Im Rahmen dieser Zusammenarbeit können wir unseren Marktpartnern jetzt eine noch breitere Produktpalette mit einer noch größeren Vielfalt anbieten. Insbesondere im Bereich der Dreifach-Silberbeschichtung sowie der Sonnenschutz-Palette, verfügen wir über ein einzigartiges Angebot im Architekturglas-sektor.

Neu ist auch der wesentlich erweiterte Bereich von Verglasungen für Design und Innenarchitektur: Moderne Gussgläser, wie z. B. Oltreluce, säurematierte und lackierte Gläser mit breiter Farbauswahl ergänzen das ohnehin schon attraktive Angebot in diesem Marktsegment. Wir haben, so weit wie möglich, alle Produkte unserer erweiterten Lieferpalette in dieses Handbuch aufgenommen.

Nun bleibt uns, Ihnen auch für die neunte Ausgabe von „Gestalten mit Glas“ viel Erfolg bei der Anwendung zu wünschen. Wenn wir bei Ihrer täglichen Arbeit die eine oder andere Anregung und Hilfestellung leisten können, dann macht uns das auch ein wenig stolz.

Ihr Autorenteam

Lauenförde, im Juni 2014

1.1 Struktur der INTERPANE Gruppe

1.1

Mitte 2012 ist INTERPANE in eine strategische Allianz mit AGC Glass Europe eingetreten. Dadurch entstand ein Glasportfolio, das den Kunden in ganz Europa schnelleren Zugriff auf Produkte und Dienstleistungen ermöglicht. Nach wie vor bietet Ihnen AGC INTERPANE als mittelständischer Partner eine breite Palette an Funktionsgläsern an. 1971 im niedersächsischen Lauenförde/Weserbergland von Georg F. Hesselbach gegründet, zählt die Unternehmensgruppe produzierende Werke an elf Standorten in Deutschland, Österreich und Frankreich.

- Die INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG fungiert seit 1986 als Holding-Unternehmen für die in der INTERPANE Gruppe zusammengeschlossenen Gesellschaften.
- Die INTERPANE Isolierglas G. Hesselbach GmbH in Lauenförde dient ebenso wie die INTERPANE Holding France S.A. Strasbourg als Zwischenholding.
- Durch Dezentralisierung der Produktionsstätten erreicht INTERPANE die gewünschte Marktnähe. In sechs Werken in Deutschland sowie je einem Werk in Österreich und Frankreich wird Isolierglas produziert. Sicherheitsgläser (ESG und/oder VSG) stellt INTERPANE in zwei Werken in Deutschland sowie in Seingbouse (Frankreich) und Parndorf (Österreich) her. Modernste Beschichtungsanlagen zur Produktion von Wärme- und Sonnenschutzverglasungen stehen in Lauenförde und Plattling (Deutschland) sowie in Seingbouse (Frankreich) zur Verfügung.

Ebenfalls in Seingbouse befindet sich die INTERPANE eigene Floatglas-Produktion – eines der leistungsfähigsten und größten Floatglas-Werke Europas.

- Die f l glass GmbH in Sülzetal bei Magdeburg ist ein Joint Venture zwischen INTERPANE und Scheuten. Dort werden Floatglas, Weißglas und beschichtete Halbzeuge für die Bauglas- und Solarglasindustrie hergestellt. Die f l solar GmbH, ebenfalls ein Joint Venture mit Scheuten am dortigen Standort, vertreibt Solargläser, die im Werk der f l glass GmbH hergestellt wurden.

- Die AGC INTERPANE Glas Deutschland GmbH in Magdeburg ist für den Vertrieb von beschichteten und unbeschichteten Basisprodukten sowohl von INTERPANE als auch von AGC zuständig.
- Die INTERPANE Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft (E & B) betreibt intensive Forschungsarbeit und bereitet dadurch den Weg für Produkt- und Prozessinnovationen. E & B versteht sich somit als Forschungs- und Entwicklungszentrum der INTERPANE Gruppe. Sie steht unseren Marktpartnern bei der Klärung anwendungstechnischer Herausforderungen zur Verfügung. E & B entwickelt, produziert und installiert darüber hinaus seit vielen Jahren für interne und externe Marktpartner hochkomplexe Produktionsanlagen (z. B. State-of-the-Art-Vakuum-Beschichtungsanlagen) für die Glasindustrie.
- In Plattling und Lauenförde angesiedelt ist das INTERPANE Beratungszentrum (IBC), das speziell für die fach- und sachkundige Bearbeitung von Anfragen aus dem Bereich der Planungsbüros sowie dem Fenster- und Fassadenbau zuständig ist.
- Das INTERPANE UK-Office in Northampton dient unseren Marktpartnern aus Großbritannien als direkter Ansprechpartner vor Ort.

1.2 AGC INTERPANE Adressen auf einen Blick

1.2

● INTERPANE

Deutschland:

**INTERPANE
GLAS INDUSTRIE AG**
37697 Lauenförde
Sohnreistraße 21
37698 Lauenförde
Postfach 11 20
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 809-238
E-Mail: info@interpane.com

**INTERPANE
Entwicklungs-und Beratungsgesellschaft
GmbH (E & B)**

37697 Lauenförde
Sohnreistraße 21
37698 Lauenförde
Postfach 11 20
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 809-411
E-Mail: eub@interpane.com

**IBC/TAS
AGC INTERPANE Beratungscener**

94447 Plattling
Robert-Bosch-Straße 2
94441 Plattling
Postfach 11 63
Tel.: +49 9931 950-229
Fax: +49 9931 950-236
E-Mail: ibc@interpane.com

www.interpane.com

● BLUHM & PLATE Glas Vertriebs GmbH

22885 Barsbüttel/Hamburg
Von-Bronsort-Straße 14
Tel.: +49 40 670884-0
Fax.: +49 40 670884-30
E-Mail: info@bluhm.de

● INTERPANE Produktionsstandorte

Deutschland:

37697 Lauenförde
Sohnreistraße 21
37698 Lauenförde
Postfach 11 20
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 8547
E-Mail: gg@interpane.com

51688 Wipperfürth
Böswipper 22
51677 Wipperfürth
Postfach 13 74
Tel.: +49 2269 551-0
Fax: +49 2269 551-155
E-Mail: wip@interpane.com

21614 Buxtehude
Weidegrund 3
21603 Buxtehude
Postfach 13 21
Tel.: +49 4161 7072-0
Fax: +49 4161 7072-60
E-Mail: bxt@interpane.com

94447 Plattling
Robert-Bosch-Straße 2
94441 Plattling
Postfach 11 63
Tel.: +49 9931 950-0
Fax: +49 9931 6904
E-Mail: plg@interpane.com

04874 Belgern
Liebersee 54
Tel.: +49 34224 433-0
Fax: +49 34224 433-11
E-Mail: lie@interpane.com

16775 Löwenberger Land/
OT Häsen
Timpbergstr. 15
Tel.: +49 33084 798-0
Fax: +49 33084 798-23
E-Mail: hae@interpane.com

INTERPANE Sicherheitsglas

31135 Hildesheim
 Maybachstraße 5
 Tel.: +49 5121 7623-0
 Fax: +49 5121 55764
 E-Mail: hil@interpane.com

AGC INTERPANE**Glas Deutschland GmbH (IGD)**

39171 Sülzetal/OT Osterweddingen
 Appendorfer Weg 5
 Tel.: +49 39205 450-440
 Fax: +49 39205 450-449
 E-Mail: igd@interpane.com

f | solar

39171 Sülzetal/OT Osterweddingen
 Appendorfer Weg 5
 Tel.: +49 39205 450-400
 Fax: +49 39205 450-409
 E-Mail: info@fsolar.de
 www.fsolar.de

f | glass GmbH

39171 Sülzetal/OT Osterweddingen
 Appendorfer Weg 5
 Tel.: +49 39205 450-0
 Fax: +49 39205 450-199
 E-Mail: info@fglass.de
 www.fglass.de

Österreich:

7111 Parndorf
 Heidegasse 45
 Postfach 4
 Tel.: +43 2166 2325-0
 Fax: +43 2166 23 25-30
 E-Mail: pdf@interpane.com

Frankreich:

B.P. 184
 67725 Hoerdt Cedex
 2, rue de l'Industrie
 67720 Hoerdt
 Tél.: +33 38864 5959
 Fax: +33 38851 3990
 E-Mail: hdt@interpane.com

57455 Seingbouse
 Mégazone de Moselle-Est
 Tél.: +33 38700 2690
 Fax: +33 38700 0130
 E-Mail: ivf@interpane.com

Großbritannien:

INTERPANE GmbH
 Northampton Science Park
 Technology Unit C 26
 Caxton House
 Kings Park Road
 Northampton NN3 6LG
 Tel.: +44 1604 654132
 +44 1604 654133
 Fax: +44 1604 654134
 E-Mail: uk.office@interpane.com

1.3 AGC INTERPANE – eine Allianz, die begeistert

1.3

Seit 2012 befindet sich INTERPANE in einer strategischen Allianz mit AGC Glass Europe, der in Belgien ansässigen europäischen Niederlassung des weltweit größten Flachglasproduzenten AGC. Als Mehrheitsgesellschaftler gliedert AGC INTERPANE in das europäische Produktions- und Vermarktungsnetzwerk ein.

Beide Kooperationspartner ergänzen sich in idealer Weise, und zwar einerseits in Bezug auf die Produktionsmöglichkeiten, andererseits hinsichtlich technologischer Kompetenz und Marktpräsenz.

Es war nur logisch und zielführend, dass INTERPANE seit dem Beginn der Allianz die strategische Verbindung zu AGC auch dadurch zum Ausdruck bringt, dass das Erscheinungsbild der Gruppe nach außen angepasst wurde: AGC INTERPANE – ein neuer Stern am Glashimmel!

AGC INTERPANE profitiert in dieser Allianz vor allem von der Erfahrung im Bereich der Herstellung und des Vertriebs von Flachglas für die Anwendung im Bau (Außen- und Innenanwendung), vom weltweiten Verkaufnetzwerk und von einer europaweiten Distribution inklusive eines Netzwerkes an Produktionsstätten.

Die AGC INTERPANE Allianz besitzt die Innovationskraft und das Know-how, technisch höchst anspruchsvolle High-End-Beschichtungen zu entwickeln und in die Märkte einzuführen. Unsere gemeinsame, langjährige Erfahrung befähigt uns, jede architektonische Herausforderung an jedem Punkt der Welt anzunehmen.

1.4 Produktionsgesellschaften

1.4




Floatglas-
Erzeugung


Basisglas-
Beschichtung


Isolierglas-
Produktion


Einscheiben-
Sicherheitsglas


Verbund-
Sicherheitsglas


Glasgestaltung


Solarglas


Maschinenbau

- AGC INTERPANE Produktionsstätten
- ausgewählte Standorte von AGC in benachbarten Ländern

1.5 AGC Glass Europe

1.5

Übersicht der europäischen Gruppe

AGC Glass Europe ist die europäische Niederlassung von AGC Glass, einem weltweit führenden Flachglashersteller. Die AGC Gruppe mit ihren drei Hauptgeschäftsfeldern Glas, Elektronik und Chemie ist mit 200 Unternehmen in 30 Ländern präsent.

AGC Glass Europe ist einer der europäischen Marktführer im Flachglasbereich. Mit Sitz in Louvain-la-Neuve (Belgien) produziert, verarbeitet und vertreibt AGC Glass Europe Flachglas, vor allem für den Bausektor, die Automobilindustrie und die Industrie.

Das Unternehmen verfügt über 18 Floatanlagen, 6 Produktionswerke für Automobilverglasung, ein Forschungs- und Entwicklungszentrum in Belgien sowie mehr als einhundert Niederlassungen zwischen Spanien und Russland, inklusive Isolierglas- und Veredelungswerken in Belgien, Deutschland, den Niederlanden, Frankreich, Polen und Tschechien.

Im AGC Forschungs- und Entwicklungszentrum werden 70 Prozent des F&E-Budgets nachhaltigen Produkten, Lösungen und Fertigungsprozessen gewidmet.

AGC's Distributionsnetzwerk

Seit 2009 besitzt AGC ein Distributionsnetz für Basisglas, bestehend aus 12 regionalen Distributionszentralen (RDC) und über 40 lokalen Distributionszentralen (LDC). Ein Netzwerk, das weiterhin wachsen wird.

Hinter dieser logistischen Infrastruktur liegt eine Marktstrategie, die den Kunden in den Mittelpunkt stellt: Industrielle Abnehmer haben über die RDCs eine breite Produktauswahl aus ganz Europa, verbunden mit kurzen Lieferfristen. LDCs hingegen bieten für Weiterverarbeiter Kistenware mit größerer Auswahl an dekorativen Glasprodukten an, als Bandmaß oder auch schon zugeschnitten.

Architekten und Kundenberatung

Dazu unterstützt AGC Kunden bei der Planung, dem Design und der Verarbeitung von Glas mit vier Beratungsteams:

IBP: International Building Projects (IBP) ist eine Gruppe von Glas- und Architektur-Experten, die Investoren, Architekten und Ingenieurbüros, Fassadenbauer und Weiterverarbeiter über spezifische technische Lösungen mit Glas beraten und unterstützen. Der Fokus liegt hierbei auf Glasfassaden, Glasdächern und anderen speziellen Exterior-Anwendungen.

IDC: Interior Design Consultant (IDC) ist ein Team von Glas- und Design-Experten, die Architekten, Planern, Designern, Möbelherstellern und Weiterverarbeitern helfen, die richtigen AGC Glasprodukte für Projekte im Interieur zu wählen.

TAS (Produkte): Zur technischen Beratung fungiert AGCs TAS-Team (Technical Advisory Service). Diese Gruppe von Glasexperten bietet täglich Produkt-Service für Kunden.

TAS (Process): Das TAS-Process-Team berät Kunden, die unser Glas weiterverarbeiten und vorspannen.

Die Beratungsteam-Mitglieder sind in allen europäischen Ländern, einschließlich Russland, vertreten.

AGC Adressen auf einem Blick

Österreich
 AGC Interpane
 T: +49 39 205 450 440 – F: +49 39 205 450 449
 igd@interpane.com

Belgien
 AGC Glass Europe
 T: +32 2 409 30 00 - F: +32 2 672 44 62
 sales.belux@eu.agc.com

Bulgarien/Mazedonien
 AGC Flat Glass Bulgaria
 T: +359 2 8500 255 - F: +359 2 8500 256
 bulgaria@eu.agc.com

Kroatien/Slowenien/Bosnien-Herzegowina
 AGC Flat Glass Adriatic
 T: +385 1 6117 942 - F: +385 1 6117 943
 adriatic@eu.agc.com

Tschechien/Slowakei
 AGC Flat Glass Czech
 T: +420 417 50 11 11 - F: +420 417 502 121
 czech@eu.agc.com

Estland
 AGC Flat Glass Baltic
 T: +372 66 799 15 - F: +372 66 799 16
 estonia@eu.agc.com

Finnland
 AGC Flat Glass Suomi
 T: +358 9 43 66 310 - F: +358 9 43 66 3111
 sales.suomi@eu.agc.com

Frankreich
 AGC Glass France
 T: +33 1 57 58 30 31 - F: +33 1 57 58 31 63
 sales.france@eu.agc.com

Deutschland
 AGC Interpane
 T: +49 39205 450-440 – F: +49 39205 450-449
 igd@interpane.com

Griechenland/Malta/Albanien
 AGC Flat Glass Hellas
 T: +30 210 666 9561 - F: +30 210 666 9732
 sales.hellas@eu.agc.com

Ungarn
 AGC Glass Hungary
 T: +36 34 309 505 - F: +36 34 309 506
 hungary@eu.agc.com

Italien
 AGC Flat Glass Italia
 T: +39 02 626 90 110 - F: +39 02 65 70 101
 development.italia@eu.agc.com

Lettland
 AGC Flat Glass Baltic
 T: +371 6 713 93 59 - F: +371 6 713 95 49
 latvia@eu.agc.com

Litauen
 AGC Flat Glass Baltic
 T: +370 37 451 566 - F: +370 37 451 757
 lithuania@eu.agc.com

Niederlande
 AGC Flat Glass Nederland
 T: +31 344 67 97 04 - F: +31 344 67 97 20
 sales.nederland@eu.agc.com

Polen
 AGC Flat Glass Polska
 T: +48 22 872 02 23 - F: +48 22 872 97 60
 polska@eu.agc.com

Rumänien
 AGC Flat Glass Romania
 T: +40 318 05 32 61 - F: +40 318 05 32 62
 romania@eu.agc.com

Russland
 AGC Glass Russia
 T: +7 495 411 65 65 - F: +7 495 411 65 64
 sales.russia@eu.agc.com

Serbien/Montenegro
 AGC Flat Glass Jug
 T: +381 11 30 96 232 - F: +381 11 30 96 232
 jug@eu.agc.com

Spanien/Portugal
 AGC Flat Glass Ibérica
 T: +34 93 46 70760 - F: +34 93 46 70770
 sales.iberica@eu.agc.com

Schweden/Norwegen/Dänemark
 AGC Flat Glass Svenska
 T: +46 8 768 40 80 - F: +46 8 768 40 81
 sales.svenska@eu.agc.com

Schweiz
 AGC Interpane
 T: +49 39 205 450 440 – F: +49 39 205 450 449
 igd@interpane.com

Ukraine
 AGC Flat Glass Ukraine
 T: +380 44 230 60 16 F: +380 44 498 35 03
 sales.ukraine@eu.agc.com

Grossbritannien
 AGC Flat Glass UK
 T: +44 1788 53 53 53 - F: +44 1788 56 08 53
 sales.uk@eu.agc.com

Sonstige Länder
 AGC Glass Europe
 T: +32 2 409 30 00 - F: +32 2 672 44 62
 sales.headquarters@eu.agc.com

1.6 AGC INTERPANE – eine komplette Produktpalette

1.6

Vom beschichteten und unbeschichteten Basisglas über High-End-Isolierglas-Produkte bis hin zu dekorativen Verglasungen für die Innenanwendung – AGC INTERPANE bietet ab jetzt für jede Anwendung am und im Bau das geeignete Produkt. Die Übersicht in Kapitel 5 zeigt Ihnen, dass AGC INTERPANE in praktisch jedem Bereich der Architektur ein geeignetes Glas für Sie bereit hält:

● Flachglas

Als leistungsfähiger Hersteller von Flachglas bieten wir unseren Weiterverarbeitern Floatglas in jeder Convenience an und zwar Standardfloat, helles oder extrahelles Weißglas, eingefärbte Flachgläser und natürlich beschichtetes Basisglas für Wärme- und Sonnenschutzanwendungen in einer einzigartigen Produktpalette.

● Mehrscheiben-Isolierglas

Diese Produktparte zur Weiterverarbeitung im Fenster oder in der Fassade umfasst sowohl Wärme- als auch Sonnenschutztypen; darüber hinaus alle denkbaren Kombinationen, z. B. mit zusätzlichen Sicherheits- oder Schallschutzzeigenschaften etc.

● Sicherheit

In diese Rubrik fallen sowohl Verglasungen mit passiver Sicherheit, z. B. ESG oder TVG, als auch aktive Sicherheitsverglasungen, z. B. Verbund-Sicherheitsglas entsprechend allen Normen und Sicherheitsanforderungen für dieses Produktsegment.

● Dekorative Verglasungen

In diesem attraktiven Anwendungsbereich konnten wir das Angebot speziell durch die Allianz mit AGC ganz besonders stark ausweiten. Es gibt nun praktisch keinerlei Anforderungen, die wir nicht realisieren können, darüber hinaus viele Angebote, die Sie exklusiv nur bei AGC INTERPANE finden.

● Glasprodukte für die Solarindustrie

Ganz speziell weisen wir auf die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) hin. Hier steht eine brandneue Produktentwicklung zur Verfügung.

● Brandschutzglas

In diesem Produktsektor verweisen wir nun auf das Angebot unseres kompetenten Allianzpartners AGC.

„Gestalten mit Glas“ richtet sich an all diejenigen, die sich am und im Bau mit dem hoch faszinierenden Werkstoff Glas beschäftigen. Deshalb legen wir sehr großen Wert darauf, in den einzelnen Produktkapiteln all das Wissenswerte zusammenzufassen, das Ihnen den täglichen Umgang mit unseren Produkten erleichtert, sei es bei der Planung, als Architekt, bei der Verarbeitung, als Glasveredler oder beim Einbau, als Innenausbauer, Fenster- oder Fassadenhersteller, um nur einige Bereiche zu nennen.

Ihren persönlichen AGC INTERPANE Kontakt finden Sie auf den Seiten 12ff. Speziell verweisen wir auf die INTERPANE Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft sowie auf das IBC (INTERPANE Beratungszentrum), wobei erstere als Ansprechpartner für unsere weiterverarbeitenden Marktpartner zur Verfügung steht, das IBC sich dagegen auf sämtliche anwendungsbezogenen Fragen konzentriert, seien sie nun aus dem Kreise der planenden Architekten, der Innenausbauunternehmen oder auch von interessierten Endanwendern.

1.7 Unternehmensverantwortung, Nachhaltigkeit

1.7

In der Differenzierung der Wettbewerber erlangt die Qualität einen immer entscheidenderen Stellenwert. Deshalb hat INTERPANE bereits 2005 das übergeordnete Integrierte Managementsystem (IMS) installiert. Es umfasst neben den Aspekten der Qualität auch Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Risikomanagement und Nachhaltigkeit. Es ist gruppenweit nach DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 14001 zertifiziert. Im Rahmen dieses Managementsystems werden Nachhaltigkeit der verschiedenen Veredelungsstufen untersucht und die Unternehmen in Bezug auf ökologische, ökonomische und soziale Aspekte bewertet. Nachhaltiges Wirtschaften ist ein erklärtes Unternehmensziel der INTERPANE Gruppe.

Des Weiteren werden die AGC INTERPANE Produkte unter Nachhaltigkeitskriterien beurteilt und unterliegen einem permanenten ökologischen Verbesserungsprozess.

Wesentliche Kriterien der Beurteilung dabei sind

- Ökoeffizienz
- Ressourcenschonung
- Einsatz erneuerbarer Ressourcen
- Steigerung der Langlebigkeit
- Recyclingfähigkeit
- Minimaler Einsatz gefährlicher Stoffe
- Umweltfreundliches Produzieren, Verpacken und Transportieren
- Minimierter Energieaufwand

AGC INTERPANE strebt bei der Herstellung und Veredelung von Flachglas einen minimalen Energieverbrauch an. Die aufgewandte Energie wird beim Einsatz im Gebäude oftmals schon nach weniger als einem Jahr als solarer Energiegewinn zurückgewonnen. AGC INTERPANE verringert durch eine Reihe von Maßnahmen im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ständig den Energieaufwand.

Recycling und Ressourcenschonung

Ziel ist die Minimierung der Abfallmengen, das Rohstoff-Recycling und ein geringster Verbrauch von Hilfsstoffen. Der Wasserverbrauch in der Wertschöpfungskette Glasherstellung – Glasbeschichtung – Isolierglas-Herstellung wird durch effiziente Kreislaufprozesse minimiert.

Im Floatglas-Prozess kann das Glasgemenge mehr oder weniger beliebig durch Scherben entsprechender Qualität für den Schmelzprozess ersetzt werden. Dadurch wird Schmelzenergie eingespart. Schrottglass der gesamten Wertschöpfungskette wird in den Schmelzprozess umfassend zurückgeführt. Schrottglass aus der Glasbeschichtung wird vollständig recycelt, genauso wie Schrottglass aus der Isolierglas-Herstellung. Weiterhin erfolgt auch ein Recycling der Abstandhaltermaterialien im Isolierglas-Prozess.

Nachhaltigkeitscontrolling

Das Controlling der umweltrelevanten Prozesse erfolgt über das monatliche und jährliche Gruppenreporting. Im Rahmen des Integrierten Managementsystems werden Input/Output-Bilanzen erstellt und im Rahmen der jährlichen Zertifizierung der AGC INTERPANE Gruppe kontrolliert, Ziele festgelegt und überprüft.

AGC INTERPANE stellt auf diese Weise sicher, den Kunden und Lieferanten ein verlässlicher Partner zu sein und qualitativ hochwertige Produkte mit beherrschten Prozessen vollständig und pünktlich zu liefern. AGC INTERPANE versteht sich als Schrittmacher bei Produkt- und Prozessinnovationen. Dauerhafte und partnerschaftlich orientierte Geschäftsbeziehungen sind die Grundlage beiderseitigen Erfolges.

Qualitätsmanagement bedeutet nicht Mehrkosten, sondern Mehrwert für alle – vor allem auch für den Kunden.

1.7

Unser Engagement für Cradle to Cradle®

Viele Zertifizierungen berücksichtigen lediglich einen bestimmten Aspekt des Produkts. Für den C2C-Produktstandard gelten dagegen fünf Kategorien in den Bereichen Gesundheit und Umwelt. Für die Zertifizierung muss das Produkt strenge Vorgaben in allen fünf Kategorien erfüllen. AGC INTERPANE übertrifft die Anforderungen in jeder Kategorie.

- *Gesunde Werkstoffe*
- *Werkstoffwiederverwendung*
- *Erneuerbare Energie*
- *Sparsamer Umgang mit Wasser*
- *Soziale Verantwortung*

Der Mehrwert des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}*

In der neuen LEED-Version 4 für Neubauten, deren offizielle Markteinführung Ende November 2013 war, werden für Produkte des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}* mehr Punkte vergeben. In der neuen Version tragen Produkte des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}* bis zu zwei Punkte im Bereich Materialien

& Ressourcen bei. Dieser Punktgewinn spornt Projektteams dazu an, „gesündere Produkte und Materialien“ zu verwenden, um die Erzeugung und Verwendung von Schadstoffen zu minimieren. Durch den Einsatz von AGC INTERPANE-Produkten des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}* können Architekten und Bauunternehmen also eine höhere Punktzahl erzielen.

AGC INTERPANE hat für folgende Produkte ein *Cradle to Cradle Certified^{CM}* Silber-Zertifikat erhalten:

- *Floatglas-Produkte*
- *Glasprodukte mit Magnetronbeschichtung*
- *Lacobel, Matelux, Matelac und Mirox*

AGC INTERPANE



...entrées
présentés par le

Conseil National (a) soit
ordre du jour d'une séance
et applicable dans l'hypothèse sa décision
portent. Le vote intermédiaire publique de
Assemblée publique, l'état où le Gouver
le Monaco". - Arrêté de l'Assemblée sur le pro
e au cours de la session de tous le
ote des crédits demandés par le Conseil Na
Couronne, prononcer la dissolution du
r le Prince. Trois membres sont nommés

2

de la Commune

...ons son

budgetaire inscrite dans la loi de budget
est garantie. L'organisation, la compo
voir : - un membre titulaire
être présentée

WERKSTOFF GLAS

2.1 Historische Entwicklung des Flachglases

2.1

Was vor ca. 7000 Jahren als Zufallsfund begann, entwickelte sich im Laufe der Zeit zu einem Hightechprodukt – dem Werkstoff Glas.

Wurden zuerst Schmuckgegenstände und Hohlgläser hergestellt, konnte durch die Weiterentwicklung der Herstelltechniken für Glas auch Flachglas produziert werden. Die historische Entwicklung bis hin zu heutigen Fertigungsverfahren wird an den wichtigsten Verfahren aufgezeigt.

Frühzeit und Antike



Über die Ursprünge der Glasherstellung gibt es bis heute keine gesicherten Erkenntnisse. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann man davon ausgehen, dass die Herstellung

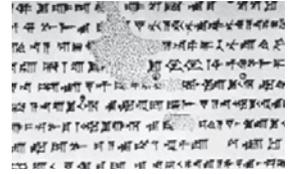
von Glas erstmals den Töpfern oder den Schmieden an den Ufern der großen nordafrikanischen Natron- und Kaliseen gelang. Beide Handwerkszweige benötigten hohe Temperaturen für ihre Brenn- und Schmelzarbeiten. Es entstand zunächst eine Glasur auf Keramiken. Bei den Ägyptern kann man aufgrund der Funde von Glasperlen von einer ersten Glasproduktion sprechen. Ab der Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr. finden sich auch Ringe und kleinere Figuren, zu deren Herstellung Schalen als Gussformen dienten. Eine der ersten Herstellungstechniken für Hohlglas war die sog. Sandkerntechnik. Dabei wird ein tonhaltiger Sandkern – eine Negativform – an einem Stab in die Glasschmelze getaucht und gedreht, sodass ein dicker „Glasfaden“ aufgenommen wird. Die Masse rollt man dann auf einer Platte aus, bis die gewünschte Form entsteht und der Kern nach dem Abkühlen entfernt werden kann. Durch mehrmaliges Drehen und Eintauchen des Kerns in die Schmelzmasse konnte die Wanddicke der Gefäße variiert werden. Es wurden u. a. kleine Gläser und Vasen hergestellt. Im Inneren solcher Gläser finden sich häufig Abdrücke von Stoffen oder Bändern, die den Sand- oder Tonkern zusammengehalten haben. Ein wesentliches Merkmal dieser Hohlgefäße ist die raue Innenfläche.

Das älteste schriftlich überlieferte Glasrezept

Das älteste überlieferte Rezept für das Glasmachen fand man in der Tontafelbibliothek des assyrischen Königs Assurbanipal in Ninive. Es ist in Keilschrift verfasst und hat folgenden Wortlaut: „Nimm 60 Teile

Sand, 180 Teile Asche aus Meerespflanzen, 5 Teile Kreide und du erhältst Glas.“

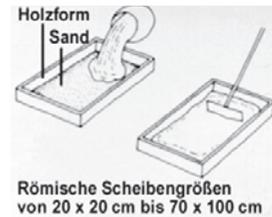
In diesem Rezept sind auch die heute noch verwendeten Rohstoffe aufgeführt.



Die Glasmacherpeife

Um 200 v. Chr. wird durch syrische Handwerker in der Gegend von Sidon die Glasmacherpeife erfunden. Damit war es erstmals möglich, dünnwandige Hohlgefäße herzustellen. Dabei nimmt der Glasbläser mit einem etwa eineinhalb Meter langen Blasrohr einen Klumpen zähflüssiges Glas aus der Schmelze auf und bläst diesen zu einer dünnwandigen Kugel.

Die römische Zeit



Während der Zeit der Römer wurde Flachglas in der Guss- und Strecktechnik hergestellt, obwohl das Zylinderstreckverfahren schon bekannt war. Dazu wurde die zähflüssige Glasmasse auf eine glatte, mit Sand bestreute Unterlage mit seitlichem Abschluss gegossen und möglichst eben ausgebreitet. Die geformte, noch plastische Glasmasse wurde dann mit Hilfe von Eisenzangen auseinandergezogen. Funde zeigen, dass dieses Glas bläulich grün und nicht besonders transparent war. Die Größe dieser Scheiben lag bei ca. 30 cm x 50 cm bei einer Dicke zwischen 3 cm und 6 cm. Der Einbau erfolgte rahmenlos bzw. in Bronze- oder Holzrahmen

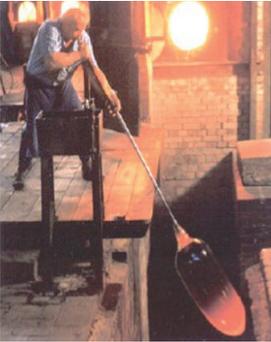
Das Mittelalter

Im frühen Mittelalter stellten die Germanen überall dort, wo die Römer sich zurückgezogen hatten, Glas her, das nahtlos an die schon germanisierte, spätantike Formensprache anschließt. Man geht heute davon aus, dass für das fränkische Glas noch vorhandene römische Gläser recycelt wurden.

Seit dem Mittelalter sind die beiden wichtigsten Herstellungstechniken für Flachglas das Zylinderstreck- (1. Jh. n. Chr.) und das Mondglasverfahren (14. Jh. n. Chr.).

Bei beiden Techniken wird zunächst ein Posten zähflüssiger Glasmasse mit der Glasmacherpfeife entnommen und zu einem kugelförmigen Hohlkörper geblasen.

Zylindertechnik:



Durch Blasen, Schwenken und Formen in einem Hobel (Struktur Wannenförmig) wird diese Kugel zu einem dünnwandigen Zylinder. Anschließend werden die Enden entfernt und der Zylinder nach dem Kühlen der Länge nach aufgeschnitten. Im „Streckofen“ wird

der Zylinder erhitzt und zu einer flachen Scheibe geglättet. Die Zylinderlänge liegt bei ca. 90 cm bei Echtantikglas und bei 1,20 m bei Neuantikglas, da hier das „Anblasen“ mit Druckluft erfolgt. Der Durchmesser liegt bei ca. 30 cm.

Mondtechnik:

An diesen kugelförmigen Hohlkörper wird dann auf der gegenüberliegenden Seite der Glasmacherpfeife ein Hefteseisen angesetzt. Danach wird die Glasmacherpfeife abgesprengt. Durch das Entfernen der Glasmacherpfeife entsteht eine Öffnung, die durch ein heißes Eisen aufgeweitet wird. Die nun vorhandene weit offene Schalenform wird erneut erhitzt und anschließend mit dem Hefteseisen in einer Halterung schnell und gleichmäßig gedreht/geschleudert. Die beim Schleudervor-



gang auftretenden Zentrifugalkräfte formen die Schale zu einer ebenen, glatten, runden Scheibe. Im Gegensatz zum Zylinderstreckverfahren ermöglicht das Mondglasverfahren durch die feuerpolierte Oberfläche eine ebenere, reinere und glänzendere Oberfläche. Durch diese Technik wurden Glasplatten von ca. 1,20 m Durchmesser erzeugt. Anschließend wurden die Scheiben um die Mitte zu einem Rechteck geschnitten. Diese fanden Verwendung als z. B. Kirchenglas mit Bleieinfassungen. Das Mittelstück mit der Anschlussstelle des Schleuderstabs heißt Butze und wurde für Butzenscheiben von 10 cm bis 15 cm Durchmesser verwendet.

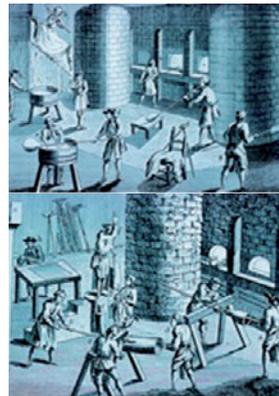
Diese beiden handwerklich geprägten Verfahren wurden durch die Tafelglas- und Spiegelglasherstellungsverfahren abgelöst, die bis in die 1960er-Jahre eingesetzt wurden.

Venedig

Die Stadt Venedig ist zwischen dem 15. und dem 17. Jahrhundert führend in der Herstellung von gläsernen Schalen, Trinkgefäßen und Spiegeln (mit Zinn und Quecksilber beschichtete Glastafeln). Der Erfolg des venezianischen Glases beruht auf seiner außergewöhnlichen Reinheit und Farblosigkeit.

17./18. Jahrhundert

Im 17. Jahrhundert wird Glas nun nicht mehr nur für Kirchen und Klöster verwendet, sondern auch vermehrt für den Raumabschluss von Schlössern und Stadthäusern. Durch den gestiegenen Glasbedarf wird es notwendig, neue Produktionsverfahren zu entwickeln.



Darstellung nach Diderot in der „Encyclopédie“

Die bereits bei den Römern zur Anwendung kommende Gusstechnik wurde im 17. Jahrhundert von französischen Glasmachern wieder aufgenommen und weiterentwickelt. Der Inhalt einer Schmelzwanne wird auf einer vorgewärmten Kupferplatte gegossen und mit einer

wassergekühlten Metallwalze zu einer Tafel ausgewalzt. Die Dicke der Glastafel ergibt sich aus der Höhe der seitlichen Einfassschienen. Die zu den vorherigen Verfahren deutlich ebenere Tafel wird anschließend mit Sand und Wasser geschliffen und mit einer Paste aus Eisenoxid poliert. Die sogenannten Grandes glaces waren bis zu 1,20 m x 2 m groß.

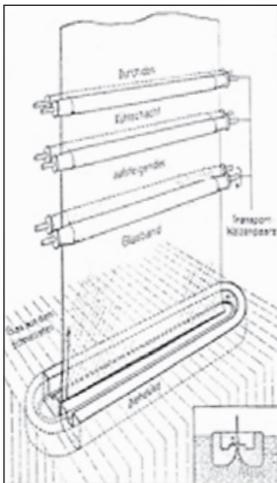
20. Jahrhundert

In den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts lösten maschinelle Ziehverfahren das Zylinderblasverfahren allmählich ab.

Glas konnte nun durch die Erfindung der maschinellen Ziehverfahren wirtschaftlich in großen Mengen und deutlich besserer Qualität hergestellt werden.

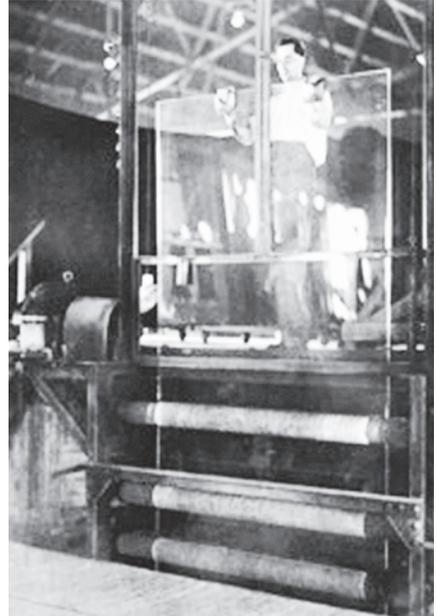
Um 1900 entwickelte der Amerikaner John H. Lubbers ein mechanisches Verfahren, bei dem das Blasen und Ziehen des Zylinderstreckverfahrens kombiniert wurden. Aus der Schmelzwanne wird ein Zylinder an der Spitze an Pressluft angeschlossen und unter ständigem Nachströmen der vorgewärmten Druckluft langsam senkrecht herausgezogen. Damit konnte man Durchmesser von 80 cm und Längen bis zu 12 m erreichen. Um aber flache Scheiben zu erhalten, musste der Zylinder noch aufgeschnitten und geglättet werden. Das Verfahren war jedoch sehr umständlich, insbesondere bereitete das Umlegen der Zylinder in die Horizontale Schwierigkeiten.

Fourcault Verfahren:



Ein weitreichendes Patent sollte 1904 von Emile Fourcault folgen: das nach ihm benannte Fourcault-Verfahren zur Ziehglasherstellung.

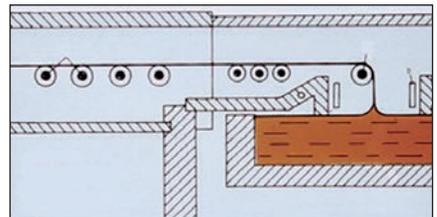
Dabei wird eine auf geschmolzenem Glas schwimmende Ziehduüse aus feuerfestem Material (gebrannter Ton) in die Glasmasse eingedrückt. Die zähflüssige



Glasmasse quillt dabei durch einen Schlitz und wird anschließend von Fangeisen aufgenommen. Mittels Walzenpaaren wurde es dann in einen 8 m hohen Kühlschacht senkrecht nach oben geführt, an dessen Ende das abgekühlte und entspannte Glas zugeschnitten wurde. Die notwendige Glasdicke wurde durch die Ziehgeschwindigkeit bestimmt. Nachteilig waren die durch das Verfahren bedingten, quer zur Ziehrichtung verlaufenden, sichtbaren Ziehstreifen. Die Kapazität einer Fourcault-Anlage lag Ende der 1920er-Jahre bei ca. 22 500 m im Monat.

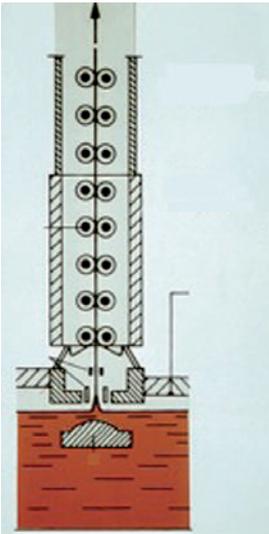
Libbey Owens:

Der Amerikaner Irving Colburn lässt 1905 ein vergleichbares Ziehverfahren patentieren, das sogenannte Libbey-Owens-Verfahren.



Hierbei wird das Glas nicht wie bei Fourcault in die Höhe, sondern ohne Ziehdüse direkt aus der Glasmasse über eine Biegewalze in die Waagerechte umgelenkt und in einen 60 m langen Kühlkanal spannungsfrei bis auf Raumtemperatur abgekühlt und anschließend zugeschnitten. Mit diesem Verfahren waren Glasdicken von 0,6 mm bis 20 mm möglich, die durch die Ziehgeschwindigkeit bestimmt wurden. Die Breite des Glasbandes betrug 2,5 m.

Pittsburgh:



Mit dem Verfahren der Pittsburgh Plate Glass Company, das seit 1928 zur Herstellung von Flachglas verwendet wurde, konnten die Vorteile der beiden zuvor beschriebenen Verfahren kombiniert werden: das Ziehen aus der freien Oberfläche des Libbey-Owens-Verfahrens und die einfache Ziehmaschine des Fourcault-Verfahrens. Charakteristisch für das Pittsburgh-

Verfahren ist der in der zähflüssigen Glasmasse vorhandene Ziehbalken aus feuerfestem Material. Er hat die Aufgabe, die Kühlwirkung der Kühler auf die sich gerade über dem Ziehbalken befindliche Glasmasse zu beschränken und ein „Auskühlen“ und „Einfrieren“ der tiefer liegenden Glasmasse zu vermeiden. Dabei verhindern anstelle seitlicher Walzen Haltevorrichtungen in Form hohler Teller das Einschnüren des Glasbandes. Das Glasband wird ähnlich wie beim Fourcault-Verfahren in einen 10 m bis 12 m hohen Kühlschacht gezogen.

Die Vorteile des Pittsburgh-Verfahrens liegen in der relativ hohen Ziehgeschwindigkeit bei großen Tafelbreiten und im Vergleich zum Fourcault-Verfahren besseren Glasqualität.

Die Maschinenglasverfahren hatten den gemeinsamen Nachteil, dass Verzerrungen und Welligkeiten

auftreten. Die Herstellung höherwertigen Spiegelglases verursachte durch das notwendige Schleifen und Polieren hohe Mehrkosten.

Für die genannten Verfahren wurden zwar im Laufe der Jahre erhebliche Verbesserungen erreicht, dennoch konnten die Nachteile nicht grundsätzlich beseitigt werden. Um den immer stärker zunehmenden Bedarf an hochwertigem Flachglas in jeder Weise zu friedienstellend decken zu können, mussten neue Wege beschritten werden.

Zu Beginn der 1950er-Jahre fand die englische Firma Pilkington Brothers die industrielle Lösung: das automatische Floatglas-Herstellungsverfahren. Man entwickelte es, auch von Rückschlägen nicht entmutigt, mit Energie und hohem Kapitaleinsatz bis zur Fabrikationsreife im Jahre 1959.

Diese automatisierte Herstellung vereinte hohe Mengenausbringung, große Scheibenformate und optimale, gleichbleibende Qualität zu einem relativ günstigen Preis.

Damit waren die glastechnischen Voraussetzungen geschaffen, um der klassisch-modernen Architektur zum Durchbruch zu verhelfen.

Schrifttum zu Kap. 2.1

- [1] Schittich, Staib, Balkow, Schuler, Sobek: Glasbau Atlas, 2006-2. Auflage, Verlag DETAIL EDITION
- [2] M. Aigner, Fachschule für Glasbautechnik, Vilshofen a. d. Donau: Skript zur Glasgeschichte, (nicht veröffentlicht)

2.2 Der Herstellungsprozess von Floatglas

2.2

Float heißt auf Deutsch soviel wie „obenauf schwimmen oder treiben“, und damit ist auch das eigentliche Prinzip dieses Verfahrens charakterisiert.

Beim Floatverfahren bewegt sich ein endloses Glasband aus der Schmelzwanne auf ein Zinnbad. Dort schwimmt es auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalls und breitet sich aus.

Infolge der Oberflächenspannung der Glasschmelze und der planen Oberfläche des Zinnbades bildet sich auf natürliche Weise ein absolut planparalleles Glasband.

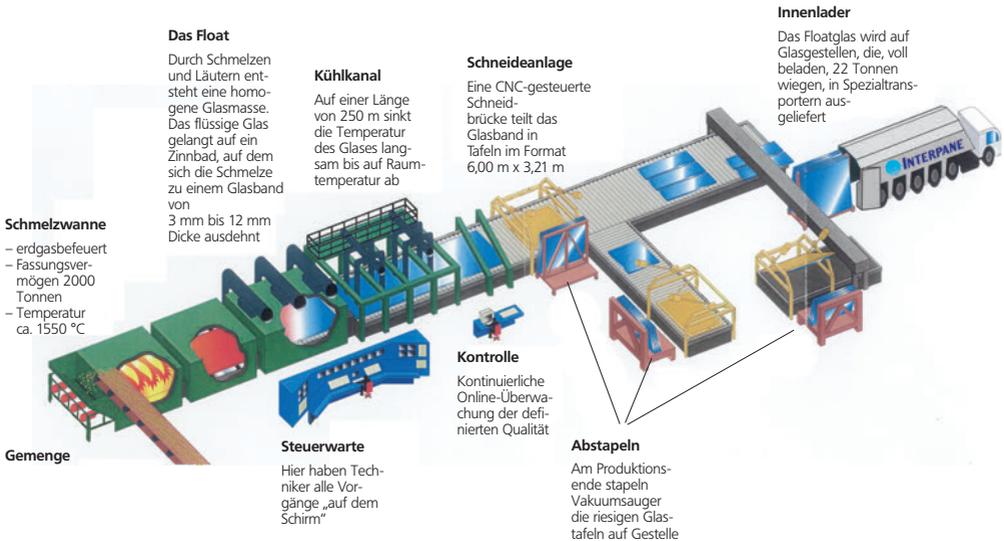
Der Herstellungsprozess gliedert sich in:

- Schmelzen des Glasgemenges mit anschließendem Läutern
- Formgeben des Glases
- Abkühlen des Glases
- Schneiden und Abstapeln

Das untenstehende Bild zeigt schematisch die Floatglas-Produktion im Werk Seingbouse.

Floatglas ist das Ausgangsprodukt für praktisch alle veredelten Glasprodukte, wie z. B. beschichtetes Glas, Mehrscheiben-Isolierglas, Einscheiben- und Verbund-Sicherheitsglas sowie dekorative Gläser.

Die technischen Eigenschaften von Floatglas sind in EN 572 festgelegt.



Das Gemenge setzt sich zusammen aus:

- 60 % Quarzsand
- 20 % Kalk und Dolomit als Stabilisatoren
- 20 % Soda und Sulfat als Flussmittel.

Diesem Rohstoffgemenge wird zusätzlich ein bestimmter Anteil Glasscherben, die bei der eigenen Fertigung anfallen, beigemischt. Dadurch werden die Schmelztemperatur deutlich gesenkt und Energie eingespart.

2.3 Herstellungsprozess von Ornamentglas

Die Fertigungslinie für gegossenes Glas ist der für Floatglas sehr ähnlich. Allerdings erfolgt hier statt des „floatens“ auf dem Zinnbad eine Formgebung durch ein Walzenpaar. Es handelt sich dabei ebenfalls um ein durchscheinendes, klares oder in der Masse eingefärbtes Kalk-Natronsilicatglas. Die Formgebung er-

folgt durch kontinuierliches Gießen und Walzenpaare. Dabei kann entweder eine oder beide Oberflächen mit einer Struktur (Ornament) versehen werden. Anschließend wird das Glas auch hier in eine Kühlzone überführt.

2.3

A photograph of a modern building with a glass facade, reflecting the sky. The building is viewed from a low angle, looking up. The sky is a deep blue, suggesting dusk or dawn. The glass panels are arranged in a grid pattern. In the foreground, there is a wooden deck with some lights. The logo "AGC INTERPANE" is overlaid on the image in a white box.

AGC *INTERPANE*



3

ANWENDUNG VON GLAS IN FENSTER UND FASSADE

Kein anderer Baustoff verfügt über soviel unterschiedliche Schutzfunktionen wie modernes Architekturglas. Es vereint beispielsweise Wärmedämmung mit der Möglichkeit, kostenlos Sonnenenergie zu nutzen. Es kann vor Gewalteinwirkung, Brand oder übermäßiger Sonneneinstrahlung schützen und zugleich die Durchsicht von drinnen nach draußen gewähren. Es kann in Verbindung mit attraktiven Gestaltungsverfahren der Architektur ein markantes Gesicht geben oder sich dezent zurückhalten. Selbst im konstruktiven Bereich wird Glas heute mehr und mehr eingesetzt. Kurz: Architekturglas ist der Baustoff des 21. Jahrhunderts.

Bei allen Vorzügen dieses hochmodernen Materials – es bedarf immer einer Integration in das Bauwerk. Ob es das klassische Fenster ist, eine attraktive Fassadenkonstruktion oder gar ein innovatives Structural-Glazing-System, stets ist bei Planung und Realisierung die Gesamtkonstruktion im Blickfeld zu halten.

Die Funktionskriterien bei den Bauteilen Fenster und Fassade sind Bauplanungsaufgaben und müssen im Rahmen der Projektierung festgelegt werden. Daraus ergeben sich für den Fenster- und Fassadenkonstrukteur fest umrissene Aufgaben, bei denen, ebenso wie bei der vorangehenden Planung, zahlreiche Gesetze, Verordnungen, Normen und technische Regelwerke beachtet werden müssen.

Zwar ist energiesparendes Bauen nach wie vor die größte architektonische Herausforderung unserer Zeit, zusätzlich werden wir unser Augenmerk jedoch mehr und mehr auf die Nachhaltigkeit beim Bauen und Renovieren und damit auch auf die eingesetzten Bauteile richten müssen. So hat auch dieses Thema Eingang in das nachfolgende Kapitel gefunden.

Neu in diesem Kapitel ist auch der Bereich Brandschutz in Fenster und Fassade. Außerdem gibt es aktuelle und wertvolle Informationen zu gebäudeintegrierter Photovoltaik oder zum Bereich der Glasverklebung.

Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit Aussagen über die Tageslichtnutzung in Fenster und Fassade. Vergessen wir nicht: Bei allen konstruktiven oder energetischen Eigenschaften, die wir heute in moderne Verglasungssysteme packen können, ist es nach wie vor die Transparenz, die Kontakt zu unserer Umwelt schafft, die diesen Werkstoff so einzigartig macht.

3.1 Nachhaltigkeit von transparenten Bauteilen

3.1.1 Cradle to Cradle: eine nachhaltige Verbindung

3.2 Energy-Labeling für Fenster

3.3 Wärmeschutz in Fenster und Fassade

3.3.1 Ermittlung des U_{w} -(U-window-) und U_{cw} -(U-curtain-wall-)Wertes

3.3.2 Ermittlung des Bemessungswertes $U_{g, BW}$ für Verglasungen nach DIN 4108 Teil 4

3.4 Fenster und Lüftung

3.5 Schalldämmung in Fenster und Fassade

3.5.1 Schallschutz mit Glas

3.6 Sonnenschutz in Fenster und Fassade

3.6.1 Sommerlicher Wärmeschutz

3.7 Sicherheit in Fenster und Fassade

3.8 Kleben von Glas in Fenster und Fassade

3.9 Elektromagnetische Dämpfung in Fenster und Fassade

3.9.1 Elektromagnetische Abschirmung

3.9.2 Radarreflexionsdämpfung

3.10 Brandschutz in Fenster und Fassade

3.11 Gebäudeintegrierte Photovoltaik

3.1 Nachhaltigkeit von transparenten Bauteilen

3.1

Die Klimaschutzdebatte, drastisch gestiegene Energiepreise sowie die bereits zu beobachtende Ressourcenverknappung durch kontinuierliche Nachfrageausweitung der BRIC-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China) und die immer schwierigere Ausbeutung von Lagerstätten für Rohstoffe haben in der Europäischen Union (EU) seit dem Jahre 2007 zu einer Integration von Energiepolitik und Klimaschutzpolitik mit weitreichenden Maßnahmen geführt.

Mit einem ambitionierten Klimaschutzpaket will die Europäische Kommission die im Jahr 2007 vom EU-Gipfel beschlossene, drastische Senkung des Kohlendioxidausstoßes in Europa vorantreiben.

Das Paket besteht aus Vorgaben für eine Verbesserung der Energieeffizienz (Energieeinsparung) und für eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse) am Energiemix und aus einer Verschärfung des Handels mit Emissionszertifikaten.

Dabei sollen bis 2020 die Treibhausgas-Emissionen der Europäischen Union um 30 % unter das Niveau von 1990 gesenkt werden. In einem zweiten Schritt sollen die Industrieländer insgesamt bis 2050 ihre Emissionen sogar um 60 % bis 80 % gegenüber 1990 reduzieren.

Konkret hat sich die Europäische Union schon im Jahr 2007 im Vorgriff auf internationale Vereinbarungen verpflichtet, ihre Emissionen um mindestens 20 % bis 2020 zu senken.

Die Strategie ruht dabei auf drei Säulen:

1. Steigerung der Energieeffizienz, sprich: Energieeinsparung, bis 2020 um 20 %
2. Verdreifachung des Anteils der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch bis 2020 auf 20 %
3. Verschärfung des Emissionshandels (staatliche Emissionszertifikate, die bislang kostenlos ausgegeben wurden, werden künftig versteigert)

Daneben hat die Europäische Kommission (EU-KOM) am 21. Dezember 2005 ihre Mitteilung zur Thematischen Ressourcenstrategie der EU vorgelegt. Mit der Strategie will die EU erreichen, dass die mit Ressourcennutzungen verbundenen Umweltauswirkungen verringert werden. Die Ressourcenstrategie ist auf 25 Jahre angelegt, von 2006 bis 2030. Diese anspruchsvollen Ziele haben die Debatte um den Klimawandel und das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung heftig entfacht. Es wird deutlich, dass Wirtschaft und Gesellschaft nach-

drücklich ihre Anstrengungen verstärken müssen, Energie einzusparen, erneuerbare Energien einzusetzen und den gesamten Ressourceneinsatz zu optimieren. So liegt der Energiepolitik der Europäischen Union das Green Paper Towards a European strategy for the security of energy supply zugrunde. Es basiert auf einer Studie, die aufzeigt, dass der Gebäudebereich mit einem Energiebedarf von mehr als 40 Prozent deutlich vor Industrie (28 %) und Transport (31 %) rangiert.

Dieser 40-Prozent-Anteil entsteht zu 85 Prozent durch die Beheizung der Gebäude und die Warmwasserbereitung, so dass hierdurch mehr als ein Drittel des gesamten europäischen Energieverbrauchs verursacht wird.

Da Gebäude auf eine lange Nutzung ausgelegt sind, fallen die Eigenschaften der verwendeten Bauprodukte während der Nutzungsphase besonders ins Gewicht. Künftig ist zu erwarten, dass zusätzlich die Nutzungsdauer und somit die Dauerhaftigkeit der Produkte und auch die Umweltwirkungen bei Erzeugung und Entsorgung der Bauprodukte in die Überlegung einzubeziehen sind. Damit würde der gesamte Lebenszyklus untersucht, und der Gedanke des nachhaltigen Wirtschaftens könnte umgesetzt werden.

Nachhaltigkeit – Versuch einer Definition

Es gibt scheinbar kaum einen Begriff, der in jüngster Zeit in so vielen Bereichen Eingang gefunden hat, wie der Begriff „Nachhaltigkeit“. Bei Wikipedia findet man dazu u. a. folgende Definition:

„Die Gemeinsamkeit aller Nachhaltigkeitsdefinitionen ist der Erhalt eines Systems bzw. bestimmter Charakteristika eines Systems, sei es die Produktionskapazität des sozialen Systems oder des lebenserhaltenden ökologischen Systems. Es soll also immer etwas bewahrt werden zum Wohl der zukünftigen Generationen.“ – Bernd Klauer: Was ist Nachhaltigkeit? 1999

Nachhaltigkeit ist die Nutzung eines regenerierbaren natürlichen Systems in einer Weise, dass dieses System in seinen wesentlichen Eigenschaften und Funktionen erhalten bleibt und sich sein Bestand auf natürliche Weise erneuert.

Nachhaltigkeit bedeutet demnach, die Lebensqualität heutiger und künftiger Generationen im Blick zu behalten. Somit bedeute nachhaltige Entwicklung, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen. Zukunftsfähig wirtschaften bedeutet also: „Wir müssen unseren Kindern und Enkelkindern ein intaktes ökologi-



Als weltweit erstes modernisiertes Hochhaus werden die neuen Deutsche-Bank-Türme in Frankfurt mit einer LEED Platin Zertifizierung ausgezeichnet.

Als Teil des komplett neuen Klimakonzeptes dieser Bestandsimmobilie wurde auch die Fassade ausgetauscht. Jetzt besticht sie mit einem durchschnittlichen $U_{g,v}$ von $0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mit einem hocheffizienten Dreifach-Sonnenschutzglas (passol Sondertyp).

ches, soziales und ökonomisches Gefüge hinterlassen. Das eine ist ohne das andere nicht zu haben." - (Rat für Nachhaltige Entwicklung, 2001) Auf die Produzenten von Bauprodukten und Bauelementen kommen daher neue Anforderungen zu.

Nachhaltige Gebäude

Ökonomisch nachhaltig Handeln bedeutet, dass so gewirtschaftet werden soll, dass dauerhaft eine tragfähige Grundlage für Ertrag, Erwerb und Wohlstand gegeben ist. Insbesondere steht hier der Schutz der Ressourcen im Vordergrund.

Steigende Energiepreise sowie die Notwendigkeit und Chance, den Herausforderungen des Klimawandels unter anderem mit energieeffizienten Gebäuden zu begegnen, haben in der Immobilienbranche Veränderungen ausgelöst. Dabei setzt sich auch die Erkenntnis durch, dass nachhaltige „grüne“ Immobilien entscheidende Markt Vorteile aufweisen. Zahlreiche Qualitätszertifikate für nachhaltiges Bauen und Sanieren sind entstanden, wie beispielsweise das LEED-(Leadership-in-Energy and-Environmental-Design)Zertifikat, herausgegeben vom amerikanischen Green Building Council. Gebäude in den Vereinigten Staaten, aber auch weltweit, die mit dem Gold-Zertifikat von LEED ausgezeichnet sind, erzielen selbst in Top-Lagen deutlich bessere Vermarktungsergebnisse als Objekte ohne LEED-Zertifizierung, teilweise mit Preisaufschlägen von bis zu 50 %. Nachhaltiges Bauen und ressourcenschonende Immobilien entwickeln sich immer mehr zu wichtigen Argumenten, um die Nachfrage im Immobilienmarkt und die Renditen zu stabilisieren.

Auch in Europa gibt es eine lange Tradition nachhaltigen Bauens, wie Jahrhunderte alte – und begehrte – Objekte zeigen. Dies wirkt sich letztlich auch in der Wertbeständigkeit der Immobilien aus. Dabei bezeichnet nachhaltiges Bauen eine umfassende Qualitätsperspektive. Diese beschränkt sich nicht nur auf das sog. Green-Building. Ökologie, Ökonomie, aber auch soziokulturelle und funktionale Aspekte wie Gebäudesicherheit, Nutzerkomfort usw. sind wesentliche Säulen nachhaltiger Gebäude.

Nachhaltige Produkte

Verfolgt man die Anforderungen an Bauprodukte und damit auch an Fenster und Fassaden für das Bauwesen seit den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts, so fällt auf, dass mit jeder Steigerung der Anforderungen an den Energiebedarf eines Gebäudes die zugehörigen Nachweisverfahren umfassender wurden und immer mehr technische Merkmale der Bauprodukte in die Nachweise einfließen.

Es werden dementsprechend Fenster und Fassaden mit dauerhaft guten technischen Eigenschaften in Kombination mit Langlebigkeit der Produkte gefordert.

EPDs und C2C

Die Lebenszyklusbetrachtung sowie die Auswirkung von Bauprodukten auf die Umwelt wird in sogenannten Umweltproduktdeklarationen (Environmental Production Declaration – EPD) beschrieben. EPDs werden u. a. für Floatglas, ESG, TVG, beschichtetes Glas oder aber auch Mehrscheiben-Isolierglas erstellt. Diese werden auf Anfrage von AGC INTERPANE zur Verfügung gestellt. EPDs bilden u. a. die Grundlage für die Bewertung von Produkten im Rahmen der Zertifizierung zur Nachhaltigkeit von Gebäuden. Zum Beispiel LEED, DGNB etc. Darüber hinaus dienen sie als Nachweis für die Grundanforderung „Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ im Geltungsbereich der Bauproduktenverordnung. Bei EPDs handelt es sich um Typ-III-Deklarationen, also um Dokumente, welche unabhängig geprüft werden müssen.

In Ergänzung zu den EPDs gibt es die C2C- (Cradle to Cradle „von der Wiege zur Wiege“) Zertifizierung. Diese Zertifizierung beschreibt, im Gegensatz zu den EPDs, die Ökoeffektivität von Produkten; also somit die Ressourcenerhaltung und die konsequente Wiederverwendung der eingesetzten Rohstoffe.

3.1.1 Cradle to Cradle: eine nachhaltige Verbindung

AGC Interpane und die Philosophie von Cradle to Cradle® C2C

C2C beruht auf einer Idee des deutschen Chemikers Michael Braungart und des amerikanischen Architekten William McDonough. Gemeinsam entwickelten sie ein Programm mit dem Namen McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC). Es ist gedacht als Herausforderung an die Unternehmen, Behörden, Wissenschaftler, Bauindustrie und Designer, ihre Produkte, Gebäude und Häuser durch optimierte Produktionsabläufe intelligenter zu entwerfen. Dies alles mit positiver Auswirkung auf die Umwelt, zum Beispiel bei der Energiegewinnung mit geringerer Luftverschmutzung.

Die Cradle to Cradle-Philosophie basiert auf einfachen Prinzipien:

Eines der Leitprinzipien der Cradle to Cradle-Philosophie ist „Abfall = Nahrung“. Alle Werkstoffe eines „verbrauchten“ Produkts können zur Herstellung eines anderen Produkts verwendet werden. Produkte sollten daher in Systemen entwickelt werden, bei denen jeder Inhaltsstoff sicher und nützlich ist – also entweder biologisch abbaubar oder vollständig für nachfolgende Produktgenerationen verwertbar.

Damit befindet sich die C2C-Philosophie in vollem Einklang mit unserem Leitbild „Going Green“. AGC Interpane ist der somit erste und bisher einzige Glashersteller in Europa, der ein breitgefächertes Produktsortiment mit *Cradle-to-Cradle-Certified^{CM}*-Zertifikat anbietet.

C2C: wachsende Akzeptanz bei Gebäuden und Inneneinrichtungen

Über 60 % der nach *Cradle to Cradle Certified^{CM}* zertifizierten Produkte (bis jetzt etwa 500 Produkte weltweit) sind für Außen- und Innenanwendungen bei Gebäuden vorgesehen (Bodenfliesen, Verglasungen, Möbel usw.). Die zertifizierten Produkte stammen von führenden Anbietern. In Verbindung mit der rasch steigenden Anzahl der auf nationaler Ebene in Europa gegründeten C2C-Plattformen und -Initiativen verstärkt dies die weltweite Anerkennung des Programms *Cradle to Cradle Certified^{CM}*.

Unser Engagement für Cradle to Cradle®

Viele Zertifizierungen berücksichtigen lediglich einen bestimmten Aspekt eines Produkts. Für den C2C-Produktstandard gelten dagegen fünf Kategorien in den Bereichen Gesundheit und Umwelt. Für die

Zertifizierung muss das Produkt strenge Vorgaben in allen fünf Kategorien erfüllen.

Die Cradle to Cradle-Zertifizierung ist an folgende Bedingungen geknüpft:

- *Einsatz von gesundheitlich unbedenklichen und die Umwelt nicht schädigenden Werkstoffen;*
- *Entwicklung von Produkten und Systemen, die eine Rückgewinnung und Wiederverwendung der Werkstoffe zum Beispiel über Recycling oder Kompostierung zulassen;*
- *Einsatz erneuerbarer Energien in einer energieeffizienten Produktion;*
- *effiziente Wasserverwendung sowie die Aufbereitung von Wasser am Ende der Produktion;*
- *strategisch an der sozialen Verantwortung ausgerichtetes Handeln*

AGC INTERPANE übertrifft die Anforderungen in jeder Kategorie.

Der Mehrwert des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}*

In der neuen LEED-Version 4 für Neubauten, deren offizielle Markteinführung Ende November 2013 war, werden für Produkte des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}* mehr Punkte als bisher vergeben. In der neuen Version tragen Produkte des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}* bis zu zwei Punkte im Bereich Materialien & Ressourcen bei. Diese Punkterhöhung spornt Projektteams dazu an, „gesündere Produkte und Materialien“ zu verwenden, um die Erzeugung und Verwendung von Schadstoffen zu minimieren. Durch den Einsatz von AGC INTERPANE-Produkten des Standards *Cradle to Cradle Certified^{CM}* können Architekten und Bauunternehmen also eine höhere Punktzahl erzielen.

Es gibt fünf Zertifizierungsstufen:

Basic, Bronze, Silber, Gold und Platin. Mit dem Ziel, das Silber-Zertifikat weiter zu besitzen und möglichst noch höhere Stufen zu erreichen, fühlt sich AGC INTERPANE zur fortlaufenden Verbesserung seiner Produkte und Herstellungsprozesse verpflichtet.

AGC INTERPANE hat für folgende Produktbereiche ein *Cradle-to-Cradle-Certified^{CM}*-Silber-Zertifikat erhalten

- *Floatglas-Produkte*
- *Glasprodukte mit Magnetonbeschichtung*
- *Lacobel, Matelux, Matelac und Mirox*

3.2 Energy-Labeling für Fenster

3.2

Energieeffiziente Produkte und deren Kennzeichnung

Im Rahmen der europäischen Energiepolitik haben der Verbrauch von Energie und natürlichen Rohstoffen und somit auch die Energieeffizienz, eine grundsätzliche Bedeutung. Die nachhaltige Industriepolitik der Europäischen Union (EU) hat zum Ziel, die Entwicklung von Produkten mit geringem Energieverbrauch zu fördern.

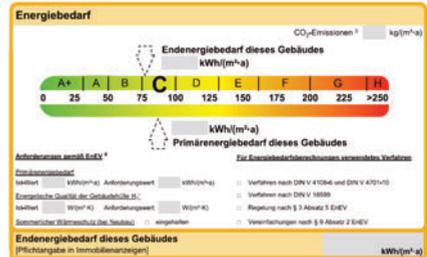
Die Richtlinie 2009/125/EC („Ökodesign-Richtlinie“) ist der Grundpfeiler dieses Ansatzes und es wird damit ein Rahmen geschaffen, mit dem Anforderungen an das Ökodesign, also für die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, festgelegt werden. Sie verhindert, dass unterschiedliche nationale Rechtsvorschriften zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit für solche Produkte zu Handelshemmnissen werden können.

Energieverbrauchsrelevante Produkte (deren Verwendung den Energieverbrauch beeinflussen) machen einen großen Anteil des Energieverbrauchs in der EU aus und beinhalten:

- Energiebetriebene Produkte (Energy using Products – EuPs), die Energie (Elektrizität, Gas, fossile Brennstoffe) verbrauchen, erzeugen, übertragen oder messen, z. B. Heizungen, Computer, Fernseher, Transformatoren, Industriegebläse, Industrieöfen usw.
- Andere energieverbrauchsrelevante Produkte (Energy related Products – ErPs), die selbst keine Energie verbrauchen, aber die den Energieverbrauch beeinflussen und damit zum Energieeinsparen beitragen können, z. B. Fenster, Isolationsmaterial, Duschköpfe, Wasserhähne usw. [2]

Die Richtlinie 2010/30/EU („Directive on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products“ – „Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen“) ist die rechtliche Grundlage für die Kennzeichnung von Produkten mit dem EU-Label und ergänzt somit die Ökodesign-Richtlinie. Es wird dabei u. a. gefordert, dass dem Endverbraucher zum Zeitpunkt des Verkaufs Informationen über die Auswirkungen des Verbrauchs von Energie und Rohstoffen dieser Produkte gegeben werden. Mit dieser Richtlinie werden die bereits bekannten Energieeffizienzklassen (EEK) eingeführt. Auch die EnEV 2014 wird den bisher

verwendeten Bandtachometer um Energieeffizienzklassen für Gebäude ergänzen. Bild 1 zeigt den aktuellen Entwurf dieser Darstellung.



Graphische Darstellung des Energiebedarfs von Gebäuden

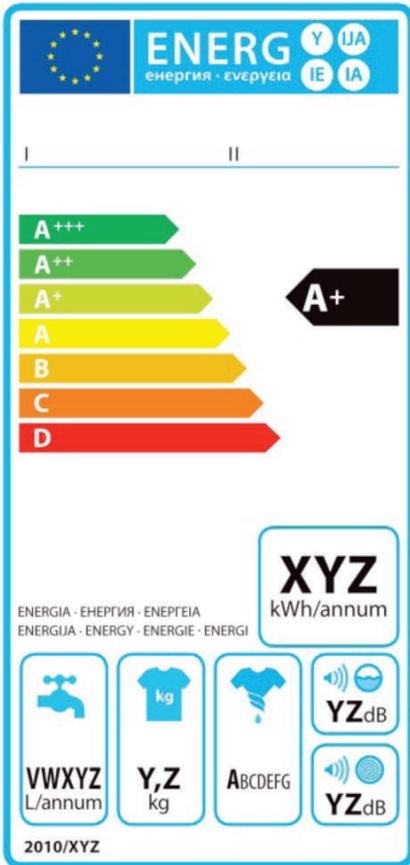
Die Richtlinie 2010/30/EU ersetzt die bisherige Richtlinie 92/75/EWG, nach welcher Haushaltsgroßgeräte und im weiteren Verlauf Haushaltslampen, Raumklimageräte und Haushaltswäschetrockner gekennzeichnet wurden. [1]

Da Europäische Richtlinien noch in nationales Recht umgesetzt werden müssen, im Gegensatz zu Verordnungen, die unmittelbar in allen Mitgliedstaaten gültig sind, wurden auf Basis der Richtlinie 2010/30/EU für ausgewählte Produktgruppen sogenannte Durchführungsmaßnahmen/Verordnungen (VO) erlassen. Diese gelten dann direkt in allen Mitgliedsstaaten. [1]

Für den Hersteller/Händler definieren die Durchführungsmaßnahmen detaillierte, auf die Produktgruppe bezogene Anforderungen an die Kennzeichnung mit dem EU-Label und weitere darüber hinausgehende Informationspflichten. [1]

Die nationale Umsetzung in Deutschland erfolgt durch das Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG) vom 10.05.2012 und die Energiekennzeichnungsverordnung (EnVKV), Stand 14.08.2013.

Das EU-Label leistet einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz in Europa. Durch die Einstufung von Geräten in Energieeffizienzklassen wird ein Produkt hinsichtlich seiner Energieeffizienz eingeordnet und gekennzeichnet. Das EU-Label ist sprachneutral und bietet für den Endkunden eine einfache Möglichkeit, die Energieeffizienz eines energieverbrauchsrelevanten Produktes einzuschätzen. Es unterstützt somit die Kaufentscheidung.



Muster eines europäischen Energielabels

In Europa gibt es bereits unterschiedliche Bewertungsmodelle für die Energieeffizienz von Fenstern. So wurde bereits im Vereinigten Königreich oder aber auch in Dänemark ein eigenes Bewertungsmodell für die Energieeffizienz eingeführt. Auch das ift Rosenheim hat eine Kennzeichnung entwickelt, die den technischen Besonderheiten von Fenstern gerecht wird. Derzeit wird im Rahmen einer europäischen Studie ein einheitliches Bewertungsmodell für die Ermittlung der Energieeffizienz und somit für die

Kennzeichnung von Fenstern mit dem Energy-Label entwickelt. Das derzeit vom ift zur Verfügung gestellte Label soll jedem, der Fenster vertreibt, die Möglichkeit geben, eine einfache Eigendeklaration der energetischen Leistungsfähigkeit einer Fenster-Produktfamilie zu erstellen. Durch die Eingabe weniger Kennwerte wird das Fenster (Konfiguration aus Rahmen – Glas – Maßnahmen zum Sonnenschutz) umfangreich bezüglich seines energetischen Verhaltens bewertet, was in einem anschaulichen Kennwert und Schaubild, plakativ durch Einteilung in Energieeffizienzklassen von A bis G, dargestellt wird. [4]

Die Kennzeichnung und Einstufung berücksichtigt die Energieeffizienz des Fensters im Winter (Heizen und solare Zugewinne) und im Sommer (Vermeidung von Überhitzung durch Sonnenschutzvorrichtungen) und gibt Anhaltswerte zur Tageslichtnutzung.

Dem Baustoff Glas mit seinen vielfältigen Möglichkeiten in Gestaltung und Funktion kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Man kann in der Anwendung im Winter Energie durch Verbesserung der Wärmedämmung mit dem Einsatz, u. a. von Dreifach-Mehrscheiben-Isolierglas, einsparen. Im Sommer kann man mit Sonnenschutzschichten den Energieeintrag in das Gebäude und somit den Energieaufwand zum Kühlen verringern.

Schrifttum zum Kapitel 3.1 und 3.2

- [1] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin
dena Factsheet: EU-Label: Energieeffizienzsteigerung durch Energieverbrauchssteigerung, 11/2013
- [2] European Commission,
[http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5187/attachments/1/translations/en/renditions/pdf,](http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5187/attachments/1/translations/en/renditions/pdf, Ecodesign-Your Future, 2012)
Ecodesign-Your Future, 2012
- [3] www.veka.de, „Neues Energieverbrauchs-kennzeichnungs-gesetz: Energie Label für Fenster 25.05.2012
- [4] www.ift-service.de, ift Energy Label – Version 2.1, 24.11.2013

3.3 Wärmeschutz in Fenster und Fassade

3.3

Die am 1. Oktober 2009 eingeführte Novelle der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) war ein bedeutender Schritt der Bundesregierung zur weiteren Umsetzung ihrer umweltpolitischen Ziele. Die deutlichen Verschärfungen des Anforderungsniveaus insgesamt führen auch zu höheren Ansprüchen an die thermischen Eigenschaften von Fenstern, Fassaden und Verglasungen. Insgesamt hat die EnEV 2009 eine Nachfrage nach energetisch optimierten Fenstern und Fassaden ausgelöst.

Eine weitere Verschärfung des Anforderungsniveaus erfolgte mit der Einführung der EnEV 2014 (siehe Seite 353).

Da aus energetischer Sicht der transparente Werkstoff Glas das bestimmende Element in der Gesamtkonstruktion Fenster ist, war prognostizierbar (und ist zwischenzeitlich auch nachgewiesen), dass der Absatz von Dreifach-Isolierglas deutlich zunimmt. Darüber hinaus werden immer mehr Isolierglas-Elemente mit thermisch verbesserten Randverbundsystemen (warme Kante) eingesetzt.

Die Bewertung des Wärmeschutzes erfolgt auf der Grundlage der harmonisierten europäischen Produktnormen für Glas und Fenster. Sie fordern die Anwendung der europäischen Berechnungsnormen für die U-Werte von Glas (EN 673) und Fenster (EN ISO 10077).

Die Anforderungen an den Brauchbarkeitsnachweis für Bauprodukte werden in Deutschland in der Bauregelliste (BRL) geregelt.

Die für die Planung anzuwendenden technischen Regeln sind in den Technischen Baubestimmungen aufgeführt.

Die angegebenen technischen Regeln beziehen sich auf die BRL 2014/1 und die Liste der Technischen Baubestimmungen – Fassung September 2013. Den aktuellen Stand der Technischen Baubestimmungen siehe unter www.dibt.de.

3.3.1 Ermittlung des U_w -(U-window-) und U_{cw} -(U-curtain-walling-)Wertes

Mit Inkrafttreten der ersten Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 erfolgt die Ermittlung der Kenngrößen für den Wärmeschutz auf der Basis von deutschen und europäischen Normen.

Die nach nationalen Normen ermittelten Größen, wie k-Wert, a-Wert etc. wurden durch europäische Kenngrößen ersetzt.

Hinter den neuen, europäischen Bezeichnungen stehen jedoch auch neue Verfahren zur Ermittlung dieser Kenngrößen, die dann auch zu anderen Zahlenwerten führen.

Der alte Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters – k_f – ist nicht mehr vergleichbar mit dem heutigen U_w -Wert.

Die folgenden Ausführungen geben einen Einblick in die Ermittlung der U_w - und U_{cw} -Werte auf der Basis der europäischen Normen.

Ermittlung des U_w -Wertes gemäß der Produktnorm EN 14351-1

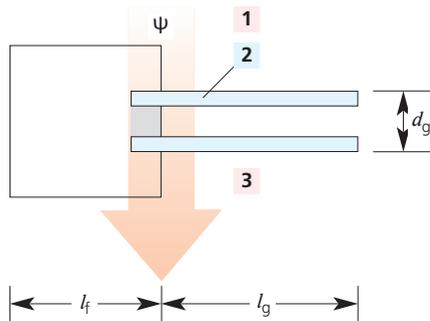
Seit dem 1. Februar 2010 sind Fenster und Fenstertüren auf der Basis der Produktnorm DIN EN 14351-1 mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnen. In der DIN EN 14351-1 sind Verfahren zur Ermittlung des U_w -Wertes festgelegt:

- Die Messung nach DIN EN 12567-1 (komplette Fenster und Türen) und DIN EN 12567-2 (Dachflächenfenster und andere auskragende Fenster)
- Die Ermittlung aus Tabellen nach DIN EN ISO 10077-1: 2010-05 Tabellen F1 bis F4. Zusätzlich gilt für Fenster mit Sprossen die Tabelle J1 im Anhang J der DIN EN 14351-1: 2006 + A1: 2010 (D)
- Die Ermittlung durch Berechnung nach DIN EN ISO 10077-1: 2010-05 und DIN EN ISO 10077-2

Die Berechnung des U_w -Wertes nach DIN EN ISO 10077-1: 2010-05 erfolgt mit den einzelnen U-Werten für Rahmen (U_r), Glas (U_g) und den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (ψ) der Randzone zwischen Glas und Rahmen.

Der ψ -Wert beschreibt den zusätzlichen Wärmestrom, der durch die Wechselwirkung von Rahmen und Glasrand, einschließlich des Einflusses der Abstandhalter, verursacht wird.

Im Anhang E der DIN EN ISO 10077-1: 2010-05 sind in den Tabellen E.1 und E.2 Standardwerte für die längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (ψ_g in $W/(m \cdot K)$) aufgeführt, für typische Kombinationen von metallischen Abstandhaltern, Rahmen und Verglasungsarten (s. Abb.).



1 = raumseitig; 2 = Glas; 3 = außenseitig

Diese Werte können verwendet werden, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen.

Anhang E (normativ)

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Glas-Rahmen-Verbindungsgebietes

E.1 Allgemeines

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_g des Glases bezieht sich auf den Mittenbereich des Glases und berücksichtigt nicht den Einfluss der Abstandhalter im Glasrandbereich. Andererseits bezieht sich der Wärmedurchgangskoeffizient U_f auf Rahmen ohne Verglasung. Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ψ_g beschreibt die zusätzliche Wärmeleitung aus der Wechselwirkung von Rahmen, Glas und Abstandhalter und ergibt sich hauptsächlich aus der Leitfähigkeit des Materials für die Abstandhalter.

Das bevorzugte Verfahren zur Ermittlung der Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ist die numerische Berechnung nach ISO 10077-2. E.2 und E.3 enthalten Standardwerte für ψ_g für typische Kombinationen von Abstandhaltern, Rahmen- und Verglasungsarten. Diese können verwendet werden, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen.

ANMERKUNG Für Einfachscheiben ist $\psi_g = 0$.

E.2 Abstandhalter aus Aluminium und Stahl

Die ψ_g -Werte für Abstandhalter aus Aluminium und unlegiertem Stahl für bestimmte Rahmen- und Verglasungsarten sind in Tabelle E.1 angegeben.

Tabelle E.1 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_g für typische Abstandhalter aus Aluminium und Stahl

Rahmenwerkstoff	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen	
	ψ_g	
	Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben ^a - oder Dreischeiben ^b -Isolierverglasung mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Holz- oder PVC-Rahmen	0,06	0,08
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung	0,08	0,11
Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung	0,02	0,05
^a	Mit einer beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen	
^b	Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen	

E.3 Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter

Ein wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter wird in diesem Anhang durch folgendes Merkmal nach Gleichung (E.1) bestimmt.

$$\sum(d \times \lambda) \leq 0,007 \quad (\text{E.1})$$

Dabei ist

d die Dicke der Wand mit dem Abstandhalter, in m;

λ die Wärmeleitfähigkeit des Materials des Abstandhalters, in W/(m · K).

Die Gesamtsumme bezieht sich auf alle Wärmeströme parallel zur Hauptwärmestromrichtung. Die Dicke d wird senkrecht zur Hauptwärmestromrichtung gemessen, siehe Bild E.1. Die Werte zur Wärmeleitfähigkeit von Abstandhaltern sollten ISO 10456 oder ISO 10077-2 entnommen werden.

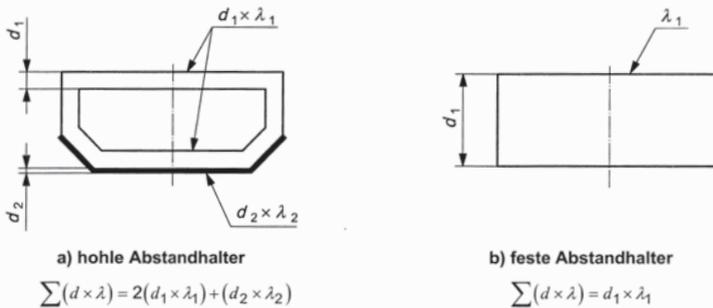


Bild E.1 — Beispiele zur Bestimmung von Merkmalen für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter

Tabelle E.2 enthält Werte für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter, die die Bedingung aus Gleichung E.1 erfüllen.

Tabelle E.2 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Abstandhalter mit wärmetechnisch verbesserter Leistungsfähigkeit

Rahmenwerkstoff	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen mit wärmetechnisch verbesserter Leistungsfähigkeit	
	ψ	
	Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben ^a - oder Dreischeiben ^b -Isolierverglasung mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Holz- oder PVC-Rahmen	0,05	0,06
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung	0,06	0,08
Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung	0,01	0,04

^a Mit einer beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen
^b Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen

Anhang F (informativ)

Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern

Tabelle F.1 und Tabelle F.2 enthalten typische Werte, die nach dem Verfahren in diesem Teil von ISO 10077 unter Verwendung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten aus Anhang E für normale Arten von Abstandshaltern (siehe Tabelle E.1) ermittelt wurden. Die entsprechenden Werte für wärmetechnisch verbesserte Abstandshalter (siehe Tabelle E.2) sind in den Tabellen F.3 und F.4 angegeben.

Die Daten in den Tabellen F.1 bis F.4 werden für Fenster berechnet:

- die vertikal angeordnet sind;
- mit den Maßen 1,23 m bis 1,48 m;
- mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % und 20 % der Gesamtfensterfläche;
- mit Verglasungs- und Rahmenarten wie folgt:
 - Verglasung: $U_g \geq 2,1$: unbeschichtetes Glas; $U_g \leq 2,0$: mit niedrigem Emissionsgrad;
 - Rahmen: $U_f = 7,0$: Metallrahmen ohne wärmetechnische Trennung; $2,2 \leq U_f \leq 3,8$: Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung; $U_f \leq 2,0$: Holz- oder PVC-Rahmen;
- mit einem Fensterflügel.

Werte für Fenster mit anderen Maßen, die anders als vertikal angeordnet sind, mit anderen Flächenanteilen der Rahmen oder mit anderen Kombinationen von Rahmen und Verglasung können mittels der Gleichungen aus dem Hauptteil dieser Norm bestimmt werden.

Tabelle F.1 – Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von AbstandhalternWerte in $W/(m^2 K)$

Art der Verglasung	U_g	Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von Abstandhaltern und folgenden Werten für U_t													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Einscheibenverglasung	5,7	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	4,4	
	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,2	4,0	
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	3,0	3,1	3,9	
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,8	2,9	3,7	
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6	
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6	
	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,5	
	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4	
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	3,2	
	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1	
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	3,1	
	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0	
1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9		
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,8		
0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7		
0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		

Quelle: DIN EN ISO 10077-1:2010-05

Tabelle F.3 — Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamfensterfläche und mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern

Werte in $W/(m^2 \cdot K)$

Art der Verglasung	U_g	Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamfensterfläche und mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern und folgenden Werten für U_f													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Einscheibenverglasung	5,7	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,4	
	3,1	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,9	3,0	3,1	3,9	
	2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	2,9	3,0	3,9	
	2,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,7	2,8	2,9	3,7	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,7	
	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6	
	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5	
	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,5	
	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,4	
	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,2	
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1		
1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0		
1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,0		
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8		
0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,8		
0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		
0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5		

Quelle: DIN EN ISO 10077-1:2010-05

Auszug aus EN 14351-1: 2006 + A1: 2010 (D)

Anhang J (normativ)

Wärmedurchgangskoeffizient bei Sprossenfenstern

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U_w) bei Fenstern mit Sprossen kann durch Erhöhung (ΔU_w) des nach 4.12 bestimmten Wärmedurchgangskoeffizienten für das entsprechende Fenster ohne Sprossen berechnet werden; die Erhöhung ist in Tabelle J.1 angegeben.

Tabelle J.1 — Wärmedurchgangskoeffizient für Sprossenfenster

Bild	Beschreibung	ΔU_w W/(m ² · K)
J.1	Befestigte Sprosse(n)	0,0
J.2	Einfache Kreuzsprosse im Mehrscheiben-Isolierglas	0,1
J.3	Mehrfach-Kreuzsprossen im Mehrscheiben-Isolierglas	0,2
J.4	Fenstersprosse	0,4

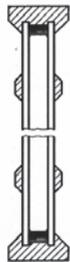


Bild J.1 — Befestigte Sprosse(n)

3.3.1

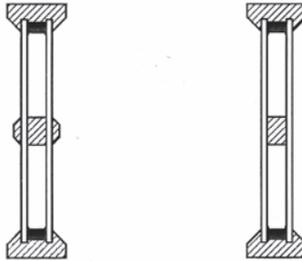


Bild J.2 – Einfache Kreuzprosse im Mehrscheiben-Isolierglas

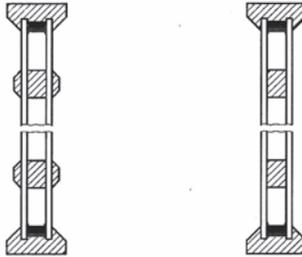


Bild J.3 – Mehrfach-Kreuzprossen im Mehrscheiben-Isolierglas



Bild J.4 – Fensterprosse

Beispiel zur U_w -Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 10077 Teil 1

Annahmen: Kunststoff-Fenster

Dreifach-Wärmedämmglas iplus 3LS

Aluminium-Abstandhalter

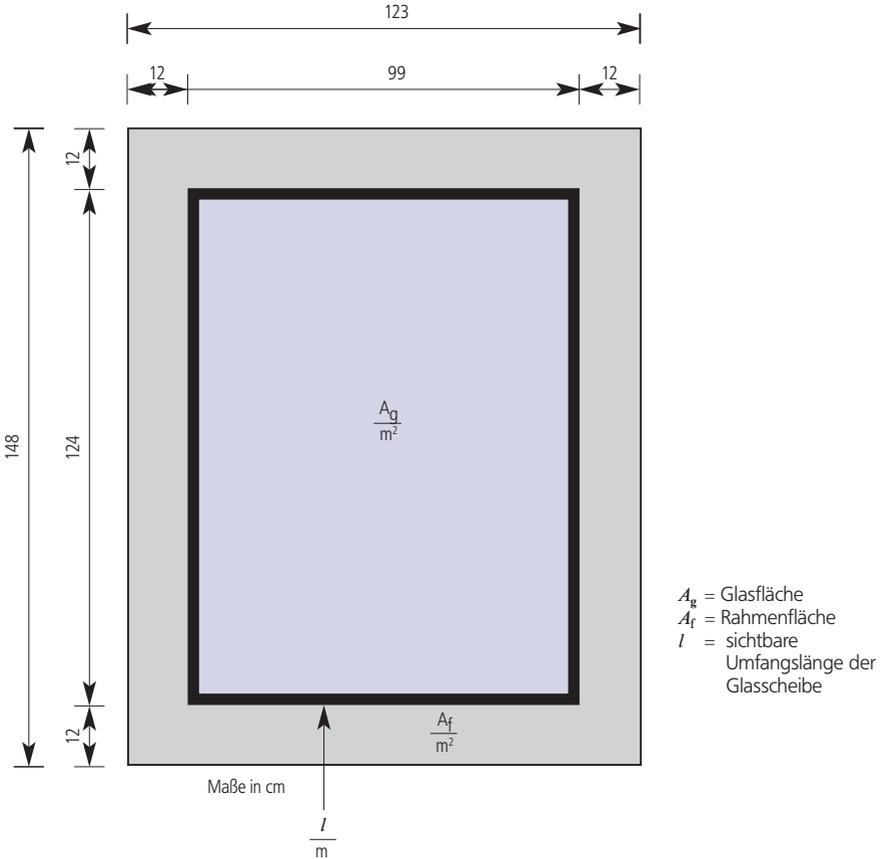
Wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter

$$U_f = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$U_g = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$\psi = 0,075 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$

$$\psi = 0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$



$$U_w = \frac{U_g A_g + U_f A_f + \psi l}{A_w}$$

- mit Aluminium-Abstandhalter $U_w = 1,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- mit wärmetechnisch verbessertem Abstandhalter $U_w = 0,96 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

3.3.1

Ermittlung des U_{CW} -Wertes nach DIN EN ISO 12631

Der U_{CW} -Wert (CW = **C**urtain **W**alling) ist der Wärmedurchgangskoeffizient eines Fassadenelementes aus Fenstern und Festfeldern unter Berücksichtigung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ für den Einfluss der Übergangszone von Isolierglas bzw. Paneel und Rahmen in der Fassadenkonstruktion.

Die Bestimmung des U_{CW} -Wertes von Vorhangfassaden erfolgt gemäß DIN EN ISO 12631. Die ψ -Werte von Verglasungen und Paneelen können dem Anhang A der Norm entnommen oder nach DIN EN 10077-2 berechnet werden.

Die U_{CW} -Werte können mit dem vereinfachten Verfahren oder mit dem Komponentenverfahren ermittelt werden.

Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN ISO 12631

Das vereinfachte Verfahren beruht auf detaillierten Computerberechnungen der Wärmeübertragung durch eine gesamte Konstruktion einschließlich Pfosten, Riegel und Füllungen (z. B. zwischen Verglasung und opaker Füllung).

Komponentenverfahren nach DIN EN ISO 12631: 2013-01

Bei diesem Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten wird ein repräsentatives Element in Flächenanteile mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften, z. B. Verglasungen, opake Paneele und Rahmen, unterteilt. Durch die flächenbezogene Gewichtung der U-Werte, unter Anwendung von zusätzlichen Korrekturfaktoren, lässt sich der U-Wert für die gesamte Fassade errechnen.

Dieses Verfahren eignet sich nicht für hinterlüftete Fassaden und SG-Verglasungen mit oder ohne Silikonverklebung.

$$U_{CW} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum A_{m,m} U_m + \sum A_t U_t + \sum l_{f,g} \psi_{f,g} + \sum l_{m,g} \psi_{m,g} + \sum l_{t,g} \psi_{t,g} + \sum l_p \psi_p + \sum l_{m,f} \psi_{m,f} + \sum l_{t,f} \psi_{t,f}}{A_{CW}}$$

Folgende Bezeichnungen werden verwendet (siehe Bild. 2):

A_g, A_p	Flächen der Füllungen
A_f, A_m, A_t	Flächen der Fenster-, Pfosten- und Riegelprofile
U_g, U_p	Wärmedurchgangskoeffizienten der Füllungen
U_f, U_m, U_t	Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster-, Pfosten- und Riegelprofile
$l_{f,g}, l_{m,g}, l_{t,g}, l_p$	sichtbarer Gesamtumfang der Füllungen
$l_{m,f}, l_{t,f}$	Grenzlänge zwischen Einspannfenster und Pfosten bzw. Riegel
$\psi_{f,g}, \psi_{m,g}, \psi_{t,g}, \psi_p$	längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten am Übergang vom Isolierglas bzw. Paneel und Rahmen
$\psi_{m,f}, \psi_{t,f}$	längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten am Übergang von Einspannfenster und Fassadenprofil
A_{CW}	gesamte Fläche des Fassadenelementes

Dieses Verfahren ist auf alle Vorhangfassaden – auch auf geklebte Glaskonstruktionen und hinterlüftete Fassaden – anwendbar.

Der Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangfassade U_{CW} wird flächenanteilig aus dem Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Komponenten und dem Einfluss der Randzonen zwischen Rahmen und Füllung bzw. des Übergangs zwischen Einsatzprofilen und Fassadenkonstruktion ermittelt.

$$U_{CW} = \frac{\sum A_g^* U_g + \sum A_p^* U_p + \sum l_{Tj} \psi_{Tj}}{A_{CW}}$$

Folgende Bezeichnungen werden verwendet:

A_g^*, A_p^* äquivalente Flächen der Füllungen

U_g, U_p Wärmedurchgangskoeffizienten der Füllungen

ψ_{Tj} längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten von Rahmenprofil inkl. der Übergänge Rahmen zu Füllungen

l_{Tj} Profillänge

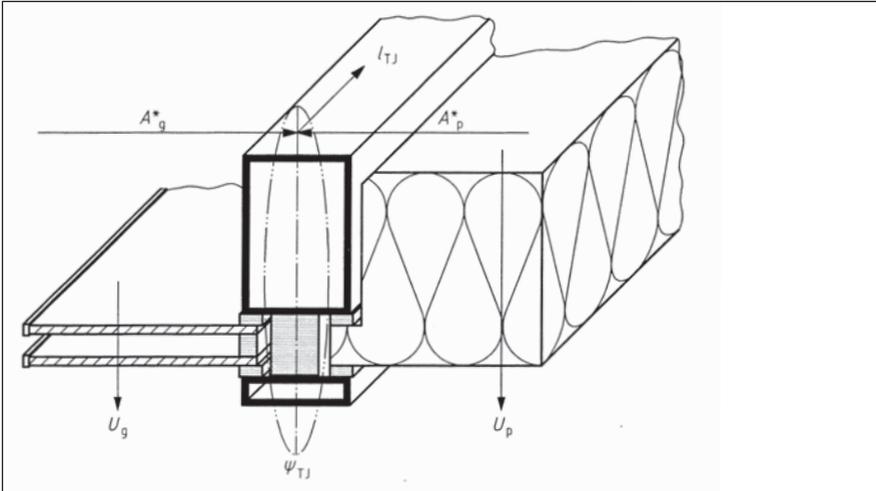


Bild 1 Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit Ψ_{Tj} (Beispiel: Verglasung, Pfosten, Paneel)

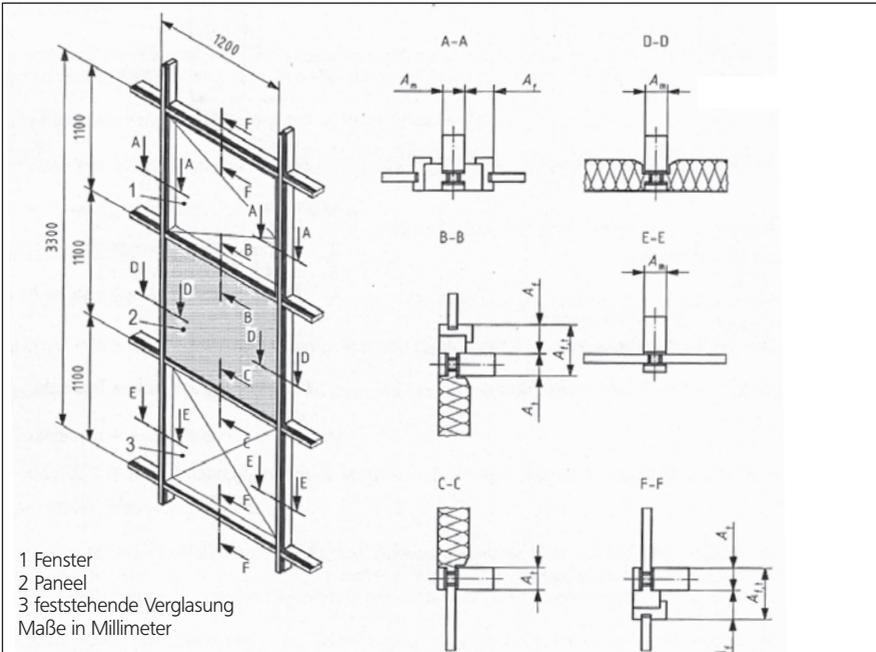


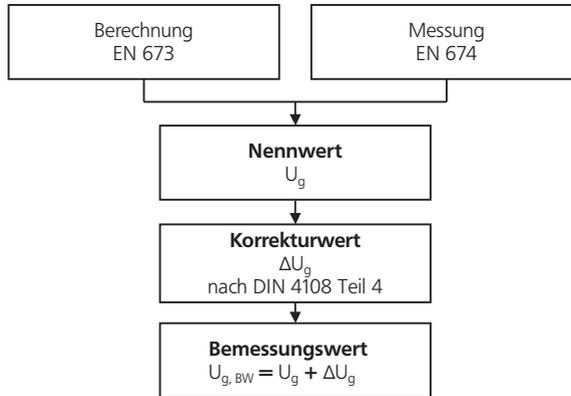
Bild 2 Element einer Vorhangfassade, von außen betrachtet

3.3.2 Ermittlung des Bemessungswertes $U_{g, BW}$ für Verglasungen nach DIN 4108 Teil 4

3.3.2

Die Berechnung des Nennwertes des Wärmedurchgangskoeffizienten für **Verglasungen** (U_g) erfolgt nach EN 673. Bei der Ermittlung des Bemessungswertes ($U_{g, BW}$) ist in Deutschland zusätzlich die DIN 4108 Teil 4 zu berücksichtigen.

Der Berechnungsvorgang ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:



Auszug aus DIN 4108 Teil 4

Korrekturwerte ΔU_g zur Berechnung der Bemessungswerte $U_{g, BW}$

Korrekturwerte ΔU_g $W/(m^2 \cdot K)$	Grundlage
+0,1	Sprossen im Scheibenzwischenraum (einfaches Sprossenkreuz)
+0,2	Sprossen im Scheibenzwischenraum (mehrfache Sprossenkreuze)

Die Bemessungswerte $U_{g, BW}$ werden nur dann benötigt, wenn ausschließlich das Glas festzulegen ist; wie z. B. im Falle von Ersatz bzw. Erneuerung des

Glases. Dabei ist U_g der vom Hersteller deklarierte Wärmedurchgangskoeffizient (Nennwert); ΔU_g der Korrekturwert nach vorstehender Tabelle.

3.4 Fenster und Lüftung

3.4

Die immer dichter werdende Bauweise, hoch wärmegeämmte Außenfassaden und Fenster mit minimaler Luftdurchlässigkeit sorgen in modernen Gebäuden für eine hervorragende Wärmedämmung. Dadurch wird jedoch der natürliche Luftaustausch weitgehend unterbunden. Die häufige Folge sind erhöhte Feuchtigkeit, schlechte Luft und Schimmelbildung in den Räumen.

Ungenügende Lüftung beeinträchtigt das Wohlbefinden. Hohe Luftfeuchtigkeit, die nicht rechtzeitig fortgelüftet wird, kann Bauschäden hervorrufen, da sich die Luftfeuchtigkeit auf den kühlen Oberflächen eines Raumes niederschlägt. Das bildet den Nährboden für Pilze und begünstigt die Vermehrung von Bakterien. Im schlimmsten Fall werden die Wohnräume von Schimmel befallen. Die Aufgabe der Lüftung besteht demnach darin, das Wohlbefinden des Menschen sicherzustellen und Gefahren für Gebäude auszuschalten. Andererseits ist die Erneuerung der Raumluft in der Heizperiode mit Energieverlust verbunden. Diese Verluste sind umso bedeutender, je besser die Wärmedämmung der Gebäudehülle ist.

Neue Fenster sind „dicht“, die Fugendurchlässigkeit ist durch Verordnung begrenzt. Maßgebend ist die EN 12207-1: 2000-06. Gefordert wird je nach Anzahl der Vollgeschosse des Gebäudes Klasse 2 oder 3 der Fugendurchlässigkeit. Eine hohe Dichtigkeit der Fenster erfordert gezieltes und bedarfsgerechtes Lüften. Eine bedarfsgerechte und geplante Lüftung kann auf Basis der DIN 1946-6 „Lüftung von Wohnungen“ erreicht werden. Es ist aber zu beachten, dass die Überprüfung der Notwendigkeit lüftungstechnischer Maßnahmen und die Auswahl des Lüftungssystems nach der DIN 1946-6 „Lüftung von Wohnungen“ ausgeführt und dokumentiert werden müssen.

Als technische Lösung sind die freie Lüftung, eine ventilationsunterstützte Lüftung, zentrale oder dezentrale Lüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung verfügbar. Diese können teilweise auch in das Bauteil Fenster integriert werden. Bei Geräten mit Wärmerückgewinnung kann die zurückgewonnene Energie im Energiebedarfsausweis gemäß EnEV berücksichtigt werden.

Nach dem Austauschen von Fenstern im Altbau, der meist über eine schlechte Wärmedämmung verfügt, kann es durch unsachgemäßes Lüften zu Schimmelpilzbefall kommen. Ursache für diese Schimmelpilz-

bildung ist die Entstehung von Kondensat durch zu hohe Luftfeuchtigkeit und/oder niedrige Oberflächentemperatur. Dies führt zu einer länger anhaltenden Durchfeuchtung der Wand- und Deckenoberfläche. Bei alten, undichten Fenstern wird demgegenüber permanent trockene Außenluft dem Wohnraum zugeführt und zugleich die in der Raumluft vorhandene Feuchte nach außen weggeführt. Bei neuen und damit wärmegeämmten, dichten Fenstern werden ungewollter Luft- und damit Feuchteausaustausch verhindert. Die Folge davon ist eine Zunahme der relativen Raumluftfeuchte, die sich an den kalten, schlecht geämmten Bauteiloberflächen (Wärmebrücken) niederschlägt. Latent vorhandene Baumängel werden dadurch sichtbar. Nur bewusstes Lüften schafft Abhilfe!

Sind keine technischen Lüftungseinrichtungen vorhanden, empfiehlt es sich, folgendermaßen energieeinsparend zu lüften:

Um den Luftaustausch für ein gesundheitlich einwandfreies Raumklima durch das Öffnen von Fenstern zu schaffen, müssten Räume etwa alle 2 Stunden für 5-10 Minuten durchlüftet werden. Dabei besteht die Gefahr, dass entweder zu wenig Frischluft zugeführt oder zu viel Raumwärme verschwendet wird. Fensterlüften ist deshalb weder aus energetischer noch aus hygienischer Sicht sinnvoll. Das Ziel, ausreichend – aber nur so viel wie nötig – zu lüften, lässt sich nur mit geplanten Luftmengen und einem intelligenten Lüftungssystem erreichen.

Folgende Maßnahmen müssen ergriffen werden:

- Den Luftaustausch in Gebäuden und Wohnungen über Infiltration nach den Vorgaben der DIN 1946-6 überprüfen (bei Sanierung).
- Ein Lüftungskonzept im Bedarfsfall erstellen.
- Die Lüftungsart bestimmen.
- Sicherstellen, dass der erforderliche Luftaustausch über den gesamten Raumverbund stattfinden kann.
- Der erforderliche Luftwechsel zum Feuchteschutz für hygienische Anforderungen und zum Bautenschutz muss unabhängig vom Nutzer sichergestellt werden.

3.4

Bedarfsgeführte Lüftung

Die beste Lösung für effiziente Raumlüftung ist ein System, das den Bedarf selbst ermittelt:

Wenn die Lüftungseinrichtung Informationen erhält, wann, wo und wie viel frische Luft benötigt wird, kann sie immer im optimalen Bereich arbeiten.

Ausschlaggebend ist dabei der Luftfeuchtigkeitsgrad in jedem Raum, der sich je nach Anzahl und Aktivitäten der Personen verändert.

Durch das Anpassen der Lüftung an den jeweiligen Bedarf in einzelnen Räumen werden nicht nur Schimmel vermieden und die Innenluft permanent optimiert, sondern gegenüber dem ungezielten Lüften auch viel Energie eingespart.

Um alle Faktoren der Raumlüftungsqualität in einem optimalen Rahmen zu halten, gibt es nur eine Lösung:

Ausreichend lüften! Denn gute Raumlüftung ist nicht nur ein Bedürfnis für das menschliche Wohlbefinden, sondern eine unverzichtbare Bedingung für die Gesundheit des Menschen und den Werterhalt von Gebäuden.

Beispiel für einen Fensterlüfter (Bild Firma Gretsch-Unitas)



Diese Elemente kombinieren eine moderne Optik mit bester Funktionalität für einen optimal angepassten Luftwechsel. Sie lassen sich unauffällig in das Fenster integrieren.

3.5 Schalldämmung in Fenster und Fassade

3.5

Zu den vielen Funktionen, die ein Fenster erbringen muss, gehört nicht zuletzt ein wirksamer Schallschutz. In den letzten drei Jahrzehnten stieg der Verkehrslärm um das 6fache, der Fluglärm sogar um das 30fache.

Nach wie vor ist in der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ (November 1989) der Schutz gegen Außenlärm geregelt.

Für das Bauteil Fenster ist der Abschnitt 5 „Schutz gegen Außenlärm“ von zentraler Bedeutung.

In der Praxis bestimmt die Dichtheit eines Fensters entscheidend die Schalldämmung. Eine offene Lüftungsklappe z. B. reduziert den Schalldämmwert eines jeden Fensters um mehr als die Hälfte, da sie den Luftschall ungehindert passieren lässt. Auch bei Einbau eines Rollladen-Elementes ist die Gefahr gegeben, dass durch ungenügende Wärmedämmung die durchgeführten Schalldämm-Maßnahmen in ihrer Wirkung erheblich beeinträchtigt werden. Ausführungsbeispiele gibt die DIN 4109 Beiblatt 1.

Daher ist es notwendig, alle Möglichkeiten der Konstruktion von Fenstern, der dazugehörigen schalldämmenden Isolierverglasung, der Lüftungseinrichtung sowie der Rollläden zu nutzen.

Beim Schallschutz kommt es wesentlich auf das eingebaute Gesamtelement Fenster an. Dazu gehören folgende Mindestanforderungen:

- eine umlaufend gleichmäßige Anpressung des Flügelrahmens
- versetzt angeordnete Dichtungsebenen
- größtmöglicher Abstand der Dichtungen
- dem Scheibengewicht angepasste Beschläge
- Einsatz von Schallschutz-Isolierglas (geprüft nach EN ISO 10140-2)
- verbesserte Schalldämmung der Verglasungseinheit
- fachgerechter Wandanschluss
- Bau- und Öffnungsart des Fensters (z. B. Dreh- oder Dreh-Kipp-Ausführung)
- Größe des Fensterelementes (s. Korrekturwerte nach DIN 4109)

Bei fachgerechter Montage kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass ein um etwa 2 dB bis 3 dB höherer Laborwert dem geforderten Schalldämmwert im eingebauten Zustand entspricht.

Aus dem Leistungsverzeichnis sollte aus diesem Grund deutlich hervorgehen, welche Schallschutzanforderungen definitiv an Glas und Fenster gestellt werden.

Während bei der Wärmedämmung grundsätzliche, allgemein gültige Anforderungen gestellt werden können, bleibt beim Schallschutz die individuelle Planungsarbeit wichtigste Voraussetzung für einen objektabgestimmten Lärmschutz. Dazu ist es notwendig, den Außenlärmpegel zu ermitteln und festzulegen.

Die DIN 4109 ermöglicht die Ermittlung des „maßgeblichen Außenlärmpegels“ in Abschnitt 5.5.

Beispielsweise kann die Einstufung in Lärmpegelbereiche anhand des Nomogramms gem. Bild 1 durchgeführt werden, sofern keine anderen Festlegungen in Form von gesetzlichen Vorschriften, Verwaltungsvorschriften, Bebauungsplänen oder Lärmkarten maßgebend sind.

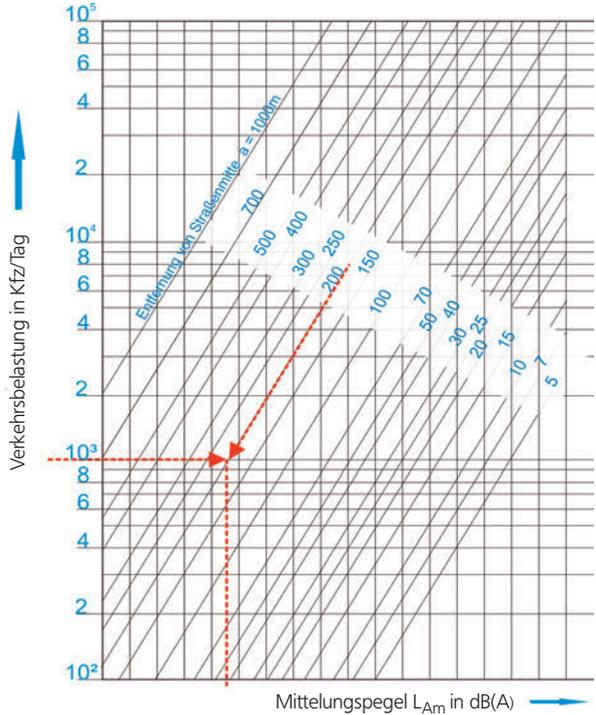
3.5

Auszug aus DIN 4109: 1989-11

Bild 1 Nomogramm zur Ermittlung des „maßgeblichen Außenlärmpegels“ vor Hausfassaden für typische Straßenverkehrssituationen

Anmerkung: Die in dem Nomogramm angegebenen Pegel wurden für einige straßentypische Verkehrssituationen nach DIN 18 005 Teil 1/05.87, Abschnitt 6, berechnet. Hierbei ist der Zuschlag von 3 dB(A) gegenüber der Freifeldausbreitung berücksichtigt.

Ablesebeispiel: Bei 1000 Fahrzeugen/Tag und 200 m Entfernung zur Straße ergibt sich bei Autobahnen und Autobahnzubringern ein Mittelungspegel von etwa 51 dB(A).



A	Autobahnen und Autobahnzubringer (25 % Lkw-Anteil)	50	51	55	60	65	70	75
B	Bundes-, Landes-, Kreis-, Gemeindeverbindungsstraßen außerhalb des Ortsbereiches; Straßen in Industrie- und Gewerbegebieten (20 % Lkw-Anteil)		50	55	60	65	70	75
C	Gemeinde-(Stadt-)straßen; Hauptverkehrsstraßen (2 bis 6-streifig, 10 % Lkw-Anteil)		45	50	55	60	65	70
D	Gemeinde-(Stadt-)straßen; Wohn- und Wohnsammelstraßen (5 % Lkw-Anteil)	40	45	50	55	60	65	70

Zu den Mittelungspegeln sind gegebenenfalls folgende Zuschläge zu addieren:
 + 3 dB(A), wenn der Immissionsort an einer Straße mit beidseitig geschlossener Bebauung liegt,
 + 2 dB(A), wenn die Straße eine Längsneigung von mehr als 5 % hat,
 + 2 dB(A), wenn der Immissionsort weniger als 100 m von der nächsten lichtsignalgeregelten Kreuzung oder Einmündung entfernt ist.

Anhand des ermittelten Lärmpegelbereiches und der Raumnutzung wird das erforderliche bewertete resultierende Schalldämm-Maß

erf. $R'_{w, res}$

für das Außenbauteil entsprechend der nachfolgenden Tabelle „Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen“ bestimmt.

Auszug aus DIN 4109: 1989-11

Tabelle 8 Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel	Raumarten		
			Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Behringungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume ¹⁾ und Ähnliches
		dB(A)	erf. $R'_{w, res}$ des Außenbauteils in dB		
1	I	bis 55	35	30	–
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	²⁾	50	45
7	VII	> 80	²⁾	²⁾	50

¹⁾ An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeit nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

²⁾ Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Entsprechend dem Verhältnis von Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes zu seiner

Grundfläche werden die Werte aus der Tabelle 8 mit den Werten aus Tabelle 9 korrigiert.

Auszug aus DIN 4109: 1989-11

Tabelle 9 Korrekturwerte für das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß nach Tabelle 8 in Abhängigkeit vom Verhältnis $S_{(W+F)}/S_{(G)}$

Spalte/Zeile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$S_{(W+F)}/S_{(G)}$	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
2	Korrektur	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

$S_{(W+F)}$: Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m²

$S_{(G)}$: Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m²

3.5

Um das erforderliche Schalldämm-Maß für das Fenster zu bestimmen, muss das erf. $R_{w, res}$ in die Flächenanteile für Wand und Fenster aufgeteilt werden.

In der Tabelle 10 ist diese Aufteilung für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe von etwa 2,50 m

und Raumtiefe von etwa 4,50 m oder mehr vorge-nommen worden.

Für abweichende Raumgeometrien kann diese Aufteilung mit den Formeln im Beiblatt rechnerisch ermittelt werden.

Auszug aus DIN 4109: 1989-11Tabelle 10 **Erforderliche Schalldämm-Maße erf. $R_{w, res}$ von Kombinationen von Außenwänden und Fenstern**

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	erf. $R_{w, res}$ in dB nach Tabelle 8	Schalldämm-Maße für Wand/Fenster in ...dB/...dB bei folgenden Fensterflächenanteilen in %					
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
1	30	30/25	30/25	35/25	35/25	50/25	30/30
2	35	35/30 40/25	35/30	35/32 40/30	40/30	40/32 50/30	45/32
3	40	40/32 45/30	40/35	45/35	45/35	40/37 60/35	40/37
4	45	45/37 50/35	45/40 50/37	50/40	50/40	50/42 60/40	60/42
5	50	55/40	55/42	55/45	55/45	60/45	–

Diese Tabelle gilt nur für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe von etwa 2,5 m und Raumtiefe von etwa 4,5 m oder mehr unter Berücksichtigung der Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß erf. $R_{w, res}$ des Außenbauteiles nach Tabelle 8 und der Korrektur von – 2 dB nach Tabelle 9, Zeile 2.

Wird zum Beispiel ein erf. $R_{w, res}$ von 40 dB gefordert, ergeben sich bei 30 % Fensterflächenanteil für die Wand ein rechnerisches Schalldämm-Maß $R_{w, R}$ von 45 dB und für das Fenster $R_{w, R}$ von 35 dB.

Da die Messung im Prüfstand nicht die Flankenübertragung berücksichtigt, muss bei Fenstern, Türen und Fassaden der Rechenwert $R_{w, R}$ unter Berücksichtigung eines Vorhaltemaßes aus dem Prüfstandswert $R_{w, P}$ ermittelt werden.

Fenster und Fassaden:

$$R_{w, R} = R_{w, P} - 2 \text{ dB}$$

Türen (Innentüren, Haustüren – nicht Fenstertüren):

$$R_{w, R} = R_{w, P} - 5 \text{ dB}$$

Aus dem Beiblatt 1/A1 zu DIN 4109, September 2003, Tabelle 40, kann in Abhängigkeit von der Fensterbauart das erforderliche Schalldämm-Maß der Verglasung abgelesen werden.

Die Anwendung dieser Tabelle 40 ergibt sich somit aus der Liste der Technischen Baubestimmungen – Fassung September 2013.

Auszug aus Beiblatt 1/A1 zu DIN 4109: September 2003

Anwendungshinweise s. Seite 56

Tabelle 40 Konstruktionstabelle für Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zeile	dB $R_{w,P}$ d	dB $R_{w,R}$ 25	dB $C^{(1)}$ d	dB $C_{Tr}^{(1)}$ d	Konstruktions- merkmale	Einfachfenster mit MIG ^{2),3)}	Korrekturen				
							dB K_{RA} d	dB K_S d	dB K_{FY} d	dB $K_{F,LS}$ d	dB K_{Sp} d
1					d_{Ges} in mm	≥ 6					
					Glasaufbau in mm	—					
					SZR in mm	≥ 8					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 27					
					Falzdichtungen	—					
2	d	30	d	d	d_{Ges} in mm	≥ 6	d	d	d	d	d
					Glasaufbau in mm	—					
					SZR in mm	12					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 30					
					Falzdichtungen	⊖					
3	33	31	-2	-5	d_{Ges} in mm	≥ 8	-2	0	-1	0	0
					Glasaufbau in mm	$\geq 4 + 4$					
					SZR in mm	≥ 12					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 30					
					Falzdichtungen	⊖					
4	34	32	-2	-6	d_{Ges} in mm	≥ 8	-2	0	-1	0	0
					Glasaufbau in mm	$\geq 4 + 4$					
					SZR in mm	$\geq 16^{5)}$					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 30					
					Falzdichtungen	⊖					
5	35	33	-2	-4	d_{Ges} in mm	≥ 10	-2	0	-1	0	0
					Glasaufbau in mm	$\geq 6 + 4$					
					SZR in mm	≥ 12					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 32					
					Falzdichtungen	⊖					
6	36	34	-1	-4	d_{Ges} in mm	≥ 10	-2	0	-1	0	0
					Glasaufbau in mm	$\geq 6 + 4$					
					SZR in mm	$\geq 16^{5)}$					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 33					
					Falzdichtungen	⊖					
7	37	35	-1	-4	d_{Ges} in mm	≥ 10	-2	0	-1	0	0
					Glasaufbau in mm	$\geq 6 + 4$					
					SZR in mm	$\geq 16^{5)}$					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 35					
					Falzdichtungen	⊖					
8	38	36	-2	-5	d_{Ges} in mm	≥ 12	-2	0	0	0	0
					Glasaufbau in mm	$\geq 8 + 4$					
					SZR in mm	$\geq 16^{5)}$					
					oder $R_{w,P,GLAS}$ in dB	≥ 38					
					Falzdichtungen	⊖ (AD/MD+ID) ⁵⁾					

3.5

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zeile	dB $R_{w,P}$	dB $R_{w,R}$	dB $C^{1)}$	dB $C_{tr}^{1)}$	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster mit MIG ^{2), 3)}	Korrekturen				
							dB $K_{f,A}$	dB K_S	dB $K_{f,V}$	dB $K_{f,L5}$	dB K_{Sp}
9	39	37	-2	-5	d_{Ges} in mm Glasaufbau in mm SZR in mm oder $R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 14 $\geq 10 + 4$ ≥ 20 ≥ 39 ② (AD/MD+ID) ⁶⁾	-2	0	0	0	0
10	40	38	-2	-5	$R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 40 ② (AD/MD+ID)	-2	0	0	-1	-1
11	41	39	-2	-5	$R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 41 ② (AD/MD+ID)	0	0	0	-1	-2
12	42	40	-2	-5	$R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 44 ② (AD/MD+ID)	0	-1	0	-1	-2
13	43	41	-2	-4	$R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 46 ② (AD/MD+ID)	0	-2	0	-1	-2
14	44	42	-1	-4	$R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 49 ② (AD/MD+ID)	0	-2	+1	-1	-2
15	45	43	-1	-5	$R_{w,PGLAS}$ in dB Falzdichtungen	≥ 51 ② (AD/MD+ID)	0	-1	+1	-1	-2
16	≥ 46	≥ 44	f	f	f	f	f	f	f	f	f

d_{Ges} Gesamtglasdicke

Glasaufbau Zusammensetzung der beiden Einzelscheiben

SZR Scheibenzwischenraum; mit Luft oder Argon gefüllt

$R_{w,PGLAS}$ Prüfwert der Scheibe im Normformat (1,23 m x 1,48 m) im Labor

Falzdichtung AD umlaufende Außendichtung, MD umlaufende Mitteldichtung, ID umlaufende Innendichtung im Flügelüberschlag

① Mindestens eine umlaufende elastische Dichtung, in der Regel als Mitteldichtung angeordnet

② Zwei umlaufende elastische Dichtungen, in der Regel als Mittel- und Innendichtung oder auch als Außen- und Innendichtung angeordnet

MIG Mehrscheiben-Isolierglas

1) Die Spektrums-Anpassungswerte gelten nur für das Bauteil Fenster. Sie können von den glasspezifischen Werten abweichen. Sie haben zurzeit keine baurechtliche Bedeutung, berücksichtigen aber bereits die zukünftige europäische Normung.

2) Doppelfalze bei Flügeln von Holzfenstern; mindestens zwei wirksame Anschläge bei Flügeln von Metall- und Kunststofffenstern. Erforderliche Falzdichtungen sind umlaufend, ohne Unterbrechung anzubringen und müssen weich federnd, dauerelastisch, alterungsbeständig und leicht auswechselbar sein.

Um einen möglichst gleichmäßigen und hohen Schließdruck im gesamten Falzbereich sicherzustellen, ist eine genügende Anzahl von Verriegelungsstellen vorzusehen (wegen der Anforderungen an Fenster siehe auch DIN 18055).

3) Die Schalldämmung der beschriebenen Verglasungen ist nicht identisch mit den alternativ angegebenen Schalldämmungen.

4) Werte werden aus der alten Tabelle 40, Ausgabe 1989-11, übernommen, da keine neuen Konstruktionen in der Statistik enthalten sind, deshalb liegen C -, C_{tr} - und Korrekturwerte nicht vor.

5) Bei Holzfenstern genügt eine umlaufende Dichtung.

6) Nachweis durch Prüfung.

Tabelle 40 (fortgesetzt)

Der aus Tabelle 40 abzuleitende Wert für die Schalldämmung $R_{w, R, Fenster}$ für Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) kann bestimmt werden:

$$R_{w, R, Fenster} = R_{w, R} + K_{AH} + K_{RA} + K_S + K_{FV} + K_{F, 1,5} + K_{F, 3} + K_{Sp}$$

Dabei ist

K_{AH} die Korrektur für Aluminium-Holzfenster; $K_{AH} = -1$ dB;

Diese Korrektur entfällt, wenn die Aluminiumschale zum Flügel- und Blendrahmen hin abgedichtet wird. Kleine Öffnungen zum Zweck des Druckausgleichs zwischen Aluminiumschale und Holzrahmen sind zulässig.

K_{RA} der Korrekturwert für einen Rahmenanteil < 30 %. Der Rahmenanteil ist die Gesamtfläche des Fensters abzüglich der sichtbaren Scheibengröße. K_{RA} darf bei Festverglasungen nicht berücksichtigt werden.

K_S der Korrekturwert für Stulpfenster (zweiflügelige Fenster ohne festes Mittelstück)

K_{FV} der Korrekturwert für Festverglasungen mit erhöhtem Scheibenanteil

$K_{F, 1,5}$ die Korrektur für Fenster $< 1,5$ m²; $K_{F, 1,5}$

$K_{F, 3}$ die Korrektur für Fenster mit Einzelscheibe > 3 m²; $K_{F, 3} = -2$ dB

K_{Sp} der Korrekturwert für glasteilende Sprossen

Die Werte gelten für ringsum dicht schließende Fenster. Fenster mit Lüftungseinrichtungen werden nicht erfasst.

3.5

Bestimmung der Anforderungen an Schallschutz-Isolierglas gem. VDI-Richtlinie 2719.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 4109 wurde der Anwendungsbereich der VDI-Richtlinie 2719 erheblich eingeschränkt. Diese besitzt jedoch weiterhin große Bedeutung bei der Sanierung von Altbauten und bei privatrechtlichen Vereinbarungen unter Beachtung der baugesetzlichen Mindestanforderungen.

Die in der VDI 2719 angeführten Schallschutzklassen (SSK) und die damit verbundenen Schalldämmwerte beziehen sich immer auf das komplette Bauteil Fenster, d. h. Rahmen und Glas einschließlich Baukörperanschluss.

In der Tabelle 2 der VDI 2719 werden die bewerteten Schalldämm-Maße der Fenster in Schallschutzklassen eingeteilt (vgl. Bestimmungstabelle).

In der Tabelle 3 der VDI 2719 werden Beispiele verschiedener Konstruktionen für Schallschutzfenster gegeben. Hierin finden sich für das Einfachfenster Anforderungen an die Schalldämmung der Verglasung.

Werden diese Anforderungen eingehalten, kann ohne weiteren Nachweis davon ausgegangen werden, dass die gewählte Fensterkonstruktion die Anforderungen der jeweiligen Schallschutzklasse erreicht.

Unabhängig davon können abweichende Fensterkonstruktionen gewählt werden, deren Eignung für die geforderte Schallschutzklasse durch ein Prüfzeugnis nachgewiesen wird.

Bestimmungstabelle für Schallschutz-Isolierglas gem. VDI 2719 bezogen auf das Einfachfenster

Forderungen gem. VDI 2719, Tab. 2 und 3		ipaphon-Schallschutz-Isolierglas-Palette	
Verglasung R_w	SSK	Fenster R'_w	U_g -Wert $\leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
$\geq 27 \text{ dB}$ oder: $d \text{ ges.} \geq 6 \text{ mm}$ SZR $\geq 6 \text{ mm}$	1	25 dB bis 29 dB	iplus top 1.1 4/16/4
$\geq 32 \text{ dB}$ oder: $d \text{ ges.} \geq 8 \text{ mm}$ SZR $\geq 12 \text{ mm}$	2	30 dB bis 34 dB	
$\geq 37 \text{ dB}$	3	35 dB bis 39 dB	ipaphon 37/28
$\geq 45 \text{ dB}$	4	40 dB bis 44 dB	ipaphon SF 45/35
—	5	45 dB bis 49 dB	In jedem Fall ist eine Baumuster- bzw. Eignungsprüfung nach EN 20140 bzw. EN ISO 717 erforderlich
—	6	$> 50 \text{ dB}$	

3.5.1 Schallschutz mit Glas

3.5.1

Allgemeine Grundlagen zum Schall

Schall

Unter Schall versteht man Druck- und Dichteschwankungen, die sich in einem elastischen Medium (Luft, Festkörper, Flüssigkeiten) mit endlicher Geschwindigkeit fortpflanzen. Je nach Medium handelt es sich um Luft-, Körper- oder Flüssigkeitsschall, physikalisch betrachtet, eine Welle, die sich in einem Medium ausbreitet. Dabei kann zum Beispiel in Luft Schall als eine dem statischen Luftdruck überlagerte Schalldruckwelle beschrieben werden. Zur Kennzeichnung dieser Druckschwankungen hat man den Schalldruck p eingeführt. Die Einheit ist 1 Pa und entspricht 10 μbar .



Bild 1

Die Schwingungen einer Schallwelle lassen sich sehr gut mit den Wellen im Wasser vergleichen, Bild 1. Die Lautstärke ist eine psychoakustische Größe. Somit entsprechen die „Amplitude“ der „Wellenhöhe“ oder analog beim Luftschall dem Schalldruck bzw. der Lautstärke und die Anzahl der Wellen pro Zeit der Tonhöhe.

Ton, Klang und Geräusch

Unter einem Ton versteht man Schallwellen einer bestimmten Frequenz. Je höher die Frequenz, desto höher der Ton. Die Frequenz wird in Hertz (Hz) angegeben und ist das Maß für die Schwingungen einer Schallwelle pro Sekunde. Der Hörbereich des menschlichen Ohres liegt im Bereich von 16 Hz bis 20 000 Hz. Harmonische Schwingungen ergeben zusammen einen Klang und viele Töne ohne gesetzmäßigen Zusammenhang bezeichnet man als Geräusch.

Eine Verdopplung der Frequenz bedeutet einen Oktavschritt, d. h., zwei Frequenzen f_1 und f_2 stehen

dabei im Verhältnis 1:2. Bei einer Terz stehen zwei Frequenzen f_1 und f_2 im Verhältnis 1:1,28 und eine Terz entspricht 1/3 Oktav. In einigen europäischen Ländern wird die Angabe von Messergebnissen nicht nur in Terzbändern sondern auch in Oktavbändern gefordert.

Dabei erstreckt sich der bauakustische Frequenzbereich nach EN 717-1 von 100 Hz bis 3150 Hz für Terzbänder bzw. 125 Hz bis 2000 Hz für Oktavbänder. Die Prüfnormen sehen die Messung um den sog. erweiterten Frequenzbereich von 100 Hz, optional ab 50 Hz, bis 5000 Hz vor. Nach [9] und dem Stand in 11/2010 werden die Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern und somit Glas in Deutschland derzeit nur für die Terzbandbereiche mit den Terzmittenfrequenzen von 100 Hz bis 3150 Hz formuliert. International kann dieser Frequenzbereich je nach zugrunde liegender Norm oder individueller Vereinbarung abweichen.

Grundlagen der Raumakustik

Schalldruckpegel

Aus dem Schalldruck p kann man dann eine weitere Schallgröße, den Schalldruckpegel (Schallpegel) L_p , ermitteln. Der Schalldruckpegel L_p ist der 20fache Logarithmus aus dem Verhältnis des vorhandenen Schalldruckes p zum Bezugsschalldruck p_0 bzw. der 10fache Logarithmus aus dem Verhältnis der vorhandenen Schallintensität I zur bezogenen Schallintensität I_0 .

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (\text{in dB})$$

p vorhandener Schalldruck bzw. I vorhandene Schallintensität.

p_0 Schalldruck bei der Hörschwelle 20 μPa bzw. $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (bei 1000 Hz).

Der Schalldruckpegel und alle Schallpegeldifferenzen werden in der Einheit Dezibel (dB) angegeben. 20 μPa entsprechen somit 0 dB. 130 dB („Schmerzgrenze“) entspricht ca. 63 Pa.

Bei der Prüfung der Luftschalldämmung von Bauteilen wird die Schallpegeldifferenz für einen Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz bestimmt. Der Unterschied zwischen dem Schallpegel L_{p1} vor dem

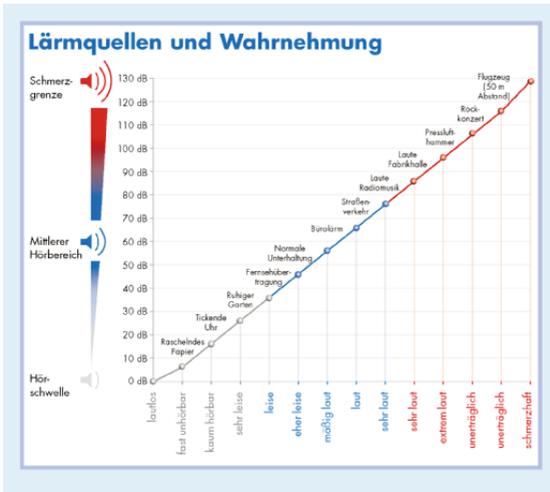
3.5.1

Bauteil und dem Schallpegel $L_{p,2}$ hinter dem Bauteil ergibt die Schallpegeldifferenz D in dB [11].

$$D = L_{p,1} - L_{p,2}$$

Aus dem Bild 2 kann man die Schalldruckpegel unterschiedlicher Schallquellen und deren physiologische Wirkung auf den Menschen entnehmen.

Bild 2 Lärmquellen und Wahrnehmung (Quelle: Trosifol)



Lautstärkeempfinden

Die Wahrnehmung von Schall durch das menschliche Ohr ist sehr subjektiv geprägt. Zur Beschreibung dieser Wahrnehmung wurde zusätzlich zum Schallpegel L_p der Lautstärkepegel L_N als weitere Größe eingeführt.

Diese kennzeichnet das Lautstärkeempfinden des menschlichen Ohres und wird in phon angegeben. Das menschliche Ohr ist für hohe und tiefe Frequenzen verschieden empfindlich. Bei gleichen Schallpegeln werden tiefe Töne als leiser empfunden als hohe Töne. Dieser Zusammenhang wird in nachfolgender Darstellung abgebildet. Man erkennt, dass der objektiv gemessene Schalldruckpegel L_p (oder wie in Bild 3 Schalldruckpegel L) mit dem subjektiv empfundenen Lautstärkepegel L_N bei einer Frequenz von 1000 Hz übereinstimmt.

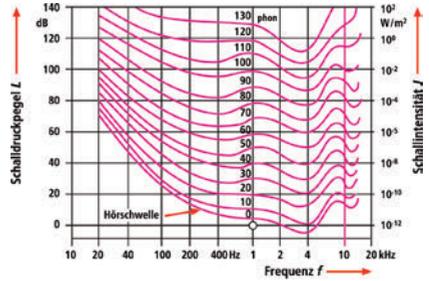


Bild 3 Kurven gleicher Lautstärke

Ein Sinuston von 1000 Hz wird somit erst ab einem Schalldruckpegel von 3 dB wahrgenommen.

Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass das menschliche Ohr Töne mit gleichem Schalldruck in unterschiedlichen Tonhöhen unterschiedlich laut empfindet, werden sogenannte Frequenzbewertungskurven verwendet. Dazu werden Filter mit empirisch angepassten Übertragungsfunktionen eingesetzt. In Abhängigkeit der Höhe des Schalldruckpegels werden unterschiedliche Bewertungsfilter eingesetzt. In der technischen Akustik und im Bereich des Lärmschutzes wird häufig die A-Bewertung verwendet. Die Kennzeichnung erfolgt dann mit L_A in dB (A).

Schalldämm-Maß R

Das Schalldämm-Maß R ist eine Messgröße zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung eines Bauteils. R ist frequenzabhängig und kennzeichnet das 10fache logarithmische Verhältnis von der auf das Bauteil auftretenden Schallenergie N_1 zu der von diesem Bauteil abgestrahlten Schallenergie N_2 . Die Schalldämmung wird wie der Schallpegel in dB angegeben [10].

$$R = 10 \lg \frac{N_1}{N_2} \text{ (in dB)}$$

Aufgrund dieses logarithmischen Maßstabes wird die Veränderung des Schalldämm-Maßes um 10 dB vom menschlichen Ohr als Verdoppelung bzw. Halbierung der Lautstärke wahrgenommen.

Messung der Schalldämmung

Die Teile der Normenreihe DIN EN ISO 140, die sich mit Laborprüfungen befassen, wurden im Dezember 2010 zurückgezogen und durch die Reihe DIN EN ISO 10140 ersetzt. Das betrifft auch die DIN EN ISO 140-3, auf die in der Produktnorm für Fenster Bezug genommen wird. Das Prüfverfahren zur Bestimmung der Luftschalldämmung wird nun in Teil 2 der DIN EN ISO 10140 beschrieben. Teil 1 enthält im Anhang C konkretisierte Festlegung zur Prüfung von Fenstern. Die bekannten Prüfverfahren wurden neu sortiert und zusammengefasst, inhaltlich jedoch nicht verändert. DIN EN ISO 717-1 ist in ihrer aktuellen Fassung erst nach der Veröffentlichung der EN 14351-1 erschienen. Da die vorgenommenen Änderungen jedoch nicht auf Fenster oder Außentüren angewendet werden bzw. eine Konkretisierung der bestehenden Auswertungsverfahren darstellen, sind die Messergebnisse auf Basis der alten Fassungen vergleichbar und damit übertragbar [9]. Wenn in einer Produktnorm ein datierter Normenverweis enthalten ist, gilt diese Norm zur Verwendung im Rahmen der Produktnorm auch dann, wenn sie zurückgezogen und durch eine neue ersetzt wurde. Damit ist im Rahmen der Produktnorm EN 14351-1 immer noch die EN ISO 140-3 gültig. Für sonstige Anwendungen nach dem Stand der Technik wird jedoch die neue Fassung anzuwenden sein.

Die Messung der Luftschalldämmung von Glas und Fenstern erfolgt somit nach DIN EN ISO 10140 „Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand“. Dabei entspricht der Prüfstand, zur Messung der Schalldämmung von Glas, Teil 5: „Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen (ISO 10140-5:2010)“. Das bedeutet, dass die Prüfstände mit unterdrückter Flankenübertragung, was durch Vorsatzschalen im Empfangsraum und/oder bauliche Trennung von Sende- und Empfangsraum realisiert wird, ausgeführt werden. Die Messung selbst erfolgt nach Teil 2: „Messung der Luftschalldämmung (ISO 10140-2:2010)“. Nach der Messung der Schalldruckpegel $L_{p,1}$ und $L_{p,2}$ wird das Schalldämm-Maß nach folgender Beziehung bestimmt:

$$R = L_{p,1} - L_{p,2} + 10 \lg \frac{S}{A}$$

$L_{p,1}$ energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Senderaum, in dB

$L_{p,2}$ energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum, in dB

S die Fläche der freien Prüföffnung, in die das Prüfbauteil eingebaut ist, in m^2

A die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum, in m^2

Die Abmessung einer Glasscheibe beträgt 1,23 m x 1,48 m.

Das bewertete Schalldämm-Maß R_w

Die Ermittlung des Schalldämm-Maßes R wird in Kapitel 4.4 näher beschrieben.

Geräuschquelle	Entsprechender Spektrum-Anpassungswert
<ul style="list-style-type: none"> - Wohnaktivitäten (Reden, Musik, Radio, TV) - Kinderspielen - Schienenverkehr mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit¹⁾ - Autobahnverkehr > 80 km/h¹⁾ - Düsenflugzeug in kleinem Abstand - Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen¹⁾ 	C (Spektrum Nr. 1)
<ul style="list-style-type: none"> - Städtischer Straßenverkehr - Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit¹⁾ - Propellerflugzeug - Düsenflugzeug in großem Abstand - Discomusik - Betriebe, die überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm abstrahlen 	C_{tr} (Spektrum Nr. 2)

¹⁾ In mehreren europäischen Ländern bestehen Rechenverfahren für Straßenverkehrsrgeräusche und Schienenverkehrsgeräusche, welche Oktavbandschallpegel festlegen; diese können zum Vergleich mit den Spektren 1 und 2 herangezogen werden, z. B. in Frankreich: $R_A = R_W + C$ bzw. $R_{Atr} = R_W + C_{tr}$

Bild 5 Spektrumanpassungswerte C und C_{tr}

Der Grafik „Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w “ in Kapitel 4.4 kann man entnehmen, dass es sowohl im unteren als auch oberen Frequenzbereich zu einer Verringerung der Schalldämmung kommt. Diese Besonderheiten werden nachfolgend erläutert.

3.5.1

Schalldämm-Minderung durch streifenden Schalleinfall

Koinzidenz

Je nach Einbausituation kann ein gerichteter, streifender Schalleinfall auftreten, z. B. bei hohen Gebäuden bzw. an stark befahrenen Straßen. In diesen Fällen weichen die Bedingungen im Prüfstand bei diffusem Schalleinfall etwas von der Realität ab. Die tatsächliche Schalldämmung liegt niedriger als im Prüfstand ermittelt (Freifeldbedingungen – u. a. Verteilung der Schallenergie im Prüfstand eher gleichmäßig im Vergleich zu einer Linien- oder Punktquelle, z. B. bei Verkehrslärm). Durch höhere Anforderungen an die Schalldämmung als nach der DIN 4109 ermittelt kann diesem Umstand Rechnung getragen werden. Weitere Informationen zu Koinzidenzfrequenzen einschaliger Bauteile siehe Seite 69 „Scheibengewicht“.

Schalldämm-Minderung im unteren Frequenzbereich

Resonanz

Grundsätzlich ist bei allen zwei- und mehrschaligen Aufbauten, 2fach- oder 3fach-Mehrscheiben-Isolierglas (MIG), eine Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes gegenüber einer Einfachglasscheibe festzustellen. Infolge der Kopplung der Scheiben durch das dazwischenliegende Gaspolster treten Re-

sonanzen auf, die die Schalldämmung im unteren Frequenzbereich mindern. Dies ist in der Messkurve der jeweiligen Schallschutzprüfzeugnisse erkennbar. Dieser Einbruch wird auch als Resonanzfrequenz (Eigenfrequenz des Bauteils aufgrund des Masse-Feder-Masse-Systems) bezeichnet. Bei dieser Frequenz stimmt die Eigenfrequenz eines Schwingungssystems mit der Frequenz der Schwingung einer anregenden Schallwelle überein. Da das menschliche Ohr bei tiefen Frequenzen relativ unempfindlich ist, sollte diese Eigenschaft nicht überbewertet werden. Andererseits kann man die Schalldämmung verbessern, wenn man die Resonanzfrequenz eines Bauteils zu tieferen Frequenzen hin verschiebt, da Frequenzen < 100 Hz nicht berücksichtigt werden. Die Resonanzfrequenz führt dazu, dass ein 2fach-MIG mit einem Glasaufbau von zum Beispiel 4/12/4 oder auch ein 3fach-MIG (4/8/4/8/4) bei gleichem Flächengewicht pro Scheibe keine nennenswerte Verbesserung der Schalldämmung gegenüber einer gleich dicken Einfachglasscheibe aufweist. Die Resonanzfrequenz eines zweischaligen Aufbaus lässt sich näherungsweise mit folgender Formel bestimmen.

$$f_R = 1200 \sqrt{\frac{1}{a} \cdot \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)}$$

f_R : Resonanzfrequenz in Hz

a: Scheibenabstand in mm

d_1, d_2 : Dicke der beiden Scheiben in mm

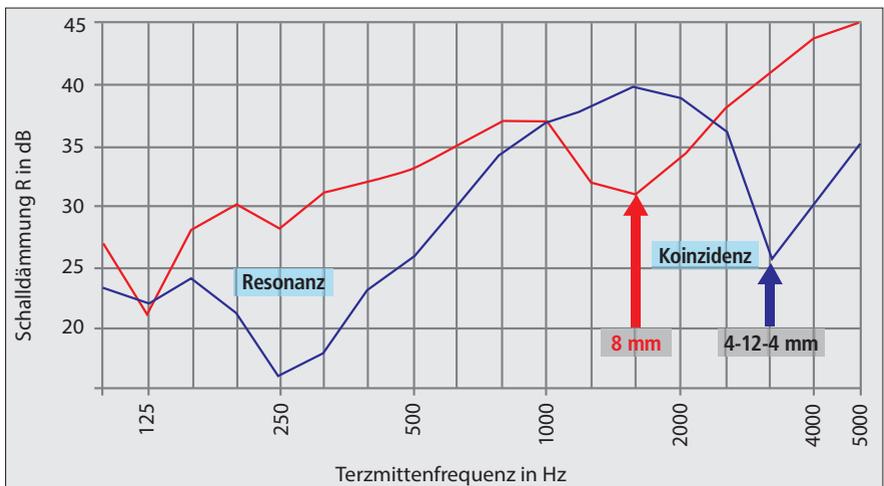


Bild 4 Koinzidenz und Resonanz

Rote Kurve: 8 mm Einfachglas ($R_W = 32$ dB)

Blaue Kurve: MIG 4-12-4 (in mm) ($R_W = 30$ dB)

Normen und Regelwerke

Bei der Planung und Ausführung eines Gebäudes sind über das Bauordnungsrecht vorgegebene Normen und Regelwerke zu beachten. Die hieraus resultierenden Anforderungen sind entsprechend der Anwendung oder der Nutzung auszuwählen und ggf. um weitere Regelwerke zu ergänzen.

Dies betrifft zum Beispiel die Anforderung an einen „erhöhten“ Schallschutz. Dieser kann bauordnungsrechtlich nicht gefordert sein, aber im Einzelfall dennoch zwischen den am Bau Beteiligten vereinbart werden, zum Beispiel über die Vorgabe in Leistungsverzeichnissen.

Die Landesbauordnungen schreiben für Gebäude gemäß ihrer Nutzung einen entsprechenden Schallschutz vor. So wird in § 15 „Wärme-, Schall-, Erschütterungsschutz“ der Musterbauordnung von 2002 gefordert:

„(2) 1 Gebäude müssen einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. 2 Geräusche, die von ortsfesten Einrichtungen in baulichen Anlagen oder auf Baugrundstücken ausgehen, sind so zu dämmen, dass Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.“

Dabei muss man bei den Anforderungen an den erforderlichen Schallschutz zwischen öffentlich-rechtlichen (DIN 4109) sowie privatrechtlichen Anforderungen (VDI) unterscheiden.

Die Liste der technischen Baubestimmungen Teil I führt unter 4.2 und den Anlagen 4.2/1 und 4.2/2 die DIN 4109:1989-11 „Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise“ mit der Änderung DIN 4109/A 1: 2001-01 und Beiblatt 1: 1989-11 „Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren“ bauaufsichtlich ein. Die aktuell gültige DIN 4109 entspricht nicht mehr dem Stand der Technik, ist aber nach wie vor einzuhalten.

Die VDI 2719 ist bauordnungsrechtlich nicht eingeführt. In Ausschreibungen wird die Anwendung aber oft gefordert bzw. verwendet. Welcher Schallschutz also gefordert ist, sollte bereits bei der Planung definiert und vereinbart werden.

Während bei der Wärmedämmung grundsätzliche, allgemein gültige Anforderungen gestellt werden können, bleibt beim Schallschutz die gezielte Planungsarbeit wichtigste Voraussetzung für einen auf das spezielle Objekt abgestimmten Lärmschutz. Dazu

ist es notwendig, den maßgeblichen Außenlärmpegel zu ermitteln.

Berechnung nach DIN 18005-1

Die DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“ gibt Hinweise zur Berücksichtigung des Schallschutzes bei der städtebaulichen Planung sowie zu grundsätzlich möglichen Maßnahmen zur Minderung der Schallimmissionen.

Die dort dargestellten Nomogramme enthalten Werte für das vereinfachte Schätzverfahren des Beurteilungspegels von Verkehrsanlagen.

Im Beiblatt 1 der DIN 18005-1 sind als Zielvorstellungen für die städtebauliche Planung schalltechnische Orientierungswerte angegeben. Für die kartennmäßige Darstellung von Schallimmissionen gilt DIN 18005-2.

DIN 45682

Die DIN 45682: 2002-09 „Schallimmissionspläne“ legt die einheitliche Vorgehensweise bei der Erstellung von Schallimmissionsplänen fest und nennt die Mindestanforderungen an Eingangsdaten und Ergebnisse. Es wird angegeben, welche Kenngrößen des Schallpegels für Darstellungen in Schallimmissionsplänen herangezogen werden. Es werden Festlegungen über die erforderlichen Emissionsdaten, die Ermittlungsverfahren der Geräuschimmissionen und die flächenhafte Darstellung der Geräuschimmissionen getroffen. Die Darstellung erfolgt in Form von Beurteilungspegelplänen und daraus ableitbaren Pegeldifferenz- bzw. Konfliktplänen.

VDI 2719

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 4109 wurde der Anwendungsbereich der VDI-Richtlinie 2719 erheblich eingeschränkt. Diese besitzt jedoch weiterhin große Bedeutung bei der Sanierung von Altbauten und bei privatrechtlichen Vereinbarungen unter Beachtung der baugesetzlichen Mindestanforderungen. Die in der VDI 2719 angeführten Schallschutzklassen (SSK) und die damit verbundenen Schalldämmwerte beziehen sich immer auf das komplette Bauteil Fenster, d. h. Rahmen und Glas einschließlich Baukörperanschluss. In der Tabelle 2 der VDI 2719 werden die bewerteten Schalldämm-Maße der Fenster in Schallschutzklassen eingeteilt (Bild 5). Im Gegensatz zur DIN 4109 sind die Anforderungen in der VDI-Richtlinie 2719 in sechs Schallschutzklassen unterteilt (SSK I bis SSK VI). Maßgeblich ist das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters im funktionstüchtig eingebauten Zustand. Die Außenwand bleibt hierbei unberücksichtigt. In der

3.5.1

Tabelle 3 der VDI 2719 werden Beispiele verschiedener Konstruktionen für Schallschutzfenster gegeben. Hierin finden sich für das Einfachfenster Anforderungen an die Schalldämmung der Verglasung. Werden diese Anforderungen eingehalten, kann ohne weiteren Nachweis davon ausgegangen werden, dass die gewählte Fensterkonstruktion die Anforderungen der jeweiligen Schallschutzklasse erreicht. Unabhängig davon können abweichende Fensterkonstruktionen gewählt werden, deren Eignung für die geforderte Schallschutzklasse durch ein Prüfzeugnis nachgewiesen wird.

Für Neubauten ist zunächst DIN 4109 allgemein verbindlich. Die VDI-Richtlinie kann in Fällen, in denen DIN 4109 nicht gilt, vereinbart werden.

Spalte	1	2	3
Zeile	Schallschutzklasse	bewertetes Schalldämm-Maß R_w des am Bau funktionsfähig eingebauten Fensters, gemessen nach DIN 52 210 Teil 5 in dB	erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß R_w des im Prüfstand (P-F) nach DIN 52 210 Teil 2 eingebauten funktionsfähigen Fensters in dB
1	1	25 bis 29	≥ 27
2	2	30 bis 34	≥ 32
3	3	35 bis 39	≥ 37
4	4	40 bis 44	≥ 42
5	5	45 bis 49	≥ 47
6	6	≥ 50	≥ 52

Bild 5 Schallschutzklassen von Fenstern nach VDI 2719 (Tabelle 2 nach VDI 2719), August 1987

Auf Basis von Tabelle 2 und Tabelle 3 der VDI 2719 (1987) können die für die Verglasungen erforderlichen R_w -Werte ermittelt werden:

Forderungen gem. VDI 2719, Tab. 2 und 3		
Verglasung R_w	SSK	Fenster R'_w
≥ 27 dB oder: d ges. ≥ 6 mm SZR ≥ 6 mm	1	25 dB bis 29 dB
≥ 32 dB oder: d ges. ≥ 8 mm SZR ≥ 6 mm	2	30 dB bis 34 dB
≥ 37 dB	3	35 dB bis 39 dB
≥ 45 dB	4	40 dB bis 44 dB
–	5	45 dB bis 49 dB
–	6	≥ 50 dB

Bild 6 Bestimmungstabelle für Schallschutz-Isolierglas gem. VDI 2719 bezogen auf das Einfachfenster nach VDI 2719 [2]

VDI 4100

Die Technische Regel VDI 4100: 2012-10 wurde überarbeitet und ersetzt die VDI 4100:2007. Eine wesentliche Änderung gegenüber der Fassung VDI 4100: 2007 ist, dass in dieser Ausgabe auf nachhallzeitbezogene Kenngrößen abgestellt wird. Damit wird der Schritt von Kenngrößen des bauteilbezogenen Schalldämm-Maßes hin zu Kenngrößen des raumbezogenen Schallschutzes vollzogen. Diese Richtlinie enthält Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz im Sinne der Vertraulichkeit und eines höheren Komforts in Gebäuden mit Wohnungen oder wohnungsähnlichen Räumen, die ganz oder teilweise dem Aufenthalt von Menschen dienen. Sie ergänzt im Sinne des Gesundheitsschutzes die in DIN 4109: 1989-11 festgelegten Anforderungen.

Sie definiert drei Schallschutzstufen (SSt) von üblichen bis zu gehobenen Komfortansprüchen. Diese Richtlinie definiert zudem in Ergänzung zu den Mindestanforderungen an den Schallschutz nach dem derzeitigen Entwurf der DIN 4109-1 Schallschutzstufen für die Planung und Bewertung erhöhten Schallschutzes für Mehrfamilienhäuser, Einfamilien-Doppelhäuser und Einfamilien-Reihenhäuser.

Mit den in dieser Richtlinie beschriebenen drei Schallschutzstufen werden dem Anwender einfache Entscheidungshilfen gegeben, mit deren Hilfe er den gewünschten, in Teilbereichen (z. B. Luftschallschutz, Trittschallschutz, Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen) aufeinander abgestimmten Schallschutz erreichen kann.

Diese VDI-Richtlinie wendet sich unter anderem an Planer, Architekten, ausführende Firmen, Hersteller von Bauprodukten, akustische Berater, Bauherren/Eigentümer, Nutzer, Investoren und Betreiber/Verwalter von Häusern, Wohnungen und wohnungsähnlichen Räumen mit den darin befindlichen Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung. Nach [8] sollte auf die Anwendung der VDI 4100 mit Ausgabe 2012 verzichtet werden und weiterhin die Ausgabe 2007 vereinbart werden. Wesentliche Kritik am neuen Konzept ist die Umstellung von auf das Bauteil bezogenen Beurteilungskennwerten in raumbezogene Kenngrößen. Dies ist bei der Umsetzung des erhöhten Schallschutzes ein wesentliches Hindernis, und es ergibt sich vor allem für kleine Wohnräume eine deutliche Anhebung der Anforderungen, was zu Sonderkonstruktionen und Ausnahmeregelungen führen muss. Die VDI 4100 mit Ausgabe 2007 ist dagegen ohne wesentliche Mehrkosten zu realisieren.

EN 12758

DIN EN 12758: 2011-04 „Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung – Produktbeschreibung und Bestimmung der Eigenschaften“ enthält tabellarische Werte für die Luftschalldämmung von Gläsern. Die Norm legt Schalldämmwerte für alle durchsichtigen, durchscheinenden und opaken Glas-Erzeugnisse fest, die in Europäischen Normen über Basisglas-Erzeugnisse oder über weiterverarbeitete Glas-Erzeugnisse für den Gebrauch in verglasten Bauteilen von Gebäuden mit Schallschutzeigenschaften vorgesehen und beschrieben sind und die entweder als Hauptzweck oder als ergänzende Charakteristik Schalldämmung aufweisen. Die Schalldämmung des Mehrscheiben-Isolierglases kann dem CE-Zeichen des Glases entnommen werden. Da auch eine Deklaration mit npd (no performance determined) oder kif (keine Leistung festgestellt) zulässig ist, sollte ein Nachweis gesondert vereinbart werden. Die EN 12758 enthält eine Tabelle mit standardisierten DIN-Schalldämmwerten (siehe Bild 8).

Nach Abschnitt 6.2 der Norm soll die Angabe der Schalldämmung von Glas folgendermaßen aussehen:

Der R_{w} -Wert und die zugehörigen Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} müssen in Übereinstimmung mit EN ISO 717-1 angegeben werden, siehe Bild 7.

Nach dem Basiswert R_{w} müssen die beiden Spektrum-Anpassungswerte in Klammern und durch ein Semikolon voneinander getrennt angegeben werden, wie nachfolgend gezeigt:

$$R_{w} (C; C_{tr}) \text{ (in dB)}$$

Beispiel: Die Schalldämmung für ein 12 mm starkes Einfachglas aus Tabelle 4 ist wie folgt anzugeben:

$$34 (0; -2) \text{ dB}$$

Die Festlegung der Anforderungen an den Glasaufbau wird in Abschnitt 6.3 der Norm beschrieben.

Schallschutzanforderungen können entweder als R_{w} -Wert alleine oder als Summe von R_{w} und dem zutreffenden Spektrum-Anpassungswert angegeben werden, wobei letzteres eine nähere Aussage über die geforderte Schalldämmung für besondere Anwendungen ergibt:

für innerstädtischen Straßenverkehrslärm heißt das $R_{A,tr} = R_{w} + C_{tr}$

Beispiel: $R_{A,tr}$ beträgt für 12 mm dickes Einfachglas, bestimmt aus den Daten in Bild 8 (Tabelle 4):

$$34 + (-2) = 32 \text{ (in dB)}$$

Tabelle 4 – Tabelle mit standardisierten Schalldämmwerten

Glastyp und -dicke (in mm)	Schalldämm-Maß R (in dB) bei Oktavband-Mittenfrequenzen (in Hz)						Einzelwerte und Spektrum-Anpassungswerte		
	125	250	500	1000	2000	4000	R_{w}	C	C_{tr}
Einfachglas:									
3	14	19	25	29	33	25	28	-1	-4
4	17	20	28	32	33	26	29	-2	-3
5	19	22	29	33	29	31	30	-1	-2
6	18	23	30	35	27	32	31	-2	-3
8	20	24	29	34	29	37	32	-2	-3
10	23	26	32	31	32	39	33	-2	-3
12	27	29	31	32	38	47	34	0	-2
Verbundglas: ¹⁾									
6	20	23	29	34	32	38	32	-1	-3
8	20	25	32	35	34	42	33	-1	-3
10	24	26	33	33	35	44	34	-1	-3
12	24	27	33	32	37	46	35	-1	-3
16	26	31	30	35	43	51	36	-1	-3
20	30	32	31	35	46	56	37	-1	-3
24	31	31	31	38	49	56	38	-1	-3

Tabelle 4 – Tabelle mit standardisierten Schalldämmwerten (Fortsetzung)

Glastyp und -dicke (in mm)	Schalldämm-Maß R (in dB) bei Oktavband-Mittenfrequenzen (in Hz)						Einzelwerte und Spektrum-Anpassungswerte		
	125	250	500	1000	2000	4000	R _W	C	C _{tr}
Mehrscheiben-Isolierglas: ²⁾									
4/(6-16)/4	21	17	25	35	37	31	29	-1	-4
6/(6-16)/4	21	20	26	38	37	39	32	-2	-4
6/(6-16)/6	20	18	28	38	34	38	31	-1	-4
8/(6-16)/4	22	21	28	38	40	47	33	-1	-4
8/(6-16)/6	20	21	33	40	36	48	35	-2	-6
10/(6-16)/4	24	21	32	37	42	43	35	-2	-5
10/(6-16)/6	24	24	32	37	37	44	35	-1	-3
6/(6-16)/6									
Verbundgläser 6/(6-16)/10	20	19	30	39	37	46	33	-1	-5
Verbundgläser	24	25	33	39	40	49	37	-2	-5

¹⁾ Die Daten für Verbundgläser gelten für Glas, das eine organische, aber keine akustische Zwischenschicht hat.

²⁾ Der Aufbau der MIGs wird, sofern zutreffend, durch Glasdicke/(Scheibenabstand-Glastyp)/Glasdicke angegeben.

Bild 8 Tabelle mit standardisierten Schalldämmwerten (Tabelle 4 der DIN EN 12758:2011-04)

EN 13830

EN 13830: 2003-11 „Vorhangfassaden – Produktnorm“ enthält Angaben zur Ermittlung und Bewertung des Schallschutzes von Vorhangfassaden. Sie gibt vor, dass das Schalldämm-Maß, falls es ausdrücklich gefordert wird, durch Prüfung nach EN ISO 140-3 zu bestimmen ist. Die Prüfergebnisse sind nach EN ISO 717-1 zu bestimmen.

DIN EN 14351-1

Die Produktnorm für Fenster DIN EN 14351-1:2010-08 „Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit“ enthält Angaben zur Ermittlung und Bewertung des Schallschutzes von Fenstern und Außentüren. Sie gibt vor, dass das Schalldämm-Maß nach EN ISO 140-3 (Referenzverfahren) oder, für bestimmte Fensterarten, in Übereinstimmung mit Anhang B zu ermitteln ist. Da die Tabellenwerte in Anhang B begrenzt sind, sind höhere Schalldämm-Maße durch Prüfung zu ermitteln. Die Prüfergebnisse müssen nach EN ISO 717-1 bewertet werden.

In Deutschland kann das Schalldämm-Maß für Fenster auch weiterhin nach dem bisherigen Verfahren der Tabelle in DIN 4109 ermittelt werden. Dieser Wert kann jedoch nicht für die CE-Kennzeichnung verwendet werden.

Weitere Regelwerke (informativ)

- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
- Fluglärmgesetz (FluLärmG) und Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung
- Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS 90)
- Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03)
- Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BimSch V)

Anforderungen an Fenster und Fassaden

Dem baulichen Schallschutz kommt bei Verringerung der Lärmbelastung sowohl in Wohn- als auch öffentlichen Gebäuden eine zentrale Bedeutung zu. Das bedeutet, dass Außenbauteile, speziell Wand, Fenster und Fassade, eine ausreichende Schalldämmung aufweisen müssen.

Der Schallschutz selbst umfasst einerseits Maßnahmen gegen Schallentstehung (Primär-Maßnahmen) und andererseits Maßnahmen, die die Schallübertragung von einer Schallquelle zum Empfänger vermindern (Sekundär-Maßnahmen). Bei den Sekundär-Maßnahmen für den Schallschutz muss unterschieden werden, ob sich Schallquelle und Empfänger

in verschiedenen Räumen oder im selben Raum befinden. Im ersten Fall wird der Schallschutz hauptsächlich durch Schalldämmung, im zweiten Fall durch Schallabsorption erreicht. Die Schalldämmung mit Glas, Fenster und Fassade kann somit den Sekundärmaßnahmen zugeordnet werden.

Beim Schallschutz mit Glas, Fenster und Fassade kommt es wesentlich auf das Gesamtelement an, d. h. Rahmen, Verriegelungen, Anzahl der Bänder speziell bei hohen und schlanken Flügeln, Fugendichtungen, Baukörperanschlüsse und Verglasungen. Weitere Informationen zur Schalldämmung bei Fenstern und Fassaden siehe Kapitel 3.5.

Schalldämmung mit Glas

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, schalltechnische Aussagen durch Messungen in Prüfständen nach EN ISO 10140 am Gesamtelement Fenster bzw. Fassade zu belegen. Bis zu ca. 40 dB ist der Einfluss des Fensterrahmes gering. Daher wird der Schalldämmwert bis zu diesem Wert maßgeblich durch die Verglasung beeinflusst. Die Schalldämmung einer Verglasung, in der Regel Mehrscheiben-Isolierglas, wird durch folgende Parameter, die im Folgenden näher erläutert werden, maßgeblich beeinflusst und mit dem Einzelwert R_w angegeben. Bei allen beeinflussenden Parametern ist die Bemerkung „in der Regel“ anzufügen. Gerade im Schallschutz kann eine Verallgemei-

nerung den jeweiligen Einzelfall nicht ausreichend berücksichtigen. Optimale Einzelergebnisse addieren sich nicht immer. Ursache hierfür ist die Wechselwirkung der einzelnen Parameter untereinander. Die Schalldämmung eines MIG kann aufgrund der hier aufgeführten physikalischen und technischen Erkenntnisse zwar geplant werden, exakt lässt sie sich nur durch eine Messung bestimmen. Eine rechnerische Ermittlung über das Flächengewicht der Glaseinheit ist weder richtig noch zulässig.

Scheibengewicht

Je schwerer die Scheibe je Flächeneinheit ist, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Einschlägige Bauteile weisen eine Verminderung der Schalldämmung in einem bestimmten Frequenzbereich auf. Diese Frequenzen nennt man Koinzidenzfrequenzen. Dieser Effekt tritt ein, wenn Schallwellen schräg auf eine Scheibe fallen. Der niedrigste Frequenzwert, bei dem dieser Effekt ausgelöst wird, heißt Koinzidenz-Grenzfrequenz. Sie ist materialspezifisch und abhängig von der Bauteildicke. Bild 9 zeigt Beispiele für drei Scheibendicken als Funktion der Schalldämmung in Abhängigkeit von der Frequenz. Als Faustregel gilt:

$$f_g = 12\,000/d$$

f_g : Koinzidenz-Grenzfrequenz in Hz
 d : Dicke des Bauteils in mm

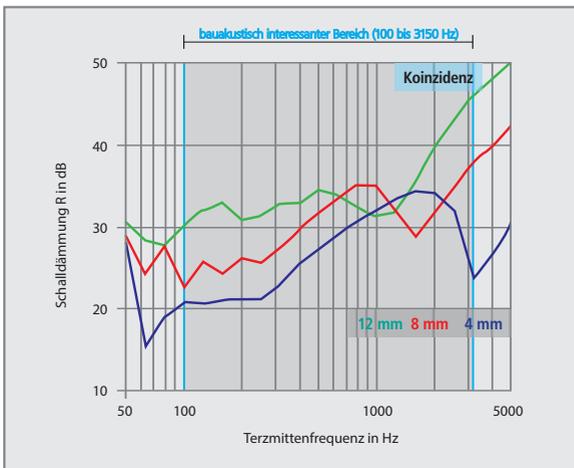


Bild 9: Schalldämmung von Einfachglas in Abhängigkeit von Frequenz und Glasdicke

3.5.1

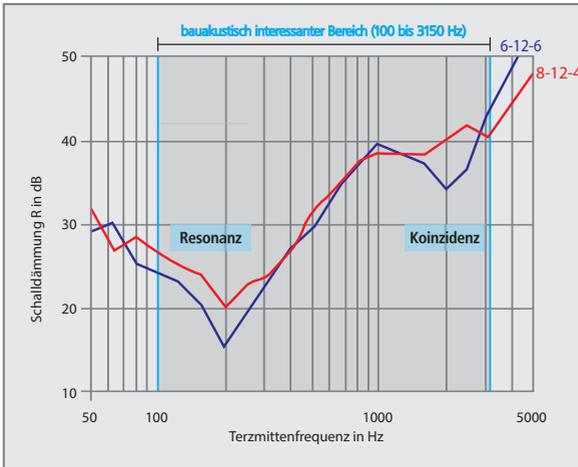
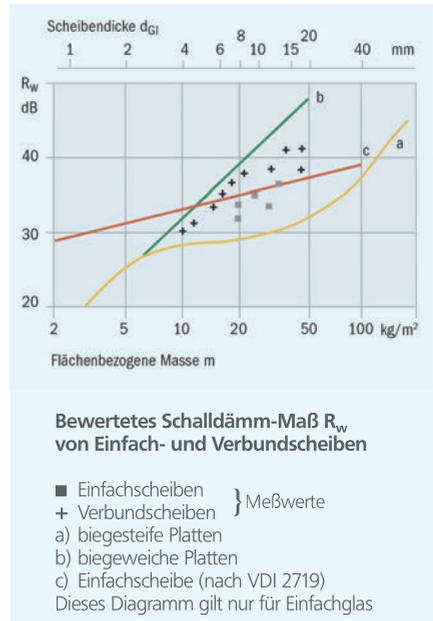


Bild 10: Koinzidenz- und Resonanz- Vergleich eines asymmetrischen und symmetrischen MIG-Aufbaus

Die Dicke der Außen- und Innenscheibe muss unterschiedlich sein. Je asymmetrischer die Scheiben bei gleicher Gesamtmasse aufgebaut sind, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert, da die beiden Koinzidenz-Grenzfrequenzen (auch genannt: Spuranpassungsfrequenzen) der Einzelscheiben verschoben sind.

Scheibensteifigkeit

Je elastischer die Einzelscheiben aufgebaut sind, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Verbundglasscheiben mit Schallschutzfolie nutzen diese Erkenntnis aus: Durch die elastische Verbindung zweier Einzelscheiben wird eine hohe Scheibenmasse mit einer geringen Biegesteifigkeit kombiniert. Dadurch wird die Schalldämmung sowohl im unteren als auch im oberen Frequenzbereich deutlich verbessert.



Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Einfach- und Verbundscheiben

- Einzelscheiben
 - + Verbundscheiben
- } Meßwerte
- a) biegesteife Platten
 - b) biegeweiche Platten
 - c) Einzelscheibe (nach VDI 2719)
- Dieses Diagramm gilt nur für Einfachglas

Bild 11: Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Einfach- und Verbundscheiben

Scheibenzwischenraum (SZR)

Je breiter der SZR ist, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert (zumindest keine Verschlechterung des Einzahlwertes), da die Hohlraumresonanz zu tieferen Frequenzen hin verschoben wird. Eine Veränderung der SZR-Breite ist in der Regel mit einer Änderung des U_g -Wertes verbunden. 3fach-MIG ist gegenüber 2fach-MIG mit gleicher Dicke und Masse schalltechnisch etwas ungünstiger, da durch die dritte Scheibe zusätzlich eine Zwischenresonanz erzeugt wird.

Gasfüllung

Die bei Isolierglas im Wesentlichen verwendeten Gase Argon und Krypton (früher auch noch Xenon) verändern sowohl die Schall- als auch die Wärmedämmung. Bekannt ist auch das Gas Schwefelhexafluorid (SF_6), welches die Schalldämmung von MIG deutlich verbessert. Die Verwendung ist aber heute aus Gründen des Klimaschutzes in der EU nicht mehr erlaubt und wird somit bei MIG nicht mehr eingesetzt.

Praxis

Um eine einfache und praktische Einschätzung von R_w ohne Vorliegen von Prüfergebnissen vornehmen zu können, kann man sich an folgenden Empfehlungen (aus dem aktuellen Entwurf des BF-Merkblatts „Schallschutz mit Glas“) orientieren.

Einfachglas (Monolithische Scheiben)

Nach DIN EN 12758:2011 wird Glas als Einfachglas (vorgespannt, klar, weiß, getönt, oberflächenbehandelt, beschichtet, Drahtglas) bezeichnet, wenn es sich bei dem Erzeugnis um eine einzelne Scheibe aus homogenem oder monolithischem Glas handelt. Die in Tabelle 4 der EN 12758 oder in Prüfberichten genannten Schalldämm-Maße für Glasaufbauten mit Einfachglas gelten für alle genannten Typen von Einfachglas gleicher Dicke. Es kann davon ausgegangen werden, dass Ornament- bzw. Gussglas dem Einfachglas der nächst niedrigeren Dicke entspricht, d. h., Ornamentglas mit einer Dicke von 6 mm wird akustisch beschrieben durch Daten für Einfachglas mit einer Dicke von 5 mm.

Verbundglas/ Verbund-Sicherheitsglas (VG/VSG)

Bei Glastypeen mit VG/VSG gibt es prinzipiell zwei Bauarten: zum einen Sicherheitsglas ohne verbes-

sernde schalldämmende Eigenschaften und zum anderen Verbundglas mit Zwischenlagen mit Eigenschaften, die die Schalldämmung verbessern. Die Verbundschicht besteht meist aus Kunststofffolien mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften, die für die vorgesehenen Anwendungsbereiche der VG/VSG entwickelt werden (im Wesentlichen Sicherheitsglas und/oder Schalldämmglas). Alternativ können die Verbundschichten auch aus sogenanntem Gießharz bestehen, das heute praktisch jedoch nicht mehr verwendet wird. VG/VSG ohne spezielle akustische Eigenschaft kann wie Einfachglas gleicher Enddicke beurteilt werden, es sei denn, für den exakten Glasaufbau liegt ein Prüfergebnis vor. PVB-Folien verschiedener Hersteller mit gleichartigen Schallschutzeigenschaften führen zu fast gleichen Schalldämmwerten identischer VG/VSG-Aufbauten. Darauf basierende MIG-Aufbauten führen selbstverständlich ebenfalls zu gleichen Schalldämmwerten.

Scheibenzwischenraum

Größere Scheibenzwischenräume wirken sich günstig auf das Schalldämm-Maß von MIG aus. Technisch verschiebt sich die aus der zweischaligen Bauweise resultierende Doppelscheibenresonanz zu tiefen Frequenzen hin, was sich für die Auswertung des bewerteten Schalldämm-Maßes günstig auswirkt (wie auch bei Kastenfenstern).

Abstandhalter und Dichtstoffe

Die schalltechnischen Daten für MIG einschließlich der organischen Dichtstoffe können für alle anderen organischen Dichtstoffe übernommen werden. Die gleichen Regeln gelten für Abstandhalter mit der gleichen Breite.

Gasfüllung

Die Schalldämmung von MIG hängt von der Gasfüllung ab. Für die heute gebräuchlichen Gasfüllungen können folgende Aussagen getroffen werden: Die Füllgase Argon und Luft haben im Rahmen der Mess-toleranzen vergleichbare Auswirkungen auf die Schalldämmung von Isolierglas mit einer Tendenz zu etwas höheren Werten bei Luftfüllung.

In erster Näherung können Argon und Luft als gleichwertige Füllgase hinsichtlich der Schalldämmung betrachtet werden. Die Angabe in Prüfberichten dient nur der Probekörperbeschreibung. Krypton als Füllgas hat abweichende Auswirkungen auf das Schalldämm-Maß eines Glasaufbaus, so dass Krypton-gefüllte Glasaufbauten eigenständig beurteilt werden müssen.

3.5.1

Orientierung der Verglasung

Die Luftschalldämmung des MIG ergibt sich im Wesentlichen aus den einzelnen Glasscheiben (Koinzidenz-Grenzfrequenz) und dem Scheibenzwischenraum (Doppelscheibenresonanz). Prüfungen im Labor zeigen, dass im Rahmen der Messtoleranzen die Einbaurichtung einer Isolierglas-Einheit, d. h. welche Seite zur Außenseite und zur Raumseite zeigt, keinen signifikanten Einfluss auf das resultierende Schalldämm-Maß hat. Nach DIN EN 12758:2011 gibt es bei Mehrscheiben-Isolierglas mit monolithischen Gläsern unterschiedlicher Dicke keine vorzugsweise Art des Einbaus, d. h. der Nutzen in Bezug auf die akustischen Eigenschaften ist nicht davon abhängig, welches Glas sich an der Außenseite befindet.

Bei VG/VSG besteht eine Abhängigkeit der Schalldämmung von der Umgebungstemperatur. Bei tieferen Temperaturen als der Prüftemperatur kann eine Minderung des Schalldämm-Maßes auftreten.

Bei VSG sollte die Verbundeinheit rauminnenseitig montiert werden.

Gelten zusätzlich Anforderungen an die Längsschalldämmung der Glasaufbauten, z. B. bei Fensterbändern, hat die Schalldämmung der raumseitigen Scheibe einen Einfluss.

Einfluss von Sprossen auf den Schallschutz

Echtsprossen weisen in Form von Wärme- und Schallbrücken bestimmte Nachteile auf. Bei einer erhöhten Anzahl von Sprossenverbindungen können durch Undichtigkeiten an den Sprossenkreuzen deutliche Schallübertragungen stattfinden. Durch sorgfältige Verarbeitung kann dieser Nachteil verringert werden. Zudem entstehen durch Sprossenprofile Wärmebrücken. Moderne Sprossensysteme, im SZR integriert, wie z. B. „Schweizer Kreuz“ oder „Wiener Sprosse“, schalten diese negative Begleiterscheinung weitgehend aus. Der Arbeitskreis „Sprossen“ des Bundesverbandes Flachglas diskutiert derzeit diese Aussage, um ggf. diese auf Basis aktueller Erkenntnisse zu aktualisieren.

Einfluss der Glasgröße

Schallschutzprüfwerte beziehen sich immer, wenn nichts anderes vereinbart wird, auf das Format nach entsprechender Prüfnorm – 1,23 m x 1,48 m. Eine erste Orientierung möglicher Veränderungen von R_{w} in Abhängigkeit des Formates, kann man der nachfolgenden Tabelle aus [12] entnehmen, Bild 12. Diese gelten für das Gesamtelement Fenster und Fassade.

Basis dieser Einschätzung nach [12] sind u. a. EN 14351-1 Anhang B, Tabelle 40 Beiblatt 1 DIN 4109 sowie Archiv des ift Schallschutzzentrums.

Scheibenformat S	Korrektur-Summand ΔR_{w}
$0,6 \text{ m}^2 < S \leq 1,5 \text{ m}^2$	-2 dB bis 0 dB
$1,5 \text{ m}^2 < S \leq 2,7 \text{ m}^2$	0 dB
$2,7 \text{ m}^2 < S \leq 3,6 \text{ m}^2$	-1 dB
$3,6 \text{ m}^2 < S \leq 4,6 \text{ m}^2$	-2 dB
$> 4,6 \text{ m}^2$	-3 dB

Bild 12 Korrekturwerte für den R_{w} -Wert von Fenstern [12]

Schrifttum zu Kap. 3.5.1

- [1] Bundesverband Flachglas, Merkblatt 013/2013, Schallschutz mit Glas, Entwurf November 2012
- [2] Elstner M., Häuser K., Schmid R. W., Walk R., „Gestalten mit Glas“, Interpane 8. Auflage Januar 2011
- [3] VFF Merkblatt, Schall.01, „Schallschutz mit Fenstern, Türen und Fassaden“
- [4] Glas + Rahmen 8-2012, Dr. K. Huntebrinker „Erfahrung ist unverzichtbar“
- [5] ift infoline 03-2011, „Vergleich der Schalldämmung von Zwei- und Dreifach-Isolierglas“
- [6] Lutz, Jenisch, Klopfer, Freymuth, Petzold; „Lehrbuch der Bauphysik“, I Schall – Heinz-Martin Fischer, B.G. Teubner, 5. Auflage
- [7] ED PRO, „Planung und Nachweis der Schalldämmung von Fenstern und Fassaden“, 2010
- [8] Jürgen Maak, „Erhöhter Schallschutz – Zur Neufassung VDI 4100, Ausgabe 2012“, Bauphysik 34 (2012), Heft 6, Seite 304-308, Ernst & Sohn
- [9] Ulrich Sieberath, Christian Niemöller, „Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen, Produktnorm, Leistungsseigenschaften mit Ergänzungen (Amendment) A1:2010 – Schallschutz (Dr. Joachim Hessinger, Bernd Saß)“, Fraunhofer IRB-Verlag, 2. Aktualisierte und ergänzte Auflage 2010
- [10] Karl Gösele, Walter Schüle, „Schall Wärme Feuchte – Grundlagen, Erfahrungen und praktische Hinweise für den Hochbau“, Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin, 9. neu bearbeitete Auflage
- [11] Gottfried C.O. Lohmeyer, Matthias Post, Heinz Bergmann, „Praktische Bauphysik – Einführung mit Berechnungsbeispielen“, Vieweg+Teubner, Springer Fachmedien Wiesbaden, 7. durchgesehene und aktualisierte Auflage 2010
- [12] Joachim Hessinger, „Schalldämmung von Fassaden“, Vortrag ift Fenstertage 2006

3.6 Sonnenschutz in Fenster und Fassade

3.6

Um Innenräume mit natürlichem Tageslicht zu versorgen, bietet der transparente Werkstoff Glas einzigartige Vorzüge. Mit der Tageslichtversorgung sind auch solare Energiegewinne verbunden, die je nach Nutzung der Gebäude und Jahreszeit mal mehr, mal weniger erwünscht sind.

Die zeitgenössische Architektur nutzt den Werkstoff Glas längst als prägendes Gestaltungsmittel für anspruchsvolle Verwaltungs-, Industrie- und Bürogebäude.

Moderne Glasprodukte lösen die mannigfaltigen Aufgaben in der Fassade wirkungsvoll.

Innovative Objektarchitektur

Die Interessen der Gebäudenutzer (Vermieter und Mieter) sind von dem Anspruch auf

- ganzjährig komfortables Raumklima,
- optimale Tageslichtversorgung,
- natürliche Lüftung und
- Umweltverträglichkeit

geprägt.

Innovative Gebäudekonzepte ermöglichen das Realisieren dieser persönlichen Ansprüche durch Nutzen des dynamischen Verhaltens des komplexen Gesamtsystems „Gebäude“ (Bau- und Anlagentechnik) mit dem Ziel einer optimalen Wirtschaftlichkeit.

Gebäudeplanung als Königsweg

Bereits im Planungsprozess kann unter Einbeziehung einer Ganzjahres-Energiebilanz eine Minimierung der Betriebskosten ins Auge gefasst werden.

Nachhaltiges Facility-Management betrachtet zunehmend den gesamten Lebenszyklus des Investments, von der Planung, über die Bauausführung, den Nutzungszeitraum, die spätere Modernisierung bis letztlich zum „Rückbau“.

Für eine optimierte Betriebsweise der Gebäude sind variable Fassadenfunktionen für den Energiehaushalt, den Luftaustausch und die Tageslichtsteuerung wünschenswert.

Statische Sonnenschutzsysteme, wie z. B. auskragende Geschossdecken, wie wir sie aus der Architektur Egon Eiermanns kennen, tragen nur teilweise zur Problemlösung bei. **Variable** Lösungen verbreitern dagegen das Optimierungspotential wesentlich.

Da gerade bei hohen Gebäuden außenliegende Sonnenschutzsysteme wie Jalousien auf Grund der starken Windbelastung nur begrenzt einsetzbar sind, haben sich zunehmend „Zweite-Haut-Fassaden“ etabliert. Diese weisen hinter der schützenden Außenhülle entsprechende mechanische Sonnenschutzzeineinrichtungen, z. B. Lamellen, auf. Nachteilig erweisen sich hierbei die höheren Fassadenkosten und der zusätzliche Platzbedarf, der zu Lasten der nutzbaren oder vermietbaren Fläche geht.

Fazit:

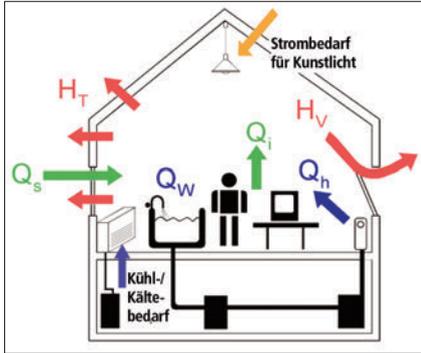
Bei sorgfältiger Betrachtung aller für Belichtung und Beschattung notwendiger Parameter bereits in der Planungsphase, ist es in Verbindung mit der Wahl geeigneter Funktionsverglasungen auch ohne mechanische Klimatisierung möglich, behagliche Innenräume zu realisieren:

Wohn- und Arbeitsräume, in denen man gerne verweilt, weil diese über ein gesundes Raumklima verfügen. All das bei möglichst niedrigem Energieverbrauch und höchst ansprechender Fassadenoptik.

3.6.1 Sommerlicher Wärmeschutz

3.6.1

Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes ist die Realisierung eines behaglichen Raumklimas im Sommer bei geringstmöglichem Energieverbrauch. Wesentlich für die Behaglichkeit ist die Raumlufttemperatur, die in erster Linie durch die in der folgenden Abbildung dargestellten Energieeinträge beeinflusst wird.



- H_T Transmissionswärmeverluste
- Q_s Solarwärmegewinne
- Q_w Energiebedarf für Warmwasseraufbereitung
- Q_i Interne Wärmegewinne (z.B. Personen, elektrische Geräte)
- Q_h Heizwärmebedarf
- H_V Lüftungswärmeverluste

Aufgabe von normativen Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ist, auch an heißen Sommertagen die Temperatur und/oder den Energiebedarf für Kühlung in Aufenthaltsräumen auf ein im Sinne von Mindestanforderungen festgelegtes Niveau zu begrenzen. So werden das Wohlbefinden und die Konzentrationsfähigkeit und damit die Leistungsfähigkeit der Nutzer nicht unzumutbar beeinträchtigt.

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird sowohl in der Energieeinsparverordnung (EnEV) als auch im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) gefordert.

Grundlage für den Nachweis an den sommerlichen Wärmeschutz ist die DIN 4108-2: 2013-02 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“.

Die Anforderungen gelten für:

- zu errichtende Gebäude
- Erweiterungen bestehender Gebäude
- neue Bauteile in bestehenden Gebäuden

Der Nachweis zur Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ist mit dem „Vereinfachten Verfahren“ über die Sonneneintragskennwerte mindestens für den Raum zu führen, der im Rahmen des Anwendungsbereichs zu den höchsten Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes führt.

Alternativ kann die thermische Gebäudesimulation angewendet werden.

Die Anforderungen und die Randbedingungen für dieses Verfahren sind in der DIN 4108-2 festgelegt.

Der Nachweis gem. DIN 4108-2 kann entfallen,

- wenn der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil die vorgegebenen zul. Werte nicht übersteigt,
- wenn bei Wohngebäuden sowie bei Gebäudeteilen zur Wohnnutzung, bei denen der kritische Raum einen grundflächenbezogenen Fensterflächenanteil von 35 % nicht überschreitet und deren Fenster in Ost-, Süd- oder Westorientierung (inkl. derer eines Glasvorbaus) mit außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen mit dem sogenannten Abminderungsfaktor $F_C \leq 0,30$ bei Glas mit $g > 0,40$ bzw. $F_C \leq 0,35$ bei Glas mit $g \leq 0,40$ ausgestattet sind (siehe auch Kap. 4.5.5).

Der F_C -Wert beschreibt die Wirksamkeit einer Sonnenschutzeinrichtung, den sog. Abminderungsfaktor.

Ein Glasvorbau wird nicht als kritischer Raum herangezogen.

Verfahren „Sonneneintragskennwerte“

Die Norm gibt für dieses vereinfachte Verfahren die standardisierten Randbedingungen zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes vor.

Danach ist zu untersuchen, ob der vorhandene Sonneneintragskennwert S_{vorh} kleiner oder gleich dem maximal zulässigen Sonneneintragskennwert S_{zul} ist.

$$S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}}$$

Die Auswahl des oder ggf. der betrachteten Einzelräume bezieht sich dabei auf kritische Raumsituationen, wobei die Norm selbst nur wenig Hinweise auf die Auswahl einer solchen „kritischen Situation“ liefert.

Die im gültigen Nachweisverfahren nach DIN 4108-2 zu berücksichtigenden Randbedingungen sind:

- der Standort des Gebäudes (3 Klimaregionen für Deutschland)
- die Art und Intensität der Raumlüftung
- der Sonnenschutz der transparenten Außenbauteile
- die Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Bauteile
- die Raumgeometrie
- der Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Außenbauteile
- der Flächenanteil der transparenten Außenbauteile
- die Orientierung (Himmelsrichtung) der transparenten Außenbauteile
- der Neigungswinkel der transparenten Außenbauteile zur Senkrechten

Bis auf den erstgenannten Aspekt sind alle im Verfahren berücksichtigten Parameter konstruktive bzw. gebäudespezifische Entwurfsgrößen, die dem Planer eine möglichst einfache Bewertung des baulichen sommerlichen Wärmeschutzes bereits in einem frühen Planungsstadium ermöglichen sollen. Keine Berücksichtigung finden in dem vereinfachten Verfahren nutzungsspezifische Randbedingungen, wie z. B. Belegungsdichte (Anzahl der vorhandenen Personen) oder Höhe bzw. zeitlicher Verlauf der internen Lasten (z. B. Lichttechnik, EDV-Ausstattung).

Ebenso kann mit dem Verfahren keine Anpassung an lokale, klimatische Gegebenheiten (Höhe des Standorts, Windverhältnisse, freie oder innerstädtische Lage) erfolgen.

Das Verfahren ist darüber hinaus nicht anwendbar bei Räumen oder Raumbereichen, die in Verbindung mit folgenden baulichen Einrichtungen stehen:

- Doppelfassaden sowie
- transparente Wärmedämmsysteme (TWD)

Verfahren „Thermische Gebäudesimulation“

Für solche Fälle, in denen die Anwendbarkeit des „vereinfachten Verfahrens“ ausgeschlossen ist oder eine genauere Bewertung erfolgen soll, verweist die Norm DIN 4108-2 auf eine dynamisch-thermische Simulationsrechnung zur Bewertung der thermischen Verhältnisse. Insbesondere aufgrund der Vielzahl der bei dynamisch-thermischen Simulationsrechnungen zu berücksichtigenden Einflüsse sind einheitliche Berechnungsrandbedingungen eine wesentliche Voraussetzung für die Nachweisführung.

Diese Randbedingungen sind in der Norm DIN 4108-2 vorgegeben.

Im Rahmen der Nachweisführung ist für die jeweils geltenden Bezugswerte der Innentemperatur nachzuweisen, dass im kritischen Raum des zu bewertenden Gebäudes der maximal zulässige Anforderungswert der Übertemperaturgradstunden nicht überschritten wird.

Der Zielkonflikt von großen Fensterflächen zur winterlichen Sonnenenergienutzung und zum sommerlichen Schutz vor Überhitzung kann intelligent durch den Einsatz von Glas gelöst werden.

Die AGC INTERPANE Produktpalette bietet hier umfangreiche Möglichkeiten, die gestellten Anforderungen zu erfüllen (s. Kapitel 5.8).

3.7 Sicherheit in Fenster und Fassade

3.7

In weit über der Hälfte aller Einbrüche werden Türen und Fenster mit einfachsten Mitteln aufgehebelt.

Schutz gegen Einbrecher und Diebe bieten sogenannte einbruchhemmende Fenster. Es gibt sie aus Holz, Kunststoff, Aluminium oder Stahl. Sie zeichnen sich aus durch eine besonders hohe mechanische Stabilität des Rahmens, des Fensterflügels und Fensterbeschläge. Ein weiteres Merkmal des einbruchhemmenden Fensters ist die hochwertige Verglasung: Sie ist durchwurf- oder sogar durchbruchhemmend.

Europäische Normung

Bei einbruchhemmenden Bauteilen für Fenster und Fassade sind die einbruchhemmenden Eigenschaften im CE-Kennzeichen anzugeben. Die zugehörige Prüfung und Klassifizierung des Bauteils erfolgt nach den Normen DIN EN 1627 bis DIN EN 1630 in den Widerstandsklassen RC 1 N bis RC 6.

Nach mehr als einem Jahrzehnt endete die Vormonzeit DIN V ENV 1627 mit dem Ausgabedatum September 2011 in Deutschland. Die DIN EN 1627 „Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung - Anforderungen und Klassifizierung“ klassifiziert Bauprodukte weiterhin in sechs Widerstandsklassen. Dabei werden von Einbrechern angewendete Angriffsmethoden sowie die Kriminalstatistiken aus vielen Ländern berücksichtigt.

Die Norm gilt für die verschiedene Öffnungsarten: Drehen, Kippen, Falten, Drehen und Kippen, Schwingen, Schieben (horizontal und vertikal) und Rollen sowie für nicht öffnere Konstruktionen. Zudem behandelt sie Produkte, die Zusatzelemente, wie beispielsweise Briefklappen oder Lüftungsgitter, enthalten. Mit dem Erscheinen der DIN EN 1627 werden die beiden Normen DIN V ENV 1627 „Fenster, Türen, Abschlüsse - Einbruchhemmung - Anforderungen und Klassifizierung“ von 1999 und DIN 18106 „Einbruchhemmende Gitter“ von 2003 ersetzt.

Übersicht der Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630

DIN EN 1627	DIN EN 1628	DIN EN 1629	DIN EN 1630
	– Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmende Bauteile in 4 Produktgruppen		
Anforderung und Klassifizierung	Prüfverfahren Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung	Prüfverfahren Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung	Prüfverfahren Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche

Eine wesentliche Änderung sind die „neuen“ Bezeichnungen der Widerstandsklassen

Die bisherigen Widerstandsklassen (WK) wurden in Resistance Classes (RC) umbenannt.

WK (Widerstandsklasse) → RC (Resistance Class)

Auszug aus der DIN EN 1627: 2011-09 (NA.11 Korrelationstabelle)

Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN EN 1627: 2011-09	Widerstandsklasse des Bauteils nach DIN V ENV 1627: 1999-04	Widerstandsklasse nach DIN 18106: 2003-09
RC 1 N	– ¹⁾	– ¹⁾
RC 2 N	WK 2 ²⁾	–
RC 2	WK 2	WK 2
RC 3	WK 3	WK 3
RC 4	WK 4	WK 4
RC 5	WK 5	WK 5
RC 6	WK 6	WK 6 ³⁾

¹⁾ Keine Zuordnung möglich, da Prüfanforderungen erhöht wurden.

²⁾ Die Widerstandsklasse WK 2 ist grundsätzlich für die Korrelation der Widerstandsklasse RC 2 N geeignet; die Verglasung kann jedoch frei vereinbart werden.

³⁾ Zusatzprüfung mit dem Spalthammer nach DIN EN 1630: 2011-09

N: no requirements (keine Anforderungen an Verglasung)

Widerstandsklassen RC 1 N bis RC 3

Die Klassen RC 1 N, RC 2 N, RC 2 und RC 3 beziehen sich auf Angriffsweisen, die üblicherweise von Gelegenheitstätern angewendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Angriffe durch eine gute Gelegenheit ausgelöst werden, ohne die Erwartung einer möglichst hohen Beute. Es kommt zu keiner übermäßigen Gewalt, und die verwendeten Werkzeuge sind meistens übliche Handwerkzeuge und Hebelwerkzeuge.

Bei den von diesen Klassen beschriebenen Einbruchmethoden werden meistens Lärm sowie ein unnötiges Risiko vermieden; denn das Risiko wird mit zunehmender Angriffsdauer höher, und die Zeit, um Zutritt zu erlangen, ist begrenzt und variiert mit den Widerstandsklassen. Außerdem ist der Widerstandsgrad ein Faktor, der erst beim Angriff erkannt werden kann. Ein hoher Widerstandsgrad führt oftmals zum Abbruch des Angriffs.

Widerstandsklassen RC 4 bis RC 6

Die Widerstandsklassen RC 4, RC 5 und RC 6 berücksichtigen erfahrene und professionell vorgehende Einbrecher, die ein konkretes Ziel sowie Informationen über die zu erwartende Beute haben. Diese Angriffe sind gewöhnlich geplant, und die Täter verfügen über Informationen über die anzugreifenden Bauprodukte. Lärm wird in Kauf genommen, und die Täter verwenden mehr Zeit. Es werden leistungsfähige Werkzeuge (Einmannwerkzeuge) eingesetzt, und es kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass es sich um organisierte Kriminalität handelt.

Empfohlene Verglasungsklassen

Der Anhang E der Norm weist unter Punkt 5 „Füllungen“ den einzelnen Widerstandsklassen der Fenster entsprechende Verglasungstypen zu.

Auszug aus DIN EN 1627: 2011-09

Widerstandsklasse	Widerstandsklasse der Verglasung gemäß EN 356
RC 1 N	Keine Anforderungen*)
RC 2 N	Keine Anforderungen*)
RC 2	P4 A
RC 3	P5 A
RC 4	P6 B
RC 5	P7 B
RC 6	P8 B

*) In diesen Widerstandsklassen können nationale Anforderungen berücksichtigt werden.

Für die Prüfung selbst ist eine P4-A-Verglasung einzubauen.

ANMERKUNG: Bei Ausführung mit einer geringeren Widerstandsklasse als P4 A kann die Verwendung eines Beschlages erforderlich werden

Erst wenn die Bauteilprüfung bestanden wurde, wird die erforderliche Widerstandsklasse und Einbaueinrichtung der Verglasung in der Systembeschreibung bzw. dem Prüfzeugnis des Fenster-/Profilherstellers beschrieben. Die Systembeschreibung ist maßgebend für die Herstellung der einbruchhemmenden Bauteile.

Einbruchhemmende Fenster nach VdS-Richtlinien

Der Verband Schadenverhütung GmbH (VdS) stellt eigene Richtlinien für die Bewertung einbruchhemmender Bauteile auf. Danach werden Bauprodukte auf ihre einbruchhemmenden Eigenschaften hin geprüft und zertifiziert.

Die notwendige Einbruchhemmungsklasse für die Bauteile und die dafür notwendige Mindestanforderung an die Verglasungen sollte der Bauherr auf Grundlage der Sicherungsrichtlinien mit seinem Sachversicherer klären. Aktuelle Listen der VdS-anerkannten Sicherungseinrichtungen (Fenster, Türen, Verglasungen, Fassadenelemente etc.) sind unter www.vds.de zu finden.

Einbruchhemmende Fenster werden in Widerstandsklassen N, A, B und C eingestuft. Bereits Fenster der niedrigsten Klasse N sind sehr viel stabiler als herkömmliche Fensterelemente. Die Stabilität nimmt in den Klassen A, B und C weiter zu. Einbruchhemmende Fenster werden in allen gängigen Materialien, wie Holz, Kunststoff oder Metall, angeboten und sind äußerlich von üblichen Fenstern nicht zu unterscheiden.

3.7

Zu den wesentlichen Merkmalen eines geprüften und anerkannten einbruchhemmenden Fensters gehören:

- stabiler Aufbau von Fensterflügel und Fensterrahmen
- hochwertige Befestigung der Verglasung im Fensterflügel
- hochwertige Beschläge
- hochwertige Verschlusseinrichtung
- einbruchhemmende Verglasung

Widerstandsklassen für Verglasung und Fenster

Einbruchhemmende Bauteile (Gesamtelement) und deren Eigenschaften werden von der VdS Schadenverhütung GmbH im Auftrag der Versicherungswirtschaft in ihren Sicherungsrichtlinien definiert.

VdS-Klasse der mechanischen Sicherung	Angelehnte Widerstandsklasse nach DIN EN 1627
N	RC 2
A	RC 3
B	RC 4
C	RC 5

VdS 5478-2010

„Funktionalität und Sicherheit – Fenster und Türen“

Tabelle „Widerstandsklassen“

Die Tabelle gibt einen Überblick über die verschiedenen Stufen von Prüfungen und Anerkennungen von Fenstern und Gläsern im Wohnbereich. Für nähere Informationen lassen Sie sich bitte von einem Fachmann beraten.

Fenster (und Türen) zum Schutz vor Einbrechern und Dieben, VdS 2534
Klasse N
Klasse A
Verglasungen zum Schutz vor Steinwürfen (Durchwurfhemmung), VdS 2163
Klasse EH 01
Klasse EH 02
Verglasungen zum Schutz vor Hammer- und Axtschlägen (Durchbruchhemmung), VdS 2163
Klasse EH 1

Quelle VdS 5478: 2010

Die Bauteile werden als Einheit geprüft, denn erst das Zusammenspiel der eingesetzten Materialien, wie Beschlag, Rahmen und Glas, ermöglichen es, den erforderlichen Widerstand einem Täter entgegenzusetzen. Das bedeutet, dass einbruchhemmende Fenster nur als Einheit geprüft und zertifiziert werden. Daher lässt sich aus einem normalen Fenster durch Einbau eines einbruchhemmenden Beschlags oder dem Austausch der Verglasung auch kein RC-2(WK-2)-Fenster machen.

Die Klassifizierungen „RC 1“, „RC 2“ etc. bezeichnen somit immer das Bauteil als Ganzes. Erst dann ist es als geprüftes und anerkanntes Fenster (gleiches gilt für Türen) zu deklarieren.

Die anerkannten Produkte werden in ein Verzeichnis aufgenommen. Welche Widerstandsklasse für ein bestimmtes Objekt im Einzelfall notwendig ist, hängt von den jeweiligen Umständen ab und muss frühzeitig mit dem Versicherer abgestimmt werden.

Sofern nicht etwas anderes vereinbart ist, gilt die folgende Klassenzuordnung für Haushalte in	Versicherungssumme in EUR	Wertsachen ¹⁾ in EUR	VdS-Klasse der mechanischen Sicherungsmaßnahme	VdS-Klasse der Einbruchmeldeanlage (EMA)
ständig bewohnten Wohnungen in Mehrfamilienhäusern, Einfamilienhäusern	bis 100.000	bis 20.000	N	nicht gefordert
	über 100.000 bis 150.000	über 20.000 bis 50.000	A	A
	über 150.000	über 50.000	A	B
nicht ständig bewohnten Wohnungen in einem von Dritten ständig bewohnten Gebäude	bis 50.000	bis 10.000	N	nicht gefordert
	über 50.000 bis 100.000	über 10.000 bis 20.000	A	A
	über 100.000	über 20.000	A	B
nicht ständig bewohnten Gebäuden	Die Sicherungsmaßnahmen sind individuell mit dem Versicherer zu vereinbaren			
¹⁾ Wertsachen sind z.B. a) Bargeld und auf Geldkarten gespeicherte Beträge; b) Urkunden einschließlich Sparbücher und sonstige Wertpapiere; c) Schmucksachen, Edelsteine, Perlen, Briefmarken, Telefonkarten, Münzen und Medaillen sowie alle Sachen aus Gold oder Platin; d) Pelze, handgeknüpfte Teppiche und Gobelins, Kunstgegenstände – z.B. Gemälde, Collagen, Zeichnungen, Graphiken und Plastiken – sowie nicht in c) genannte Sachen aus Silber; e) sonstige Sachen, die über 100 Jahre alt sind, jedoch mit Ausnahme von Möbelstücken.				
Tabelle 2-1: Klassenzuordnung und Deckungssummen (Erfahrungswerte)				

Quelle: VdS 691: 2010-06 (06) Sicherungsrichtlinie für Haushalte

Weitere Richtlinien:

- VdS 2333 „Sicherungsrichtlinien für Geschäfte und Betriebe“
Sicherungsklasse SG 1 bis SG 6
Je nach Art des zu sichernden Betriebes werden unterschiedliche Sicherungsmaßnahmen empfohlen.
- VdS 2559-1 „Betriebsartenverzeichnis“
Hier ist die Zuordnung der Betriebsarten zu den Sicherungsklassen SG 1 bis SG 6 zu finden.
- VdS 2472 „Sicherungsrichtlinien für Banken, Sparkassen und sonstige Zahlstellen“
Die Sicherungsklasse SG 5 ist eine speziell für Banken definierte Richtlinie.
- VdS 3511 „Sicherungsrichtlinien für Museen und Ausstellungshäuser“

3.8 Kleben von Glas in Fenster und Fassade

3.8

Structural Glazing

Structural Glazing ist eine Verglasungstechnik für ein besonders harmonisches Fassadenbild. Es besteht durch seine einheitliche durchgängige Optik (siehe auch Kap. 5.13.9).

Für Planer bedeutet dies eine Erweiterung der Gestaltungsfreiheit bei vorgehängten Fassaden.

Die Erfahrungen mit elastomeren Dichtstoffen ebnete dieser Technik den Weg. Hochwertige Funktionskleber gewährleisten die konstruktive Sicherheit.

Die übliche mechanische Halterung entfällt. Stattdessen wird das Glas an den Scheibenrändern auf die Unterkonstruktion (Rahmen) geklebt.

Für Structural-Glazing-Fassadensysteme gibt es noch keine normativen Vorgaben. Diese Anwendungen müssen nach den Leitlinien für europäische technische Zulassungen - European Technical Approval Guideline 002 (ETAG 002) bewertet werden.

Die Klebefugen einer solchen Konstruktion übertragen alle Windlasten auf die Rahmenkonstruktion. Die komplett vorgefertigten Structural-Glazing-Elemente werden vor Ort mit der Unterkonstruktion verbunden. In der konsequentesten Ausführung als allseitiges Structural Glazing bietet sich dem Betrachter von außen das Bild einer einheitlichen, gebäudeumhüllenden Glasfläche, da bei dieser Bauart keine außenliegenden Befestigungs- oder Sicherungselemente vorhanden sind.

Eine alternative Variante ist die zweiseitig geklebte Version. Dabei werden Sicherungsleisten an zwei gegenüberliegenden Scheibenkanten angebracht. Sie gewährleisten eine formschlüssig gesicherte Verbindung mit der Unterkonstruktion. Zweiseitiges Structural Glazing kann sowohl mit horizontal als auch mit vertikal eingebauten Sicherungsleisten ausgeführt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, punktuelle, mechanische Sicherungen einzubauen. Auch hier entscheidet einzig der Wille des Gestalters.

Bei der zweiseitigen Variante muss man je nach Statik unterscheiden:

Wenn die Verglasungen im Sinne der Technischen Regeln für die Verwendung linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV-08-2006 - zukünftig in der DIN 18008-2) gelagert ist und die beiden freien Kanten nicht in der Statik berücksichtigt werden (lediglich Wetterfuge), geht man von einer zweiseitig mechanisch gelagerten Konstruktion und nicht von einer SG-Konstruktion aus und muss auch danach bewerten.

Werden die beiden freien Kanten verklebt und in der Statik berücksichtigt, muss eine entsprechende Dimensionierung des Randverbunds erfolgen. Grundsätzlich sind die bauordnungsrechtlichen Vorgaben in dem Land zu beachten, in dem die Ausführung des Bauvorhabens erfolgen soll.

Im Rahmen des europäischen Konformitätsnachweises/CE-Kennzeichnung müssen SSG-Systeme die Anforderungen der ETAG 002 erfüllen. Für Deutschland sind bei SSG-Systemen weitere bauaufsichtliche Verwendungsnachweise notwendig.

abZ – Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder ETB – Europäische Technische Bewertung (ETA – European Technical Assessment)

Wenn ein geprüftes System, welches an eine Zulassung (abZ/ETA) gebunden ist, zur Ausführung kommen soll, sind die jeweiligen Vorgaben/Restriktionen des Systemgebers zu beachten. Bei Planungen, die von einer Zulassung abweichen, muss Rücksprache mit dem Systemgeber gehalten werden, und es muss i. d. R. eine **ZIE** – Zustimmung im Einzelfall (Zuständigkeit – Oberste Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes) durchgeführt werden.

Um ein regelkonformes funktionierendes SSG-Fassadensystem detailliert zu planen und auch umzusetzen, ist eine frühzeitige Kommunikation aller Beteiligten zwingend erforderlich. Im Folgenden werden die Beteiligten solcher SSG-Fassadensysteme mit einem Teil ihres Aufgabenspektrums beschrieben, um die Komplexität und die Lösungswege darzustellen.

Systemgeber Fassade

Der Systemgeber muss für sein Fassadensystem die nötigen Planungs- und Entwicklungstätigkeiten übernehmen. Darunter fällt vor allem das Erwirken einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA), bei der er als Zulassungsinhaber fungiert. Dabei muss dieser den Fassadenhersteller bei der Planung und Umsetzung, z.B. durch Schulungsmaßnahmen, technische Dokumentationen und die Vorgaben für die werkseitige Produktionskontrolle, unterstützen.

Fassadenhersteller

Der Fassadenhersteller hat die volle Verantwortung für die Herstellung, Ausführung und die Konformität der geklebten Fassadenkonstruktion. Das gilt auch, wenn z. B. Subunternehmer die Verklebung übernehmen sollten. Er hat für eine vollständige Dokumentation zu sorgen und muss die Konformität des Fassadensystems nachweisen.

Klebstoffhersteller

Ein Hersteller muss für seinen Klebstoff eine eigene ETA durch eine europäische technische Zulassungsstelle (EOTA-Stelle) erwirken. Für die Verwendung in einer geklebten Glaskonstruktion nach ETAG 002 dürfen nur zugelassene (ETA) Klebstoffe zum Einsatz kommen. Der Klebstoffhersteller unterweist den Fassadenhersteller und das verklebende Unternehmen, mit Hilfe von Schulungsmaßnahmen, technischen Dokumentationen und Vorgaben für die werkseigene Produktionskontrolle. Diese Vorgaben sind exakt einzuhalten und werden regelmäßig durch den Klebstoffhersteller überprüft.

Verklebende Unternehmen

In der Regel ist dies der Hersteller der Verglasung. Das verklebende Unternehmen muss ebenfalls eine notifizierte Stelle für eine Fremdüberwachung einschalten und wird vom Klebstoffhersteller und ggf. vom Systemgeber geschult und zertifiziert.

Europäische technische Zulassungsstelle

Jeder Mitgliedsstaat in Europa hat mindestens eine Stelle für technische Zulassungen. Diese erstellen auf Basis der Prüfnachweise der notifizierten Institute die jeweiligen ETAs. Diese Prüfungen werden i.d.R. vom Systemgeber beauftragt. Nur mit einer ETA kann ein Konformitätszertifikat (CE-Kennzeichnung) erwirkt werden. Damit bestätigt der Systemgeber die Konformität der Konstruktion in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union. In Deutschland ist dies das DIBT – Deutsches Institut für Bautechnik.

Notifizierte Stelle

In Deutschland erfolgt eine Anerkennung der Prüfstellen durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBT) als erlaubniserteilende Behörde. Sie notifiziert dann diese Prüfstellen bei der Europäischen Kommission.

Prüfungen sind in jedem europäischen Land durch Stellen möglich, die von den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union entsprechend notifiziert (Notified Body) sind. Welche Stellen einzuschalten und welche Aufgaben durch die notifizierte Stelle wahrzunehmen sind, ist in den harmonisierten Normen (Anhang ZA) oder den europäischen technischen Zulassungen festgelegt.

Generelle Anforderungen an Structural-Glazing-Systeme:

Bei Beschichtungen nach Klasse C der EN 1096 („Soft-coatings“) verlangt die ETAG 002, dass die Klebefläche entschichtet und die Klebefähigkeit nachgewiesen wird.

Um diese Anforderung zu erfüllen, maskiert AGC INTERPANE vor dem Beschichtungsprozess in Abhängigkeit des Produktes den Bereich der tragenden Klebefläche oder entfernt nachträglich die Beschichtung mit speziell für diesen Zweck entwickelten Schleifvorrichtungen. Dazu gibt es eine detaillierte Dokumentation.

Die INTERPANE Beschichtungsunternehmen können ihren Kunden beschichtete Festmaße mit randentschichteten Gläsern anbieten oder ggf. mit auftragsbezogener Maskierung, siehe Kap. 5.7.3.

a) Mechanische Beständigkeit und Festigkeit

Die ETAG 002 fordert bei Structural Glazing generell eine mechanisch tragfähige Verklebung. Das bedeutet, dass unbeschichtetes Glas grundsätzlich verwendet werden kann. Beschichtete Oberflächen, wie auch bei beschichtetem Glas, sind dagegen im Rahmen einer Zulassung auf ihre Funktionsfähigkeit hin zu prüfen, besonders im Hinblick auf:

- Verwendung von Silikon als mechanisch beständigem Klebstoff
- Sicherstellung einer ausreichenden Dimensionierung der Klebefuge
- Sicherstellung der Klotzung sowohl der Innen- als auch der Außenscheibe

b) Tauwasserfreiheit des Isolierglas-Elements

Tauwasser darf in einem Isolierglas-Element nicht auftreten. Folgende Maßnahmen sind dazu notwendig:

- Verwendung des bewährten zweistufigen Randverbundsystems auf der Basis von Butyl und UV-unempfindlichem Silikon
- Sicherstellung dichter Ecken
- Sicherstellung klar definierter Einbauverhältnisse:
 - Entwässerung
 - Be- und Entlüftung
 - Schlagregendichtigkeit
 - Dampfdichtigkeit zum Innenraum

c) Eindeutig definierte Produktionsverfahren

Eine reproduzierbare Produktionsmethode ist durch systematisierte industrielle Fertigung beim Produzenten sicherzustellen. Das Ausspritzen tragender Klebefugen am Bau ist nicht zulässig, weil die definierten Produktionsumstände dort nicht gewährleistet sind (Witterungsverhältnisse, unkontrollierbare Verschmutzungen der Klebefuge u. a. m.).

d) Gewährleisteter Qualitätsstandard

Durch ein übergreifendes Qualitätssicherungssystem ist ein gleichbleibender Qualitätsstandard zu gewährleisten.

Definierte Abläufe und Eigenschaften zur Produktfreigabe:

- konstante Oberflächenqualität der Profile
- Materialverträglichkeit der verarbeiteten Komponenten mit Silikon
- Einhalten und Prüfen der Angaben technischer Spezifikationen, wie z. B. Festigkeitswerte von Silikon

Produktionsbegleitende Qualitätssicherung:

- Prüfung der Maßgenauigkeit
- Prüfen des Aushärteverhaltens vom Dichtstoff

Eine ergänzende Fremdüberwachung der Produktion durch ein unabhängiges Prüfinstitut ist ebenfalls möglich.

e) Verwendung von typisierten Gesamtlösungen

Die unter Einbeziehung des Dichtstoffherstellers, des Metallbauers und ggf. des Systemherstellers entwickelten Structural-Glazing-Fassaden erfordern eine produktionstechnisch abgesicherte Konfektionierung der Glas-Rahmen-Elemente.

Die Konfektionierung dieser Glas-Rahmen-Elemente beim Hersteller setzt spezielle produktionstechnische Einrichtungen voraus.

Diese Elemente können vom Metallbauer mit konventionellen Methoden in der Fassade montiert werden. Veränderungen an sicherheitsrelevanten Komponenten sind somit ausgeschlossen.

Die Zulassung von Structural Glazing als geklebte Glaskonstruktion ist von der EOTA (Europäische Organisation für technische Zulassung) in der ETAG 002 geregelt.

Bei technischen Fragen, z. B. zur Machbarkeit von verschiedenen Verglasungssystemen, zu den sehr planungsintensiven SSG-Systemen, stehen Ihnen unser IBC-Beratungszentrum und unsere Architektenberater gern zur Verfügung.

Von Structural Glazing abgeleitete Konstruktionen

Neben den „reinrassigen“ Structural-Glazing-Fassaden sind auch von diesem Konstruktionsprinzip abgeleitete Lösungen anzutreffen, bei denen das Prinzip von geklebten Glas-Rahmen-Elementen auf neuartige Verglasungssysteme im Fenster- und Fassadenbereich übertragen wird.

Derartige Neuentwicklungen erfordern bereits im Vorfeld eine Zusammenarbeit zwischen Planer, Fassadenhersteller, Isolierglas-Hersteller/-Produzent und ggf. Bauaufsichtsbehörde.

Grundsätzlich sollten die Beteiligten (Fassadenbauer, Systemgeber etc.) frühzeitig in die Planung involviert werden, um alle Wünsche des Bauherrn/Architekten auf ihre Machbarkeit hin zu prüfen und ggf. aufkommende Fragen rechtzeitig zu beantworten.

Geklebte Fenster

Eine Variante der Verklebung ist die in den Rahmen verklebte Verglasungseinheit. Diese bietet durch die Klebung eine mitttragende Wirkung des Glases sowie ggf. fertigungstechnische Vorteile bei der Fensterproduktion.

Die Klebetechnik hat in den letzten Jahren auch im Fensterbau für Aufmerksamkeit gesorgt. Hier wird die Steifigkeit des Isolierglases ausgenutzt. Das MIG wird mit einer statisch wirksamen Verklebung mit dem Fensterflügel verbunden. Das Fenster wird hier dann als Verbundelement versteift und bietet durch die Klebetechnik einige Vorzüge gegenüber der „normalen“ Fensterverglasung. Allerdings müssen die Konstruktionen im Ganzen betrachtet werden und dabei auch einige Dinge beachtet werden. Denn das Isolierglas hat hier als wichtige Komponente unter Umständen zusätzliche Belastungen aufzunehmen, die sich aus den verschiedenen Fenstersystemen oder Klebevarianten ergeben.

Je nach konstruktiver Ausbildung des Fensterflügels kommt im Randverbund des MIG eine tragende Klebung zum Einsatz oder der Randverbund hat nur abdichtende Aufgaben. Wird eine tragende Klebung im Randverbund angesetzt, gelten für die Auswahl der Klebstoffe und die Dimensionierung der

Höhe des Randverbundes die Vorgaben der EN 13022-1.

Neben den Eigenschaften des Klebstoffes ist auch die Lage der Klebefuge in der Fensterkonstruktion ein wichtiger Aspekt. Deshalb ist eine sorgfältige Auswahl hinsichtlich der Eigenschaften unerlässlich und Bestandteil bei der Entwicklung einer solchen Fensterkonstruktion.

Auch bei der Auswahl der Rahmenmaterialien sind die jeweiligen Eigenschaften des Materials zu beachten. Geklebt werden kann i. d. R. auf allen Materialien, die im Fensterbau zur Anwendung kommen (wie z. B. Holz, Kunststoff, Aluminium). Aber gerade dann ist der Punkt des Prozesses der Vorbehandlung/Vorbereitung des Werkstoffes für die Klebung von eminent wichtiger Bedeutung. Der Produzent hat jede im Klebesystem verwendete Oberfläche zu prüfen. Bei Änderungen der Haftpartner ist im Allgemeinen eine erneute Prüfung nötig. Gerade unter dem Aspekt der dauerhaften Gebrauchstauglichkeit der Fensterkonstruktionen ist eine ganzheitliche Betrachtung notwendig.

Die Richtlinie des ift Rosenheim (VE 08/1 „Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme“) wurde in Zusammenarbeit mit der HFA Holzforschung Austria Wien, und der Fachhochschule Bern Architektur, Holz und Bau erstellt. Sie ist eine Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme. Die Ausführungen orientieren sich bezüglich der Prüfverfahren an der europäisch technischen Richtlinie ETAG 002-1 „Leitlinie für die europäisch technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen“.

Für solche geprüften Systeme ist eine Systembeschreibung nötig, die u. a. folgende Informationen und Vorgaben enthalten sollte:

- Systemzeichnung mit Angabe der Profile, Verstärkungen, Dichtungen, Verglasungen, Klotzungen und Beschläge
- Verbindungen und Öffnungsarten
- Hinweise zur Fertigung, zum Transport und zur Lagerung
- Einbauanleitung und Montagebeschreibungen
- Anleitung zur Pflege und Wartung sowie Reparaturhinweise
- Definition und Dokumentation der Systemänderungen

Geklebte Verglasungssysteme sind im Bereich des

Fensterbaus eine von den vorhandenen Normen und Richtlinien bisher nicht beschriebene Variante. Dennoch ist auch ein Fensterflügel mit geklebter Verglasung Teil eines Fensters, das nach der europäischen Produktnorm DIN EN 14351-1 CE-gekennzeichnet werden muss, d. h. der Hersteller muss die Konformität nachweisen. Dazu gehört neben der Erstmusterprüfung (Initial Type Test ITT) auch eine werkeigene Produktionskontrolle (WPK) des Herstellers. Da hier die Produktion bzw. die Verglasungstechnik von den gültigen technischen Richtlinien abweicht, sollte dieser Fertigungsprozess als eigenständiger Teil der WPK gesehen werden. Weiterführende Informationen zur WPK, Konstruktion und Produktion sind z. B. zu finden

- bei Klebstoffherstellern und Systemgebern
- in der EN 13022-2 – „Glas im Bauwesen – geklebte lastabtragende Glaskonstruktionen Teil 2 – Glas“
- in der ift-Richtlinie VE 08/1 „Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme“ (erarbeitet von ift Rosenheim, HFA Holzforschung Austria Wien und Fachhochschule Bern Architektur, Holz und Bau)
- im BF-Merkblatt 001 “Kompass für geklebte Fenster“, des Bundesverbands Flachglas (Troisdorf), siehe Kap. 7.3.11
- in den Gütebestimmungen der RAL-Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden, Haustüren und Wintergärten (Frankfurt) und der RAL-Gütegemeinschaft Kunststoff-Fenstersysteme (Bonn)

Abgesehen von dem üblichen Weg, das geklebte Fenster als System zu definieren und auf seine Leistungseigenschaften im Rahmen eines ITT zu prüfen, kann der Produzent den Nachweis für die CE-Kennzeichnung auch über Zusatzprüfungen nach der ift-Richtlinie VE 08/1 führen.

3.9 Elektromagnetische Dämpfung in Fenster und Fassade

3.9

Elektromagnetische Dämpfung schützt vor unerwünschten elektromagnetischen Wellen (Elektromog). Diese sind in unserer hochtechnisierten Welt allgegenwärtig. Verursacher dieser Strahlung (Störquellen) sind praktisch alle elektrischen Geräte und Anlagen im privaten und industriellen Bereich.

Häufig ist es erforderlich, die Strahlung von Sendern, wie z. B. Bildschirmgeräte von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen aus Datenschutzgründen zu begrenzen. Diese Schutzmaßnahme kann entweder

direkt am Gerät oder durch Abschirmung ganzer Räume und Gebäude erfolgen.

Umgekehrt kann ein Schutz gegen störende elektromagnetische Strahlung von außen nach innen erforderlich sein, z. B. als Schutz vor unerwünschter Strahlung der Mobilfunktechnik.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für elektromagnetische Dämpfung ist die Radarreflexionsdämpfung im Flughafenbereich.

3.9.1 Elektromagnetische Abschirmung

Die elektromagnetische Abschirmung (EMA) von Geräten, Leitungen, Räumen und ganzen Gebäuden ist nur ein Aspekt, um die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von elektrischen und elektronischen Einrichtungen zu sichern.

Ebenso wichtig für die EMV ist der Einsatz von Entstörfiltern und Überspannungsschutzeinrichtungen für die Beschaltung von Netz-, Datenübertragungs- und Steuerleitungen, die in Geräte und Systeme sowie in geschirmte Räume und Gebäude führen.

Die von einer Störquelle ausgehenden Störgrößen (z. B. Störspannungen/-ströme/-wellen) können über folgende drei Ausbreitungswege ihr Ziel erreichen:

- über angeschlossene Leitungen
- als strahlungsgebundenes Signal (elektromagnetisches Feld)
- als magnetisches oder elektrisches Feld

Schirmungsmöglichkeiten

Die elektromagnetische Abschirmung empfindlicher elektronischer Einrichtungen lässt sich auf verschiedene Art und Weise realisieren.

Bild 1 zeigt einige Möglichkeiten, von der Abschirmung einzelner Bauelemente bis hin zur Schirmung ganzer Gebäude.

Im Folgenden wird jedoch nur die Raumschirmung behandelt, weil auf diesem Sektor das Bauteil Fenster einen wirkungsvollen Beitrag leisten kann.



Bild 1 Abschirmungsmöglichkeiten

Raumschirmung

Bild 2 zeigt schematisch, wie die Raumschirmung nach außen die von Störquellen ausgehenden Störfelder zurückhält.

Der umgekehrte Fall ist in Bild 3 dargestellt: Die in einem abgeschirmten Raum befindlichen Geräte sind vor Störbeeinflussung durch Störfelder von außen geschützt.

EMV-Anforderungen an die Raumschirmung

Die Raumschirmung hat die Aufgabe, strahlungsgebundene Störgrößen, wie elektrische und magnetische Felder sowie elektromagnetische Wellen, auf ein bestimmtes Maß zu reduzieren.

3.9.1 Elektromagnetische Abschirmung

3.9.1

Der zu beherrschende Frequenzbereich erstreckt sich dabei von einigen kHz bis in den GHz-Bereich. Der jeweilige Schirmdämpfungswert ist von der speziellen Anwendung abhängig.

Physikalische Zusammenhänge

Die Strahlung, die bisher behandelt wurde, ist ebenso wie Licht eine elektromagnetische Welle, die sich gemäß den Gesetzen der Wellentheorie in der Elektrotechnik im freien Raum ausbreitet.

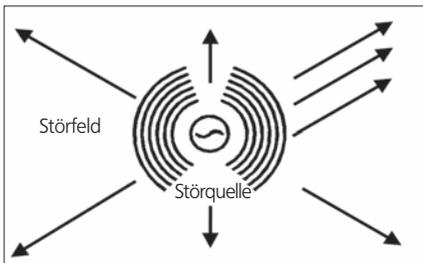
Die einfallenden Wellen werden beim Durchgang durch das einzelne Bauteil geschwächt, d. h. ein Teil der Wellen wird reflektiert und ein Teil absorbiert (siehe Bild 4).

Unbeschichtetes Glas hat eine hohe Durchlässigkeit für elektromagnetische Wellen, d. h. Absorption und Reflexion sind sehr gering.

Eine Verbesserung der Dämpfung kann z. B. durch das Aufbringen von Low-E-Schichten erreicht werden. Durch diese Maßnahme wird die Reflexion erhöht. Je niedriger der elektrische Widerstand der Beschichtung, umso höher ist die Dämpfung beim Durchgang der Strahlung.

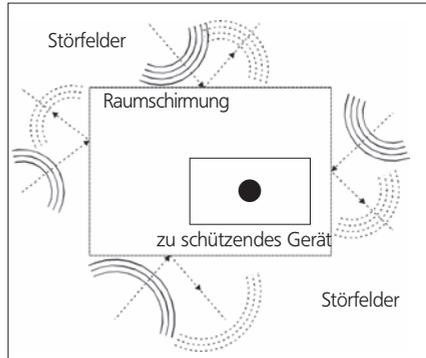
Die Einstellung auf die geforderten Schirmdämpfungswerte kann im Einzelfall durch einen spezifischen Glasaufbau erreicht werden. Dies erfordert frühzeitige Abstimmung in der Planungs- und Ausschreibungsphase.

Für die Funktionalität der Verglasung als Dämpfungselement muss eine einwandfreie Potentialverbindung aller Gläser und Fensterrahmen vorhanden sein (faradayscher Käfig).



- Beispiele:
- Industrielle Hochfrequenz-Generatoren
 - Funkenerosionsmaschinen
 - Sende- und Verstärkungsanlagen
 - Rechenzentren
 - Störfestigkeitsprüfeinrichtungen
 - Medizinische Einrichtungen

Bild 2 Raumschirmung nach außen



- Beispiele:
- Nachrichtengeräte und Übertragungseinrichtungen
 - Prozessrechneranlagen in Leitzentralen
 - EMV-Messeinrichtungen
 - Rechenzentren (Störbeeinflussung)
 - Prüf-, Eich- und Überwachungseinrichtungen
 - medizinische Einrichtungen

Bild 3 Raumschirmung gegen äußere Einflüsse

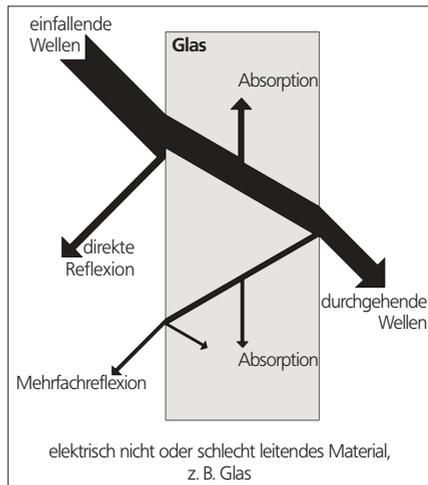
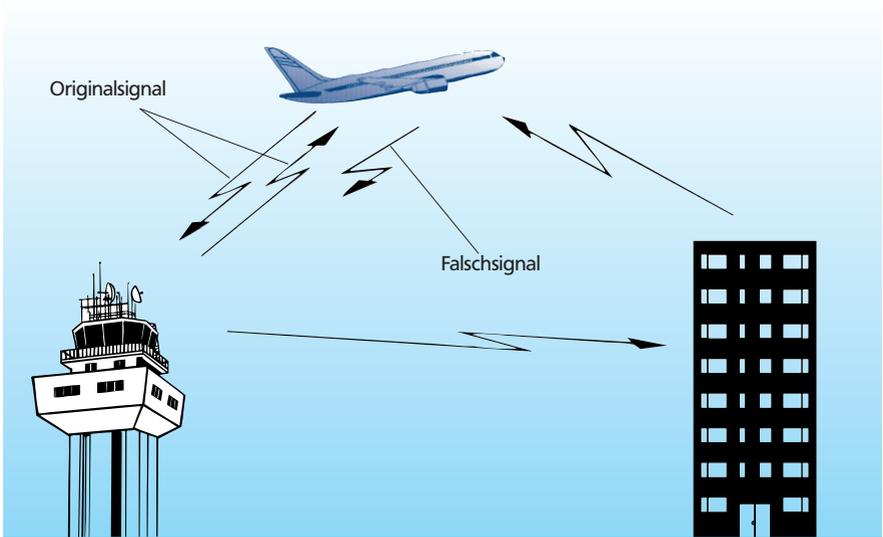


Bild 4 Dämpfung durch Reflexion und Absorption

3.9.2 Radarreflexionsdämpfung

3.9.2



Im Flughafenbereich kann der Radarsignalverkehr zwischen Flugzeugen und Radarsendern durch Falschsignale, die durch Reflexionen an Gebäudefassaden entstehen, negativ beeinflusst werden.

Um die gefährlichen Falschsignale, die zu Phantomzielen auf den Bildschirmen führen können, zu vermeiden, werden an die Fassaden in Flughafennähe spezielle Anforderungen seitens der Flugsicherung gestellt.

Im Allgemeinen bewegen sich diese Anforderungen zwischen 10 dB und 20 dB Dämpfung der reflektierten Radarstrahlen.

Maßgeblich für die Höhe der geforderten Dämpfung sind u. a. die Größe des Gebäudes, die Neigung der Fassade, die Entfernung und die Lage zur Radaranlage (Winkelabhängigkeit).

Im Bereich der transparenten Bauteile innerhalb der Fassade sind diese Forderungen mit speziellen Glasaufbauten zu erreichen, die zu einer phasenverschobenen Überlagerung von einfallender und reflektierter Radarwelle führen. Die daraus resultierende, destruktive Interferenz bewirkt die Absenkung der Reflexion.

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen, die sich durch die Radardämpfung und durch z. B. Wärmeschutz, Sonnenschutz, Schallschutz etc. ergeben, gilt es, jeweils objektbezogen, den entsprechenden Glasaufbau zu bestimmen.

Resümee:

Zur Festlegung des Leistungsspektrums „elektromagnetischer Dämpfung“ sind im Vorfeld abzuklären:

1. Was soll abgeschirmt werden?
2. Welcher Strahlungsbereich (Frequenz) soll abgeschirmt werden?
3. Wie hoch soll die Dämpfung sein?
4. Dichtigkeit zwischen Glas und Fenster (Potentialverbindung)
 - punktuelle Potentialverbindung?
 - umlaufende Potentialverbindung?
 - spezieller Randverbund?
5. Sonstige Anforderungen an die Verglasung (Lichtdurchlässigkeit, Sonnenschutz, Schallschutz usw.)?

Die Gesamtlösung muss in Zusammenarbeit mit Planern, Fassaden- oder Fensterherstellern abgeklärt werden.

3.10 Brandschutz in Fenster und Fassade

3.10

Der vorbeugende bauliche Brandschutz wird eingeteilt in

- das Vermeiden der Entstehung eines Brandes und
- das Einengen der räumlichen Ausdehnung bei Brandausbruch.

Die EN 1363/1364 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – enthalten brandschutztechnische Definitionen, Klassifizierungen und Prüfvorschriften für Baustoffe und Bauteile.

Normales Glas ist für den Brandschutzbereich nur bedingt anwendbar.

Im Brandfall springen bei einseitiger Hitzeeinwirkung Floatglasscheiben in kürzester Zeit, großflächige Bruchstücke fallen heraus, und durch Feuerüberschlag in den nächsten Brandabschnitt droht ein rasches Ausbreiten des Feuers.

Die zunehmende Verwendung von Glas im Hochbau für Fassaden, Brüstungselemente und Trennwände zog zwangsläufig verschärfte Auflagen auf dem Gebiet des vorbeugenden Brandschutzes nach sich.

Anwendungsbereich

Brandschutzverglasungen in Gebäuden beugen dem Entstehen und Ausbreiten von Schadenfeuern vor. Sie werden entsprechend der Musterbauordnung (MBO) eingesetzt und ermöglichen wirksame Löscharbeiten sowie die Rettung von Leib und Leben.

Dies bedeutet

- Sichern von Rettungswegen,
- Verhindern von Feuerüberschlag,
- Begrenzen von Brandabschnitten,
- Schutz von Leben und Sachwerten sowie
- Sicherstellen der Evakuierung von Gebäuden durch den transparenten Baustoff Glas.

Neben diesen im Baurecht geregelten und von den Bauaufsichtsbehörden im Einzelfall definierten Anforderungen bestimmen die architektonischen Erfordernisse das zusätzliche Leistungsprofil der Brandschutzsysteme hinsichtlich

- Ästhetik und Sicherheit,
- Multifunktion in der Fassade,
- Großflächigkeit der Einzelscheiben und
- Vereinfachung der Verglasungssysteme.

Damit kann bei praktisch unsichtbarer Erfüllung der Brandschutzfunktion natürliches Tageslicht in das Gebäude einfallen.

3.11 Gebäudeintegrierte Photovoltaik

3.11

1. Allgemeines

Die Energieeffizienz von Gebäuden steht im Fokus der Energiepolitik in Europa. Um den Strom- und Wärmebedarf weiterhin im finanziell vernünftigen Rahmen sicherstellen zu können, kommt den erneuerbaren Energien eine zentrale Bedeutung zu. Photovoltaik-Systeme spielen dabei eine bedeutende Rolle. Sog. Standardmodule mit festgelegten Abmessungen werden dagegen i. d. R. außerhalb des Gebäudes, z. B. als sog. Aufdachanlagen oder integriert in die Dacheindeckung eingesetzt. Sie ersetzen damit opake Bauteile, die aber im Gegensatz zur GIPV nicht in die Gebäudehülle integriert sind.

2. Grundlagen [1]

Unter dem Begriff der Photovoltaik versteht man die Umwandlung der Strahlungsenergie des Sonnenlichts in elektrische Energie bzw. „Solarstrom“ mittels Solarzellen. Der Begriff Photovoltaik leitet sich vom griechischen Wort für Licht (phos) und der Einheit der elektrischen Spannung (Volt) ab.

a. Komponenten einer Photovoltaik-Anlage

Das Modul einer PV-Anlage besteht aus miteinander verschalteten Zellen (String), die, eingebettet in einen Verbund, das Solarmodul bilden. Diese Module werden dann zu einem Solargenerator zusammengefasst. Zusätzlich ist ein Wechselrichter erforderlich, der den Gleichstrom in einen Wechselstrom umwandelt, damit dieser dann in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

b. Leistungsangaben in der Photovoltaik – Standard-Test-Bedingungen

Im sog. „Modul-Datenblatt“ werden Angaben über Abmessungen, Gewicht, Grenzwerte für thermische und mechanische Belastung und Temperaturabhängigkeit der elektrischen Kenngrößen gemacht. Der wichtigste Wert dabei ist die Nennleistung.

Um die Angaben für Strom, Spannung und Leistung der verschiedenen Zellen und Module vergleichbar zu machen, liegen diesen Angaben die sog. Standard-Test-Bedingungen (engl. Standard-Test-Conditions, kurz STC) zugrunde. Sie beziehen sich immer auf folgende Werte [2, 3, 6]:

- Eingestrahelte Leistung: 1000 W/m²
- Spektrale Verteilung des Sonnenlichts bei Air Mass (AM) 1,5
- Temperatur auf der Zellenoberfläche 25°C

Bei der Festlegung bzw. Angabe der Nennleistung eines Photovoltaikelements gelten immer diese drei Bedingungen.

3. Zellarten und Zelltechnologien [1]

Grundsätzlich kann man zwischen kristallinen Siliziumzellen und Dünnschichtzellen unterscheiden. Bei den kristallinen Siliziumzellen unterscheidet man weiter in monokristalline und polykristalline Zellen. Bei den Dünnschichtzellen in amorphe, mikroamorphe oder mikrokristalline Siliziumzellen sowie Verbindungshalbleiter, z. B. Cadmiumtellurid (CdTe) oder Kupfer-Indium/Gallium-Diselenid/Kupfer-Indium-Disulfid (CIS). Monokristalline Siliziumzellen haben derzeit einen Wirkungsgrad von 14 % bis 19 %, polykristalline von 13 % bis 17 %, amorphe von 5 % bis 7 %. Dünnschichtzellen besitzen einen Wirkungsgrad von 8 % bis 12 %.

4. Verkapselung und Modultypen

a. Modulaufbau [1, 3]

Die Verschaltung der Zellen erfolgt, da die Spannungs- und Leistungswerte einer einzelnen Solarzelle zu gering sind, i. d. R. als Reihenschaltung.

Die Zellstränge werden, um sie gegen mechanische Beanspruchung, Witterungseinflüsse und Feuchtigkeit zu schützen, in ein transparentes Verbundmaterial eingebettet, das darüber hinaus der elektrischen Isolierung der Zelle und der inneren Verschaltung dient. Die Solarzellen müssen aber zur statischen Stabilisation auf ein Trägermaterial aufgebracht werden. Dadurch kann der Aufbau eines Moduls variieren, wobei die Frontseite meist aus einer besonders lichtdurchlässigen, eisenoxidarmen, vorgespannten Glasscheibe besteht. Dies kann entweder Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) oder Teilvorgespanntes Glas (TVG) sein. Diese beiden Glasarten finden aufgrund ihrer größeren Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen (z. B. erhöhte Temperatur oder Hagelschlag) Verwendung. Der rückseitige Schutz kann entweder aus einer weiteren Glasscheibe oder einer Kunststoffolie bestehen. Das Verbundmaterial besteht in der Regel aus EVA (Ethyl Vinyl Acetat).

Photovoltaikmodule lassen sich also außer nach den Verkapselungsarten in drei Grundtypen einteilen.

- Standardmodul: Hierbei handelt es sich um rechteckige Elemente mit unterschiedlichen, aber festgelegten Abmessungen und Leistungsstufen. Das Modul selbst besteht dabei in der Regel aus einer vorgespannten (ESG), eisenoxidarmen Deckscheibe („Solarglas“) mit oder ohne Antireflexionsschicht und/oder reinigungsunterstützenden Schichten. Als rückseitige Abdeckung dient in der Regel ein weißer Folienverbund (Glas-Folien-Modul).
- Glas-Folien-Laminat: ohne Rahmung

- Glas-Glas-Laminat: Der grundsätzliche Aufbau ist dem der Standardmodule sehr ähnlich. Die Ausführung der Deckscheibe kann dabei ebenfalls eine vorgespannte (ESG), eisenoxidarme Deckscheibe („Solarglas“) sein. Die rückseitige Abdeckung ist dabei aber wiederum eine vorgespannte (ESG) Scheibe, die aber aus „normalem“ Floatglas bestehen kann. Die Zwischenschicht des Verbundglases kann EVA oder auch PVB sein.

Wegen der Stabilität des Glases wird hier kein Rahmen zur Verstärkung benötigt. Die äußere Glasscheibe besteht aus den zuvor genannten Glasarten. Die innere Scheibe hingegen muss ebenfalls aus TVG bzw. ESG bestehen. Um diese Glas-Glas-Laminare auch in Bereichen der Gebäudehülle einsetzen zu können, bei denen bisher transparente Bauteile mit niedrigen U_g -Werten eingesetzt wurden, können diese PV-Module auch aus Mehrscheiben-Isolierglas bestehen.

b. Gestaltung des Modulaufbaus

Die Gestaltung von Glas-Glas-Modulen eröffnet ein breites Spektrum bei der Einbindung dieser Systeme in das Gebäude. Dabei stehen dem Architekten zahlreiche Möglichkeiten zur Verfügung. Unter anderem sind das [7]:

- Zellenart
- Zellengröße
- Zellenform
- Zellenfarbe
- Struktur und Farbe der Kontaktierung
- Modulgröße
- Modulform (z. B. Rechteck oder Sonderformen)
- Materialien für Vorder- und Rückseite
- Struktur
- Design- oder Funktionsschichten
- in der Masse eingefärbtes Glas
- Bedruckung
- Zellhintergrund

- Anordnung der Solarzellen im Modul („Semitransparenz“)
- Verschattung
- mehrschichtige Aufbauten, z. B. Mehrscheiben-Isolierglas

5. Einbindung in das Gebäude

Der größte Teil von Photovoltaikanlagen wird außerhalb des Gebäudes und auf Dächern installiert. Da es sich dabei aber im Vergleich zu den opaken Flächen der Gebäudehüllen um deutlich geringere nutzbare Fläche handelt, bietet die Integration in die Gebäudehülle enorme Möglichkeiten, sowohl in Bezug auf Gestaltung als auch hinsichtlich Wirtschaftlichkeit. Die Integration von Photovoltaikmodulen in Gebäuden bietet dem Architekten und Bauherrn zahlreiche Möglichkeiten. Dabei können vorhandene „klassische“ Bauteile ersetzt werden. Es können dann auch die Anforderungen, die bisher von Verglasungen ohne den Zusatznutzen der Gewinnung von Solarstrom, wie zum Beispiel Wärmeschutz, Sonnenschutz, Schallschutz oder auch Anforderungen an die Sicherheit, erfüllt werden.

Mit der vielfältigen Ausführung von Glas-Glas-Modulen kann neben der Größe und der Form des Moduls auch dessen Transparenz in die Gestaltung mit einbezogen werden. Dabei kann man die Zwischenräume der Zellen entsprechend anpassen und die gewünschte Transparenz herstellen.

Standardmodule, sind i. d. R. rechteckige opake Module mit festgelegten Abmessungen und Leistungsstufen. Deshalb sind diese Module nicht für die Gebäudeintegration geeignet. Bei der GIPV dagegen ist eine wesentlich größere Anpassung an vorhandene Gebäudegeometrien und Strukturen notwendig. Diese Anforderungen können sehr gut von Glas-Glas Laminaten mit unterschiedlichen Zellarten erfüllt werden.

Montagearten



Für die Einbindung einer Photovoltaikanlage in ein Gebäude bieten sich verschiedene Bereiche an [3].

3.11

Nach der Vor- und Entwurfsplanung müssen eine Ertragsanalyse unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden. Nur diese gibt dem Bauherrn die notwendige Information darüber, ob eine PV-Anlage nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll ist. Die Ertragsanalyse sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten immer von einem PV-Fachplaner durchgeführt werden.

Im Rahmen dieser Planung werden u. a. folgende Fragen analysiert [u. a. 1, 7]:

- Welche Ausrichtung und Lage hat das Haus, der Anbau und dadurch die PV-Anlage?
- Welche Fläche eignet sich für die PV-Anlage?
- Um welche Dachform handelt es sich beim Haus/ beim Anbau?
- Wie soll die PV-Anlage in das Gebäude integriert werden?
- Sind Ertragseinbußen durch Verschattungen zu erwarten?
- Welche elektrischen Anschlüsse sind vorhanden und können für den Anschluss der Anlage genutzt werden (Kabel, Leitungen zum Netzeinspeisepunkt usw.)?
- Wo kann der Wechselrichter angebracht werden?
- Wie hoch wird das zu errichtende Gebäude?

Die weiteren Schritte bei der Planung einer PV-Anlage sind die technische und konstruktive Ausführungsplanung. Diese beinhaltet neben der Modulauswahl die Festlegung der Anlagenart und die Auswahl der Wechselrichter. AGC INTERPANE stellt für das spezifische Projekt die erforderlichen Moduldatenblätter zur Verfügung.

Der Ertrag wird wesentlich von Einstrahlungsstärke und der Temperatur des Moduls beeinflusst. Es sollte darüber hinaus auch darauf geachtet werden, dass Teile des Moduls nicht durch andere Gebäude, Bäume etc. teilweise verschattet werden.

Bei der Zusammenstellung der Kosten sollten auch Fördermöglichkeiten berücksichtigt werden. Die Gesamtkosten sollten aber auch die Fachplanung, die Modulkosten, die Kosten für die Wechselrichter, die Messtechnik, die Elektroinstallation sowie den Einbau der Module beinhalten. Dazu kommen dann noch die Kosten für die Unterkonstruktion und die Wartung. Daneben sollten auch die Betriebskosten nicht vernachlässigt werden, und ggf. sollte auch eine Versicherung abgeschlossen werden.

Bei der konstruktiven Ausführungsplanung werden dann auch die Art der Unterkonstruktion und die Glasarten des Glas-Glas-Laminates festgelegt. Hier erfolgt auch die Dimensionierung der Unterkonstruktion sowie der Verglasung. Für die Fertigung und Montage werden bei diesem Schritt dann auch die Ausführungszeichnungen erstellt. Es muss auch geprüft werden, ob für

die Erzeugung, Einspeisung und den Verkauf von Solarstrom eine Gewerbeanmeldung erforderlich ist.

Bei der Planung und der elektrischen Installation sind die einschlägigen VDE-Bestimmungen, insbesondere die VDE 0100 „Errichten von Niederspannungsanlagen (Elektrische Anlagen von Gebäuden)“, zu beachten.

6. Bauordnungsrechtliche Anforderungen

Neben der Gestaltung und technischen Ausführung einer PV-Anlage müssen bei der Anwendung in der Gebäudehülle bauordnungsrechtliche Vorgaben beachtet werden. So sind für die Bauteile Fenster und Fassade, je nach Konstruktion und Anwendung, entsprechende Regelwerke und Normen zu beachten, u. a. sind das derzeit noch die TRLV, TRAV oder aber auch TRPV. Diese werden in Zukunft durch die Normenreihe DIN 18008 ersetzt werden und definieren dann die Anforderungen an die auszuführenden Glasarten und deren statische und dynamische Bemessung.

Bei den in der GIPV zur Anwendungen kommenden Modultypen handelt es sich sehr häufig um Glas-Glas-Module. Dabei handelt es sich, je nach verwendeter Zwischenschicht, um ein Verbundglas oder ggf. um ein Verbund-Sicherheitsglas nach EN 14449. Der Unterschied dabei besteht darin, dass bei einem VSG ein Nachweis der Stoßsicherheit nach EN 12600 mit mindestens der Klasse 3(B)3 durchgeführt werden muss. Bei der Verwendung in Deutschland sind zusätzlich die Anforderungen an die Zwischenschicht nach Bauregelliste zu erfüllen. Die Anforderungen an die Reißfestigkeit und Bruchdehnung werden nur von PVB-Zwischenlagen erfüllt. Das bedeutet, dass eine Zustimmung im Einzelfall (ZIE) oder eine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) für die Zwischenschicht als Verwendungsnachweis zu erbringen sind. Werden die zuvor genannten Nachweise, Stoßsicherheit und mechanische Eigenschaften, erbracht, kann das Produkt mit Zellen zum Verbund als VSG eingesetzt werden.

Da es sich bei PV-Anlagen um elektrische Bauteile handelt, müssen PV-Module nicht nur die Anforderungen als Bauprodukt gemäß Bauproduktenverordnung und Bauregelliste, sondern auch ihre Eignung als Bauart erfüllen. Dabei erfolgen Tests in Bezug auf die Leistung der Module nach EN 61646:2009-03; VDE 0126-32:2009-03 „Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik(PV)-Module – Bauartprüfung und Bauartzulassung“ und nach EN 61215:2006-02; VDE 0126-31:2006-02 „Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik(PV)-Module – Bauartprüfung und Bauartzulassung“. Dabei darf man nicht davon ausgehen, dass durch den Begriff „Bauartzulassung“ und durch die Erfüllung der Anforderungen der genannten Normen eine abZ des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBT) als Verwendungsnachweis vorliegt. Der Inhalt der Norm besteht darin, die elektrischen und thermischen Kennwerte der Module zu bestimmen.

Im Rahmen dieser Bauartzulassung ist auch eine Belastungsprüfung, „Eignung des Moduls, Wind-, Schnee-, statischen- oder Eislasten standzuhalten“, durchzuführen. Für bestimmte Anwendungen, z. B. Überkopferverglasungen, muss Verbund-Sicherheitsglas (VSG), das aus 2 x Float oder 2 x TVG aufgebaut sein kann, verwendet werden. Des Weiteren kann die Ausführung als absturzsichernde Verglasung oder der Einsatz von Glas in Verkehrsbereichen (z. B. Schulen) die Anwendung von VSG erforderlich machen. ggf. sind neben den genannten Nachweisen zusätzliche Anforderungen, z. B. Stoßsicherheit bei absturzsichernden Verglasung oder, im Falle eines Glasbruchs, ausreichende Resttragfähigkeit, zu erfüllen [6].

Für die Bauart Fenster- und Fassade sind die entsprechenden Produktnormen EN 14351-1 und EN 13830 anzuwenden.

Die EU-Niederspannungsrichtlinie ist die Basis für die CE-Kennzeichnung von PV-Modulen und Wechselrichtern. Daher müssen PV-Module die EN 61730 „Photovoltaik(PV)-Module – Sicherheitsqualifikation – Teil 1: Anforderungen an den Aufbau (IEC 61730-1:2004, modifiziert), erfüllen. Neben den Nachweisen nach EN 61646 bzw. EN 61215 werden hier auch eine Stoßspannungsprüfung sowie eine Modulprüfung mit einem 45,5 kg schweren Prüfsack durchgeführt. Mit dieser Norm wird versucht, die grundlegenden Anforderungen an die verschiedenen Anwendungsklassen der PV-Module festzulegen. Es darf jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass alle nationalen oder regionalen Bauvorschriften eingeschlossen sind [u. a. 4, 5].

Eines der wichtigsten Schutzziele ist, dass von PV-Modulen und Wechselrichtern keine Gefahr für Menschen, z. B. durch elektrischen „Schlag“, ausgeht. Bei Modulen für die GIPV ist ein direkter Kontakt möglich. So darf auch von Modulen mit zum Beispiel gebrochener Glasscheibe keine Gefahr ausgehen. Die genannte Norm EN 61730 unterscheidet drei Klassen: A, B und C. Die meisten Module sind nach Klasse A zertifiziert und weisen die Schutzklasse II auf. Damit ist ein Einsatz in Gebäuden ohne weitere Beschränkung möglich.

7. SunEwat XL

Bei SunEwat XL handelt es sich um ein Verbund-Sicherheitsglas mit mono- oder polykristallinen Zellen, die durch eine Zwischenlage aus EVA in den Glas-Glas-Verbund intergriert werden. Bei SunEwat-XL-Modulen besteht dabei die äußere Scheibe aus vorgespanntem, eisenoxidarmem, teilvorgespanntem Glas. Die Rückseite dagegen kann aus weiteren, ebenfalls teilvorgespannten Gläsern bestehen. Somit kann klares, eisenoxidarmes, in der Masse eingefärbtes oder bedrucktes Glas verwendet werden. Siehe auch Kapitel 5.16.

8. Weitere Hinweise

Beim Einbau von PV-Modulen als Bestandteil der Gebäudehülle sind die Verglasungsrichtlinien zu beachten. Daneben gibt es auch weiterführende Installationshinweise für das Produkt SunEwat XL, die wir gerne auf Anfrage bereitstellen. Ebenso sind, wie eigentlich bei allen Bauteilen, regelmäßige Wartung und Instandhaltung notwendig. Diese umfassen bei PV-Modulen u. a. visuelle Kontrolle, eine ausreichende Befestigung, Kontrolle der elektrischen Kontakte, Kontrolle des Ertrages des PV-Generators sowie die Kontrolle der Umgebung, vor allem in Bezug auf Verschmutzungen, die eine Verschattung einzelner Module zur Folge haben können.

Schrifttum zu Kap. 3.11

- [1] Elstner M., Gebäudeintegrierte Photovoltaik, Technikerarbeit Jahrgang 2000/2002, Fachschule für Glasbautechnik Vilshofen
- [2] Breid B., Photovoltaik, Beraten-Planen-Verkaufen, Solarpraxis AG, Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 4. Auflage 2009
- [3] Weller B, Hemmerle C., Jakubetz S., Unnewehr S., Photovoltaik – Technik, Gestaltung, Konstruktion, Institut für Baukonstruktion der Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden, Institut für international Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, 1. Auflage 2009
- [4] www.baunetzwissen.de, „Solar“, 05. Januar 2014
- [5] Siebert G., Maniatis I., Tragende Bauteile aus Glas, Wilhelm Ernst & Sohn, 2. Auflage 2012
- [6] Weller B, Tasche S. (Hrsg.), Glasbau 2012, Schneider J., Kleuderslein J., Kuntsche J. Tragfähigkeit von Dünnschicht-Photovoltaik-Modulen, (Seite 315-325), Wilhelm Ernst & Sohn, 1. Auflage 2012
- [7] Stark T., Lutz P., Photovoltaik Architektonische Gebäudeintegration, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg – Informationszentrum Energie, 4. Auflage 2001



AGC *INTERPANE*



4

GRUNDBEGRIFFE

Faszination Glas

Transparenter Alleskönner

Der beeindruckende Siegeszug, den Funktionsglas in der Architektur gehalten hat, ist in erster Linie auf die Transparenz dieses Werkstoffes zurückzuführen. Kein anderes Material am und im Bau ist in der Lage, bei einer Fülle von Funktionen die klare Durchsicht von drinnen nach draußen zu gewährleisten.

Dabei ist es in den letzten Jahrzehnten durch die permanente Innovationskraft der Glasindustrie gelungen, neben der „transparenten Urfunktion“ von Glas eine mannigfaltige Fülle von verschiedenen Schutzwirkungen bzw. Nutzungsmöglichkeiten in Architekturverglasungen zu integrieren.

Aus einer Scheibe, die ursprünglich einmal nichts anderes zu tun hatte, als ein Loch im Mauerwerk zu verschließen, wurde heute ein Multifunktionsprodukt mit Hightech-Charakter.

Terminologie der Eigenschaften moderner Verglasungen

Im nachfolgenden Kapitel beschreiben wir die funktionellen Eigenschaften moderner Verglasungsprodukte. Dabei halten wir uns weitgehend an die Vorgaben für die CE-Deklaration für Glasprodukte im Rahmen der europäischen Produktnormen.

4.1 Transparenz von Glas

4.2 Sicherheit im Brandfall

4.2.1 Feuerwiderstand nach EN 13501-2

4.2.2 Brandverhalten nach EN 13501-1

4.2.3 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen

4.3 Nutzungssicherheit

4.3.1 Durchschusshemmung nach EN 1063

4.3.2 Sprengwirkungshemmung nach EN 13541

4.3.3 Einbruchhemmung nach EN 356

4.3.4 Pendelschlag nach EN 12600

4.3.5 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede

4.3.6 Mechanischer Widerstand

4.4 Schallschutz – bewertetes Schalldämm-Maß R_w

4.5 Energieerhaltung und Wärmeschutz

4.5.1 Thermische Eigenschaften – Wärmedurchgangskoeffizient U gem. EN 673

4.5.2 Emissionsvermögen ε gem. EN 12898

4.5.3 Lichttransmissionsgrad τ_v gem. EN 410

4.5.4 Farbwiedergabe-Index R_9 gem. EN 410

4.5.5 Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410

4.5.6 Energieabsorption α_e gem. EN 410

4.5.7 b-Faktor/Shading Coefficient (SC)

4.5.8 Selektivitätskennzahl S

4.5.9 Energiebilanz

4.6 Ermittlung der technischen Werte mit dem HClient-Kalkulationsprogramm

4.1 Transparenz von Glas

*Glas ist lichtdurchlässig –
auf die Elektronen kommt es an*

Licht und seine Ausbreitung

Licht ist eine Energieform, die bezüglich ihrer Ausbreitungsmöglichkeit nicht an Materie gebunden ist.

Der „Träger“ der Energieform Licht hat eine elektrische und eine magnetische Komponente, die zusammen elektromagnetische Wechselfelder ergeben. Sie finden im Vakuum keine Partner, mit denen Wechselwirkungen möglich sind, d. h., dass dort keine Absorption oder Reflexion stattfindet.

Absorption oder Reflexion von Licht in Materie

Die energetische Wechselwirkung von Licht und Materie ist nicht unter allen Umständen gegeben. Es müssen Wechselwirkungspartner vorhanden sein, die die jeweilige Lichtenergie aufnehmen können. Fehlen diese Wechselwirkungspartner, bleibt die Wechselwirkung aus – die Materie ist vollständig transparent.

Bei Lichtausbreitung in Materie, z. B. in Gasen, Flüssigkeiten oder Festkörpern, finden je nach Beschaffenheit des Materials Wechselwirkungen statt, die eine Absorption oder Reflexion des Lichtes bzw. eine Mischung davon zur Folge haben.

Der verbleibende Anteil ist die Transmission durch das Material.

Wechselwirkungspartner

Licht wirkt in Materie als elektromagnetisches Wechselfeld auf die Elektronen, die dort in unterschiedlichen Konstellationen eingebunden oder frei beweglich sind. Je nach Material stehen mehr oder weniger Elektronen für die Wechselwirkung mit Licht zur Verfügung.

Freie und gebundene Elektronen

In idealen Metallen gibt es sehr viele freie Elektronen, die verzögerungsfrei vom Wechselfeld Licht zu Gleichtaktschwingungen mit dem Licht angeregt werden. So sind sie in der Lage, die aufgenommene Energie mit den gleichen Eigenschaften wieder abzustrahlen – sie zu reflektieren. Daraus ergibt sich der im sichtbaren Bereich spiegelnde Charakter von Metalloberflächen.

Glas hat praktisch keine freien Elektronen, sondern überwiegend solche, die fest den Atomen zugeordnet sind. Die Möglichkeit, Energie aus Licht aufzunehmen, ist nur wenig gegeben. Licht breitet sich nahezu ungestört aus: Daher ist Glas transparent.

4.2 Sicherheit im Brandfall

4.2.1 Feuerwiderstand nach DIN EN 13501-2

4.2

Die europäische Norm DIN EN 13501-2 spezifiziert das Verfahren zur Klassifizierung von Bauprodukten und Bauteilen in Bezug auf Feuerwiderstand und Rauchdichtheit.

Der Feuerwiderstand für Brandschutzverglasungen wird für verschiedene Widerstände und Prüfzeiträume an Systemen aus Rahmen und Ausfachung (Brandschutzglas) gem. DIN EN 357 bestimmt. Zur Klassifizierung werden folgende Kennbuchstaben verwendet:

- Tragfähigkeit R
- Raumabschluss E
- Strahlungsminderung W
- Isolation I
- Rauchschutz S
- Selbstschließend C

Die Klassifizierung eines Systems setzt sich immer aus einer Kombination aus einem oder mehreren Buchstaben und den zugehörigen Minuten der Widerstandszeit zusammen.

Für feuerwiderstandsfähige Verglasungen werden folgende Klassen verwendet:

- E Raumabschluss
- EW Raumabschluss mit reduzierter Hitzestrahlung
- EI Raumabschluß mit thermischer Isolation

Eine feuerbeständige Verglasung ist ein Bauteil, das eine oder mehrere durchsichtige oder durchscheinende Glas-Erzeugnisse enthält; mit Halterungen, Dichtstoffen und Befestigungsmaterial und allen Einzelteilen, nachgewiesen und klassifiziert durch eine Feuerwiderstandsprüfung

Hinweis: Weitere Informationen s. Kapitel 5.17.

4.2.2 Brandverhalten nach DIN EN 13501-1

Baustoffklassen

Baustoffe werden in Bezug auf ihre Brennbarkeit in Klassen eingeteilt (siehe nachfolgende Tabelle).

Isolierglas ohne die Verwendung von Verbund- und Verbund-Sicherheitsglas wird der Baustoffklasse A1 zugeordnet.

4.2.2

Bauaufsichtliche Anforderungen	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1 ¹⁾	Glasprodukt
	kein Rauch	kein brennendes Abfallen/ Abtropfen	Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe und Bodenbeläge	
Nichtbrennbar	X	X	A1	Basisglas nach EN 572-9 TVG nach DIN EN 1863-2 ESG nach DIN EN 12150-2 ESG mit Heat-Soak-Test nach DIN EN 14179-2 Beschichtetes Glas nach EN 1096-4 Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279-5 (VG/VSG) ³⁾
	X	X	A2 – s1,d0	
Schwerentflammbar	X	X	B – s1,d0 C – s1,d0	
		X	A2 – s2,d0 A2 – s3,d0 B – s2,d0 B – s3,d0 C – s2,d0 C – s3,d0	
	X		A2 – s1,d1 A2 – s1,d2 B – s1,d1 B – s1,d2 C – s1,d1 C – s1,d2	
			A2 – s3,d2 B – s3,d2 C – s3,d2	
Normalentflammbar		X	D – s1,d0 D – s2,d0 D – s3,d0 E	
			D – s1,d1 D – s2,d1 D – s3,d1 D – s1,d2 D – s2,d2 D – s3,d2 E – d2	
Leichtentflammbar			F	

¹⁾ In den europäischen Prüf- und Klassifizierungsregeln ist das Glimmverhalten von Baustoffen nicht erfasst.

Für Verwendungen, in denen das Glimmverhalten erforderlich ist, ist das Glimmverhalten nach nationalen Regeln nachzuweisen.

²⁾ Mit Ausnahme der Klassen A1 (ohne Anwendung der Fußnote c zu Tabelle 1 der DIN EN 13501-1) und E kann das Brandverhalten von Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen (Bauarten) nach DIN EN 13501-1 nicht abschließend klassifiziert werden.

³⁾ Für VG und VSG nach EN 14449 gibt es derzeit keine abgeschlossenen Prüfungen zum Brandverhalten. Daher ist die Eigenschaft in der CE-Deklaration mit npd anzugeben (no performance determined).

4.2.3 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen

Sofern der Hersteller das Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen anzugeben wünscht (z. B. wenn diesbezüglich gesetzliche Anforderungen

vorliegen), ist das Produkt nach DIN EN 13501-5 zu klassifizieren und zu prüfen nach EN 1363/1364 (Festverglasung) und EN 1634 (Türen).

4.3 Nutzungssicherheit

4.3.1 Durchschusshemmung nach EN 1063

4.3

Eine durchschusshemmende Verglasung ist eine Sicherheitssondverglasung, die einen bestimmten Widerstand gegen das Durchdringen von Geschos-

sen bestimmter Munitionsarten aus bestimmten Waffen bei Prüfung unter den genormten Randbedingungen bietet.

4.3.2 Sprengwirkungshemmung nach EN 13541

Die Hauptanforderung an sprengwirkungshemmende Verglasungen ist es, Menschen gegen Explosionsdruckwellen zu schützen.

Die EN 13541 legt Anforderungen und Prüfverfahren für die Klassifizierung von sprengwirkungshemmenden Sicherheitssondverglasungen für das Bauwesen fest.

4.3.3 Einbruchhemmung nach EN 356

Verglasungen für die Durchwurf- und Durchbruchhemmung werden nach EN 356 klassifiziert. Bei durchwurfhemmenden Verglasungen wird die Prüfung

mittels Kugelfallversuch und bei durchbruchhemmenden Verglasungen mit einer maschinengeführten Axt durchgeführt.

Siehe auch Erläuterungen im Kapitel **5.13.4 Objekt- und Personenschutz** auf Seiten 228 ff.

4.3.4 Pendelschlag nach EN 12600

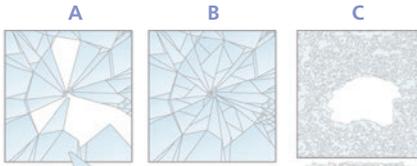
Mit der EN 12600 werden Produkte aus Flachglas für den Gebrauch im Bauwesen über ihr Verhalten bei Stoßbeanspruchung und das Bruchverhalten klassifiziert.

Mit den verschiedenen Fallhöhen des Pendels wird die Stoßenergie bei Anprall eines menschlichen Körpers auf die Verglasung mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten simuliert.

Ziel ist es, die Sicherheit von Personen durch die Reduzierung von Schnitt- und Stichverletzungen zu erhöhen. Das Bruchverhalten β wird durch folgende Klassen beschrieben:

- Typ A
Zahlreiche Risse entstehen, die viele einzelne Bruchstücke mit scharfen Kanten bilden, von denen einige groß sind. Bruchverhalten typisch für z. B. Floatglas, teilvorgespanntes Glas (TVG).
- Typ B
Zahlreiche Risse entstehen, aber die Bruchstücke werden zusammengehalten und zerfallen nicht. Bruchverhalten typisch für Verbund-Sicherheitsglas (VSG).
- Typ C
Es findet ein Zerfall mit einer großen Anzahl von kleinen Bruchstücken, die relativ harmlos sind, statt. Bruchverhalten typisch für vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG).

Bruchbild



Fallhöhe	
Klassifizierung	Fallhöhe in mm
3	190
2	450
1	1200

Das Bruchverhalten von einem Glasprodukt wird wie folgt klassifiziert: $\alpha(\beta)\Phi$

Die Fallhöhen α und Φ werden mit 1, 2 oder 3 klassifiziert.

Dabei ist α die höchste Fallhöhenklasse, bei der das Produkt nicht oder entsprechend Typ B oder Typ C bricht;

β ist das Bruchverhalten;

Φ ist die höchste Fallhöhenklasse, bei der das Produkt entweder nicht oder entsprechend Typ B bricht. Wenn ein Glasprodukt bei einer Fallhöhe von 190 mm bricht und das Bruchverhalten nicht Typ B entspricht, dann nimmt Φ den Wert 0 an.

Beispiel: ESG-Klassifizierung 1(C)3

- bei 190 mm – alle 4 Probekörper brachen nicht
- bei 450 mm – alle 4 Probekörper brachen entsprechend Typ C
- bei 1200 mm – alle 4 Probekörper brachen entsprechend Typ C

Beispiel: VSG-Klassifizierung 2(B)2

- bei 190 mm – 3 Prüfkörper brachen nicht und ein Prüfkörper bricht entsprechend Typ B
- bei 450 mm – alle 4 Prüfkörper brachen entsprechend Typ B
- bei 1200 mm – alle 4 Prüfkörper brachen nicht entsprechend Typ B

Im Rahmen der Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV bzw. DIN 18008-4) wird die EN 12600 als Grundlage zum Nachweis der Stoßsicherheit verwendet.

4.3.5 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede

4.3.5

Diese Eigenschaft beschreibt, welche maximalen Temperaturunterschiede und plötzliche Temperaturwechsel innerhalb der Fläche einer Glaseinheit zulässig sind, ohne dass ein Glasbruchrisiko besteht.

Nach EN 572 sind für Floatglas 40 K, nach EN 1863 für TVG 100 K und nach EN 12150 für ESG 200 K zulässig.

4.3.6 Mechanischer Widerstand

Im Rahmen der CE-Deklaration wird durch die Angabe der Glasdicke und Glasart der Widerstand gegen äußere Lasten angegeben. Auf dieser Basis

muss durch den Anwender ein Nachweis der Stand-sicherheit erbracht werden. Weitere Informationen zur Glasbemessung s. Kapitel 7.2.1.

4.4 Schallschutz – bewertetes Schalldämm-Maß R_w

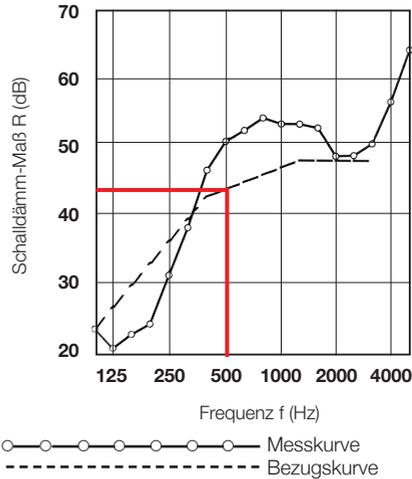
Das Schalldämm-Maß R eines Bauteils ist von der Frequenz abhängig. Der bauakustische Frequenzbereich erstreckt sich nach EN 717-1 von 100 Hz bis 3150 Hz.

R kennzeichnet das 10fache logarithmische Verhältnis von der auf das Bauteil auftreffenden Schall-Leistung P_1 zu der von diesem Bauteil abgestrahlten Schall-Leistung P_2 .

Aufgrund dieses logarithmischen Maßstabs bewirkt eine Verbesserung der Schalldämmung von 10 dB eine Halbierung der Lärmbelastigung.

Verwendung bei der schalltechnischen Beurteilung von Verglasungen findet das **bewertete** Schalldämm-Maß R_w nach EN ISO 10140 Teil 2, das durch Messungen und Vergleich mit der Bezugskurve ermittelt wird. Es wird in der Maßeinheit Dezibel (dB) ausgedrückt.

Dabei wird die Bezugskurve nach EN ISO 717-1 so lange im Messdiagramm vertikal verschoben, bis die Unterschreitung zur Messkurve im Mittel nicht mehr als 2 dB beträgt. Dabei werden Überschreitungen nicht berücksichtigt. Der Ordinatenwert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz entspricht dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w .



Typ: ipaphon SF 43/31

Um die unterschiedlichen Frequenz-Spektren von Wohn- und Verkehrsgläsern zu berücksichtigen, wurden entsprechend der EN ISO 717-1 sogenannte **Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}** eingeführt (s. Tabelle Seite 63), mit ihnen wird das bewertete Schalldämm-Maß angepasst.

Die **Spektrum-Anpassungswerte $C_{100-5000}$ und $C_{tr 100-5000}$** berücksichtigen zusätzlich das erweiterte Spektrum im Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz. Die Spektrum-Anpassungswerte sind Produkteigenschaften, die sich aus der gemessenen Schalldämmkurve der Glasprodukte unter Berücksichtigung der maßgeblichen Lärmquellen ergeben.

Die DIN 4109 (11.89) definiert folgende Formelzeichen:

Formelzeichen	Bedeutung
R'_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile
R_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile
$R'_{w, res}$	resultierendes bewertetes Schalldämm-Maß des gesamten Bauteils
$R_{w, p}$	bewertetes Schalldämm-Maß im Prüfstand gemessen
$R_{w, R}$	bewertetes Schalldämm-Maß – Rechenwert –
$R_{w, B}$	bewertetes Schalldämm-Maß – gemessen am Bau –

4.5 Energieerhaltung und Wärmeschutz

4.5.1 Thermische Eigenschaften – Wärmedurchgangskoeffizient U gem. EN 673

4.5

Der Wärmedurchgangskoeffizient gibt die Wärmemenge an, die pro Zeiteinheit durch 1 m^2 eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied der angrenzenden Raum- und Außenluft von 1 Kelvin hindurchgeht. Je kleiner der U-Wert, desto größer also die Wärmedämmung. Die Maßeinheit ist $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Die U-Wert-Ermittlung erfolgt durch Berechnung nach EN 673 mit den Referenzwerten gem. Abschn. 8 (senkrechter Einbau). Der U-Wert kann auch durch Messung nach EN 674 bestimmt werden.

Bei gleichen Randbedingungen liefern Berechnung und Messung vergleichbare U-Werte.

Sämtliche U_g -Werte, die Interpane publiziert, basieren auf den Vorgaben der EN 673 (Referenzwerte).

Weicht die Anwendung von den Referenzangaben ab, können sich auf Grund physikalischer Gegebenheiten abweichende U_g -Werte ergeben.

Dies betrifft insbesondere Verglasungen in geneigten Konstruktionen. Nähere Informationen dazu finden Sie in Kapitel 7.1.5.

ψ -Wert

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient (ψ -Wert) beschreibt die Wärmebrücke eines Bauteils. Seit der EnEV 2002 muss er bei der Ermittlung des U_w -Wertes berücksichtigt werden.

Beim Fenster besteht die Wärmebrücke vornehmlich aus der Wechselwirkung von Fensterrahmen, Isolierverglasung und Abstandhalter.

Einen ψ -Wert allein für die Isolierverglasung gibt es demnach nicht (s. Kap. 3.3.1 und 7.1.6).

4.5.2 Emissionsvermögen ε gem. EN 12898

4.5.2

Unter Emissionsvermögen ε ist das Abstrahlverhalten eines Körpers zu verstehen. Hinsichtlich der Wärmedämmung von Isolierglas bedeutet dies: Je niedriger das Emissionsvermögen ist, desto besser ist der Wärmedurchgangskoeffizient, der U-Wert. In der Vergangenheit wurden die U-Werte von Glas stets im Prüfstand gemessen – heute stehen zuverlässige Berechnungsverfahren zur Verfügung (EN 12898). Um die Berechnungen durchzuführen, wird unter anderem der ε -Wert benötigt.

Die Ermittlung des Emissionsvermögens erfolgt durch Messung der Reflexion einer Bauteiloberfläche.

Hierbei wird unterstellt, dass der Einfallswinkel nahezu senkrecht zur betrachteten Oberfläche liegt und die Messung bei verschiedenen Wellenlängen stattfindet. Der so ermittelte Reflexionswert R wird gemäß der Formel

$$\varepsilon = 1 - R$$

in den Emissionswert umgerechnet.

Da es messtechnisch nicht möglich ist, Reflexionen bei einem Einfallswinkel von 0° zu messen, wird im Allgemeinen bei einem mittleren Einfallswinkel von $\leq 10^\circ$ gemessen.

● normales Emissionsvermögen ε_n nach EN 12898

Bei der Ermittlung des normalen Emissionsvermögens ε_n nach EN 12898 wird das zuvor beschriebene Messverfahren zugrunde gelegt, wobei 30 Wellenlängen zwischen 5,5 μm und 50 μm ausgewertet werden.

Aus diesen Einzelergebnissen wird der Mittelwert unter Berücksichtigung der Verteilung der Temperaturstrahlung bei $+10^\circ\text{C}$ bestimmt.

Das Resultat wird als „normales Emissionsvermögen ε_n “ bezeichnet.

● deklariertes Emissionsvermögen ε_d nach EN 1096

Der deklarierte Wert des Emissionsvermögens ε_d ist der vom Hersteller des Basisglases angegebene Nennwert des normalen Emissionsvermögens.

4.5.3 Lichttransmissionsgrad τ_V gem. EN 410

4.5.3

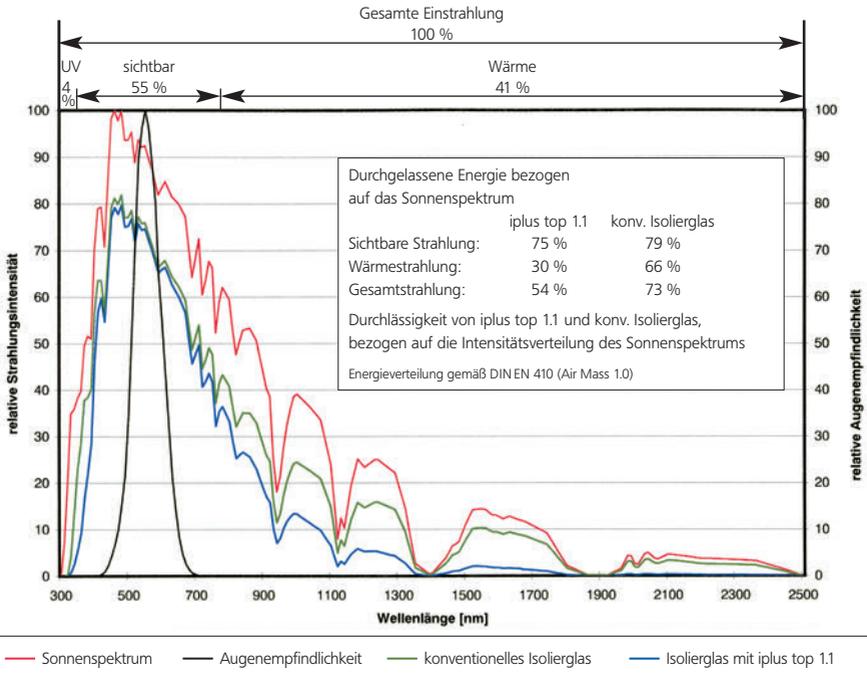
Der Lichttransmissionsgrad τ_V (= Lichtdurchlässigkeit) drückt den direkt durchgelassenen, sichtbaren Strahlungsanteil im Bereich der Wellenlänge von 380 nm bis 780 nm bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges aus. Die Lichtdurchlässigkeit wird in % angegeben und u. a. von der Glasdicke beeinflusst. Die Bezugsgröße 100 % entspricht einer unverglasten Maueröffnung. Bedingt durch den unterschiedlichen Eisenoxidgehalt des Glases sind geringe Schwankungen möglich.

- Floatglas als Einzelscheibe verfügt im sichtbaren Spektralbereich über eine Lichtdurchlässigkeit von ca. 90 %,
- INTERPANE Isolierglas, bestehend aus 2 Floatglas-scheiben, besitzt eine Lichtdurchlässigkeit von 81 %,
- iplus top 1.1 besitzt einen Lichttransmissionsgrad von 80 %.

Der Lichttransmissionsgrad der Verglasung sollte objekt- und umgebungsbezogen gewählt werden, um der DIN 5034 und der Arbeitsstättenverordnung zu entsprechen. Alternativ kann die Fensterfläche vergrößert werden.

Der Bemessungswert des Lichttransmissionsgrades $\tau_{V,BW}$ nach DIN 4108-4 entspricht dem Nennwert τ_V nach EN 410:

$$\tau_{V,BW} = \tau_V$$



Durchlässigkeit von iplus top 1.1 und von konventionellem Isolierglas, bezogen auf die Intensitätsverteilung des Sonnenspektrums.

4.5.4 Farbwiedergabe-Index R_a gem. EN 410

Die Farbwiedergabe ist für das physiologische Empfinden und für die psychologischen und ästhetischen Momente von großer Wichtigkeit. Das Farbklima im Raum wird durch die spektrale Zusammensetzung des einfallenden Tageslichts beeinflusst.

Der allgemeine Farbwiedergabe-Index R_a kann einen maximalen Wert von 100 annehmen.

Dies wird bei Verglasungen erreicht, deren spektraler Transmissionsgrad im sichtbaren Spektralbereich vollkommen konstant ist (z. B. ipawhite/clearversion: $R_{a,D} = 100$ bis Glasdicke 8 mm unbeschichtet). In der Beleuchtungstechnik kennzeichnen allgemeine Farb-

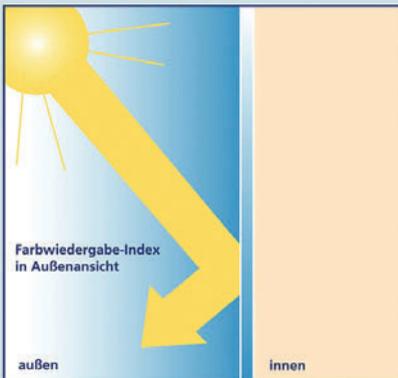
wiedergabe-Index-Werte $R_a > 90$ eine sehr gute und Werte $R_a > 80$ eine gute Farbwiedergabe.

Demzufolge beschreibt der $R_{a,D}$ -Wert die Farberkennung bei Tageslicht erstens im Raum und zweitens bei Durchsicht. In vergleichbarer Weise kennzeichnet der $R_{a,R}$ -Wert die Farbwiedergabe des Glases auf der Ansichtsseite. Die Farbwiedergabeeigenschaften einer Verglasung werden durch den allgemeinen Farbwiedergabe-Index R_a nach EN 410 ermittelt.

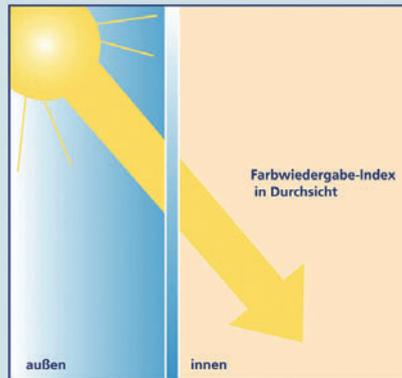
Als Bezugslichtart wird die Normlichtart D 65 zugrunde gelegt.

4.5.4

Sonnenschutz: Farbwiedergabe-Index R_a



- Das Licht wird von der Verglasung reflektiert
- Der Farbwiedergabe-Index wird bezeichnet als $R_{a,R}$
- Charakterisiert wird die Farbwiedergabe in Reflexion



- Das Licht tritt durch die Verglasung
- Der Farbwiedergabe-Index wird bezeichnet als $R_{a,D}$
- Charakterisiert wird die Farbwiedergabe in Transmission

4.5.5 Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410

4.5.5

Der g -Wert ist der Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen für Sonnenstrahlung im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 2500 nm. Die Größe ist für klimatechnische Berechnungen von Bedeutung und wird in % ausgedrückt.

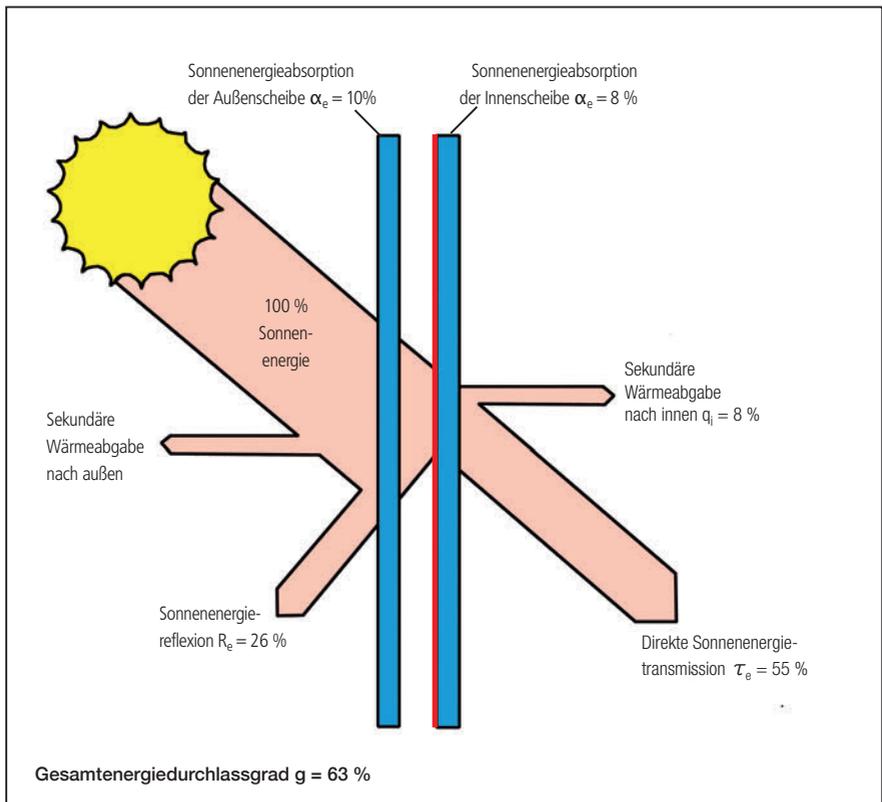
Der g -Wert setzt sich zusammen aus direkter Sonnenenergetransmission τ_e und sekundärer Wärmeabgabe nach innen q_i infolge langwelliger Strahlung und Konvektion.

$$g = \tau_e + q_i$$

Der Nennwert g für den Gesamtenergiedurchlassgrad wird grundsätzlich nach der europäischen EN 410 bestimmt.

Der Bemessungswert gem. DIN 4108-4 des Gesamtenergiedurchlassgrades ist gleich dem Nennwert:

$$g_{BW} = g$$



Gesamtenergiedurchlassgrad von *iplus top 1.1* gem. EN 410 – energetische Aufteilung –

4.5.6 Energieabsorption α_e gem. EN 410

Neben der Transmission und Reflexion ist die Absorption die dritte bestimmende Größe beim Strahlungsdurchgang durch Glas. Sie wird ebenfalls in Prozent angegeben.

$$\begin{aligned} & \text{Transmission} \\ & + \text{Reflexion} \\ & + \text{Absorption} \\ & = 100 \% \end{aligned}$$

Durch die Absorption wird die Strahlungsenergie in Wärmeenergie umgewandelt. Dies führt zu einer Temperaturerhöhung der absorbierenden Glasscheibe.

Die Energieabsorption kann kritische Werte annehmen, bei denen das Risiko thermisch induzierten Glasbruchs steigen kann.

4.5.6

4.5.7 b-Faktor/Shading Coefficient (SC)

Der „mittlere Durchlassfaktor b“ oder auch Shading Coefficient (SC) ist die entscheidende Größe zur Berechnung der Kühllast.

Der Wert kann unterschiedlich ermittelt werden, wobei die Bezugsgröße je nach Anwendungsregel variiert.

Der dimensionslose b-Faktor ist nach VDI 2078, Ausgabe Juli 1996, das Verhältnis aus dem g-Wert der jeweiligen Verglasung und dem g-Wert eines Zweischeiben-Normalglasfensters.

$$b = \frac{g_{\text{EN 410}}}{0,80}$$

Nach EN 410 wird der Shading Coefficient (SC) wie folgt ermittelt.

$$SC = \frac{g_{\text{EN 410}}}{0,87}$$

International (z. B. USA – ASHRAE oder UK – CIBSE) wird der Shading Coefficient (SC) durch Bezug auf einen Gesamtenergiedurchlassgrad von 87 % (3 mm Einfachglas) ermittelt.

$$SC = \frac{g}{0,87}$$

In einigen Ländern wird zudem der SC für kurz- und langwellige Strahlung ermittelt.

Der SC für langwellige Strahlung wird ermittelt, indem man die sekundäre Wärmeabgabe (q_i) durch 0,87 dividiert (long wave shading coefficient – LWSC).

Der SC für kurzwellige Strahlung wird ermittelt, indem man die direkte Energietransmission (τ_e) durch 0,87 dividiert (short wave shading coefficient – SWSC).

4.5.8 Selektivitätskennzahl S

Mit der Selektivitätskennzahl wird das Verhältnis von Lichttransmissionsgrad τ_v zu Gesamtenergiedurchlassgrad g gekennzeichnet. Eine hohe Selektivitätskennzahl drückt im Sonnenschutzbereich ein günstiges Verhältnis aus.

$$S = \frac{\tau_v}{g}$$

4.5.9 Energiebilanz

4.5.9

Glas ist für kurzwellige Strahlung (Sonnenstrahlen) weitgehend transparent, für langwellige Wärmestrahlung hingegen undurchlässig.

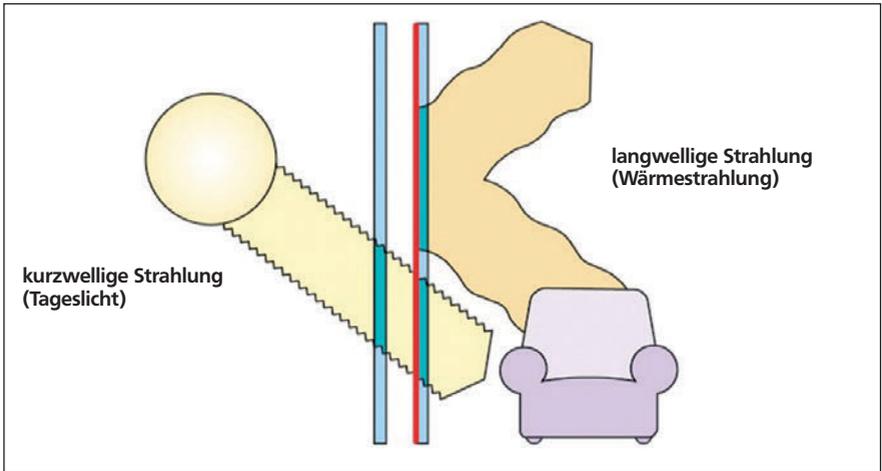
Dies bedeutet für die Praxis, dass Sonnenenergie (bis etwa 2500 nm) relativ ungehindert in den Innenraum gelangt (Sonnenkollektoreffekt, Glashauseffekt, Energiefalle).

Hier wird diese von den raumbegrenzenden Flächen absorbiert und zum großen Teil als langwellige Wärmestrahlung wieder abgegeben. Die Wärmefunktionsschichten verhindern den Austritt dieser langwelligen Wärmestrahlung. Diesem Energiegewinn stehen Energieverluste gegenüber. Diese entstehen durch Temperaturdifferenz zwischen beheiztem In-

nenraum und kühlerem Außenraum. Die Höhe der Energieverluste wird durch den U_g -Wert der Verglasung ausgedrückt. Zur Charakterisierung von Fenstern wird diese Energiebilanz für eine vollständige Heizperiode aufgestellt, die die baulichen, geographischen und klimatischen Verhältnisse berücksichtigt.

In einigen Staaten wird bereits eine plakative Kennzeichnung (Labelling) der Energieeffizienz des Bauteils Fenster auf der Grundlage von Energiebilanzen vorgenommen, siehe Kap. 3.2.

Die Zertifizierung „Passivhaus-geeignete Komponente“ des Passivhausinstituts Prof. Feist erfolgt bereits seit einigen Jahren u. a. auf der Basis von Energiebilanzwerten, s. Kap. 5.8.5.



Beispiel einer Energiebilanz-Betrachtung, angelehnt an den „äquivalenten k-Wert“ aus der 3. WSchVO.

$$E = U_g - (g \cdot S)$$

E = Energiebilanz

U_g = Wärmedurchgangskoeffizient, s. Kap. 4.5.1

g = Gesamtenergiedurchlassgrad, s. Kap. 4.5.5

S = Strahlungsgewinnfaktor

Weitere Energiebilanz-Betrachtungen sind europaweit durch Verbände, Institute oder Organisationen möglich.

4.6 Ermittlung der technischen Werte mit dem HClient-Kalkulationsprogramm

AGC INTERPANE bietet versierten Abnehmern und Planern die Möglichkeit, die technischen Werte verschiedener Isolierverglasungen oder auch Einfachscheiben leicht und sicher online zu ermitteln.

Zu diesem Zweck wurde das Kalkulationsprogramm HClient eingerichtet, das kontinuierlich aktualisiert wird, also stets auf die neuesten Produkte von AGC INTERPANE zurückgreift. Das Programm steht in Deutsch, Englisch und Französisch zur Verfügung. Sie finden die Kalkulationssoftware unter:

<http://services.eub.interpane.com/hclient4/>

Vor dem erstmaligen Start ist eine kostenlose einmalige Registrierung erforderlich. Danach erhalten Teilnehmer kurzfristig von AGC INTERPANE einen Zugangscode per Mail sowie einen Link auf die entsprechende Website.

Beachten Sie bitte auch, dass über die Standard-Produktpalette von AGC Interpane hinaus mit dem Glaskonfigurator von AGC Berechnungen durchgeführt werden können.

www.yourglass.com

4.6

Bezeichnung: Neue Berechnung

Scheibenaufbau: ipasol ultraselect 62/29 6 mm | Float 4 mm

außen 1 | 2 innen

Abstand: 16 mm
 Füllgrad: 90 %
 Argon: 100 %
 SF6: 0 %
 Krypton: 0 %
 Xenon: 0 %

Berechnungsergebnis

Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte (DIN EN 410)

Lichttransmission:	62 %	Direkte Strahlungstransmission:	27 %
Lichtreflexion		Direkte Strahlungsreflexion:	40 %
- außen:	10 %	Direkte UV-Transmission:	3 %
- innen:	11 %	Direkte Strahlungsaufsaugung:	32 %
UV-Transmission:	3 %	- Außenscheibe:	1 %
		- Innesscheibe:	1 %
		Gesamtenergiedurchlassgrad:	29 %

Allgemeiner Farbwiedergabeindex

- Durchsicht:	92
- Außenreflexion:	91

Wärmedurchgangskoeffizient (DIN EN 673)

Ug-Nennwert:	1.04 W/m ² K
--------------	-------------------------

A photograph of a modern, multi-story glass skyscraper with a white frame. The building features a prominent skybridge connecting it to another part of the structure. The building is situated on a grassy bank next to a body of water, with a rocky shoreline in the foreground. The sky is blue with some white clouds.

AGC INTERPANE



BESCHREIBUNG DER AGC INTERPANE PRODUKTE

Generation Glas

Die Architektur des 21. Jahrhunderts ist Glasarchitektur. Glasfassaden prägen die Metropolen der Welt. Glas beflügelt die Fantasie der Planer. Glas steht im Zentrum der Aufmerksamkeit. Doch visionäre Architektur setzt Hightech-Gläser voraus. Die energetischen und optischen Anforderungen an die Außenhaut wachsen ständig. Und auch im Innenbereich erlebt unser faszinierender Werkstoff Glas einen beeindruckenden Siegeszug.

Die strategische Allianz, die Interpane mit AGC verbindet, erlaubt es uns, Ihnen eine beeindruckende Produktpalette zur Verfügung zu stellen, die sich in idealer Weise ergänzt. Wir bieten nicht nur das wohl breiteste und tiefste Sortiment an Sonnenschutzverglasungen, auch im Bereich der dekorativen Gläser wurde unser Angebot erheblich ausgeweitet.

Für Planer und für Glasverarbeiter ergibt sich dadurch ein Produktportfolio mit enormer Vielseitigkeit und Leistungsfähigkeit.

Das Kapitel fünf ist gewissermaßen das „Herz“ unseres Handbuchs „Gestalten mit Glas“. Sie finden auf den nachfolgenden Seiten praktisch das komplette Lieferprogramm von AGC INTERPANE, natürlich auf dem aktuellen Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung, und darüber hinaus noch viele zusätzliche wertvolle Informationen, z. B. über die Europäische Bauproduktenverordnung oder die CE-Kennzeichnung.

Vom Wärmeschutz über leistungsstarken Sonnenschutz, vom Schallschutz bis zur Sicherheit (sowohl aktive als auch passive) präsentieren wir unsere hochfunktionellen Produkte. Ergänzt wird die Übersicht durch technische Funktionsgläser, wie z. B. schaltbare Scheiben und das neu gefasste, wesentlich erweiterte Sortiment der Glasprodukte für die dekorative Gestaltung.

- 5.1 Europäische Bauproduktenverordnung EU-BauPVO**
- 5.2 CE-Kennzeichnung – europäische Produktnormen**
- 5.3 Basisglas**
- 5.4 Floatglas klar**
- 5.5 Floatglas eingefärbt**
- 5.6 Beschichtetes Basisglas**
- 5.7 INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas**
- 5.8 Produktpalette Wärmedämmglas**
- 5.9 Schallschutz ipaphon**
- 5.10 Sonnenschutzglas**
- 5.11 Elektromagnetische Abschirmung ipascreen**
- 5.12 Konventionelles Isolierglas**
- 5.13 Sicherheit ipasafe**
- 5.14 Technische Funktionsgläser**
- 5.15 Dekorative Verglasungen**
- 5.16 SunEwat XL – Glas-Glas-Module für gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)**
- 5.17 Brandschutzglas**
- 5.18 Isolierglas als funktionales Gestaltungselement**

5.1 Europäische Bauproduktenverordnung EU-BauPVO

5.1

Die Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) vom 9. März 2011 ersetzt die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG vom 21. Dezember 1988

1) Allgemeines

Die o. g. Bauproduktenverordnung ersetzt die Bauproduktenrichtlinie (BPR). Dies hat auch Auswirkungen auf die praktizierte „CE-Kennzeichnung“ (siehe Kap. 5.2).

Eine europäische Verordnung wird im Gegensatz zu einer europäischen Richtlinie nicht erst in nationales Recht umgesetzt werden. Diese Verordnung ist seit dem 1. Juli 2013 wirksam.

Die „Wesentlichen Anforderungen“ der BPR werden in der EU-BauPVO „Grundanforderungen“ benannt und zum Teil erweitert bzw. neu eingeführt.

Gegenstand der Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) ist die Festlegung von Bedingungen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten oder ihrer Bereitstellung auf dem Markt durch die Aufstellung von harmonisierten Regeln über

- die Angabe der Leistung von Bauprodukten (Leistungserklärung) und
- die CE-Kennzeichnung

Keine CE-Kennzeichnung ohne Leistungserklärung!

alt (BPR)	neu (EU-BauPVO)
Wesentliche Anforderungen	Grundanforderungen
Mechanische Festigkeit und Standsicherheit	identisch
Brandschutz	identisch
Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz	nahezu identisch (zusätzlich Klimaschutz; Lebenszyklusansatz)
Nutzungssicherheit	Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung (auch Einbruchschutz)
Schallschutz	identisch
Energieeinsparung und Wärmeschutz	nahezu identisch (jetzt auch während Auf- und Rückbau)
–	Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen

Mit dieser neuen Verordnung werden teilweise bisher bekannte Begriffe anders benannt.

alt (BPR)	neu (EU-BauPVO)
Wesentliche Anforderungen	Grundanforderungen an Bauwerke
Technische Merkmale	Wesentliche Merkmale
Konformitätsbescheinigung (Konformitätserklärung)	Leistungserklärung
Konformität Produkt/Norm	Konformität erklärte/tatsächliche Leistung
Konformitätsbewertung	Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit
ETAG, CUAP	Europäisches Bewertungsdokument (EBD)
Europäische Technische Zulassung	Europäische Technische Bewertung (ETB)

5.1

Wesentliche Merkmale von Bauprodukten

Die Wesentlichen Merkmale von Bauprodukten werden in harmonisierten technischen Spezifikationen festgelegt. Diese Merkmale beziehen sich auf die Grundanforderungen an Bauwerke. Harmonisierte technische Spezifikationen sind:

- die harmonisierten EN Normen und
- die Europäischen Bewertungsdokumente

2) Leistungserklärung

Nach Artikel 4 der EUBauPVO besteht die Pflicht zur Erstellung einer Leistungserklärung, wenn das Bauprodukt

- von einer harmonisierten Norm erfasst ist oder
- einer Europäischen Technischen Bewertung entspricht

und in Verkehr gebracht wird.

Wenn ein hergestelltes Bauprodukt diese Anforderungen erfüllt, erstellt der Hersteller die **Leistungserklärung** für das Produkt. Diese **Leistungserklärung** ersetzt die bisherige **Konformitätserklärung**.

Der Hersteller übernimmt damit die Verantwortung für die Übereinstimmung des Bauproduktes mit der erklärten Leistung. Diese Erklärung hat den Charakter einer zugesicherten Eigenschaft.

Inhalt der Leistungserklärung:

- Wesentliche Merkmale gemäß der harmonisierten technischen Spezifikationen, z. B. bei harmonisierten EN Normen die mit der CE-Deklaration erklärten technischen Merkmale
- Verweis auf den Produkttyp
- System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit des Bauprodukts (bisher Level)
- Fundstelle und Erstellungsdatum der harmonisierten Norm oder der Europäischen Technischen Bewertung

Zusätzlich enthält die Leistungserklärung Folgendes:

- Den/Die Verwendungszweck/e des Bauprodukts gemäß der anwendbaren harmonisierten technischen Spezifikationen

- Die Liste der Wesentlichen Merkmale, die in diesen harmonisierten technischen Spezifikationen für den/die erklärten Verwendungszweck/e festgelegt wurden
- Die Leistung von zumindest einem der Wesentlichen Merkmale des Bauprodukts, die für den/die erklärten Verwendungszweck/e relevant ist
- Für die aufgelisteten Wesentlichen Merkmale, für die keine Leistung erklärt wird, wird NPD deklariert
- Die Leistung nach Stufen oder Klassen oder in einer Beschreibung des Bauprodukts in Bezug auf alle wesentlichen Merkmale, die in der Europäischen Technischen Bewertung enthalten sind, wenn diese für das Produkt erstellt wurde

Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit

Bauprodukte unterliegen nach der EU-BauPVO der „Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit“.

Die Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit von Bauprodukten erfolgt in Bezug auf ihre Wesentlichen Merkmale.

Sie wird nach den auch schon für die BPR geltenden Systemen 1+; 1; 2+; 3 und 4 durchgeführt. Das System 2 entfällt. Für Glasprodukte ist in der Regel das System 3 anzuwenden, in wenigen Fällen (z. B. Brandschutz) gilt System 1.

3) CE-Kennzeichnung

Neu ist:

- Eine CE-Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn auch eine Leistungserklärung abgegeben wurde.
- Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Hersteller die Konformität des Produkts mit der in der Leistungserklärung angegebenen Leistung. Bisher wurde nur die Übereinstimmung des Bauprodukts mit der harmonisierten Norm bestätigt.

Ansonsten ändert sich an der Verfahrensweise für die CE-Kennzeichnung wenig.

Zur-Verfügung-Stellung der Leistungserklärung und CE-Deklaration

Aus Gründen des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit stellt AGC INTERPANE generell die Leistungserklärung und die CE-Deklaration in elektronischer Form zur Verfügung. Dieses Verfahren hat sich bereits seit Jahren bei der CE-Deklaration bewährt.

Unter www.interpane.com, Menü: Service, Bereich „EUBauPVO/Ü-Zeichen“, können sowohl die Leistungserklärung als auch die CE-Deklaration auftragsbezogen heruntergeladen bzw. ausgedruckt werden.

AGC INTERPANE



EUBauPVO / Ü-Zeichen

Hier geht's zur EÜ-Bauproduktenverordnung.
Hier geht's zur Ü-Zeichnung.



Beispiel einer Leistungserklärung

Leistungserklärung AGC INTERPANE		
0502147308001		
1. Produkttyp	Iso ipasol neut.70/39 3-fach	
2. Typ	0502147308001	
3. Verwendungszweck	Mehrscheiben-Isolierglas zur Verwendung in Gebäuden und sonstigen Bauwerken	
4. Hersteller	INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG Sohnreysstr. 21, D - 37697 Lauenförde	
5. Bevollmächtigter	System 3	
6. System zur Bewertung der Leistungsbeständigkeit		
7. Harmonisierte Produktnorm	Entsprechend EN 1279-5 Anhang ZA wurde eine Erstprüfung nach dem System 3 vorgenommen und ein Erstprüfbericht erstellt.	
8. Notifizierte Stelle	-	
9. Erklärte Leistung:		
Wesentliche Merkmale	Leistung/Klasse	Harmonisierte Spezifikation
9.1 Feuerwiderstand	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.2 Brandverhalten	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.3 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.4 Durchschusshemmung	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.5 Sprengwirkungshemmung	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.6 Einbruchhemmung	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.7 Widerstand gegen Pendelschlag	NPD	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.8 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede	200K/40K/40K	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.9 Widerstand gegen Schnee, Wind, Dauerlast bzw. weitere Beanspruchungen der Verglasung	8mm/6mm /12,76mm	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.10 Direkte Luftschalldämmung	NPD(NPD,NPD) dB	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.11 Thermische Eigenschaften	0,5 W/(m ² K)	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.12 Lichttransmissionsgrad und Lichtreflexion	+0,580,1410,14	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.13 Gesamtenergiedurchlass	0,34	EN 1279-5:2005 + A2-2010
9.14 Solarenergetische Merkmale	0,270,0280,18	EN 1279-5:2005 + A2-2010

Die Leistung des Produkts gemäß den Nummern 1 und 2 entspricht der erklärten Leistung nach Nummer 9. Verantwortlich für die Erstellung dieser Leistungserklärung ist allein der Hersteller gemäß Nummer 4. Unterzeichnet für den Hersteller und im Namen des Herstellers von:
gez. Jörn C. Hesselbach (Vorstand) gez. Christophe Heinrich (Vorstand)
Lauenförde, 10.02.2014

Dieses Dokument wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

 AGC INTERPANE	
INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG Sohnreysstr. 21, D - 37697 Lauenförde 14	
EN 1279-5 Anhang ZA	
Mehrscheiben-Isolierglas zur Verwendung in Gebäuden und sonstigen Bauwerken	
Iso ipasol neut.70/39 3-fach	
Eigenschaften:	
Sicherheit im Brandfall	
Feuerwiderstand	NPD
Brandverhalten	NPD
Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen	NPD
Nutzungssicherheit	
Durchschusshemmung	NPD
Sprengwirkungshemmung	NPD
Einbruchhemmung	NPD
Widerstand gegen Pendelschlag	NPD
Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede	200K/40K/40K
Widerstand gegen Schnee, Wind, Dauerlast bzw. weitere Beanspruchungen der Verglasung	8mm/6mm/12,76mm
Schallschutz	
Direkte Luftschalldämmung	NPD(NPD,NPD) dB
Energieerhaltung und Wärmeschutz	
Thermische Eigenschaften	0,5 W/(m ² K)
Lichttransmissionsgrad	0,58
Lichtreflexionsgrad	0,14
- Oberfläche 1	0,14
- Oberfläche 2	0,14
Gesamtenergiedurchlassgrad	0,34
Sonneneinstrahlungsgrad	0,27
Sonneneinstrahlungsgrad	0,28
- Oberfläche 1	0,28
- Oberfläche 2	0,18

5.2 CE-Kennzeichnung – europäische Produktnormen

5.2

CE heißt Communauté Européenne – Europäische Gemeinschaften. Mit dieser Abkürzung werden u. a. Bauprodukte gekennzeichnet, die den harmonisierten europäischen Produktnormen entsprechen.

Die CE-Kennzeichnung ist weder ein Herkunftszeichen noch ein Qualitätszeichen. Sie darf nur dann für die Kennzeichnung des Produktes verwendet werden, wenn das Produkt der EU-BauPVO entspricht. Sie stellt sicher, dass das Produkt EU-weit ohne Einschränkungen in Verkehr gebracht werden darf. Allerdings kann es aufgrund nationaler Besonderheiten zu zusätzlichen Anforderungen bei der Verwendung der Produkte kommen. In Deutschland wird dies z. B. in der Bauregelliste BRL bekannt gegeben.

Die CE-Kennzeichnung ist die Erklärung des Herstellers, dass das Produkt mit der zugrunde liegenden Produktnorm übereinstimmt.

Der Nachweis der Übereinstimmung mit der EU-BauPVO erfolgt auf unterschiedlichem System. Für Glas sind nur zwei Systeme von Bedeutung:

System 1:

Erstprüfung mit Eigen- und Fremdüberwachung

System 3:

Erstprüfung mit Eigenüberwachung

Die wesentlichen Merkmale, für die eine Leistung anzugeben ist, können den in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Produktnormen entnommen werden.

Produktnorm	Zeitpunkt der Einführung	System
Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas (z. B. Floatglas) EN 572	01.09.2006	3
Mehrscheiben-Isolierglas EN 1279	01.03.2007	3
Beschichtetes Glas EN 1096	01.09.2006	3
Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas EN 12150	01.09.2006	3
Teilvorgespanntes Kalknatronglas EN 1863	01.09.2006	3
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas EN 14179	01.03.2007	3
Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas EN 14 449	01.03.2007	3 oder 1

Mit Einführung der harmonisierten europäischen Normen (EN) für Glasprodukte wurden die entsprechenden nationalen Normen (z. B. DIN) abgelöst.

Generell haben die europäischen Normen für Glas gemeinsame Merkmale:

- Es wird ein Qualitätsmanagement-System gefordert,
- es werden Qualitätsmerkmale vorgeschrieben und
- Qualitätsprüfungen festgelegt.

Was der Hersteller tun muss, um die CE-Kennzeichnung führen zu können

Erstprüfung

- Produkte, die gekennzeichnet werden sollen, festlegen
- System- und Produktbeschreibung erstellen
- Leistungsmerkmale festlegen
- Spezifikationen der Vorprodukte dokumentieren
- **Drei Möglichkeiten** für den Nachweis der Erstprüfung:
 - a) vorhandene Prüfzeugnisse sind ausreichend (Überprüfung ggf. gemeinsam mit Prüfinstitut)
 - b) Übertragung von Erstprüfgergebnissen
 - c) Durchführung eigener Erstprüfungen ggf. durch anerkanntes Prüfinstitut
- Feststellung der erfolgreichen Erstprüfung
- Anwendungshinweise geben (z. B. Verglasungsrichtlinien oder Verarbeitungshinweise)



Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Die Anforderungen und die Dokumentation der werkseigenen Produktionskontrolle sind in einem Qualitätshandbuch zu beschreiben.

- Qualifiziertes Personal für die Durchführung der WPK benennen
- Organisationsstruktur und Verantwortlichkeiten definieren
- Ablauforganisation beschreiben (Wareneingangskontrolle, Fertigungstechniken und Produktionsabläufe)
- Prüfpläne und Auditprüfungen erstellen
- Prüfeinrichtungen verfügbar machen

- Maßnahmenplan für Abweichungen festlegen
- Dokumentation der durchgeführten WPK
- Leistungserklärungen der Lieferanten sammeln

Wenn die werkseigene Produktionskontrolle eingerichtet ist und die Erstprüfung erfolgreich bestanden wurde, können

- das Konformitätszertifikat durch die Zertifizierungsstelle (bei System-1-Produkten) ausgestellt,
- die Leistungserklärung erstellt und
- die **CE-Kennzeichnung** der Produkte durchgeführt werden.

Die CE-Kennzeichnung kann z. B. am Produkt, auf dem Etikett oder auf dem Lieferschein geschehen.

Die deklarierten Eigenschaften können in einem beliebigen Datenformat (z. B. Tabelle, Katalog, Internet-Seite) angegeben werden. In der CE-Kennzeichnung genügt dann ein Hinweis auf die Fundstelle. Bei INTERPANE sind die deklarierten Eigenschaften auftragsbezogen unter www.interpane.com verfügbar.

Auditprüfungen und Inspektionen in der laufenden Fertigung

Durch regelmäßige Qualitätsaudits unter Aufsicht oder durch eine unabhängige, nicht zur Produktion gehörende Stelle ist die fortwährende Übereinstimmung des Erzeugnisses mit den technischen Spezifikationen zu überwachen:

- Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle
- Überprüfung der qualitätsrelevanten Produktmerkmale
- Überprüfung der verwendeten Prüfmittel
- Dokumentation der Audit-Prüfergebnisse

Weitere Hinweise zur CE-Kennzeichnung sind in den jeweiligen Produktkapiteln enthalten.

5.3 Basisglas

5.3

Das Ausgangsprodukt für jedes in Endanwendung eingesetzte Bauglas, sei es als Mehrscheiben-Isolierglas (MIG), Sicherheitsglas oder Brandschutzglas, sind die Basiserzeugnisse, die in EN 572 charakterisiert sind.

Von INTERPANE und AGC werden in Europa hochwertige Floatglas-Produkte vermarktet.

Basisglas ist das Ausgangsprodukt für die Weiterverarbeitung zu

- beschichtetem Basisglas (s. Kap. 5.6)
- Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (s. Kap. 5.13)
- vorgespanntem Glas (ESG/TVG) (s. Kap. 5.13)
- technischen Funktionsgläsern (s. Kap. 5.14)
- dekorativen Glasprodukten (s. Kap. 5.15)

Der mechanischen Bearbeitung sind keine Grenzen gesetzt, es kann problemlos bearbeitet werden (schneiden, Kantenbearbeitung, Bohrungen und Ausschnitte).

Tabelle 1 — Allgemeine Eigenschaften von Basiserzeugnissen aus Kalk-Natronsilicatglas

Eigenschaft	Symbol	Zahlenwert und Einheit
Dichte (bei 18 °C)		2 500 kg/m ³
Härte (Knoop)	HK _{0,1/20}	6 GPa ^a
E-Modul (Elastizitätsmodul)	E	7 × 10 ¹⁰ Pa
Poissonzahl	μ	0,2
Spezifische Wärmekapazität	c _p	0,72 × 10 ³ J/(kg K)
Nennwert des mittleren Längenausdehnungskoeffizienten zwischen 20 °C und 300 °C		9 × 10 ⁻⁶ /K
Beständigkeit gegen Temperaturunterschiede und plötzliche Temperaturwechsel		40 K ^b
Wärmeleitfähigkeit		1 W/(m K)
Mittlerer Brechungsindex im sichtbaren Bereich (bei 589,3 nm)	n	1,5
Emissionsgrad (korrigiert)		0,837
^a Knoop-Härte nach ISO 9385. ^b Allgemein anerkannter Wert, der von der Kantenqualität und der Glasart beeinflusst wird.		

Die charakteristische Biegefestigkeit F_{g, kk} beträgt 45 N/mm² nach Definition der Norm (s. Kap. 72.1).

5.4 Floatglas klar

Floatglas klar wird von AGC INTERPANE unter dem Markennamen Planibel Clear angeboten.

Lieferbar sind Bandmaße (Breite 3210 mm) in unterschiedlichen Dicken und Längen (Standardformat 3210 mm x 6000 mm). Geteilte Bandmaße sind lieferbar als Stöße oder Endkappen.

5.4

5.4.1 Planibel Clear

Unter dem Markennamen Planibel Clear vertreibt AGC INTERPANE das Standardfloatglas mit der glastypischen Eigenfarbe.

Technische Daten: Planibel Clear

Produkt- bezeichnung	Glas- dicke mm	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410				EN 673	
		τ_v %	ρ_v %	τ_e %	ρ_e %	α_e %	U_g W/(m ² K)
Planibel Clear	3	90	8	86	8	6	5,8
Planibel Clear	4	90	8	84	8	8	5,8
Planibel Clear	5	89	8	83	7	10	5,7
Planibel Clear	6	89	8	81	7	12	5,7
Planibel Clear	8	88	8	78	7	15	5,6
Planibel Clear	10	87	8	75	7	18	5,6
Planibel Clear	12	86	8	72	7	21	5,5

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

5.4.2 ipaclear

5.4.2

Speziell zur Herstellung von höhertransmissiven Dreifach-Isoliergläsern produziert AGC INTERPANE ein helleres Floatglas, das zwischen „Standard-Float“ und „Weißglas“ angesiedelt ist. Der Markenname: ipaclear.

Technische Daten: ipaclear

Produkt- bezeichnung	Glas- dicke	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410				EN 673	
		τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	α_e	U_g
mm	%	%	%	%	%	W/(m ² K)	
ipaclear	3	91	8	88	8	4	5,8
ipaclear	4	91	8	87	8	5	5,8
ipaclear	5	90	8	86	8	6	5,7
ipaclear	6	90	8	86	8	6	5,7
ipaclear	8	90	8	84	8	8	5,6
ipaclear	10	89	8	82	8	10	5,6
ipaclear	12	89	8	81	8	11	5,5

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

5.4.3 ipawhite

Diese „Weißgläser“ werden aus besonders hochwertigen, d. h. eisenarmen Rohstoffen hergestellt und zeichnen sich gegenüber „normalem“ Floatglas durch eine deutlich neutralere Farbe in der An- und Durchsicht aus, was besonders bei größeren Glasdicken die Farbverfälschung durch die glastypische Eigenfarbe nahezu vollständig vermeidet.

Die farbneutrale Transparenz wird in konstruktiven Glasanwendungen, bei dickeren Verbund-Sicherheitsgläsern, in designorientierten Verglasungen im Innenbereich und in der Fassade und insbesondere in Verbindung mit Siebdruck oder Farbblaminaten von vielen Architekten, Verarbeitern und Bauherren geschätzt.

Besonders interessant wird der Einsatz heute im Isolierglas. Erhöhung des g-Wertes, also der solaren Ener-

giegewinne bei Dreifach-Isoliergläsern, die bei wachsendem Energieeinsparbewusstsein an zunehmender Bedeutung gewinnen, sind hierdurch leicht zu realisieren. Dies gilt insbesondere auch in Verbindung mit Wärmedämmbeschichtungen auf ipawhite.

Des Weiteren wird durch den Einsatz von Weißglas die Energieabsorption und somit die thermische Belastung, vor allem bei der Anwendung von Sonnenschutzschichten, reduziert.

Die Möglichkeiten hinsichtlich Ver- und Bearbeitung, das physikalische Eigengewicht sowie die Toleranzen der Nennstärke entsprechen denen von Floatglas klar.

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die licht- und energetischen Daten (basierend auf EN 410):

5.4.3

Technische Daten: ipawhite

Produktbezeichnung	Glasdicke mm	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	α_e	U_g
		%	%	%	%	%	W/(m ² K)
ipawhite	3	92	8	91	8	1	5,8
ipawhite	4	92	8	91	8	1	5,8
ipawhite	5	91	8	90	8	2	5,7
ipawhite	6	91	8	90	8	2	5,7
ipawhite	8	91	8	89	8	3	5,6
ipawhite	10	91	8	89	8	3	5,6
ipawhite	12	91	8	88	8	4	5,5

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

5.4.4 Planibel Linea Azzura

5.4.4

Planibel Linea Azzura ist ein leicht getöntes Floatglas, bei dem die „glasübliche“ grünliche Eigenfarbe durch Blau ersetzt wird. Es ist optimal geeignet für große

verglaste Flächen, für die Möbelindustrie und den dekorativen Innenausbau.

Technische Daten: Planibel Linea Azzura

Produkt- bezeichnung	Glasdicke mm	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	α_e	U_g
		%	%	%	%	%	W/(m ² K)
Linea Azzura	8	87	8	73	7	20	5,6
Linea Azzura	10	86	8	69	7	24	5,6
Linea Azzura	12	85	8	66	6	28	5,5
Linea Azzura	15	83	8	61	6	33	5,4
Linea Azzura	19	81	7	56	6	38	5,3
Linea Azzura	25	78	7	50	6	44	5,2

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

5.5 Floatglas eingefärbt

Eingefärbtes Floatglas findet seine Anwendung in verschiedenen Branchen, u. a. im Baubereich, in der Innenarchitektur oder in der Möbelindustrie. Es kann sowohl weiterverarbeitet (z. B. Vorspannung, Beschichtung, Isolierglas etc.) als auch als Einfachscheibe eingesetzt werden.

AGC INTERPANE bietet in diesem Produktsegment vorwiegend hochwertige Basisprodukte des Allianzpartners AGC an, die unter dem Markennamen Planibel Coloured vermarktet werden.

5.5

5.5.1 Planibel Coloured

Planibel Coloured ist ein in der Masse eingefärbtes Floatglas, das in vielen attraktiven Tönungen verfügbar ist. Besonders einzigartig sind die unter-

schiedlichen Blautöne, die in dieser Auswahl nur von AGC angeboten werden.

Technische Daten: Planibel Coloured

Produkt- bezeichnung	Glasdicke	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_v	ρ_v	τ_e	ρ_e	α_e	U_g
	mm	%	%	%	%	%	W/(m ² K)
Planibel green	6	73	7	44	5	51	5.7
Planibel bronze	6	51	6	50	5	45	5.7
Planibel grey	6	44	5	46	5	49	5.7
Planibel azur	6	73	7	49	6	45	5.7
Planibel PrivaBlue	6	35	5	20	5	75	5.7
Planibel dark blue	6	58	6	41	5	54	5.7
Planibel dark grey	6	8	4	8	4	88	5.7

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Standard-Dicken für Planibel Coloured

	3	4	5	6	8	10	12
Planibel green		✓	✓	✓	✓	✓	
Planibel bronze	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Planibel grey	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Planibel azur		✓		✓	✓	✓	
Planibel PrivaBlue		✓		✓	✓	✓	
Planibel dark blue				✓	✓		
Planibel dark grey		✓		✓	✓	✓	

5.6 Beschichtetes Basisglas

5.6

Durch Veredelungstechniken können die technischen Eigenschaften von Glas verändert oder fehlende Funktionen ergänzt werden. Beispiele sind unter anderem die Veränderung der Form durch das Biegen von Glas, die Veränderung der Glasmatrix durch thermisches oder chemisches Vorspannen, die Veränderung der Oberfläche durch additive oder subtraktive Verfahren oder auch die Erstellung von Glaskonstruktionen – beispielsweise Mehrscheiben-Isolierglas.

Unter den additiven Oberflächenveredelungen werden die Verfahren eingeordnet, bei denen eine neue Oberfläche außerhalb des Flachglaskörpers durch Auftrag von Materie geschaffen wird. Hierzu gehören Beschichtungen. Denen gegenüber stehen die subtraktiven Oberflächenveredelungen. Hier wird eine neue Oberfläche innerhalb des Flachglaskörpers geschaffen, beispielsweise Ätzungen zur Herstellung reflexionsarmer Verglasungen, das Schleifen und Gravieren sowie Sandstrahlen zur künstlerischen Glasgestaltung. [1]

Eigenschaften von Beschichtungen

Die durch Schichten beeinflussbaren Funktionen des Flachglases sind u. a.:

- 1. Optische Eigenschaften:** alle Schichten, die die Transmission, Reflexion oder Absorption beeinflussen.
- 2. Elektrische Eigenschaften:** alle Schichten, die die elektrischen Eigenschaften und damit zusammenhängende Funktionen, z. B. die Wärmeabstrahlung (thermisches Emissionsvermögen), verändern.
- 3. Mechanische Eigenschaften:** Mit diesen Schichten, z. B. Folien, werden mechanische Eigenschaften wie das Bruchverhalten und der Schallschutz verbessert.
- 4. Chemische Eigenschaften:** Hierzu zählen z. B. Schichten zur Schmutz- und Wasserabweisung.
- 5. Dekorative Eigenschaften:** Dadurch kann das Aussehen des Flachglases verändert oder angepasst werden.

Durch eine Mehrfachfunktionsschicht können mehrere Funktionen gleichzeitig gewährleistet werden – zum Beispiel mit Flachglasprodukten, deren Beschichtung gleichzeitig Wärmeabstrahlung unterbindet, den Energieeintrag reduziert und elektromagnetische Strahlen abschirmt. [1]

Der Sinn des Beschichtens

Mit Dünnschichten auf Flachglas werden folgende, grundsätzliche, Funktionen erfüllt [1]:

- Niedriges Emissionsvermögen für Infrarotstrahlung
- Elektrische Leitfähigkeit
- Absorptionserhöhung
- Entspiegelung
- Verspiegelung
- Erzeugung von dekorativen Effekten

Zwischen diesen Funktionen bestehen z. T. physikalische Zusammenhänge.

Die Grundlage der meisten genannten Funktionen sind die physikalischen Effekte elektrische Leitfähigkeit und Interferenz von elektromagnetischen Wellen. Meist sind mindestens zwei der Funktionen wirksam.

Bei der Realisierung von z. B.

- Wärmedämmschichten für Wärmeschutzverglasungen werden niedriges thermisches Emissionsvermögen und Entspiegelung,
- Sonnenschutzschichten für Sonnenschutzverglasungen werden niedriges thermisches Emissionsvermögen, Verspiegelung, Absorptionserhöhung und dekorative Effekte,
- elektrisch leitfähigen Schichten für Leitgläser, z. B. beim Einsatz bei Flüssigkristall- und Plasmadisplays, werden elektrische Leitfähigkeit und Entspiegelung und
- Schichten für Spiegel werden Verspiegelung und dekorative Wirkung

erreicht bzw. erzeugt. [1]

Allem voran steht heute die Reduzierung der thermischen Emissivität ϵ , als zentrale Größe für die Reduzierung des U_g -Wertes, bei Gebäudeverglasungen im Fokus der Beschichtungstechnik. Die Ermittlung des thermischen Emissionsvermögens erfolgt durch Messung der IR-Reflexion einer Bauteiloberfläche. Hierbei ist der Einfallswinkel des Messstrahls nahezu senkrecht zur betrachteten Oberfläche, und die Messung findet in einem bestimmten Wellenlängenbereich statt. Der so ermittelte Reflexionswert R wird anschließend gemäß der Formel

$$\epsilon = 1 - R$$

in den thermischen Emissionswert umgerechnet. Da es messtechnisch nicht möglich ist, mit einem Einfallswinkel von 0° zu messen, wird im Allgemeinen bei einem mittleren Einfallswinkel von $\leq 10^\circ$ gemessen.

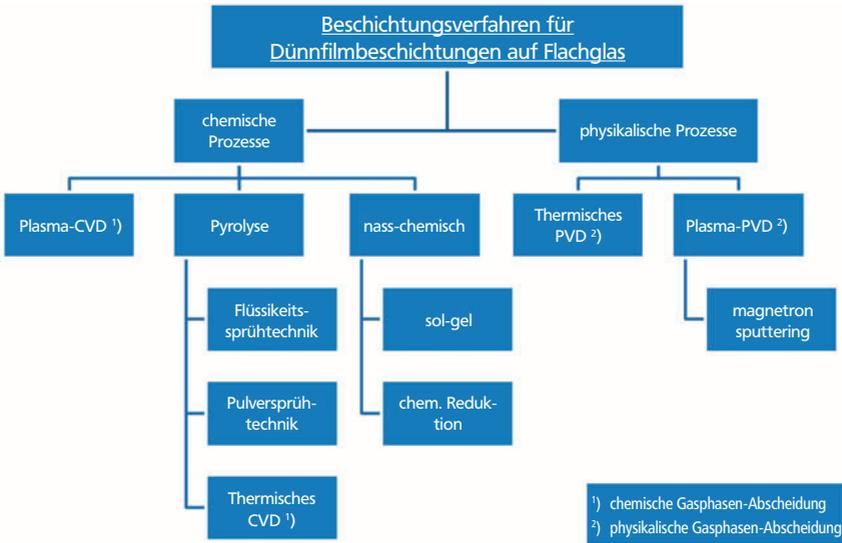
Bei der Ermittlung des normalen Emissionsvermögens ϵ_n nach EN 673 wird das zuvor beschriebene Messverfahren zugrunde gelegt, wobei 30 Wellenlängen im Bereich zwischen 5,5 μm und 50 μm ausgewertet werden. Aus diesen Einzelergebnissen wird der Mittelwert unter Berücksichtigung der Verteilung der Temperaturstrahlung bei +10 °C gebildet. Das Resultat wird als „normales Emissionsvermögen ϵ_n “ bezeichnet. Der deklarierte Wert des Emissionsvermögens ϵ_d ist der vom Hersteller des beschichteten Basisglases angegebene Nennwert des normalen thermischen Emissionsvermögens.

Um die Transparenz des Glases mit den hervorragenden Emissionseigenschaften von Edelmetallen zu verbinden, werden dünne, d. h. transparente Schichten dieser Metalle, auf das Glas aufgebracht. So wird das Emissionsvermögen der Glasoberfläche wirkungsvoll verringert. Optimal sind hauchdünne Silberschichten mit einer Dicke von etwa 1/100.000 mm (= 10 nm). Heute gilt Wärmedämmglas mit einem U_g -Wert von 1,1 W/(m²K) als Stand der Technik. Im Dreifachaufbau lassen sich U_g -Werte bis 0,5 W/(m²K) erreichen [2].

Beschichtungsverfahren

Beschichtungen auf Flachglas werden in Dünnschichtverfahren und Dickfilmverfahren gegliedert. Früher war das Unterscheidungsmerkmal die Schichtdicke. Man sagte, dass die Verfahren, die Schichten mit einer Dicke < 1 μm ergeben, Dünnschichtverfahren und solche, die Schichten mit einer Dicke > 1 μm ergeben, Dickfilmverfahren sind. Heute werden Dick- und Dünnschichtbeschichtungen durch die Funktionsweise der aufgetragenen Schichten unterschieden.

Dickfilmbeschichtungen haben also immer die Eigenschaften des aufzubringenden Beschichtungsmaterials. Bei Dünnschichtbeschichtungen ist das dagegen nicht der Fall. Typische Dickfilmverfahren für die Flachglasbeschichtung sind alle Verfahren, mit denen z. B. Lacke, Harze und Folien aufgebracht werden. Eine Folie, zum Beispiel Polyvinylbutyral (PVB), wird u. a. als Zwischenschicht bei Verbund- und Verbund-Sicherheitsglas eingesetzt. Typische Dünnschichtverfahren sind z. B. solche, mit denen Materie aus der Dampfphase im Vakuum oder aus der Dampf-, Flüssigkeits- oder Feststoffphase in Umgebungsatmosphäre abgeschieden wird und so physikalische Eigenschaften erzeugt werden, die das Beschichtungsmaterial selbst nicht hat. In den meisten Fällen wird dies durch Mehrschichtsysteme erzielt. Das bedeutet, dass man mit dünnen Schichten neue Eigenschaften erzeugen kann, die das unbeschichtete Flachglas nicht hat.



5.6

Nach DIN 8580 wird in der Fertigungstechnik unter einer Beschichtung eine Hauptgruppe von Fertigungsverfahren verstanden, mit denen man eine festhaftende Schicht aus formlosem Stoff auf die Oberfläche eines Werkstücks aufbringt. Maßgeblich ist der unmittelbar vor dem Beschichten vorhandene Zustand des Beschichtungsstoffes. Dieser Zustand kann zum Beispiel bei einer physikalischen Gasphasen-Abscheidung dampfförmig sein.

Nach EN 1096 „Beschichtetes Glas“ versteht man unter einer Beschichtung den Niederschlag einer oder mehrerer dünner, fester Schichten aus anorganischen Materialien auf einem Substrat, in unserem Fall Flachglas. Beschichtungsverfahren kann man durch die Art der Schichtaufbringung in *chemische, physikalische, mechanische, thermische* und *thermomechanische* Verfahren unterscheiden.

Die für die Beschichtung auf Flachglas wesentlichen Verfahren lassen sich in chemische und physikalische Prozesse unterteilen. Nach EN 1096 versteht man unter chemischen Beschichtungsprozessen jene Prozesse, bei denen durch chemische Reaktionen aus Flüssigkeit, Dampf oder Pulver Schichten auf Glas hergestellt werden. Pulverbeschichtungen werden in der Flachglasindustrie seit einigen Jahren nicht mehr durchgeführt.

Chemical Deposition (CD – chemische Abscheidung) findet meist unter Atmosphärendruck statt. Es erfolgt eine chemische Reaktion des Beschichtungsmaterials an der Flachglasoberfläche. Beschichtungen auf Basis chemischer Prozesse finden in der Regel „Online“ statt, also in Kombination mit der Floatglasherstellung. Chemische Prozesse sind unterteilbar in:

- Pyrolyse und nasschemische Verfahren
- Gasphasenabscheidung (CVD = Chemical Vapour Deposition)
- Plasma-unterstützte CVD-Verfahren (PACVD = Plasma Assisted CVD)

Bei Verfahren mittels *Pyrolyse* erfolgt die Schichtbildung durch Reaktion des Beschichtungsmaterials z. B. mit Luft, Sauerstoff oder Wasserdampf auf der heißen Flachglasoberfläche. Diese Beschichtungstypen werden auch sehr häufig als pyrolytische (= zersetzend durch Hitze) Beschichtungen bezeichnet, was aber auf einen Teil der chemischen Prozesse nicht zutrifft. Ihr gemeinsames Merkmal ist die chemische Reaktion auf der heißen Glasoberfläche. Bei dieser Beschichtungstechnik tritt das Beschichtungsmaterial in dampfförmiger, flüssiger oder fester Form in Kontakt mit der heißen Glasoberfläche. Liegt die zur Beschichtung ausgewählte Verbindung in flüssiger Form vor und wird sie in diesem Aggregatzustand

auch im Beschichtungsprozess eingesetzt, wird zur Beschichtung die Flüssigkeitssprühtechnik angewandt. Mit der Flüssigkeitssprühtechnik werden im Online-Verfahren u. a. nichtselektive Sonnenschutzbeschichtungen, z. B. auf Basis von Kobalt-Eisen-Nickel-Mischoxiden bzw. TiO_2 hergestellt. Bekannt ist hier z. B. das Produkt „Stopsol“.

Bei der *chemischen Gasphasenabscheidung* (CVD) wird ein gasförmiger Ausgangsstoff an der Oberfläche des Substrates durch eine chemische Reaktion als Feststoff abgeschieden. Im Gegensatz zur Herstellung von Halbleiterbauelementen, wo CVD im Vakuum durchgeführt wird, wird bei der Flachglasbeschichtung in der Regel unter Umgebungsdruck gearbeitet. Der Unterschied zum Flüssigkeitssprühverfahren besteht darin, dass die Beschichtungsmaterialien der Flachglasoberfläche dampfförmig zugeführt werden. Im Wesentlichen werden hiermit heute nicht selektive Sonnenschutzbeschichtungen auf Basis von Siliziumsuboxidschichten und auch Wärmedämmschichten auf der Basis von Fluor-dotierten Zinnoxidschichten, z. B. „Planibel G“, hergestellt. [1] Grundsätzlich kann man die CVD-Verfahren nach der Art der Aktivierung unterscheiden. Die Zuführung der Energie kann entweder thermisch oder mittels eines Plasmas erfolgen. Eine Aktivierung durch Photonenbeschuss ist ebenfalls möglich. [7]

Bei den *nass-chemischen Verfahren* kommen überwiegend das Sol-Gel-Verfahren und die chemische Reduktion zum Einsatz. Bei der chemischen Reduktion werden die Schichten durch chemische Reduktion des Beschichtungsmaterials, z. B. gelöste Salze, in Kontakt mit der Flachglasoberfläche abgeschieden. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts werden so Silber Spiegel hergestellt.

Bei der Sol-Gel-Beschichtung entstehen die Schichten durch Hitzeinwirkung. Die chemischen Reaktionen der Schichtbildung erfolgen aber in einem zweistufigen Prozess. In der ersten Phase wird ein Flüssigkeitsfilm, bestehend aus einer Lösung von hochmolekularen, metallorganischen Stoffen, dem sogenannten Sol, als Beschichtungsmaterial auf der raumtemperierten Flachglasoberfläche durch Aufnahme von Wasserdampf aus der Umgebungsatmosphäre in einen Gel-Film umgewandelt. In der zweiten Prozessstufe kondensiert dieser Gel-Film auf der Glasoberfläche durch einen Einbrennprozess bei erhöhten Temperaturen zu einer Festkörperschicht. Als Auftragstechnik für den Flüssigkeitsfilm wird bei Flachglas vornehmlich die Tauchtechnik verwendet. Daneben werden aber auch aufgespritzt und aufgerollt. Hiermit hergestellt werden u. a. Antireflexionschichten und nicht-selektive Sonnenschutzschichten.

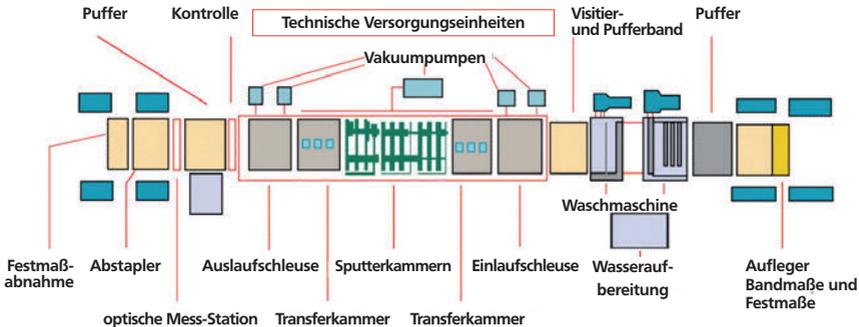
Bei den chemischen Prozessen gibt es neben den Verfahren, die unter Atmosphärendruck stattfinden, auch das so genannte *Plasma-unterstützte CVD-Verfahren* (Plasma Assisted oder Plasma Enhanced CVD). Bei diesem Verfahren findet der CVD-Prozess im Vakuum in Verbindung mit einer Gasentladung statt. Der Unterschied zum klassischen CVD-Verfahren besteht darin, dass die chemischen Reaktionen nicht durch Wärme, sondern durch Zufuhr elektrischer Energie über eine Gasentladung, auch Plasma genannt, ausgelöst werden. Mit dem PACVD-Verfahren werden kohlenstoff- und siliziumhaltige Beschichtungen hergestellt, aber auch Oxide, Nitride, Karbide und Oxinitride abgeschieden. So werden u. a. Glasprodukte mit hydrophoben Schichten zur Reinigungsunterstützung oder verringerten Schmutzanhafung hergestellt.

Den chemischen Prozessen gegenüber stehen die *physikalischen Prozesse*. Hierbei ist das thermische Aufdampfen (physikalische Gasphasenabscheidung-PVD, engl. Physical Vapour Deposition) und das Plasma-PVD, auch Sputtern genannt, für die Flachglasbeschichtung von Bedeutung. Beide Verfahren finden unter Vakuum statt. Das Beschichtungsmaterial wird dabei im Vakuum in einen dampfförmigen Zustand versetzt und kondensiert anschließend auf der Flachglasoberfläche. Zusätzlich können hier chemische Prozesse beteiligt sein. Diese Verfahren basieren auf der physikalischen Gasphasenabscheidung. Der „Materialdampf“ kondensiert auf der Substrat-

oberfläche (= Flachglasoberfläche). Die genannten physikalischen Beschichtungsprozesse finden alle „Offline“ statt, der Beschichtungsvorgang erfolgt also unabhängig von der Floatglas-Herstellung. Beim thermischen Aufdampfen wird dem Beschichtungsmaterial Energie in Form von Wärme zugeführt. Dadurch erhitzt es sich und es verdampft. Der Verdampfungsprozess kann über die Schmelze, d. h. die Flüssigkeitsphase der Materie wie z. B. beim Kochen von Wasser, erfolgen, jedoch auch durch Sublimation, d. h. durch direkten Übergang von der Feststoffphase in die Dampfphase, wie dies beim Trocknen von Wäsche im Winter unter 0 °C zu beobachten ist. Zur Beschichtung lässt man den Dampf auf einem Substrat, in unserem Fall Flachglas, kondensieren [Gläser, 1999]. Diese Beschichtungstechnik hatte zu Beginn der Entwicklung der Flachglasbeschichtung in den 1960er bis 1980er Jahren große Bedeutung, weil hier Erfahrungen aus anderen Branchen vorlagen, die auf die Flachglasbeschichtung übertragen werden konnten.

Magnetron-Sputtertechnik

Beim Magnetron-Sputtern werden mehrere Schichten nacheinander auf das Glas aufgetragen. Das Sputtern geschieht kontinuierlich unter Vakuum, beim Durchlaufen hintereinander geschalteter Beschichtungskammern. Deshalb wird diese Technik auch In-line-Beschichtung genannt.



Schematische Darstellung der kontinuierlich arbeitenden Beschichtungsanlage mit Hochleistungs-Kathodenzerstäubung (In-line-Verfahren).

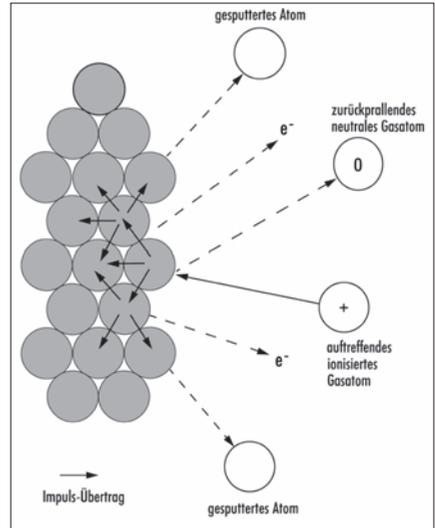
5.6

Der Druck in der Sputterkammer ist dabei auf circa 1 Millionstel bar (10^{-3} mbar) gesenkt. Durch ein Kamersystem wird das Glas von der Einlaufschleuse über die Transferkammer in den eigentlichen Beschichtungsbereich, die Sputterkammer, eingeschleust. Erst dort wird beschichtet. Am Ende wird das Glas über Auslaufschleusen wieder herausgefahren. Um gleichmäßige Schichten zu erhalten, wird das Glas mit konstanter Geschwindigkeit unter den Beschichtungswerkzeugen, den sogenannten Magnetron-Kathoden, entlang geführt. Diese Magnetron-Kathoden befinden sich oberhalb des Glases in den Sputterkammern.

Der Beschichtungsvorgang

Beim Sputtern zündet im Vakuum ein Plasma – durch das Anlegen einer hohen Spannung zwischen Kathode und Anode. Das Plasma entsteht, wenn Atome des in die Kammer eingelassenen Edelgases Argon durch das Zusammentreffen mit ebenfalls vorhandenen Elektronen zu schweren, positiv geladenen Argon-Ionen werden. Das Plasma ist an seiner typischen farbigen Leuchterscheinung, ähnlich der in Leuchtstoffröhren, erkennbar. Die hohe Spannung erzeugt ein starkes elektrisches Feld in welchem die schweren, positiv geladenen Argon-Ionen zur Kathode hin beschleunigt werden.

Auf der Kathode ist ein sogenanntes „Target“ montiert, das aus dem Beschichtungsmaterial (z. B. Silber) besteht. Die mit hoher Energie auftreffenden Argon-Ionen schlagen aus dem Target das Material dampfförmig heraus, das sich nun als dünne Schicht auf dem Glas abscheidet.

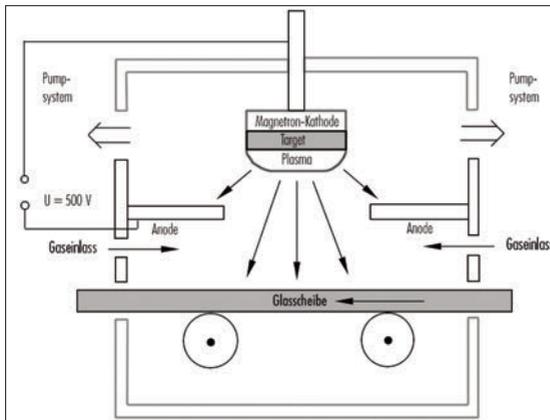


Oberflächenvorgänge beim Sputtern

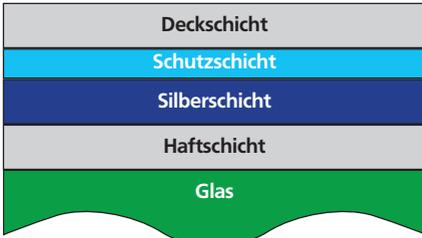
Zur Herstellung von Schichten chemischer Verbindungen der zerstäubten Target-Materialien wird, beispielsweise für Oxide, zusätzlich Sauerstoff als Reaktivgas in die Kammer eingelassen, für Nitride entsprechend Stickstoff. Dieses wird reaktives Sputtern genannt.

Der Aufbau von Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten

Zur Herstellung eines Schichtsystems werden verschiedene Beschichtungsmaterialien nacheinander auf das Glas aufgebracht. Haft-, Funktions-, Schutz-, Zwischen- und Deckschicht bilden ein komplexes System. Die optischen Eigenschaften der Schichten werden durch Nutzung des Interferenzprinzips, das aus der Entspiegelung von Kameraobjektiven bekannt ist, eingestellt. Mit zusätzlichen absorbierenden und/oder reflektierenden Komponenten werden die gewünschten lichttechnischen (z. B. Reflexions- und Transmissionsgrad, Farbe) und strahlungsphysikalischen (z. B. Energier reflexion und Energietransmission und somit der auch der g-Wert) Eigenschaften erreicht.



Schematische Schnittdarstellung einer Kathodenkammer zum Aufbringen dünner Schichten mittels Magnetron-Sputterverfahren.



Schematische Darstellung einer Wärmedämmbeschichtung



Schematische Darstellung einer 2-fach- bzw. 3-fach-Silber-Sonnenschutzbeschichtung

Sonnenschutzschichten der aktuellen Generation sind komplexe Doppel- oder sogar Dreifach-Silber-Schichtsysteme. Das bedeutet, dass die Schichtreihenfolge eines Einfachsilberschichtsystems sich wiederholt und gegebenenfalls um weitere Schichten ergänzt wird, um die gewünschten optischen und strahlungsphysikalischen Eigenschaften zu erfüllen.

Bei der Magnetron-Sputtertechnik werden u. a. folgende Materialien zur Herstellung der genannten Schichtsysteme verwendet:

- die Metalle Silber, Gold, Nickel-Chrom, Edelstahl und Aluminium. Silber zum Beispiel wird zur Verringerung

des Emissionsgrades (sog. „Funktionsschicht“ – Funktion: Verringerung der Emissionsgrades) bei zum Beispiel Wärmedämmschichten verwendet. Silber wird mit dem hier beschriebenen Magnetron-Sputterverfahren aufgebracht. Es ist damit ein Emissionsgrad $< 0,10$ erreichbar.

- die Halbleitermaterialien Indiumoxid dotiert mit Zinn und auch Zinkoxid dotiert mit Aluminium oder Bor. Indiumoxid wird ebenfalls zum Beispiel zur Herstellung von niedrig emittierenden Schichten eingesetzt. Allerdings wird dieses Material überwiegend im CVD Verfahren für Beschichtung sog. „pyrolytischer Schichten“ verwendet. Die Emissivität erreicht aber nie die Leistung von zum Beispiel Silber. In der Regel liegt die Emissivität einer solchen Schicht bei 0,10 bis 0,20. Schichten mit diesen Materialien werden auch für sogenannte „Anti-Kondensationsschichten“ für Position-1-Anwendungen verwendet, siehe dazu Abbildung auf Seite 133 oben.
- die absorptionsarmen, dielektrischen Schichten Wismutoxid, Zinnoxid, Zinkoxid oder aber auch Titanoxid, Siliziumoxid und Siliziumnitrid. Diese Materialien und deren Verbindungen werden als Haft-, Schutz-, Blocker- oder Zwischenschichten verwendet. Blockerschichten sind notwendig, um zum Beispiel Silber beim Beschichten zu schützen oder eben auch als Schutzschichten um das Schichtpaket als sog. „Abdeckung“ für die weitere Bearbeitung bei u. a. dem Isolierglas-Hersteller beständig zu machen. Des Weiteren werden diese Materialien und Verbindungen für die Entspiegelung der Funktionsschicht und der Einstellung der Schichtfarbe in Transmission und Reflexion verwendet.

- die Absorbermaterialien Nickel-Chrom und Edelstahl als Metalle, Metalloxide und Metalnitride. Diese Materialien und Verbindungen werden überwiegend zur Einstellung von Lichttransmission sowie Strahlungsreflexion und -Transmission, also auch dem g-Wert, verwendet.

- sowie Wolframbronze als elektrochromes Material. Mit diesem Material können sog. dynamische Produkte hergestellt werden, zum Beispiel elektrochromes Glas, bei dem sich u. a. Lichttransmission und g-Wert in unterschiedlichen Stufen einstellen lassen.

Die Vorteile der Magnetron-Sputtertechnik liegen in der Wirtschaftlichkeit, der Flexibilität, unterschiedliche Produkte darstellen zu können und der Möglichkeit, große Glasflächen in kurzer Zeit beschichten zu können.

5.7 INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas

5.7.1 Produktbeschreibung INTERPANE Isolierglas gem. EN 1279

5.7

INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas-Produkte bestehen aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die durch einen oder mehrere getrocknete und hermetisch abgeschlossene SZRs voneinander getrennt sind.

Zu diesem Zwecke werden die Glasscheiben mit einem oder mehreren Abstandhalterprofilen aus Aluminium, Edelstahl oder Kunststoff/Metall-Kombinationen auf den gewünschten Abstand gebracht.

Der Isolierglas-Randverbund besteht grundsätzlich aus einer zweistufigen Dichtung:

- Eine auf die Seitenflächen jedes Abstandhalters rundum aufextrudierte Polyisobutylen Schnur (PIB) als Primärdichtung.

Sie dient als Wasserdampf- und Gasdiffusions-sperre und hat damit vornehmlich die Aufgabe, die Einheit vor dem Eindringen von Luftfeuchtigkeit und dem Entweichen von Gas zu schützen.

- Ein Sekundär-Dichtstoffauftrag (z. B. Polysulfid, PU, Silikon) entsprechend der Systembeschreibung.

Diese Sekundärdichtung hat zwei Aufgaben zu erfüllen:

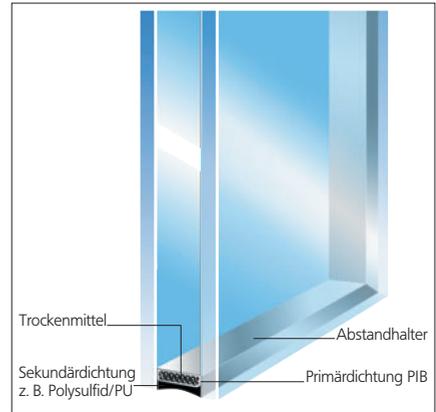
Das dauerhafte Verbinden der Scheiben, indem der Dichtstoff eine chemische Bindung mit den Glasoberflächen am Scheibenrand eingeht.

Luft- bzw. gasdichtes Verschließen der Einheit, d. h., der Dichtstoff hat zugleich die Aufgabe, den SZR hermetisch abzudichten.

Dieser dauerelastische Verbund nimmt die Beanspruchungen aus Pump-, Sog-, Druck-, Scher- und Temperaturbewegungen auf.

Durch die Füllung des Hohlraumes der perforierten Abstandhalterprofile mit Trockenmittel wird das Gas im SZR getrocknet. Das Trockenmittel hat weiterhin die Aufgabe, den während der Lebensdauer der Isolierglas-Einheit im Randbereich eindiffundierenden Wasserdampf zu adsorbieren.

Der SZR wird je nach Produkt mit Umgebungsluft oder Gasen befüllt und kann Einbauten, z. B. Sprossen, enthalten.



Schnitt durch INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas

Entsprechend vorstehender Beschreibung werden bei AGC INTERPANE folgende Produktfamilien hergestellt:

- Wärmedämmglas
- Sonnenschutzglas
- Schallschutzglas
- Sicherheitsglas

Die Produkte dieser Produktfamilien werden in Übereinstimmung mit der Systembeschreibung nach EN 1279 Teil 1, 2, 3, 4 und 6 gefertigt.

INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas entspricht damit den qualitativen Ansprüchen, die an ein hochwertiges Isolierglas mit einer langen Lebenserwartung gestellt werden.

Die Produktion von INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas unterliegt einer laufenden externen und internen Güteüberwachung.

Qualitätsanforderungen an Isolierglas nach RAL

Die europäisch harmonisierten Produktnormen (EN) für Isolierglas beinhalten das Konzept festgelegter Qualitätseigenschaften, werkseigenen Qualitätskontrollen und Dokumentation der Prüfergebnisse. Diese Normen vereinen somit Qualitätselemente wie:

- Qualitätsmerkmale,
- Prüfverfahren und
- Qualitätsmanagement.

Der Isolierglas-Hersteller ist gut beraten, sich einer freiwilligen Fremdüberwachung zu unterziehen.

Durch die Praktizierung der Fremdüberwachung wird sichergestellt, dass die Normen sach- und fachgerecht angewendet und die deklarierten Produktmerkmale auch erreicht werden; z. B. Emissionsvermögen der Beschichtung oder Dichtheit beim Isolierglas. Zudem können die Prüfergebnisse einer neutralen externen Güteüberwachung bereits im Vorfeld helfen, Rechtsstreitigkeiten zu vermeiden.

Ganzheitlicher Qualitätsansatz

Die Forderung des Endverbrauchers nach einem gebrauchstauglichen, langlebigen und damit dauerhaft funktionsfähigen Fenster setzt bereits beim Fensterbauer ein integriertes Qualitätskonzept voraus. Das bedeutet, dass nur aufeinander abgestimmte Produktkomponenten ihre volle Funktionalität entfalten können.

Ein solcher Qualitätsansatz wird von der Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas (GMI) verfolgt.

Die Güte- und Prüfbestimmungen für **Fenster** fordern die Verwendung von gütegesichertem, d. h. in der Regel fremdüberwachtem, Isolierglas.

Im Rahmen der GMI-Güte- und -Prüfbestimmungen für **Isolierglas** werden über die Produktnorm EN 1279 hinaus spezielle Anforderungen, wie z. B. an das beschichtete Basisglas oder die Verträglichkeit von Dichtstoffen, gestellt. Das so produzierte Isolierglas wird nach den Regeln der GMI gekennzeichnet.

Normative Vorgaben und zusätzliche qualitätsbestimmende Merkmale bei der Isolierglas-Produktion.

EN 1279

- Systembeschreibung
- Produktbeschreibung
- Erstprüfung
- Werkseigene Produktionskontrolle
- Auditprüfungen und Inspektionen
- Konformitätserklärung
- Deklaration der Leistungsmerkmale
- Kennzeichnung CE

GMI-Güte- und Prüfbestimmungen

- Fremdüberwachung
- Prüfung Vorprodukte
- Typenübersichtsliste
- Übereinstimmung Prüfkörper mit Systembeschreibung
- Toleranzen Gasfüllung
- Visuelle Anforderungen an Endprodukt



Wesentliche zusätzliche Festlegung nach GMI, die über EN 1279 hinausgehen:

- a) Gasfüllgrade $C_{io} > 90\%$ sind Mindestwerte, d. h. Minustoleranzen sind nicht zulässig.
- b) Der Messwert des Emissionsvermögens $\epsilon_m \leq$ dem deklarierten Wert $\epsilon_d + 0,01$.
- c) Eine Kennzeichnung im Stegbereich ist für gütegesichertes Mehrscheiben-Isolierglas vorgeschrieben.

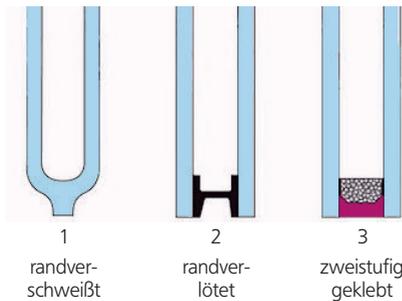
5.7.2 Randverbundsysteme

5.7.2

Es gibt grundsätzlich dreierlei Techniken, um Glasscheiben zu Isolierglas-Elementen zusammenzufügen:

- Schweißen
- Löten
- Kleben

Die beiden erstgenannten Systeme werden heute kaum mehr hergestellt.



1. Ganzglas-Isolierglas

Diese Gläser, wie z. B. „Gado“ und „Sedo“, wurden hergestellt, indem zwei Glastafeln im Randbereich bis zum Schmelzpunkt erhitzt, abgekröpft und miteinander verschmolzen wurden. Der Scheibenzwischenraum (SZR) wurde danach mit trockener Luft bzw. Gas gefüllt, die Füllbohrungen nachträglich verschlossen.

2. Gelötetes Isolierglas

Bei diesem System, z. B. „Thermopane“, wurden zwei Scheiben im Randbereich verkupfert und mit einem dünnen Bleisteg verlötet. Der SZR enthielt in der Regel kein Trockenmittel, man spülte ihn trocken und verlötete dann die Spülbohrungen.

3. Isolierglas mit organisch geklebtem Randverbund

Es gibt geklebtes Isolierglas mit einer und mit zwei Dichtungsstufen.

Isolierglas mit *einer* Dichtungsstufe besteht aus einem mit hochaktivem Adsorbens (Trockenmittel) gefüllten, perforierten Abstandhalterrahmen aus Aluminium oder verzinktem Stahl. Der Hohlraum zwischen dem

Abstandhalterrahmen und den Scheibenkanten wird mit dauerelastischem Dichtstoff ausgefüllt. Vorwiegend bei kleineren Scheibenformaten werden auch thermoplastische Dichtstoffe eingesetzt, wie z. B. Hot Melt. Bei diesen Schmelzklebern reduzieren sich die mechanische Festigkeit und Dichtigkeit mit steigenden Temperaturen drastisch.

Bei Isolierglas mit *zwei* Dichtungsstufen, wie INTERPANE Isolierglas, wird zunächst der mit hochaktivem Adsorbens (Trockenmittel) gefüllte Abstandhalter mit einem dauerelastischen Dichtstoff auf der Basis von Polyisobutyl (Butyl) versehen. Diese innere Dichtung dient vornehmlich dem Abdichten des Scheibenzwischenraums gegen eindringenden Wasserdampf und Gasverluste. Butyl hat eine sehr niedrige Wasserdampf- und Gasdiffusionsrate. Als zweite Stufe wird zusätzlich der Hohlraum außerhalb des Abstandhalterrahmens bis zu den Scheibenkanten mit dauerelastischem Dichtstoff ausgefüllt. Gebräuchliche Dichtstoffe sind *Polysulfidpolymer* oder *Polyurethan*.

Der Dichtstoff *Silikon* wird für Verglasungen mit freiliegendem Randverbund, wie z. B. im Überkopfbereich oder bei Structural Glazing, eingesetzt. Allerdings besitzt Silikon eine deutlich höhere Diffusionsrate für die üblicherweise verwendeten Füllgase.

Warme Kante

Mit *its*, dem INTERPANE Thermo-System, produziert AGC INTERPANE einen Randverbund, der die Wärmeverluste an der Isolierglas-Kante minimiert. Bei *its* werden Abstandhalter aus Edelstahl oder Kunststoff mit metallischer Diffusionsbarriere (z. B. TGI, Swisspacer, Super Spacer) verwendet. Diese Materialien haben eine wesentlich geringere Wärmeleitfähigkeit gegenüber dem „klassischen“ Aluminium-Abstandhalter und tragen somit zur Verminderung der Wärmebrücken im Isolierglas-Randverbund bei (s. auch Kap. 7.1.6).

Alternativ zu den vorgenannten Lösungen werden im Markt weitere Randverbundsysteme mit ähnlichen thermischen Eigenschaften angeboten. Exemplarisch sei das TPS-System (Thermo Plast Spacer) genannt. Bei TPS bringt anstelle des metallischen Aluminium-Abstandhalters eine thermoplastische Dichtmasse die Scheiben auf die gewünschte Distanz. Gleichzeitig verschließt die Dichtmasse den SZR als erste der zwei Dichtstufen.

5.7.3 Beschichtetes Isolierglas

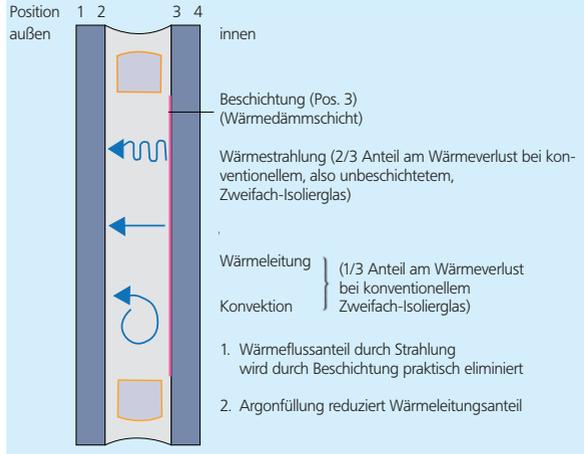
5.7.3

Wärmetechnische Wirkungsweise

Der Wärmefluss durch Isolierglas wird durch folgende Anteile bestimmt:

- Strahlungsaustausch zwischen den Scheiben infolge des Emissionsvermögens der Scheibenoberfläche für Wärmestrahlen
- Wärmeleitung des Gases im SZR
- Konvektion des Gases im SZR

Beim konventionellen, unbeschichteten Zweifach-Isolierglas entfallen wegen des hohen Emissionsvermögens der Glasoberfläche etwa 2/3 des Wärmeflusses auf den Strahlungsaustausch zwischen den Scheiben und nur 1/3 auf die Wärmeleitung und Konvektion der Luft im Scheibenzwischenraum.



Zum Beschreiben der Lage der Schicht werden die Scheibenoberflächen, außen beginnend, durchnummeriert, in der obigen Grafik ist es die Position 3.

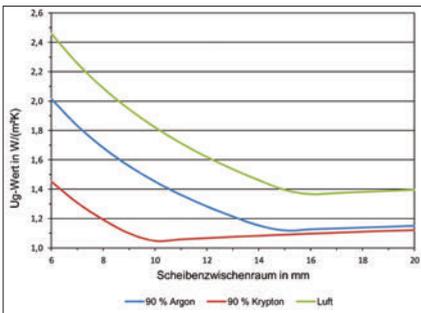
Mit einer Low-E-Beschichtung sinkt das Emissionsvermögen von $\epsilon_d \approx 0,89$ auf nahezu Null. Damit wird der Strahlungsaustausch praktisch vollständig unterdrückt. Unverändert bleibt der Wärmefluss infolge Wärmeleitung und Konvektion des Gases im SZR.

Beispielsweise wird mit einer Silberbeschichtung als Wärmefunktionsschicht, wie iplus top 1.1 ($\epsilon_d \approx 0,03$),

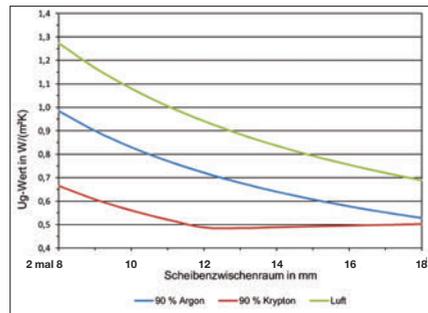
der U_g -Wert des Zweifach-Isolierglases von ca. 3,0 bis auf 1,4 W/(m²K) reduziert.

Wird zudem die Luft im SZR durch ein Edelgas wie Argon ersetzt, das über eine geringere Wärmeleitfähigkeit verfügt als Luft, sinkt der U_g -Wert zusätzlich um 0,3 W/(m²K) auf 1,1 W/(m²K).

Nachfolgende Diagramme zeigen den U_g -Wert in Abhängigkeit vom Scheibenzwischenraum und von der Gasfüllung; Berechnung gemäß EN 673; Gasfüllgrad 90 %



Zweifach-Wärmedämmglas mit iplus top 1.1 Beschichtung



Dreifach-Wärmedämmglas mit iplus top 1.1 Beschichtung

5.7.3

Lichttechnische und strahlungsphysikalische Eigenschaften

Bauen mit Glas bedeutet auch, die Grundlagen elektromagnetischer Strahlung zu kennen. Betrachten wir zunächst das Verhalten von Strahlung auf Materie allgemein. Trifft zum Beispiel Sonnenstrahlung mit der Strahlungsintensität I_0 (senkrechter Strahlungseinfall) auf Materie, also auch Glas, so teilt sich diese auf in

Transmission $I_0 \times \tau$
 Reflexion $I_0 \times \rho$
 Absorption $I_0 \times \alpha$

Der absorbierte Anteil wird als sekundäre Wärmeabgabe q nach außen (q_a) und innen (q_i) wieder abgegeben.

Formal gilt für die Strahlung der Zusammenhang

$$I = \tau + \rho + \alpha \quad (1)$$

Diese Formel wird auch Strahlungsaufteilungsgleichung genannt und gilt für das Auftreffen von elektromagnetischer Strahlung auf Materie im Allgemeinen. Es wird hier die auftreffende Strahlung gleich 100 Prozent gesetzt, um von der Größe der auftreffenden Strahlung unabhängig zu sein. Die Formel (1) ist eine universelle Formel, da sie sowohl für eine Wellenlänge λ als auch für die berechneten Werte eines Wellenlängenbereichs, z. B. den sichtbaren, den UV- oder den gesamten Sonnenstrahlungsbereich, gültig ist. Nach EN 410 wurden die Wellenlängenbereiche wie folgt festgelegt. Die international anerkannte Verteilung der Globalstrahlung nach C.I.E., Publikation Nr. 20, gibt die Intensität der Gesamtsonnenstrahlung im jeweiligen Wellenlängenbereich an.

- Innerhalb des elektromagnetischen Strahlungsspektrums befindet sich das Sonnenspektrum im Wellenlängenbereich von $\lambda = 300$ nm (Sonnenstrahlung allgemein 280 nm) bis 2500 nm.
- Innerhalb des Sonnenspektrums befindet sich der ultraviolette Bereich von $\lambda = 280$ nm bis 380 nm (UVA: $\lambda = 315$ nm bis 380 nm und UVB: $\lambda = 280$ nm bis 315 nm).
- An diesen UV-Bereich schließt sich der sogenannte sichtbare Bereich an, also das Spektrum, das vom menschlichen Auge als Licht wahrgenommen wird, von $\lambda = 380$ nm bis 780 nm.

- Danach folgt der nahe Infrarotbereich (NIR) von $\lambda = 780$ nm bis 2500 nm. Die Energie des Sonnenspektrums verteilt sich mit etwa 4 Prozent auf den UV-Bereich, mit etwa 55 Prozent auf den sichtbaren Bereich und mit etwa 41 Prozent auf das nahe Infrarot.

Die spektralen Verläufe der Transmission $\tau(\lambda)$, also die Transmission in Abhängigkeit von der entsprechenden Wellenlänge, und des Reflexionsgrades $\rho(\lambda)$ werden mit sogenannten Spektralfotometern gemessen. Der spektrale Anteil des Absorptionsgrades $\alpha(\lambda)$ ergibt sich daraus gemäß Formel (1).

Die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen für Verglasungen werden auf Grundlage der EN 410 bestimmt. Dabei bedeutet die Lichttransmission τ_v den direkt durchgelassenen Strahlungsanteil im Bereich der Wellenlänge von $\lambda = 380$ nm bis 780 nm bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges. Sie wird in Prozent (%) ausgedrückt.

Die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges hat in Bezug auf Farbe eine Besonderheit. So wird die Farbe grün am deutlichsten wahrgenommen, rote und blaue Farben dagegen weniger intensiv. Dieser Zusammenhang ist bei der Entwicklung von Beschichtungen in Bezug auf die Schichtfarbe wichtig.

Eine weitere wichtige Kenngröße ist der Gesamtenergiedurchlassgrad g (g-Wert). Er beschreibt die insgesamt durch Verglasungen hindurchgehende Energie der Sonnenstrahlen im Wellenlängenbereich von $\lambda = 300$ nm bis 2500 nm. Der g-Wert setzt sich zusammen aus direkter Sonnenenergetransmission τ_e und sekundärer Wärmeabgabe nach innen q_i infolge langwelliger Strahlung und Konvektion. Der g-Wert wird ebenfalls in Prozent (%) ausgedrückt [4, 5, 6].

Der Zusammenhang von Lichttransmission und g-Wert wird durch die Selektivitätskennzahl S ausgedrückt.

$$S = \frac{\tau_v}{g} \quad (2)$$

Angestrebt wird eine hohe Selektivität, also eine hohe Lichttransmission bei möglichst geringem g-Wert. $S > 1$ bedeutet, dass die Verglasung vorwiegend Sonnenstrahlen im sichtbaren Bereich durchlässt und im nahen Infrarotbereich entweder Strahlung absorbiert oder reflektiert, d. h., die Verglasung wirkt auf Sonnenstrahlen selektiv.

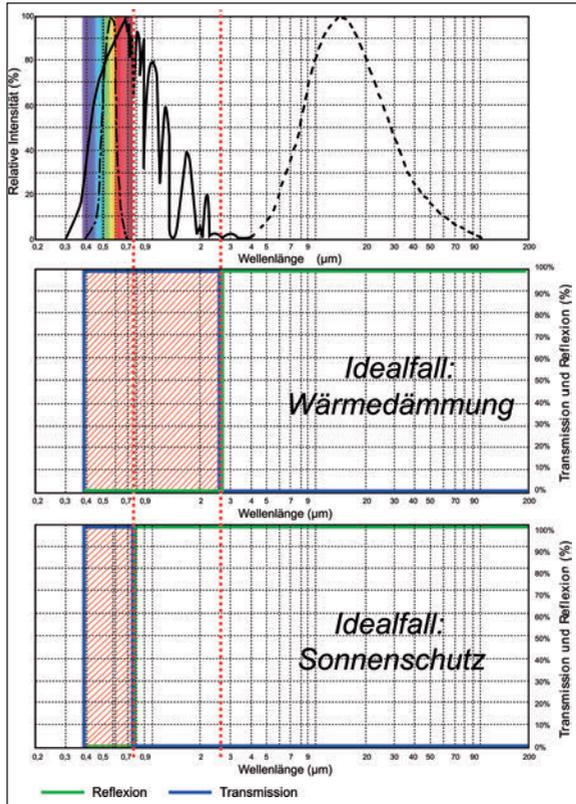
Grundsätzlich werden Funktionsschichten auf Glas in Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten eingeteilt.

Steht bei Wärmedämmschichten die Maximierung der Lichttransmission und der Energietransmission und somit hoher τ_v - und g-Wert im Vordergrund, so werden bei Sonnenschutzschichten ein Maximum der Lichttransmission sowie eine möglichst geringe Energietransmission und somit ein hoher τ_v - und niedriger g-Wert angestrebt. Das bedeutet, dass bei Sonnenschutzschichten der Wärmestrahlungsbereich von $\lambda = 780 \text{ nm}$ bis 2500 nm (nahes Infrarot) weitgehend durch Absorption und Reflexion ausgeblendet werden soll. Im Idealfall entstehen so „kastenförmige“ Transmissionsbereiche, sowohl für Wärmedämm- als auch Sonnenschutzschichten [1].

Selektivität von Wärmedämmschichten

Wärmedämmschichten besitzen eine Filterwirkung – man nennt sie deshalb auch „selektiv“, d. h. für kurzwellige Strahlung (Sonnenstrahlen insbesondere im sichtbaren Bereich) sind Wärmedämmschichten hochtransparent, für langwellige Strahlung (insbesondere im Wellenlängenbereich der Infrarotstrahlung $\lambda = 3000 \text{ nm}$ bis 50.000 nm) hingegen hochreflektierend. Dies bedeutet für die Praxis, dass Sonnenenergie (bis etwa 2500 nm) relativ ungehindert in den Innenraum gelangt (Sonnenkollektoreffekt). Hier wird sie von den raumbegrenzenden Flächen absorbiert und zum großen Teil als langwellige Wärmestrahlung wieder abgegeben. Wärmedämmschichten verhindern nun, dass diese langwellige Wärmestrahlung (Wärme) nach außen verloren geht – sie bleibt im Raum [1].

Idealfall der Selektivität für Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten



5.7.3

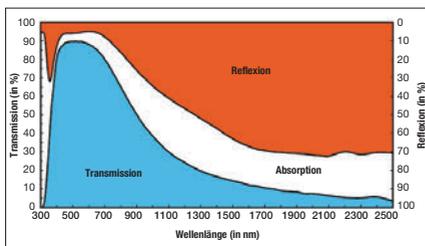
Selektivität von Sonnenschutzschichten

Selektivität von Sonnenschutzschichten bedeutet, dass sie die von außen eindringende Sonnenstrahlung selektiv, hinsichtlich ihrer Wellenlänge, in das Gebäude hineinlassen. Dabei werden Strahlungsanteile außerhalb des sichtbaren Spektrums weitgehend durch Reflexion und Absorption ausgeblendet; zugleich wird aber die Transmission im sichtbaren Bereich so hoch wie möglich eingestellt. Sonnenschutzgläser mit einer günstigen Selektivität schützen vor Überhitzung, sparen Energie bei raumklimatischen Anlagen (RLT) und künstlicher Beleuchtung ein. Außerdem schützen niedrige U_g -Werte vor Energieverlusten [1].

Ziel ist es, eine bestmögliche Selektivität, also eine höchstmögliche Lichttransmission bei akzeptablem g -Wert, zu erreichen. Könnte man, theoretisch betrachtet, bei einer Sonnenschutzschicht eine Lichttransmission von 100 Prozent erreichen, hätte das einen g -Wert von 55 Prozent zur Folge. Eine solche Schicht würde auch eine maximale Farbneutralität haben, da das gesamte Transmissionsband des sichtbaren Spektrums durch die Verglasung hindurchtritt (siehe Abb.). Die beiden übrigen Spektralbereiche, UV und nahes Infrarot, werden vollständig reflektiert und reduziert somit den g -Wert. So ergibt sich bei den genannten Bedingungen als absolutes Minimum ein g -Wert von 55 Prozent, der nicht unterschritten werden kann. Die so erreichbare Selektivität beträgt dann $S = 1,81 (100\% / 55\%)$ [4, 5, 6].

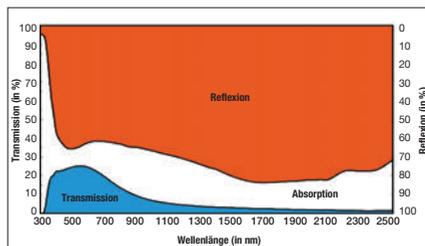
Heute am Markt verfügbare Sonnenschutzschichten kommen der absoluten Farbneutralität und höchstmöglichen Selektivität sehr nahe. Ein g -Wert von 0 Prozent lässt sich nur durch eine vollständige Reflexion der gesamten Sonnenenergie erreichen – dann läge aber auch die Lichttransmission bei 0 Prozent.

In nachfolgender Abbildung ist das Reflexions-Transmissions-Absorptions-Spektrum (RTA) für *iplus top 1.1* auf einer 4-mm-Floatglasscheibe dargestellt.



RTA-Diagramm für *iplus top 1.1* auf 4 mm Floatglas

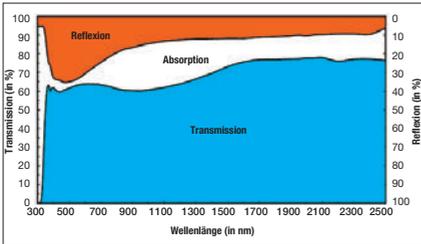
Erkennbar ist, dass das Maximum der Transmission im sichtbaren Bereich, also im Wellenlängenspektrum von $\lambda = 380$ nm bis 780 nm liegt. Dem entgegen steht die Reflexion, die in diesem Bereich noch sehr gering ist, aber ab $\lambda = 780$ nm aufwärts deutlich zunimmt. Somit wird eine möglichst hohe Lichttransmission bei gleichzeitig hohem Sonnenenergieeintrag erreicht. Als Vergleich wird nachfolgend das RTA-Diagramm für eine Scheibe mit Sonnenschutzschicht mit einer sehr hohen Reflexion im sichtbaren wie auch nahen Infrarotbereich dargestellt.



RTA-Diagramm für *ipasol platin 25/17* auf 6 mm Floatglas

Erkennbar ist, dass die Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich sehr niedrig ist. Dem entgegen stehen eine hohe Reflexion und wenig Energieeintrag. Somit wird ein geringer g -Wert von 17 Prozent erreicht. Mit der Verringerung des g -Wertes verringert sich aber auch die Lichttransmission.

Bisher wurden Schichten beschrieben, die hinsichtlich des Lichttransmissionsgrades und des g -Wertes selektiv wirken. Es gibt aber auch Schichten, die diese Eigenschaft nicht aufweisen und trotzdem als Sonnenschutzschichten fungieren. Die Sonnenschutzwirkung beruht hier überwiegend auf Reflexion und Absorption. Nachfolgende Abbildungen zeigen das RTA-Diagramm für *ipasol bright neutral* und *ipasol bright grey*, bei Letzterem also eine Beschichtung auf Grauglas.



RTA-Diagramm für ipasol bright neutral auf 6 mm Floatglas

Das Spektrum zeigt eine relative konstante Transmission im Wellenlängenbereich von $\lambda = 300$ nm bis 2500 nm. Die Reflexion ist aufgrund des Schichtaufbaus im sichtbaren Bereich höher als im Infrarotbereich. Nichtselektive Schichten lassen sich aufgrund ihres einfachen Schichtaufbaus und des Fehlens von Silber, also wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit, sehr gut zu monolithischen Bauteilen, wie z. B. Verbund-Sicherheitsglas, verarbeiten.

5.7.3

Normung

Die für beschichtetes Glas relevante Normenreihe ist die EN 1096 „Beschichtetes Glas“. In Teil 1 werden Definitionen der im Kontext von Schichten verwendeten Begriffe aufgeführt. Des Weiteren erfolgt eine Klasseneinteilung der Schichten in die Klasse A, B, C, D und S. Je nach Klasse werden dann im Teil 2 „Anforderungen an

und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen A, B und S Schichten“ und in Teil 3 „Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen C und D Schichten“ aufgeführt. Klasse-A-Schichten müssen beispielsweise die höchsten Anforderungen an die Dauerhaftigkeit erfüllen. In der nachfolgenden Tabelle sind die verschiedenen Klassen mit möglichen Anwendungsgebieten aufgeführt.

Klasse	Beschreibung	Anwendung	Beispiel	Norm
A	Die Beschichtung kann raumseitig und witterungsseitig eingesetzt werden	Monolithisch, Isolierglas	Titanoxid-Beschichtung, selbstreinigende Beschichtungen	EN 1096-2
B	Kann als Einfachglas verwendet werden, die Beschichtung muss zur Raumseite angeordnet werden	Monolithisch, Isolierglas		EN 1096-2
C	Beschichtung muss zum Scheibenzwischenraum des Isolierglases angeordnet werden	Isolierglas	Sonnenschutz und Wärmeschutzgläser auf Silberbasis	EN 1096-3
D	Wie Klasse C, das Produkt muss jedoch nach Herstellung unmittelbar zu Isolierglas verarbeitet werden	Isolierglas	Goldbedampfte Beschichtungen	EN 1096-3
S	Beschichtung zur Raumseite oder Außenseite des Gebäudes z. B. Ladenfronten	Monolithisch, Isolierglas	Antireflexschichten, entspiegelnde Oberflächen	EN 1096-2

Klassifizierungen von beschichtetem Glas [3]

Teil 2 dieser Norm definiert Prüfungen, wie zum Beispiel die Kondenswasserbeständigkeit, die Säurebeständigkeit, die Beständigkeit gegen Neutralsalz-Sprühnebel und die Abriebfestigkeit. Prüfkriterien sind zum einen Sichtprüfungen sowie photometrische Messungen der Transmission bei $\lambda = 550 \text{ nm}$ und 900 nm . In Teil 3 dagegen werden Prüfverfahren für die Bestrahlung mit simulierter Sonnenstrahlung beschrieben. Diese Prüfverfahren sollen beurteilen, ob die Belastung von Sonnenstrahlen über einen längeren Zeitraum zu deutlichen Veränderungen des Licht- und Sonnenenergietransmissionsgrades und bei Schichten mit niedrigem Emissionsvermögen zu einer Verringerung des Infrarotreflexionsgrades führt.

Schrifttum zu Kap. 5.6 und 5.7

- [1] Gläser, Hans Joachim: Dünnschichttechnologie auf Flachglas, Verlag Karl Hoffmann 1999
- [2] Michael Elstner, Karl Häuser, Rainer W. Schmid, Rainer Walk: „Gestalten mit Glas“, 8. Auflage, Interpane Glasindustrie AG, 2011
- [3] Rossa, Michael: Sonnenschutz mit beschichteten Sonnenschutzgläsern, Deutsches Architektenblatt 7/2008, Rubrik Fachtechnik
- [4] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (1) – Ein richtiger Drahtselakt, Glaswelt 12/2003
- [5] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (2) – Farbneutralität – nur begrenzt möglich, 1/2004
- [6] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (3) – Was verlangt die Praxis, 2/2004
- [7] Satschko, Dr., Michael: Chemische Gasphasenabscheidung (CVD) von keramischen Verschleißschutzschichten auf Basis von Chromcarbid und Titanarbid, Dissertation 2004 Universität Erlangen-Nürnberg

Verbesserte Raumbehaglichkeit durch niedrige U-Werte

Mit beschichtetem Wärmedämmglas ist es möglich, nicht nur ökonomisch und ökologisch, sondern auch nach ästhetischen Kriterien großzügige Glasflächen zu planen, ohne Energieverschwendung zu betreiben.

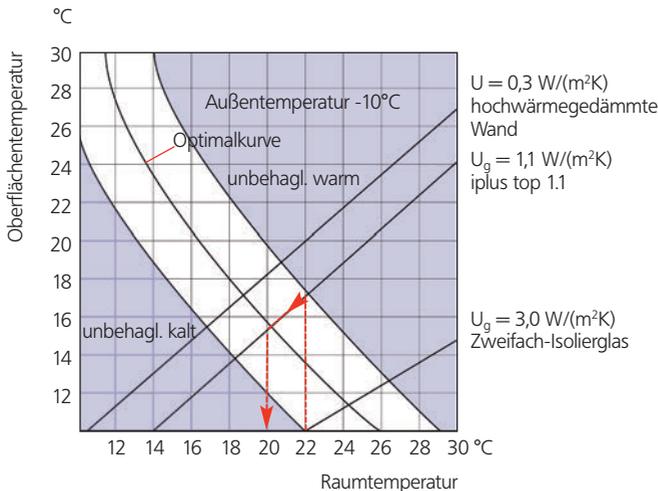
Dabei bleibt der Innenraum behaglich warm.

Um diese Behaglichkeit und das Wohlbefinden im Raum zu erhalten, müssen Raumluft-, Scheibeninnen- und Wandinnentemperatur möglichst nahe beieinander liegen. Die einzelnen Oberflächentemperaturen der raumumschließenden Flächen sollen daher um nicht mehr als etwa 6 K voneinander abweichen.

Die Scheibeninnentemperatur steht bei gleichen klimatischen Verhältnissen in direkter Abhängigkeit zum U_g -Wert.

Durch Untersuchungen von Bedford und Liese wurde das nachfolgende Behaglichkeitsdiagramm entwickelt. Bei einer Raumtemperatur von + 22 °C liegt iplus top 1.1 bereits an der Grenze zum „unbehaglich“ warmen Raum. Durch Absenkung der Raumtemperatur um 2 K liegt iplus top 1.1 auf der Optimalkurve.

iplus top 1.1 vermeidet auch, dass durch Abstrahlung und Konvektion dem menschlichen Körper übermäßig Wärme entzogen wird. Dies dient der Behaglichkeit.



Behaglichkeitsdiagramm nach Bedford und Liese

Bei einer Außentemperatur von – 10 °C und einer Raumtemperatur von + 21 °C ist die raumseitige Scheibentemperatur (Oberflächentemperatur)

für	U_g -Wert	Oberflächentemperatur
Konv. unbeschichtetes Isolierglas	3,0 W/(m ² K)	+ 9 °C
iplus top 1.1	1,1 W/(m ² K)	+ 17 °C
iplus advanced 1.0	1,0 W/(m ² K)	+ 17 °C
iplus top 3C	0,5 W/(m ² K)	+ 19 °C
Außenwand	0,3 W/(m ² K)	+ 20 °C

5.73

Randentschichtung

Durch einen einfachen Prozess wird die Beschichtung vom Scheibenrand entfernt, um

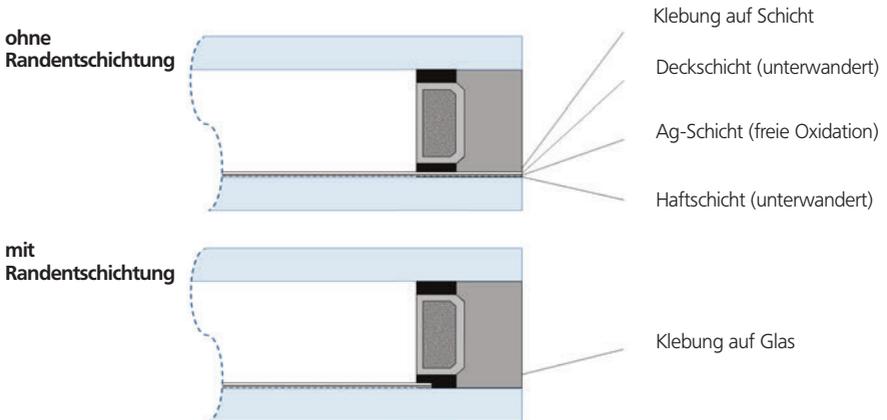
- eine sichere Haftung des Isolierglas-Dichtstoffs auf Glas zu gewährleisten,
- eine Schichtverletzung am Scheibenrand durch die natürliche Pumpbewegung der Isolierglas-Scheibe auszuschließen,
- einer Unterwanderung der einzelnen Schichten durch Feuchtigkeit vorzubeugen (siehe Abb.) und
- eine Korrosion der Silberschicht durch Reaktion mit Wasser zu vermeiden.

Die grundsätzliche Anforderung besteht darin, dass eine Randentschichtung generell vorhanden ist. Ob diese durch Maskierung oder durch Abschleifen erfolgt, ist dabei nicht entscheidend. Der Sekundär-Dichtstoff muss auf der entschichteten Oberfläche aufgetragen sein. Eine Prüfung der Funktion der Randentschichtung muss jeder Hersteller einzeln durchführen, um die Dauerhaftigkeit des Isolierglases gewährleisten zu können.

Seit kurzem sind spezielle Beschichtungsprodukte am Markt verfügbar, bei denen bei der Weiterverarbeitung zu Isolierglas keine Randentschichtung vorgenommen werden muss. Damit sind Vorteile beim weiteren Produktionsprozess zu verzeichnen. Diese Produkte sind vom Halbzeug-Hersteller zum Kleben auf der Schicht für die jeweilige Anwendung freigegeben.

Festmaßbeschichtung/Schichtüberschlag

Bei der Beschichtung von Festmaßen kann auf den Stirnseiten bzw. teilweise auch in begrenztem Umfang auf der Rückseite ein Schichtüberschlag auftreten. Dieser ist produktionsbedingt unvermeidbar. Zu verklebende Flächen müssen frei von Beschichtungsmaterial sein.



Prinzipskizze für Standard-Isolierglas (MIG)

Structural Sealant Glazing

Wird Mehrscheiben-Isolierglas verwendet, muss dies für die Verwendung bei geklebten Glaskonstruktionen (structural sealant glazing, SSG) geeignet sein.

Die Ausführung des MIG-Randverbundes muss die Anforderungen der jeweils geltenden Normen erfüllen.

Wenn zusätzlich auch die Funktion einer tragenden Verklebung übernommen wird, müssen auch die Anforderungen der ETAG Nr. 002/EN 13022 und/oder der Zulassung (ETA/abZ) erfüllt werden.

Für die Glasoberfläche sind folgende Vorgaben einzuhalten:

- Grundsätzlich kann die Verklebung auf unbeschichtetem Glas erfolgen.
- Auf geeigneten Beschichtungen, dies sind anorganische Beschichtungen der Klassen A, S und B der EN 1096, kann geklebt werden. Für jede Beschichtung ist jedoch der Eignungsnachweis gemäß ETAG Nr. 002/EN 13022 zu führen.
- Beschichtungen der Klasse C der EN 1096 („Soft-coatings“) sind von der Haftfläche zu entfernen.

Um diese Anforderungen für Beschichtungen der Klasse C an eine tragende Funktion zu erfüllen, muss die Schicht im Bereich der Verklebung durch eine Randentschichtung oder durch eine Maskierung ausgenommen werden.

Weitere Informationen zu dieser Anwendung sind in unserer Kundeninformation n. 026de „Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) für Structural-Glazing-Ganzglasfasaden“ aufgeführt.

Zudem sind die aktuellen Merkblätter/Applikationsempfehlungen der Dichstoffhersteller zu berücksichtigen.

Isolierglas-Hersteller

Für die dauerhafte Funktionsfähigkeit des Randverbundes eines Isolierglas-Elementes ist in jedem Fall der Isolierglas-Hersteller verantwortlich.

Hohe Wärmedämmung ist nach wie vor die Grundvoraussetzung energieeffizienter Verglasungen in Neubau und bei Renovierung. Die iplus-Produktpalette bietet ein breites Spektrum geeigneter Funktionsverglasungen: Neu ist das erweiterte Produktprogramm mit pyrolytischen Verglasungen.

The logo for AGC INTERPANE is displayed in a white rectangular box. It features the letters 'AGC' in a bold, blue, sans-serif font, followed by 'INTERPANE' in a blue, italicized, sans-serif font. A thin white horizontal line is positioned above the text.

AGC INTERPANE

5.8 Produktpalette Wärmedämmglas

5.8

Der Trend hin zu energieeffizienter Bauweise ist ungebrochen. Verglasungen mit U_g -Werten unter $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ – z. B. Dreifachverglasungen – liegen im Trend und erfreuen sich ständig steigender Nachfrage.

Die europäische Richtlinie über die Energieeffizienz von Gebäuden (EPBD) fordert einen ganzheitlichen Ansatz bei der energetischen Bewertung von Gebäuden. Mit diesem Konzept wird neben den Wärmeverlusten und den solaren Gewinnen auch der Lichtdurchlässigkeit des Glases eine große Bedeutung beigemessen.

Für Warmglas heißt das in der Konsequenz: niedrige U_g -Werte sowie hohe g - und τ_v -Werte.

Mit der iplus-Produktfamilie besitzt AGC INTERPANE ein breites Spektrum, mit dem praktisch alle architektonischen und funktionalen Ansprüche am Bau erfüllt werden können:

- iplus top 1.1, das Synonym für farbneutrales Warmglas mit $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- iplus advanced 1.0, die maßgeschneiderte Lösung für U_w -optimierte Fenster
- iplus top 1.1 T und iplus advanced 1.0 T als vorschaltbare Warmgläser
- iplus top 3 und iplus top 3C – Superwarmgläser für Niedrigenergie- und Passivhäuser
- iplus 3LS und iplus 3CLS als 3fach-Wärmedämmglas mit optimaler Energiebilanz, auch als vorschaltbares Basisglas (LST) mit identischen Werten lieferbar.

Neben diesen im Magnetron-Sputter-Verfahren hergestellten Schichten (Softcoatings) können jetzt, durch die strategische Partnerschaft mit AGC auch pyrolytisch beschichtete Gläser (Hard Coatings) angeboten werden.

- Planibel G ist ein Floatglas mit pyrolytischer Wärmedämmbeschichtung bis $U_g = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Planibel GfasT ist ein pyrolytisch beschichtetes Glas mit niedriger Emissivität. Dieses Produkt lässt sich auf dafür geeigneten Anlagen problemlos vorschaltbar spannen. Die Schicht ist mechanisch und chemisch sehr widerstandsfähig, die technischen Eigenschaften entsprechen weitestgehend Planibel G.

Die Markt- und Kundenanforderungen an hochwertiges Isolierglas steigen ständig. Dies ist einerseits ökologisch, andererseits ökonomisch begründet, z. B. hinsichtlich Umweltentlastung und Energieeinsparung. So fordern die Marktteilnehmer zu Recht:

- eine vollständige Palette anspruchsvoller Produkte
- ständig technische Verbesserungen der Produkte im Hinblick auf Heizenergieverbrauch und Klimatisierung
- qualitäts- und termingerechte Anlieferung dieser Beschichtungsprodukte auch als ESG, TVG und VSG
- logistische Dienstleistungen bei komplexen Objektentwicklungen

5.8.1 iplus top 1.1 – das Warmglas von AGC INTERPANE

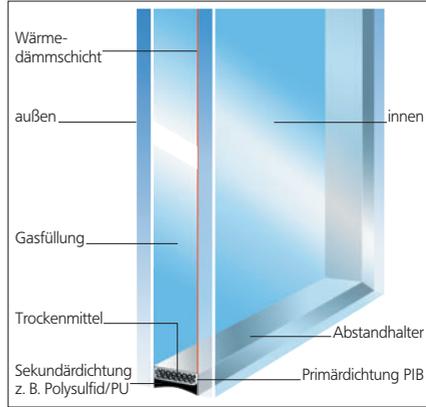
5.8.1

Das Warmglas iplus top 1.1 besteht aus zwei Glasscheiben, die durch einen hermetisch abgeschlossenen Scheibenzwischenraum (SZR) voneinander getrennt sind.

Die beiden Glasscheiben werden über einen Abstandhalter auf die gewünschte Distanz – in der Regel 14 mm oder 16 mm – gebracht und durch das bewährte Doppeldichtungssystem dauerelastisch verklebt.

Der SZR ist mit einem Edelgas gefüllt, und auf einer Scheibenoberfläche ist eine iplus top 1.1-Schicht aufgebracht.

Die hauchdünne Beschichtung (Dicke $\approx 0,1 \mu\text{m}$) ist auf der Innenscheibe zum SZR (Pos. 3 entsprechend der Abbildung auf Seite 133) angeordnet.



Schnitt durch iplus top 1.1

Nach wie vor ist iplus top 1.1 Maßstab für Farbneutralität bei beschichtetem Isolierglas.

Lieferprogramm für iplus top 1.1

Technische Daten: iplus top 1.1

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwidrigkeitsindex					
	mm	W/(m ² K)	%	%	-	mm	kg/m ²	cm	m ²	-
iplus top 1.1	4/16/:4	1,1	63	80	97	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 1.1	5/16/:6	1,1	62	79	97	27	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus top 1.1	6/16/:6	1,1	61	78	96	28	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus top 1.1	4/14/:4	1,2	63	80	97	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 1.1	5/14/:6	1,1	62	79	97	25	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus top 1.1	6/14/:6	1,1	61	78	96	26	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus top 1.1	4/12/:4	1,3	63	80	97	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 1.1	5/12/:6	1,3	62	79	97	23	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus top 1.1	6/12/:6	1,3	61	78	96	24	30	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten

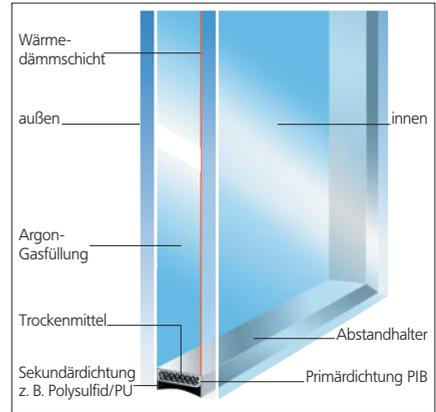
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.8.2 iplus advanced 1.0 für U-Wert-optimierte Fenster- und Fassadenlösungen

5.8.2

iplus advanced 1.0 ermöglicht die thermische Optimierung von 2fach-Isolierglas zu äußerst wirtschaftlichen Bedingungen. Mit einem U_g -Wert von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird eine hohe Wärmedämmung souverän erfüllt. Im Fensterbau können Standardprofile ideal und kostengünstig mit den Anforderungen der EnEV in Einklang gebracht werden. Ob bei Sanierungen oder Neubauten: iplus advanced 1.0 hilft Fensterbauern und Bauherren die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Dabei lassen sich die gängigen Standardbeschläge verwenden.



Schnitt durch iplus advanced 1.0

Lieferprogramm für iplus advanced 1.0

Technische Daten: iplus advanced 1.0

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U_g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwidrigkeitsindex					
	mm	$W/(\text{m}^2\text{K})$	%	%	-	mm	kg/m^2	cm	m^2	-
iplus advanced 1.0	4/16/:4	1,0	55	76	97	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus advanced 1.0	4/14/:4	1,1	55	76	97	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus advanced 1.0	4/12/:4	1,2	55	76	97	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.8.3 iplus top 1.1 T – das vorspannbare Warmglas

5.8.3

Beschichtetes Warmglas kann i. d. R. nicht zu ESG bzw. TVG vorgespannt werden. Deshalb muss die Beschichtung bei vorgespannten Scheiben nachträglich auf die Festmaße aufgebracht werden.

Mit iplus top 1.1 T liefert AGC INTERPANE alternativ ein beschichtetes Glas, das beim Weiterverarbeiter thermisch vorgespannt wird.

Dies bietet logistische Vorteile: Sicherheitsglas-Hersteller bzw. Isolierglas-Produzenten mit eigener ESG- bzw. TVG-Produktion sind (bei eigener Lagerhaltung) kurzfristig lieferbar. Aufwändige und kostenintensive Festmaßtransporte entfallen.



Schnitt durch iplus top 1.1 T

Lieferprogramm für iplus top 1.1 T

Technische Daten: iplus top 1.1 T

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwidrigkeitsindex					
	mm	W/(m ² K)	%	%	-	mm	kg/m ²	cm	m ²	-
iplus top 1.1 T	4/16/:4	1,1	64	81	98	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 1.1 T	5/16/:6	1,1	63	79	97	27	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus top 1.1 T	6/16/:6	1,1	62	79	96	28	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus top 1.1 T	4/14/:4	1,2	64	81	98	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 1.1 T	5/14/:6	1,1	63	79	97	25	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus top 1.1 T	6/14/:6	1,1	62	79	96	26	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus top 1.1 T	4/12/:4	1,3	64	81	98	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 1.1 T	5/12/:6	1,3	63	79	97	23	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus top 1.1 T	6/12/:6	1,3	62	79	96	24	30	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

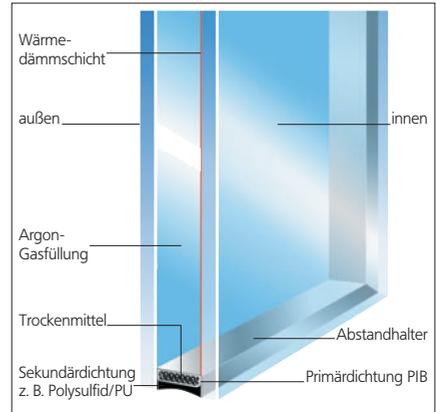
Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.8.4 iplus advanced 1.0 T

5.8.4

iplus advanced 1.0 T ist die vorschubfähige Variante von iplus advanced 1.0.

Gegenüber iplus 1.1 ist der Wärmedurchgangskoeffizient von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nach EN an die Grenze des physikalisch Machbaren im Zweifachaufbau gerückt.



Schnitt durch iplus advanced 1.0 T

Lieferprogramm für iplus advanced 1.0 T

Technische Daten: iplus advanced 1.0 T

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwidrigkeitsindex					
	mm	W/(m ² K)	%	%	-	mm	kg/m ²	cm	m ²	-
iplus advanced 1.0 T	4/16/:4	1,0	60	80	97	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus advanced 1.0 T	5/16/:6	1,0	59	78	96	27	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus advanced 1.0 T	6/16/:6	1,0	58	78	96	28	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus advanced 1.0 T	4/14/:4	1,1	60	80	97	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus advanced 1.0 T	5/14/:6	1,1	59	78	96	25	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus advanced 1.0 T	6/14/:6	1,1	58	78	96	26	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus advanced 1.0 T	4/12/:4	1,2	60	80	97	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus advanced 1.0 T	5/12/:6	1,2	59	78	96	23	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus advanced 1.0 T	6/12/:6	1,2	58	78	96	24	30	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.8.5 iplus Dreifach-Wärmedämmglas iplus top 3, iplus top 3C, iplus 3LS und iplus 3CLS

Dreifach-Wärmedämmglas – vor wenigen Jahren noch die Ausnahme – wird mehr und mehr zum architektonischen Standard. Die EnEV mit verschärften Anforderungen hat dafür gesorgt, dass der Marktanteil von Dreifach-Isolierglas kontinuierlich steigt.

Speziell für diese Anforderungen bietet AGC INTERPANE eine attraktive Produktpalette an.

iplus top 3 und iplus top 3C

Diese Produkte besitzen U_g -Werte bis herab zu $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nach EN und minimieren so die Wärmeverluste. iplus top 3 und top 3C werden mit dem Basisglas iplus top 1.1 kombiniert.

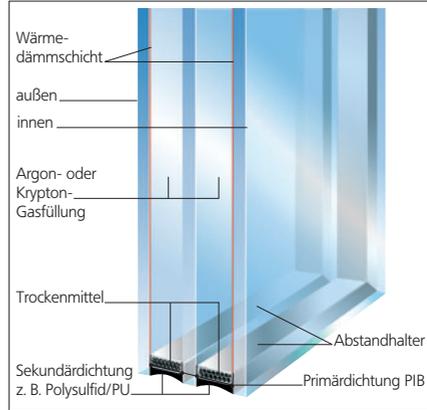
iplus 3LS und iplus 3CLS

Unter Berücksichtigung der physikalischen Wirkung von Dreifachaufbauten hat AGC INTERPANE ein spezielles Basisglas für energieoptimierte Dreifachscheiben entwickelt.

Hier ist das Emissionsvermögen der Schicht (siehe Kapitel 4.5.2) höher als beim iplus top 1.1 Basisglas. Deshalb erreicht iplus 3LS auch eine höhere Lichtdurchlässigkeit und einen höheren Gesamtenergie-durchlassgrad. Trotz dieser energetisch noch einmal optimierten Werte, wird auch hier ein U_g -Wert von bis zu $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nach EN erreicht.

Optimale Randverbundsysteme

Zur Optimierung des ausgezeichneten energetischen Verhaltens hochwertiger Dreifach-Verglasungen empfiehlt sich stets der Einsatz thermisch verbesserter Randverbundsysteme (s. Kap. 5.7.2).



Schnitt durch iplus top 3

Passivhaus-Kriterien

Das renommierte Passivhaus-Institut Dr. Feist in Darmstadt fordert als *Behaglichkeitskriterium* generell einen U_g -Wert von $\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Daneben wird mit dem *Energiekriterium* eine positive Energiebilanz für die Verglasung gefordert.



Energiekriterium:

$$U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times g\text{-Wert} \leq 0$$

Beispiele:

iplus top 3 mit $2 \times 16 \text{ mm SZR}$
 $0,64 - 1,6 \times 0,51 = - 0,176$

iplus 3LS mit $2 \times 16 \text{ mm SZR}$
 $0,69 - 1,6 \times 0,61 = - 0,286$

AGC INTERPANE bietet iplus Dreifach-Wärmedämmgläser an, die die Kriterien des Passivhaus-Instituts erfüllen.

5.8.5

Lieferprogramm für iplus top 3fach-Verglasungen

Technische Daten: iplus top 3 und iplus top 3C

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/Mitte/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwidrigkeitsindex					
	mm	W/(m²K)	%	%	-	mm	kg/m²	cm	m²	-
iplus top 3	4:/16/4/16:/4	0,6	51	72	96	44	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 3	4:/14/4/14:/4	0,6	51	72	96	40	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 3	4:/12/4/12:/4	0,7	51	72	96	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 3C	4:/12/4/12:/4	0,5	51	72	96	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus top 3C	4:/10/4/10:/4	0,6	51	72	96	32	30	141 x 240	3,40	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.
- Aus optischen Gründen ist der Einsatz von schwarzen Abstandhalter-Systemen empfehlenswert.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

Lieferprogramm für iplus 3fach-Verglasungen

Technische Daten: iplus 3LS und iplus 3CLS

Produkt- bezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ Mitte/ SZR/ innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurch- lässigkeit	allg. Farbwie- dergabe-Index Durchsicht					
	mm	W/(m ² K)	%	%	-	mm	kg/m ²	cm	m ²	-
iplus 3LS	4/16/:4/16/:4	0,7	61	73	98	44	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS	4/14/:4/14/:4	0,7	61	73	98	40	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS	4/12/:4/12/:4	0,8	61	73	98	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3CLS	4/12/:4/12/:4	0,6	61	73	98	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3CLS	4/10/:4/10/:4	0,7	61	73	98	32	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS ¹⁾	4/16/:4/16/:4	0,7	63	74	99	44	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS ¹⁾	4/14/:4/14/:4	0,7	63	74	99	40	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS ¹⁾	4/12/:4/12/:4	0,8	63	74	99	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

¹⁾ Außenscheibe aus ipaclear.

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.
- Aus optischen Gründen ist der Einsatz von schwarzen Abstandhalter-Systemen empfehlenswert.
- iplus 3LS ist auch als vorspannfähige Variante (LST) lieferbar.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.8.6 iplus Energy^N und iplus Energy^{NT}

5.8.6

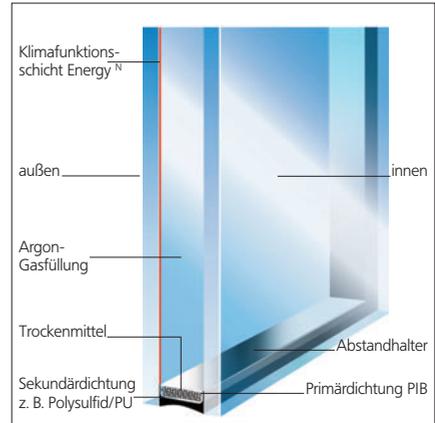
Die Klimagläser iplus Energy^N und Energy^{NT} sorgen für helle, angenehm temperierte Räume – selbst bei Fenstern und Fassaden mit Südausrichtung. iplus Energy^N und iplus Energy^{NT} bewährt sich besonders im privaten Wohnungsbau oder als Dachverglasung für Wintergärten.

Innovative Schichttechnologie

Das Geheimnis liegt in der innovativen Beschichtung. Eine transparente Metallschicht auf der Innenseite der äußeren Scheibe steigert die Wirksamkeit des Klimaglases deutlich: Der langwellige Wärmeanteil des Sonnenlichts wird teilweise reflektiert – und die sommerliche Überhitzung vermieden. Im Gegensatz zu iplus Energy^N ist iplus Energy^{NT} vorgespannt.

Optimales Klima – das ganze Jahr

Das Resultat ist ein ganzjährig komfortables Raumklima mit optimaler Tageslichtversorgung, hoher Farbneutralität und effektiver Dämmung: Im Winter bleibt die Wärme innen, im Sommer außen. Durch den Isolierglas-Aufbau in Verbindung mit einer Argon-Gasfüllung verfügen iplus Energy^N und iplus Energy^{NT} standardmäßig über einen erhöhten Wärmeschutz. Niedrige g-Werte tragen auch in den Sommermonaten zu einem angenehmen Raumklima bei.



Schnitt durch iplus Energy^N

Lieferprogramm für iplus Energy^N und iplus Energy^{NT}

Technische Daten: iplus Energy^N und iplus Energy^{NT}

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/Mitte/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	Shading Coefficient					
	mm	W/(m²K)	%	%	%	mm	kg/m²	cm	m²	-
iplus Energy^N	4:16Ar/4	1.0	41	73	47	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus Energy^N	6:16Ar/4	1.0	40	72	46	26	25	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus Energy^{NT}	4:16Ar/4	1.0	42	73	48	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus Energy^{NT}	6:16Ar/4	1.0	41	72	47	26	25	141 x 240	3,4	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.8.7 iplus ANTI-FOG (AF)

Sichtbar besser

Durch die besonders gute Wärmedämmung moderner Isoliergläser kann es manchmal zu Kondensatbildung an der äußeren Scheibenoberfläche kommen. Dadurch wird in bestimmten Situationen die Sicht nach draußen beeinträchtigt. Die neue ANTI-FOG-Beschichtung vermindert bzw. verhindert die Kondensatbildung an der Scheibe wirksam.

Kondensatbildung an der Außenverglasung – ein physikalisches Phänomen

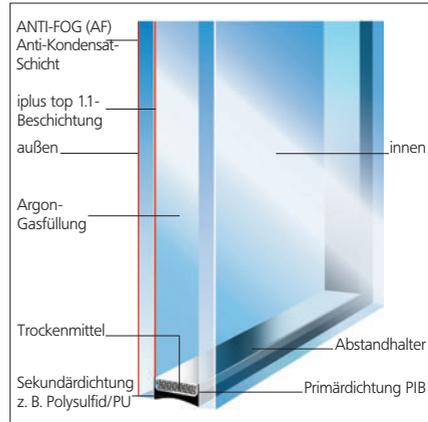
Durch die Kondensatbildung wird die Sicht durch das Glas beeinträchtigt. Kondensatbildung an der Außenverglasung ist der Beweis für eine gute Wärmedämmung. Je besser wir unsere Häuser dämmen, desto größer ist die Gefahr für Kondensatbildung; nicht nur auf den Glasoberflächen, aber nur dort ist Kondensat einfach sichtbar.

Kondensation auf der Außenscheibe vermeiden

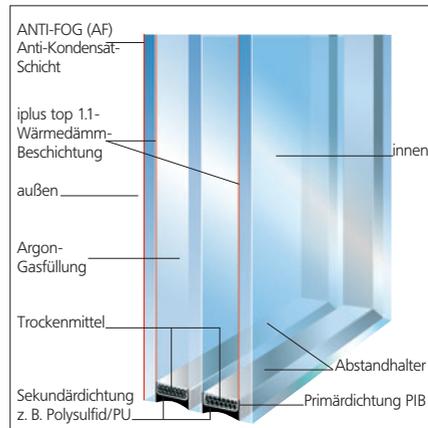
AGC INTERPANE bietet eine spezielle Beschichtung auf der Außenscheibenoberfläche an, die vor zu starker Wärmeabstrahlung in die Atmosphäre schützt und damit die Temperatur der Außenverglasung leicht oberhalb der Taupunkttemperatur hält: iplus ANTI-FOG. In einer Studie des unabhängigen Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart und Holzkirchen, wurde die Effizienz dieser Verglasung im Vergleich zu einer herkömmlichen Verglasung nachgewiesen. Die Studie zeigt, dass es bei einer herkömmlichen Verglasung ab einer relativen Luftfeuchtigkeit von 77 Prozent zu Kondensatbildung kommt. Die Kondensatbildung bei einer Verglasung mit Anti-Kondensat-Beschichtung (ANTI-FOG) wird dagegen deutlich verringert. Kondensat entsteht hier erst ab einer relativen Luftfeuchtigkeit von 97 Prozent.

AGC INTERPANE steht für innovative Lösungen nach Maß.

- iplus AF: Verglasung mit Anti-Kondensat-Beschichtung auf Position 1
- iplus AF top: Verglasungen mit zwei Beschichtungen, bei der die Anti-Kondensat-Funktion auf Position 1 und die Wärmedämmfunktion auf Position 2 aufgebracht ist
- iplus AF Energy^N: Verglasung mit zwei Beschichtungen, die drei Funktionen kombinieren: Anti-Kondensatbildung, Wärmedämmung und Sonnenschutz



iplus AF top, ANTI-FOG-Verglasung mit Anti-Kondensat-Beschichtung



iplus AF top 3 mit ANTI-FOG-Beschichtung

5.8.7

Lieferprogramm für iplus AF

Technische Daten: iplus AF bis iplus AF 3LS

Produkt- bezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ Mitte/ SZR/ innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurch- lässigkeit	allg. Farbwie- dergabe-Index Durchsicht					
	mm	W/(m²K)	%	%	-	mm	kg/m²	cm	m²	-
iplus AF & iplus top 1.1	:4/16/:4	1.1	59	75	99	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus AF top	:4/:16/4	1.1	56	76	99	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus AF top 3	:4/:14/4/14/:4	0,6	49	68	97	40	30	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus AF 3LS	:4/14/:4/14/:4	0,7	58	69	99	40	30	141 x 240	3,4	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

Die neue Schallschutz-Isolierglas-Palette
von AGC INTERPANE:
Stets kombiniert mit bestem
Wärmeschutz und auch als
3fach-Verglasung verfügbar.
Neu: Schallschutzfolien jetzt immer mit
zusätzlicher Sicherheitsfunktion.

The logo for AGC INTERPANE is displayed in a white rectangular box. The text 'AGC' is in a bold, blue, sans-serif font, followed by 'INTERPANE' in a blue, sans-serif font with wide letter spacing. The background of the entire advertisement is a photograph of a modern glass skyscraper at night, illuminated from within and reflecting the city lights. A street lamp and light trails from traffic are visible in the foreground.

AGC INTERPANE

5.9 Schallschutz ipaphon

5.9

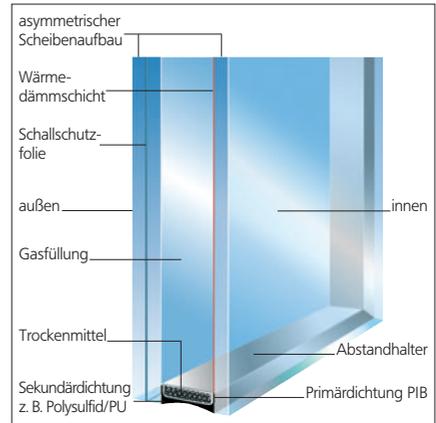
Umweltschutz in seiner gesamtheitlichen Betrachtung erfordert nicht nur eine hohe Wärmedämmung, sondern oft auch einen zusätzlichen wirksamen Schallschutz.

Zeitgemäße Schallschutz-Isolierglas-Systeme können sowohl ein breites Spektrum von Schalldämmeigenschaften (bis zu $R_{w} = 52$ dB) abdecken als auch Transmissionswärmeverluste kräftig reduzieren.

Die ipaphon-Schallschutzpalette ist standardmäßig mit der hochwertigen iplus top 1.1-Beschichtung versehen.

Sämtliche ipaphon-Typen sind anstelle der iplus top 1.1-Schicht mit nahezu allen Wärmedämm- und Sonnenschutz-Beschichtungen von AGC INTERPANE kombinierbar.

Ihr AGC INTERPANE Lieferwerk ermittelt auf Anfrage gern die technischen Werte Ihrer gewünschten Produkt-Kombination.



Schnitt durch ipaphon SF

5.9.1 Planungskriterien beim Einsatz des Schallschutz-Isolierglas-Systems iphphon

Die gekoppelten Funktionen Schall- und Wärmeschutz bzw. Sonnenschutz erfordern bereits in der Planungsphase eine eindeutige Festlegung der einzelnen Funktionswerte.

Durch die charakteristischen Merkmale von Schallschutz-Isolierglas, wie

- vergrößertem SZR und
- asymmetrischem Glasaufbau,

ist die Prüfung einer Reihe zusätzlicher Kriterien erforderlich:

- Grundsätzlich ist die dickere Glasscheibe des Schallschutz-Isolierglas-Elements außenseitig zu positionieren, um den Isolierglas-Effekt (s. Kap. 7.3.5) zu minimieren und die Windlasten aufzunehmen.
- Bei kleinformatigem Zweifach-Isolierglas, d. h. bei einer Kantenlänge von < 50 cm, einem SZR von

> 16 mm und/oder einem ungünstigen Seitenverhältnis, ist der Randverbund extremen Belastungen ausgesetzt. Bei Dreifach-Aufbauten kann diese Belastung bereits bei einer Kantenlänge < 70 cm auftreten.

Daher ist es erforderlich, bereits im Planungsvorfeld eine gemeinsame Lösung bezüglich des Aufbaus der Isolierglas-Elemente, der Dimensionierung des Randverbundes und des Glases zu erarbeiten. Gegebenenfalls muss die dünnere Scheibe in ESG/TVG ausgeführt werden.

- Der Einsatz von Gläsern mit hoher Absorption, z. B. absorbierendes Sonnenschutzglas, kann eine Begrenzung des SZR erforderlich machen. Außerdem ist im Planungsstadium bereits zu prüfen, ob und welche der Glasscheiben gegebenenfalls in ESG/TVG auszuführen sind.

5.9.1

5.9.2 Produktpalette Schallschutz-Isolierglas-System ipaphon

5.9.2

ipaphon-Schallschutz-Isolierglas ist gekennzeichnet durch die Kombination unterschiedlicher Scheibendicken, i. d. R. verbreiterten Scheibenzwischenräumen, Gasfüllungen und zum Teil durch die Verwendung von Verbundglas. Dieses Verbundglas ist mit speziellen Schallschutzfolien ausgestattet, die auch zusätzliche Sicherheitseigenschaften (ipaphon SF) aufweisen.

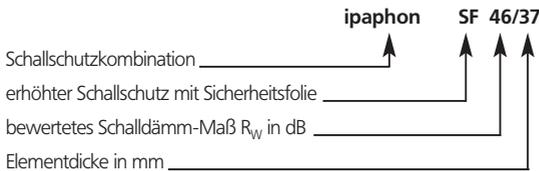
Die Produktbezeichnung des ipaphon-Schallschutz-Isolierglases setzt sich folgendermaßen zusammen:

- bewertetes Schalldämm-Maß R_w in dB
- Isolierglas-Elementdicke in mm
- Kennung für Scheibenaufbau mit Folie

INTERPANE Schallschutzprodukte sind grundsätzlich mit erhöhtem Wärmeschutz (iplus-top-Beschichtung) ausgestattet. Die Produktpalette gliedert sich wie folgt:

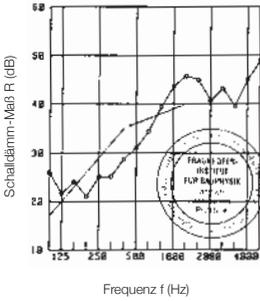
Produktgruppe	Funktion/ Schallschutzaufbauten	Beispiel
ipaphon	Schallschutz mit Floatglas oder mit P2A bzw. VSG	36/26 37/29
ipaphon SF	erhöhter Schallschutz mit Schallschutz-Sicherheitsfolie	46/37

Beispiel für erhöhten Schallschutz mit Schallschutz-Sicherheitsfolie

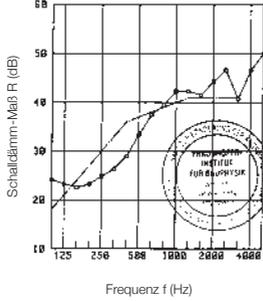


Standardausführung ipaphon ist immer iplus top 1.1 – es sind nahezu alle Low-E- und Sonnenschutzbeschichtungen kombinierbar.

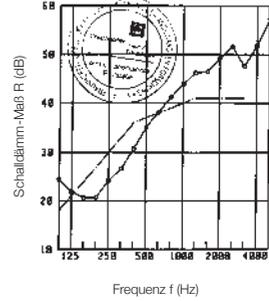
Schalldämmkurven



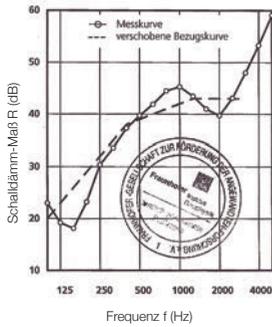
Typ: 36/26



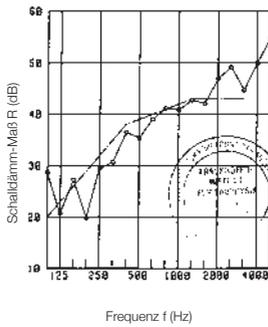
Typ: 37/28



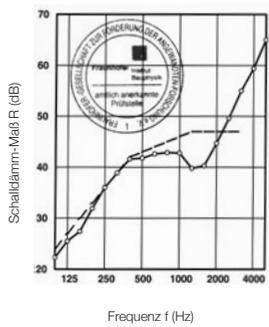
Typ: 37/29 V



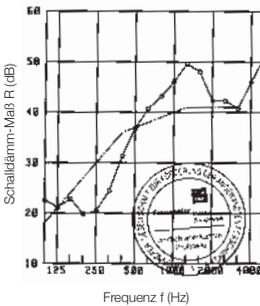
Typ: 39/31 V



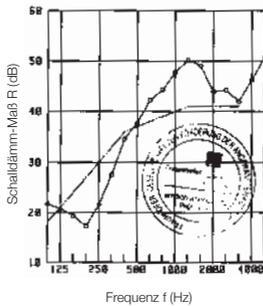
Typ: 39/34



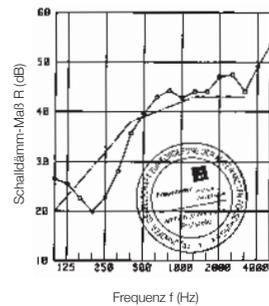
Typ: 43/36 V



Typ: 37/22



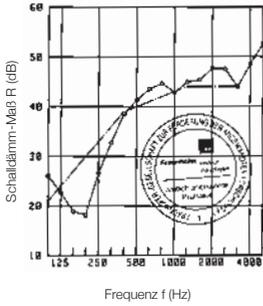
Typ: 37/26



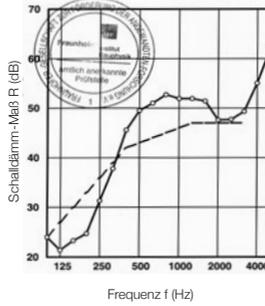
Typ: 39/26

5.9.2

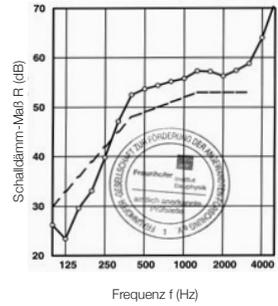
Schalldämmkurven



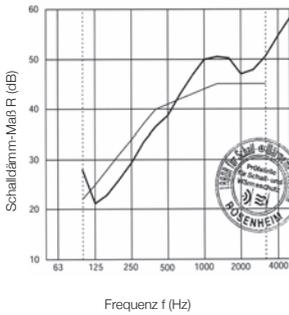
Typ: 40/30



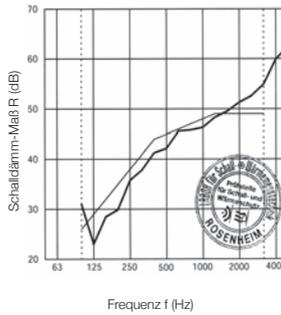
Typ: SF 43/31



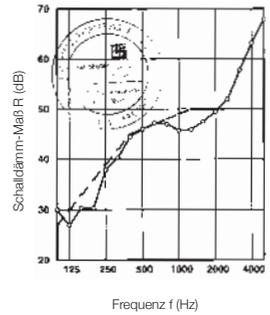
Typ: SF 49/38



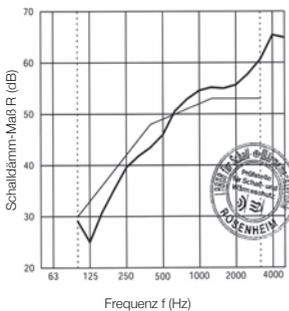
Typ: SF 41/31



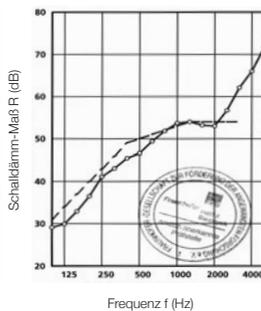
Typ: SF 45/35



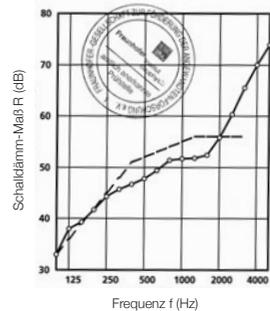
Typ: SF 46/37



Typ: SF 49/38

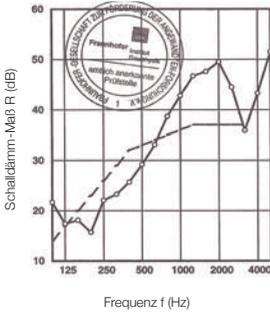


Typ: SF 50/42

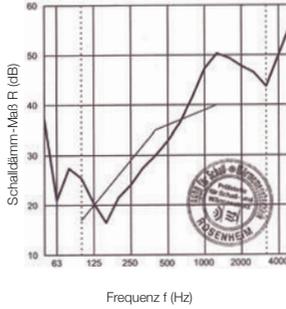


Typ: SF 52/46

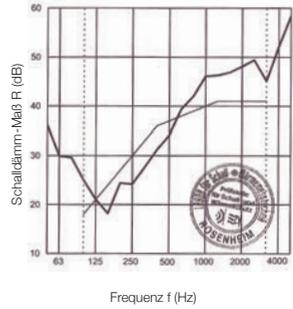
Schalldämmkurven



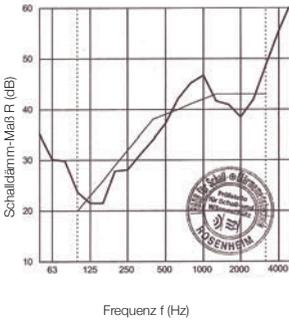
Typ: 33/36 Ar



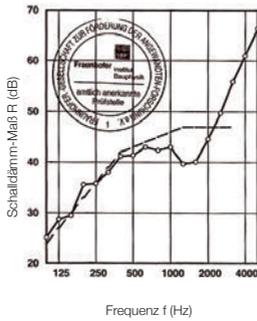
Typ: 36/38



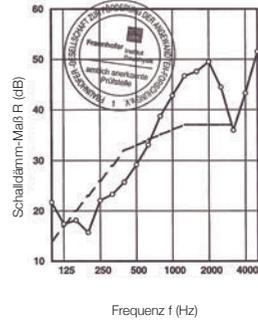
Typ: 37/40



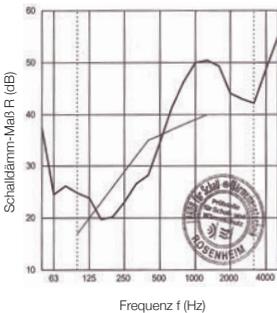
Typ: 39/42 Ar



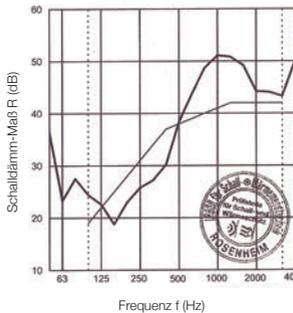
Typ: 43/47 V



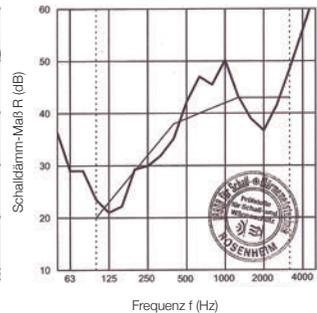
Typ: 33/36 Kr



Typ: 36/34



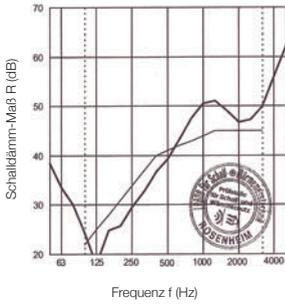
Typ: 38/38



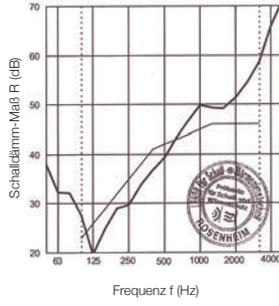
Typ: 39/42 Kr

5.9.2

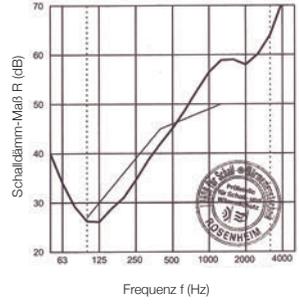
Schalldämmkurven



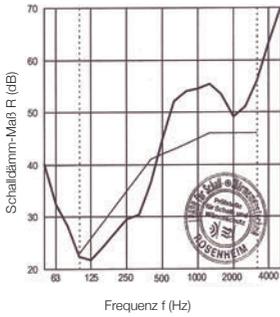
Typ: SF 41/43



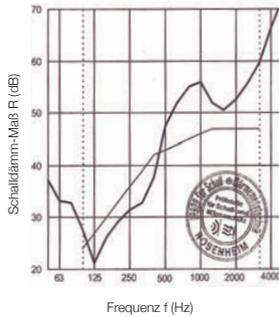
Typ: SF 42/45



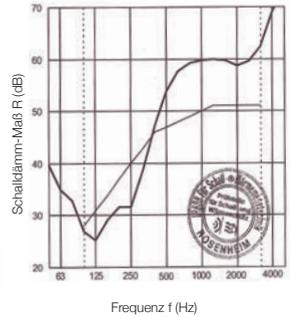
Typ: SF 46/50



Typ: SF 42/43



Typ: SF 43/45



Typ: SF 47/50

Lieferprogramm für ipaphon-Schallschutz-Isolierglas mit Wärmeschutz

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673 W/(m ² K)	Identechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410				Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1				Dicke mm	Gewicht kg/m ²	max. Abmessungen cm	max. Oberfläche m ²	max. Seitenverhältnis	
			g-Wert %	Lichtdurchlässigkeit %	allg. Farbwertindex	Durchsicht	R _w dB	C dB	C _f dB	C _f dB						C _f dB
ipaphon 36/26	6/16/4 Ar	1,1	61	79	97	36	-2	-5	-1	-5	28	25	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 37/28	8/16/4 Ar	1,1	59	78	96	37	-2	-5	-1	-5	26	30	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 37/29 V 2)	9(P2A)/16/4 Ar	1,1	55	78	96	37	-2	-6	-1	-6	29	33	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 39/31 V	6/16/8V/SF9 Ar	1,1	57	77	96	39	-3	-7	-2	-7	31	35	225 / 400	8,00	1 : 10	
ipaphon 39/34 1)	10/20/4 Ar	1,1	58	78	96	39	-2	-6	-1	-6	34	35	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 43/36 V	8/16/12VSG Ar	1,1	56	75	94	43	-2	-6	-1	-6	36	51	250 x 400	10,00	1 : 10	
ipaphon 37/22	6/12/4 Kr	1,1	61	79	97	37	-3	-8	-2	-8	22	25	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 37/26	6/16/4 Kr	1,1	61	79	97	37	-3	-8	-2	-8	26	25	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 39/26	10/12/4 Kr	1,1	58	78	96	39	-3	-7	-2	-8	26	35	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon 40/30	10/16/4 Kr	1,1	58	78	96	40	-4	-9	-3	-9	30	35	141 x 240	3,40	1 : 6	
ipaphon SF 43/31 3)	SF9/16/6 Kr	1,1	55	77	96	43	-3	-8	-2	-8	31	36	250 / 400	8,00	1 : 10	
ipaphon SF 49/38 3)	SF13/16/6/SF9 Kr	1,1	52	76	94	49	-3	-9	-2	-9	38	52	260 / 410	9,60	1 : 10	
ipaphon SF 41/31 3)	SF9/16/6 Ar	1,1	55	77	96	41	-2	-6	-1	-6	31	36	250 / 400	8,00	1 : 10	
ipaphon SF 45/35 3)	SF9/16/10 Ar	1,1	55	75	95	45	-2	-6	-1	-6	35	46	250 x 400	10,00	1 : 10	
ipaphon SF 46/37 3)	SF11/16/10 Ar	1,1	53	74	94	46	-2	-6	-1	-6	37	51	250 x 400	10,00	1 : 10	
ipaphon SF 49/38 3)	SF13/16/6/SF9 Ar	1,1	52	76	94	49	-3	-8	-2	-8	38	52	260 / 410	9,60	1 : 10	
ipaphon SF 50/42 3)	SF13/16/6/SF13	1,3	52	74	93	50	-2	-7	-1	-7	42	62	260 / 410	9,60	1 : 10	
ipaphon SF 52/46 3)	SF17/16/6/SF13	1,3	49	72	92	52	-1	-5	0	-5	46	72	260 / 410	9,60	1 : 10	

: kennzeichnet die Lage der Schichten, Ar = Argon-Gasfüllung; Kr = Krypton-Gasfüllung

Standardausführung ipaphon ist immer plus top 1.1 – es sind nahezu alle Low-E- und Sonnenschutz-Beschichtungen kombinierbar.

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Bitte beachten Sie, dass bei größeren Scheibenecken die Eigenfarbe des Isolierglaselements in Form eines Grün-/Gelbstiches zunimmt.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

1) Bei einem Seitenverhältnis von $\geq 1 : 3$ empfehlen wir, die dünnere Scheibe aus ESG/TVG einzusetzen.

2) P2A nach EN 356

3) ipaphon SF mit 0,76 mm Folie ist ein Verbund-Sicherheitsglas (VSG) gem. Bauregelleiste.

Größere Abmessungen sind möglich - bitte fragen Sie an!

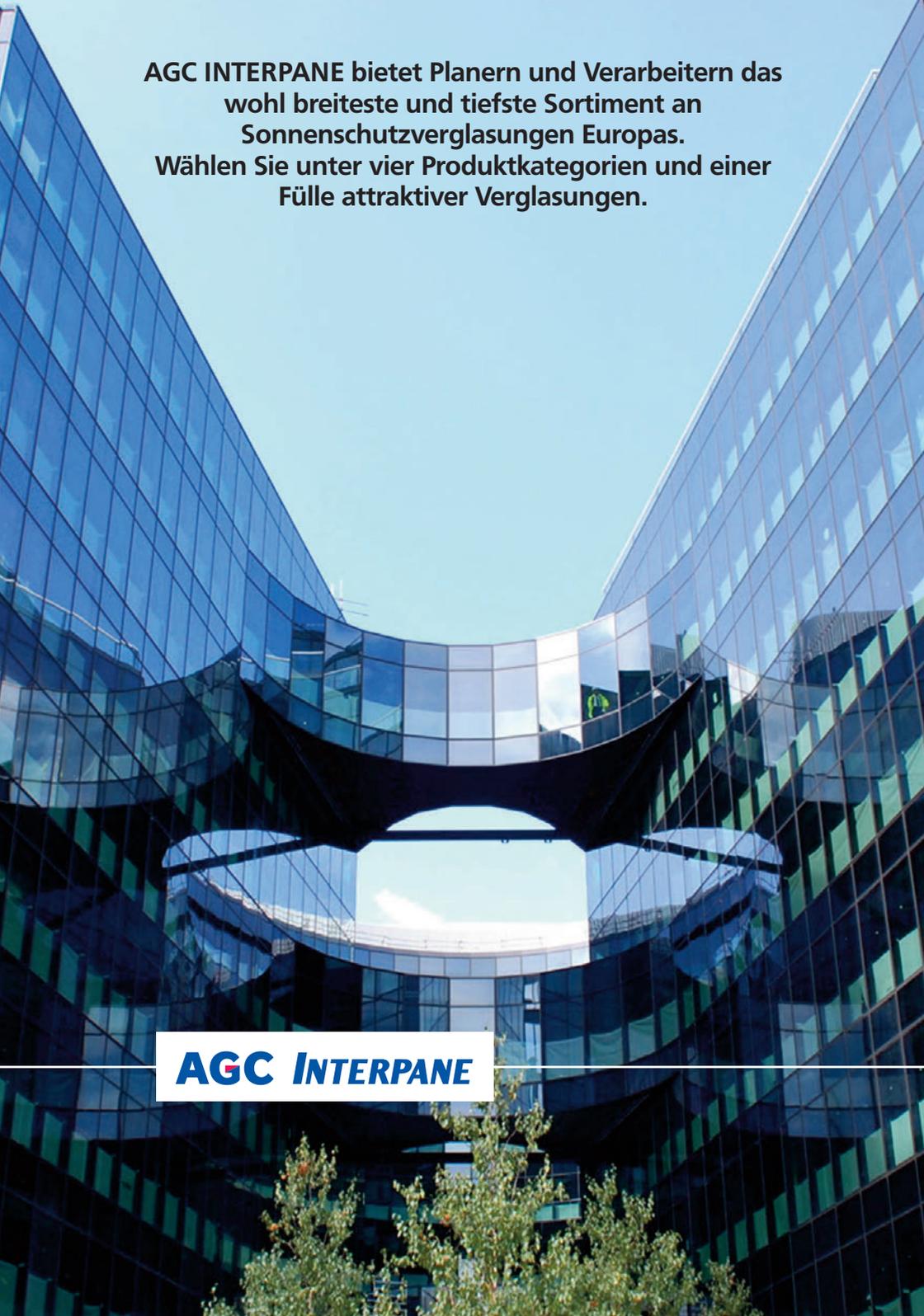
Lieferprogramm für 3-fach ipaphon-Schallschutz-Isoliertes mit erhöhtem Wärmeschutz

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/Mitte/ SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673 W/(m ² K)	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410		Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1				Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwertdegrabe-Index	Rw	C	C _r						C _r 100-5000
	mm		%	%	dB	dB	dB	dB	mm	kg/m ²	cm	m ²	-	
ipaphon 33/36	4:12/4/12/4 Ar	0,7	51	72	96	33	-2	-6	-1	-6	30	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 36/38	6:12/4/12/4 Ar	0,7	50	71	95	36	-2	-6	-1	-6	38	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 37/40	8:12/4/12/4 Ar	0,7	49	70	95	37	-1	-6	-1	-6	40	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 39/42	8:12/4/12/6 Ar	0,7	49	69	95	39	-2	-5	-1	-5	42	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 43/47 V	8:12/4/10/12 VSG Ar	0,8	49	68	93	43	-2	-4	-1	-4	47	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 33/36	4:12/4/12/4 Kr	0,5	51	72	96	33	-2	-5	-1	-5	36	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 36/34	6:10/4/10/4 Kr	0,6	50	71	95	36	-1	-5	0	-5	34	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 38/38	6:12/4/12/4 Kr	0,5	50	71	95	38	-2	-6	-1	-6	38	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 39/42	8:12/4/12/6 Kr	0,5	49	69	95	39	-1	-5	0	-5	42	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 41/43	6:12/4/12/5F9 Ar	0,7	50	70	94	41	-2	-7	-1	-7	43	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 42/45	8:12/4/12/5F9 Ar	0,7	49	69	94	42	-2	-7	-1	-7	45	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 46/50	SF11:12/6/12/5F9 Ar	0,7	44	68	92	46	-1	-7	0	-7	50	250 / 400	8,00	1 : 10
ipaphon SF 42/43	6:12/4/12/5F9 Kr	0,5	50	70	94	42	-2	-7	-1	-7	43	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 43/45	8:12/4/12/5F9 Kr	0,5	49	69	94	43	-2	-6	-1	-6	45	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 47/50	SF11:12/6/12/5F9 Kr	0,5	44	68	92	47	-2	-8	-1	-8	50	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten; Ar = Argon-Gasfüllung; Kr = Krypton-Gasfüllung
Standardausführung ipaphon ist immer plus top 1,1 – es sind nahezu alle Low-E- und Sonnenschutz-Beschichtungen kombinierbar.

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Bitte beachten Sie, dass bei größeren Scheibendicken die Eigenfarbe des Isolierglasraumes in Form eines Grün-/Gelbstiches zunimmt.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.
- Bei einem Seitenverhältnis von $\geq 1 : 3$ empfehlen wir, die dünnere Scheibe aus ESG einzusetzen.

Größere Abmessungen sind möglich - bitte fragen Sie an!



**AGC INTERPANE bietet Planern und Verarbeitern das
wohl breiteste und tiefste Sortiment an
Sonnenschutzverglasungen Europas.
Wählen Sie unter vier Produktkategorien und einer
Fülle attraktiver Verglasungen.**

AGC INTERPANE

5.10 Sonnenschutzglas

5.10

Charakteristische Merkmale von Sonnenschutzverglasungen für den anspruchsvollen Objektbau sind ein niedriger Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert), eine gute Wärmedämmung (U_g -Wert) und eine möglichst hohe Lichtdurchlässigkeit (τ_v). Gerade in diesem Produktsegment kommen aber dazu noch zusätzliche Anforderungen an das optische Erscheinungsbild, denn die Glasfassade trägt oft maßgeblich zum markanten Aussehen eines Objektes bei.

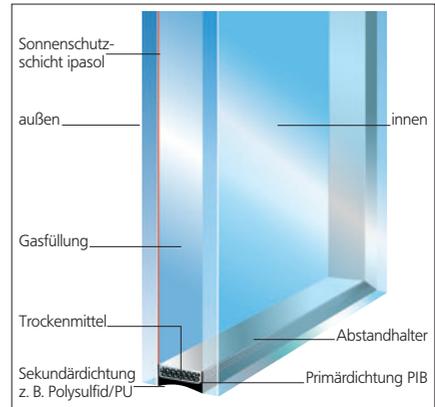
Idealerweise sollen Sonnenschutzverglasungen über eine möglichst hohe Selektivität verfügen, d. h. einem niedrigen Gesamtenergiedurchlassgrad soll eine hohe Lichtdurchlässigkeit gegenüberstehen. Die Funktionalität von Sonnenschutzglas trägt maßgeblich zum energetischen Verhalten des gesamten Objektes bei. Dabei sind neben den bauplanerischen Aufgaben stets auch die klimatischen Gegebenheiten am Objektstandort in Betracht zu ziehen. Deshalb sind Sonnenschutzglasprodukte nicht gleichermaßen für den Einsatz in allen Regionen unserer Erde geeignet. Gerade deshalb gibt es bei AGC INTERPANE auch ein umfangreiches Produktsortiment, aus dem der Planer für jeden Standort, für jedes Bauvorhaben und entsprechend seinem ästhetischen Anspruch das geeignete Produkt auswählen kann.

Produktfamilie der Extraklasse

Die strategische Allianz, die Interpane mit AGC verbindet, erlaubt es, eine Produktpalette im Sonnenschutz mit höchster Performance anzubieten. Für Planer und für Glasverarbeiter ergibt sich dadurch ein Produktportfolio mit einzigartiger Leistungsfähigkeit. AGC INTERPANE bietet Ihnen die breiteste und tiefste Palette im Sonnenschutzglasbereich in Europa. Darunter ist die wohl umfangreichste Palette an 3fach-silberbeschichteten Produktvarianten. Diese Typen bieten in idealer Weise eine größtmögliche Lichtdurchlässigkeit bei niedrigstem Energiedurchgang. Ob Einfach- oder Isolierglas, ob Soft- oder Hardcoating, ob designorientierte Verglasung oder funktioneller Sonnenschutz: Sie finden auf den nachfolgenden Seiten für jedes Projekt das geeignete Produkt.

Softcoatings

In einem aufwändigen Verfahren werden komplexe Schichtsysteme auf die Floatglas-Oberfläche appliziert (siehe auch Kapitel 5.6). Ein so veredeltes Glas erweist sich als multifunktionales Spitzenprodukt, das Über-



Schnitt durch ein Mehrscheiben-Isolierglas mit Sonnenschutzschicht

hitzung vermindert und Heizenergie einspart. AGC INTERPANE vertreibt Sonnenschutzglasprodukte, die im Vakuumbeschichtungsprozess hergestellt sind, unter den Markennamen ipasol und Stopray.

Hardcoatings

Bei den sogenannten Hardcoatings wird die Beschichtung bereits beim Herstellprozess des Floatglases aufgetragen. Dies erfolgt in einem pyrolytischen Verfahren. Produkte, die derart beschichtet sind, können auch als Einfachglas eingesetzt werden, sind vorspann- und biegebar und als VG und VSG verwendbar. AGC INTERPANE bietet unter den Markennamen Sunergy und Stopsol Produkte dieses Produktionsverfahrens an.

Eingefärbte Verglasungen

Bei eingefärbten Verglasungen wird die Glasschmelze direkt eingefärbt, sodass das Basisprodukt bereits eine Tönung besitzt. Eingefärbte Sonnenschutzgläser eignen sich sowohl zur Verwendung als Einfachglas, zur Weiterverarbeitung durch Beschichtung oder als ESG, VSG, VG. Die Produkte können selbstverständlich zu Isolierglas weiterverarbeitet werden. AGC INTERPANE vertreibt diese Produkte unter der Marke Planibel coloured (siehe auch Kapitel 5.5.1).

Designorientierte Sonnenschutzverglasungen

Sonnenschutzverglasungen gewinnen mit zusätzlichen Design- und Funktionsbeschichtungen eine außergewöhnliche Attraktivität. Realisierte Bauvorhaben zeigen das kreative Potential. AGC INTERPANE bietet speziell für diesen Anwendungsbereich modernste Digitaldrucktechnik, strukturierte Beschichtungen, wie z. B. ipachrome design oder monolithische Sonnenschutzgläser an.

Objektbezogene Beschichtungslösungen

Sonnenschutzgläser, die im Vakuumbeschichtungsverfahren hergestellt werden, z. B. ipasol oder Stopray, werden sowohl auf Bandmaßen wie auch auf Festmaßen beschichtet. Speziell bei der Produktion von beschichteten Festmaßen besitzt AGC INTERPANE einen reichen Erfahrungsschatz in der Abwicklung anspruchsvollster nationaler und internationaler Bauvorhaben. Im Festmaßbereich können Produkte (VSG/ESG- oder TVG-Scheiben) mit höchst anspruchsvollem Design, z. B. Siebdruck, Digitaldruck, Kantenbearbeitungen, Bohrungen, Ausschnitten etc., hergestellt werden.

Vorspannfähiges Sonnenschutzglas

Eine neue Generation von Sonnenschutzbeschichtungen ermöglicht dem Weiterverarbeiter unseres beschichteten Basisglases, selbst die Weiterverarbeitung zu ESG bzw. TVG vorzunehmen. Dadurch reduziert sich insbesondere der logistische Aufwand.

Die Produkte, die wir in diesem Sektor anbieten, sind in der Regel mit einem „T“ gekennzeichnet, also z. B. Stopray Vision-60T. Die Kennzeichnung „T“ bedeutet, dass diese Produkte vorgespannt („tempered“) werden müssen.

Giga Lites: Glas in Übergröße

In Europa sind die maximal herstellbaren Abmessungen für Standard-Isolierglas in der Regel durch die Abmessungen des unbeschichteten Floatglases begrenzt, und diese liegen bei 3.210 mm x 6.000 mm. Spannende Architekturkonzepte leben aber oft davon, dass diese Grenzen überschritten werden. Wir haben diesen Trend aufgegriffen und uns an die Spitze der Entwicklung im Bereich übergroßer Verglasungen gestellt. So ist es möglich, Floatglasscheiben bis zu einer Länge von 18.000 mm mit hochwertigen Sonnenschutzschichten oder auch mit Low-E zu beschichten. Einscheiben-Sicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas sowie Verbund-Sicherheitsglas kann bis zu einer Länge von 9.000 mm gefertigt werden, Isolierglaseinheiten bis zu 12.000 mm.

Auch die Abmessungen für Siebdruck oder Digitaldruck wurden deutlich über die Bandmaßgrenze hinaus ausgedehnt.

Beim Einsatz von Giga-Lites-Verglasungen müssen vorab alle Details mit dem Produktionswerk abgestimmt werden.

5.10.1 ipasol und Stopray

5.10.1

Diese im Vakuumverfahren produzierten Sonnenschutzgläser, lassen ungewöhnlich viel natürliches Licht durch, dennoch verzeichnen sie einen außergewöhnlich niedrigen Sonnenenergie durchgang.

Diese höchst-selektiven Sonnenschutzschichten erreichen hinsichtlich ihrer Performance die Grenzen des physikalisch Machbaren.

Bei geringer Außenreflexion werden transparente „ein- und aussichtige“ Glasfassaden Wirklichkeit. So lassen sich „mit Leben erfüllte“ und energieeffiziente Gebäudekonzepte realisieren.

Hochreflektierende Produkt-Typen oder farbige Verglasungen schaffen architektonische Highlights, so dass jedes planerische Konzept verwirklicht werden kann.

Die Freiheit der Gestaltung, insbesondere von Ganzglasfassaden, wird durch ein Programm angepasster Brüstungselemente erweitert.

Die Beschichtung ist in den meisten Fällen auf der Außenseite zum Scheibenzwischenraum hin angeordnet.

In einigen Ausnahmefällen wird aus optischen Gründen eine andere Schichtposition gewählt.

Die beschichtete Sonnenschutzscheibe wird in der Regel in einer Dicke von 6 mm ausgeführt, sofern nicht statische Gründe eine größere Glasdicke erfordern.

Durch Verwendung einer dünneren Gegenseite werden optische Verzerrungen in der Fassade als Folge des Isolierglas-Effektes (Durchbiegung) vermindert.

Wird aus Schallschutzgründen bei Sonnenschutzglas ein SZR > 16 mm verwendet, sollte bereits in der Planungsphase der Aufbau der Isolierglas-Elemente hinsichtlich des Effektes (s. Kap. 7.3.5) überprüft werden.

ipasol und Stopray können sowohl als Zweifach- als auch als Dreifach-Kombination produziert werden.

Höchste Performance in puncto Wärmedämmung erreichen Zweifach-Kombinationen mit iplus Gf&T auf der raumseitigen Glasoberfläche.

Lieferprogramm Produktpalette Sonnenschutz-Verglasung

Technische Daten: Sonnenschutz-Verglasung

Produkt- bezeichnung	Aufbau außen/ SZA Argon/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410							Selektivitätskennzahl	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke	Gewicht
			g-Wert	Licht- transmission	Lichtreflektions- grad nach außen	Energieabsorp- tion außen	Energieabsorp- tion Mitte	Energieabsorp- tion innen	-					
	mm	W/(m ² K)	%	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg/m ²	
Zweifach-Verglasungen														
ipasol														
ipasol neutral 70/39	6/16/4	1,0	39	70	12	33	-	2	1,79	49	45	26	25	
ipasol neutral 69/37	6/16/4	1,0	37	69	12	31	-	2	1,84	46	43	26	25	
ipasol ultraselect 62/29	6/16/4	1,0	29	62	10	32	-	1	2,14	36	33	26	25	
ipasol neutral 60/33	6/16/4	1,0	33	60	11	39	-	1	1,82	41	38	26	25	
ipasol neutral 50/27	6/16/4	1,1	27	50	9	48	-	1	1,85	34	31	26	25	
ipasol platin 47/29	6/16/4	1,0	29	47	40	29	-	2	1,62	36	33	26	25	
ipasol shine 40/22	6/16/4	1,1	22	40	16	53	-	1	1,82	28	25	26	25	
ipasol sky 30/17 *)	6/16/4	1,1	17	30	18	63	-	1	1,76	21	20	26	25	
ipasol platin 25/17	6/16/4	1,0	17	25	64	19	-	1	1,47	21	20	26	25	
ipasol bright neutral	6/16/4	1,1	47	57	35	17	-	6	1,21	59	54	26	25	
ipasol bright white	6/16/4	1,1	51	58	36	4	-	7	1,14	64	59	26	25	
Stopray														
Stopray Ultra-60	6/16/4	1,0	28	60	13	37	-	1	2,14	35	32	26	25	
Stopray Vision-60	6/16/4	1,0	35	61	15	36	-	1	1,74	44	40	26	25	
Stopray Vision-60T	6/16/4	1,0	37	60	14	36	-	2	1,62	46	43	26	25	
Stopray Vision-50	6/16/4	1,0	28	50	19	41	-	1	1,79	35	32	26	25	
Stopray Vision-50T	6/16/4	1,0	30	50	17	39	-	1	1,67	38	34	26	25	
Stopray Ultra-50 on Clearvision	6/16/4	1,0	23	49	18	32	-	1	2,13	29	26	26	25	
Stopray Silver	6/16/4	1,0	26	43	47	26	-	1	1,65	33	30	26	25	
Stopray Vision-36T	6/16/4	1,0	21	36	31	40	-	0	1,71	26	23	26	25	
Stopray Vision-60 (Planibel GfAsT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	34	56	16	36	-	4	1,65	43	39	26	25	
Stopray Vision-60T (Planibel GfAsT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	36	55	15	37	-	4	1,53	45	41	26	25	
Stopray Vision-50 (Planibel GfAsT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	27	46	19	41	-	3	1,70	34	31	26	25	
Stopray Vision-50T (Planibel GfAsT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	29	46	18	39	-	3	1,59	36	33	26	25	
Stopray Silver (Planibel GfAsT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	26	40	48	26	-	3	1,54	33	30	26	25	
Stopray Vision-36T (Planibel GfAsT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	20	33	31	40	-	2	1,65	25	23	26	25	

: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n).

*) Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat Soak Test) oder TVG ausgeführt.

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Bei einer Energieabsorption in der Außenscheibe von größer als 55 % (Vertikalverglasung) bzw. 50 % (Schrägverglasung) empfehlen wir die Verwendung von thermisch vorgespanntem Glas. Dabei handelt es sich nicht um eine feste Grenze, sondern um einen Grenzbereich.

5.10.1

Lieferprogramm Produktpalette Sonnenschutz-Verglasung

Technische Daten: Sonnenschutz-Verglasung

Produktbezeichnung	Aufbau außen/ SZR Argon/mitig SZR Argon/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410							Selektivitätskennzahl	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke	Gewicht
			g-Wert	Lichttransmission	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen						
Dreifach-Verglasungen	mm	W/(m ² K)	%	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg/m ²	
ipasol														
ipasol neutral 70/39	6:14/4/14/4	0,6	35	62	14	33	2	3	1,77	44	40	42	35	
ipasol neutral 69/37	6:14/4/14/4	0,6	33	62	14	32	2	3	1,88	41	38	42	35	
ipasol ultraselect 62/29	6:14/4/14/4	0,6	27	55	11	33	1	2	2,04	34	31	42	35	
ipasol neutral 60/33	6:14/4/14/4	0,6	30	54	13	40	2	3	1,80	38	34	42	35	
ipasol neutral 50/27	6:14/4/14/4	0,6	24	45	10	49	1	2	1,88	30	28	42	35	
ipasol platin 47/29	6:14/4/14/4	0,6	26	42	41	29	2	3	1,62	33	30	42	35	
ipasol shine 40/22	6:14/4/14/4	0,6	20	36	17	53	1	2	1,80	25	23	42	35	
ipasol sky 30(17'')	6:14/4/14/4	0,6	15	27	19	63	1	1	1,80	19	17	42	35	
ipasol platin 25/17	6:14/4/14/4	0,6	15	22	64	20	1	2	1,47	19	17	42	35	
ipasol bright neutral	6:14/4/14/4	0,9	43	53	38	16	7	5	1,23	54	49	42	35	
ipasol bright white	6:14/4/14/4	0,9	47	54	39	5	8	6	1,15	59	54	42	35	
Stopray														
Stopray Ultra-60	6:14/4/14/4	0,6	26	53	14	38	1	2	2,04	33	30	42	35	
Stopray Vision-60	6:14/4/14/4	0,6	31	55	17	37	2	3	1,77	39	36	42	35	
Stopray Vision-60T	6:14/4/14/4	0,6	33	54	16	37	2	3	1,64	41	38	42	35	
Stopray Vision-50	6:14/4/14/4	0,6	25	45	20	42	1	2	1,80	31	29	42	35	
Stopray Vision-50T	6:14/4/14/4	0,6	27	45	19	39	2	2	1,67	34	31	42	35	
Stopray Ultra-50 on Clearvision	6:14/4/14/4	0,6	21	44	20	33	1	2	2,10	26	24	42	35	
Stopray Silver	6:14/4/14/4	0,6	24	39	48	26	2	2	1,62	30	28	42	35	

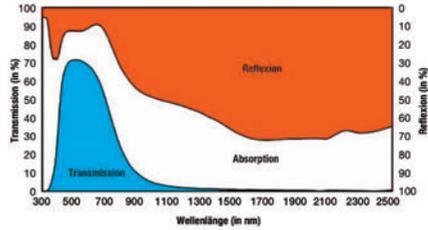
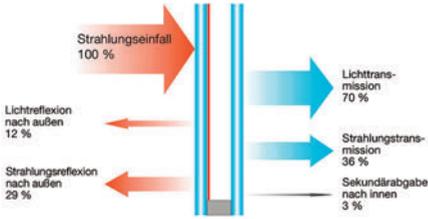
: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n).
iplus top 1.1 auf Pos. 5.

) Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat Soak Test) oder TVG ausgeführt.

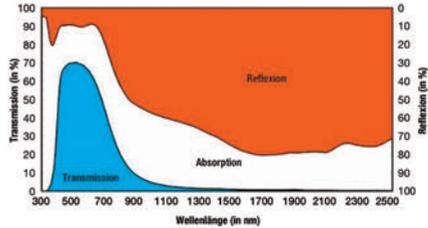
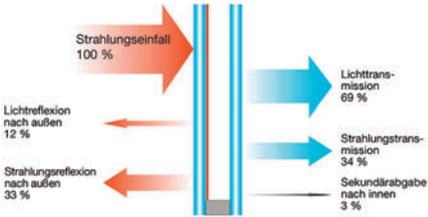
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Bei einer Energieabsorption in der Außenscheibe von größer als 55 % (Vertikalverglasung) bzw. 50 % (Schrägverglasung) empfehlen wir die Verwendung von thermisch vorgespanntem Glas. Dabei handelt es sich nicht um eine feste Grenze, sondern um einen Grenzbereich.

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

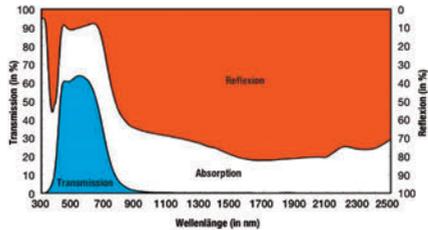
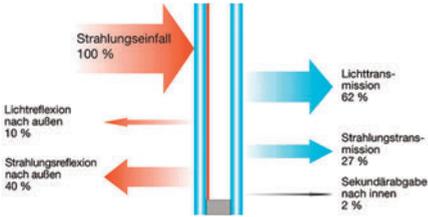
ipasol neutral 70/39



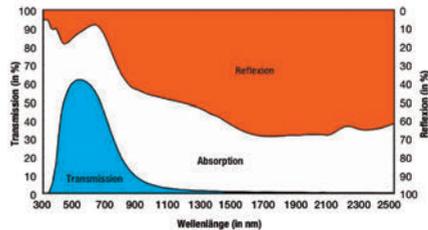
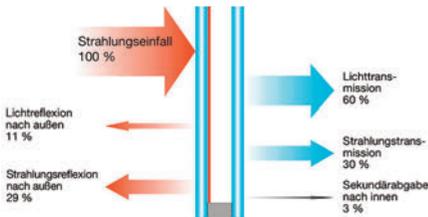
ipasol neutral 69/37



ipasol ultraselect 62/29



ipasol neutral 60/33

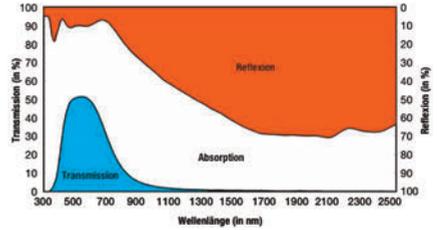
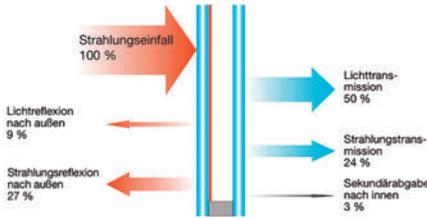


Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

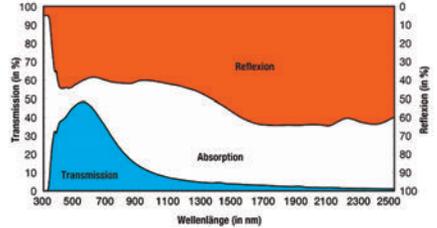
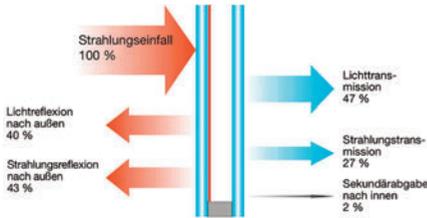
5.10.1

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

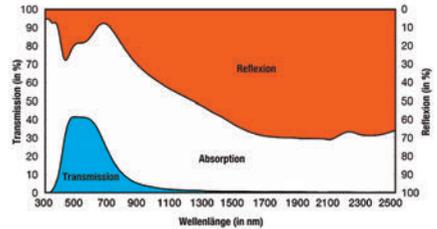
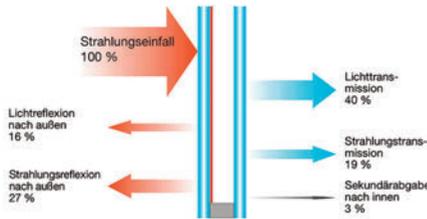
**ipasol
neutral 50/27**



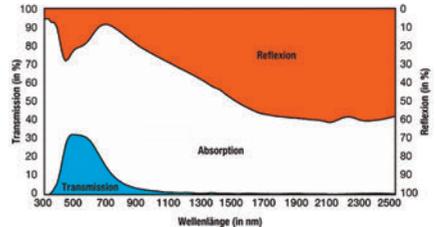
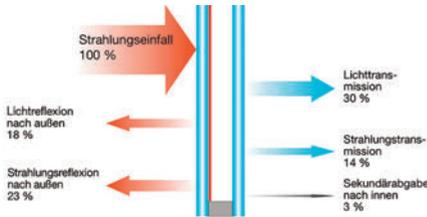
**ipasol
platin 47/29**



**ipasol
shine 40/22**



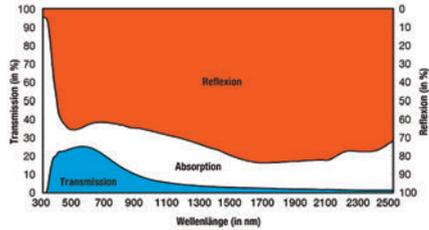
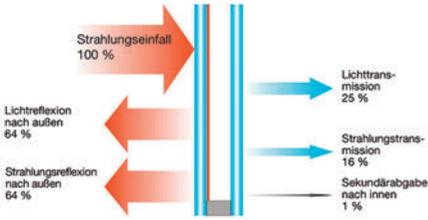
**ipasol
sky 30/17**



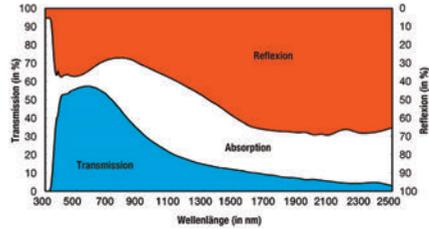
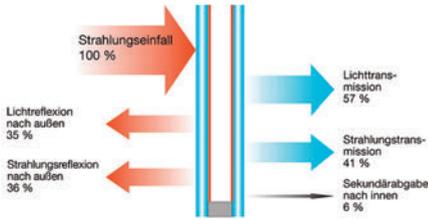
Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

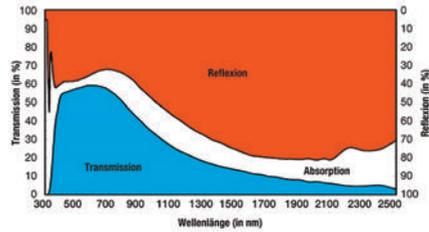
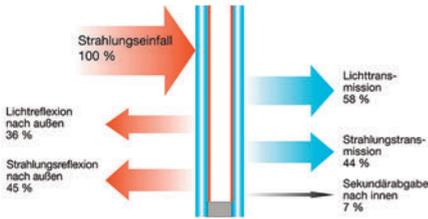
**ipasol
platin 25/17**



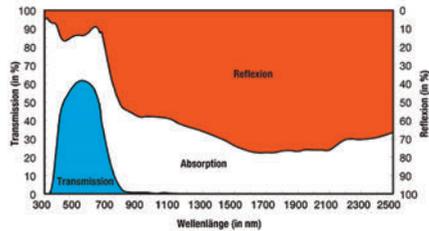
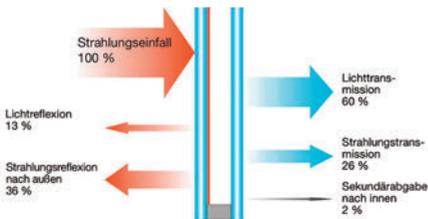
**ipasol
bright neutral**



**ipasol
bright white**



**Stopray
Ultra-60**

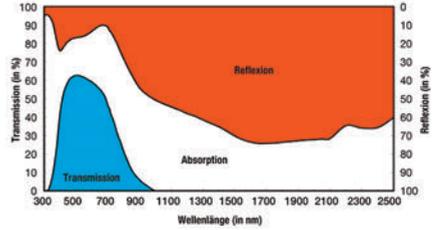
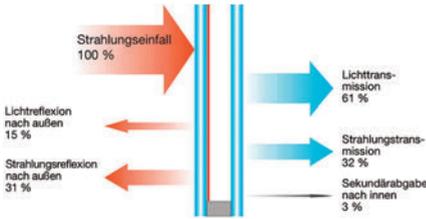


Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

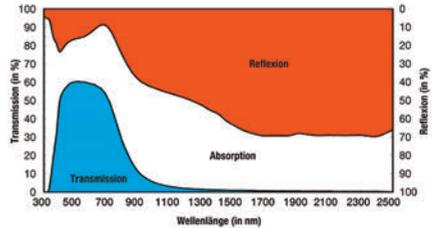
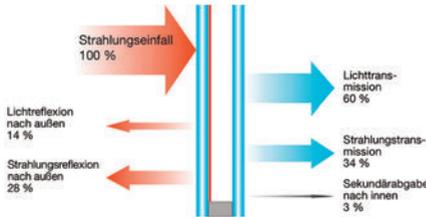
5.10.1

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

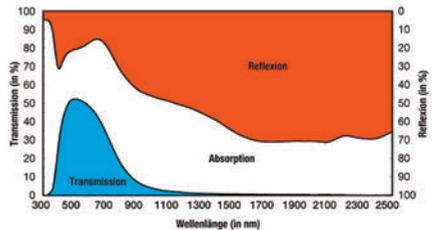
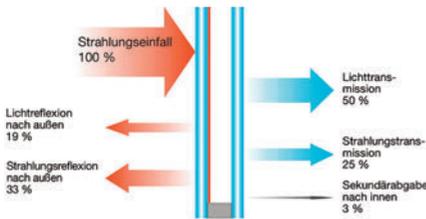
Stopray Vision-60



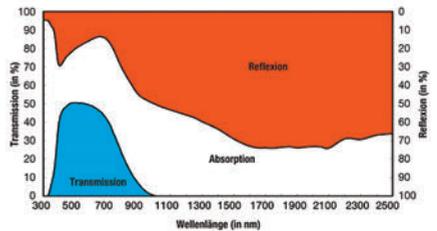
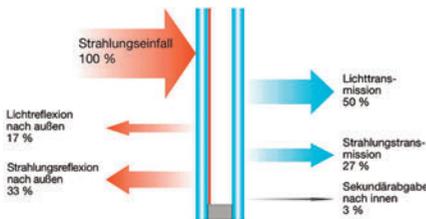
Stopray Vision-60T



Stopray Vision-50



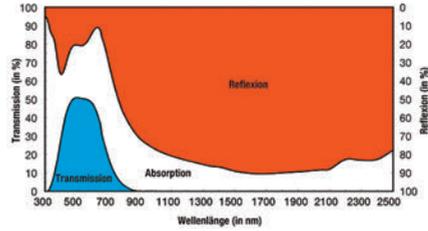
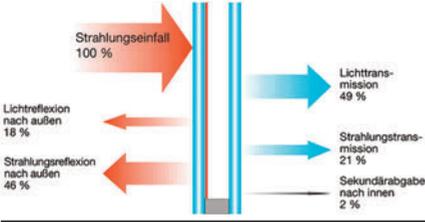
Stopray Vision-50T



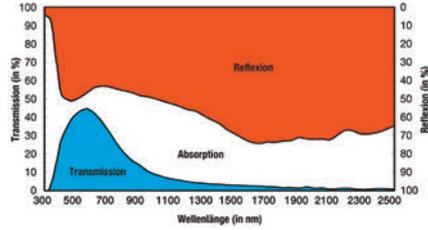
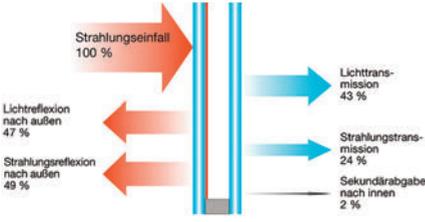
Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

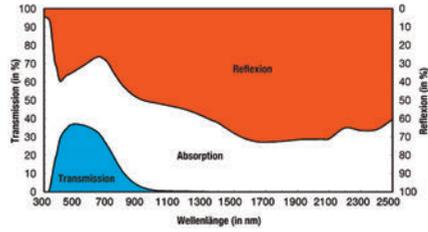
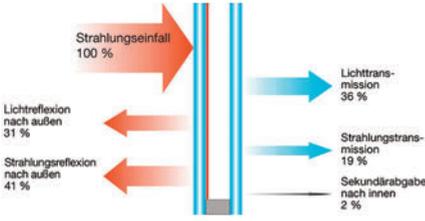
**Stopray
Ultra-50 on Clearvision**



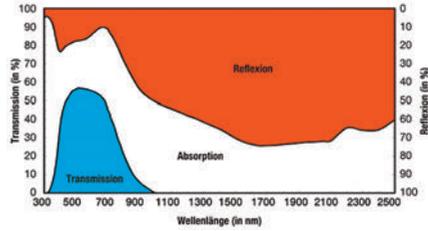
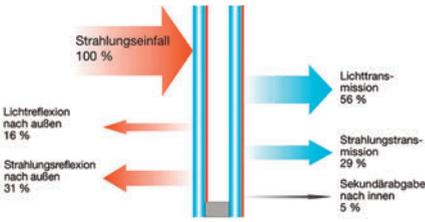
**Stopray
Silver**



**Stopray
Vision-36T**



**Stopray
Vision-60 (Planibel Gfast Pos. 4)**

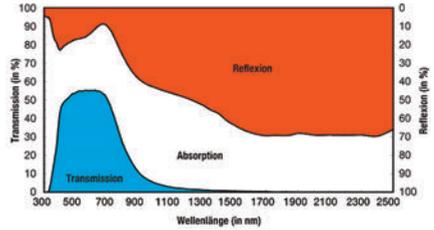
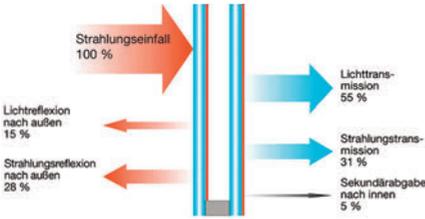


Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

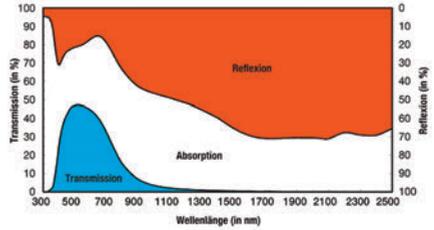
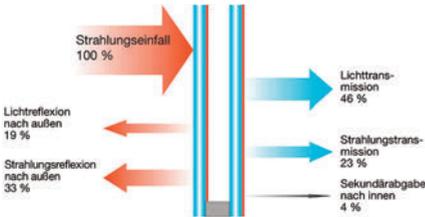
5.10.1

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

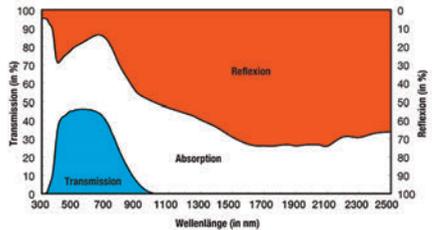
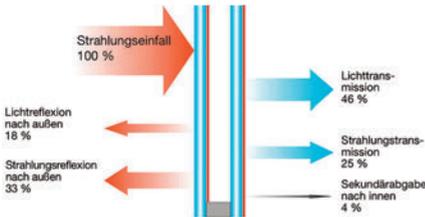
Stopray Vision-60T (Planibel GfasT Pos. 4)



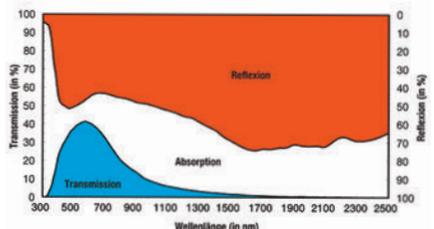
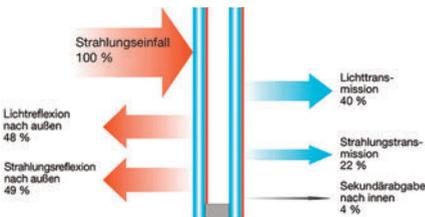
Stopray Vision-50 (Planibel GfasT Pos. 4)



Stopray Vision-50T (Planibel GfasT Pos. 4)



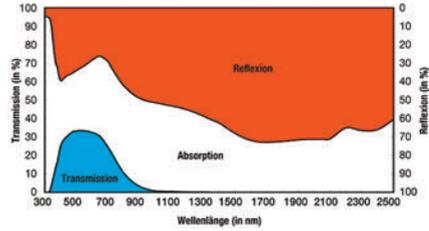
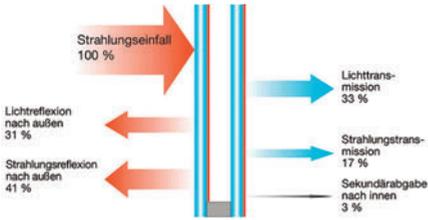
Stopray Silver (Planibel GfasT Pos. 4)



Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

**Stopray
Vision-36T (Planibel GfasT Pos. 4)**



Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

5.10.2 ipachrome design als Sonnenschutzverglasung

5.10.2

Die von AGC INTERPANE entwickelte ipachrome-Beschichtung ist ein designorientiertes Verglasungsprodukt (s. Kap. 5.15.5). Dabei ist es möglich, die Glasflächen nur teilzubeschichten, um Muster, Schriften usw. zu erzeugen. ipachrome design kam bei spektakulären Architekturprojekten, die in jüngster Zeit realisiert wurden, (z. B. Elbphilharmonie, Hamburg; Ferrari World, Abu Dhabi; John Lewis, Leicester), zum Einsatz.

ipachrome design kann mit Wärme- und Sonnenschutzbeschichtungen von AGC INTERPANE kombiniert werden.

Für die erwünschte Sonnenschutzwirkung von Verglasungen mit ipachrome design muss die Isolierglas-Einheit zusätzlich mit einer ipasol-Beschichtung versehen werden. Darüber hinaus ergeben sich, je nach Belegungsgrad der ipachrome-Schicht, zusätzliche Verbesserungen der Sonnenschutzfunktion.

Nachfolgendes Beispiel zeigt ipachrome design in Kombination mit ipasol neutral 70/39, Pos. 2, Aufbau 6/16/6, mit unterschiedlichen Belegungsgraden:

25 % Belegungsgrad ipachrome design

$\tau_L = 53 \%$	$R_L = 23 \%$
$g = 30 \%$	$U_g = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

50 % Belegungsgrad ipachrome design

$\tau_L = 37 \%$	$R_L = 33 \%$
$g = 22 \%$	$U_g = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

ipachrome design kann mit der Schicht zur Folie zu VSG verarbeitet werden. Eine AbZ liegt vor.



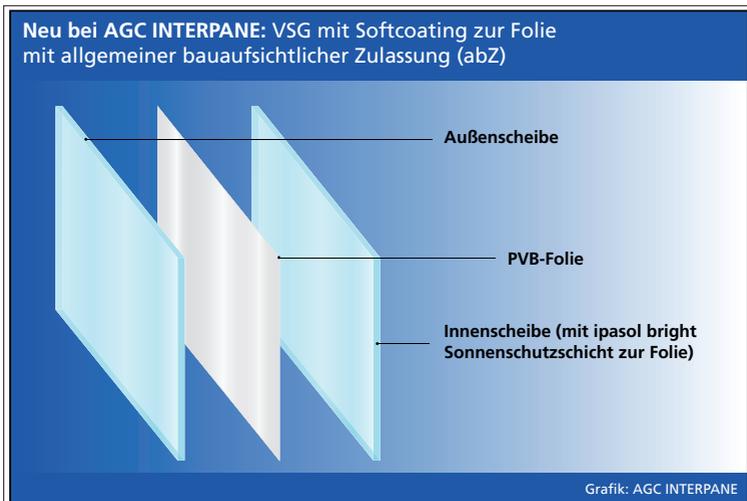
5.10.3 ipasol bright als monolithischer Sonnenschutz

Als Isolierglas ist ipasol bright mittlerweile ein Standardprodukt der Sonnenschutzglas-Palette von AGC INTERPANE.

Jetzt ist diese attraktive Schicht auch als monolithisches Element herstellbar. Dabei schützt der VSG-Aufbau die hochwertige Beschichtung dauerhaft vor Umwelteinflüssen. Die erforderlichen bauaufsichtlichen Vorschriften werden durch eine „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt erfüllt.

ipasol bright ist im monolithischen Aufbau vielfältig einsetzbar: z. B. in Vorhangfassaden, bei Innenausbauten, Vordachsystemen oder in Doppelhautfassaden.

5.10.3



5.10.3

Lieferprogramm ipasol bright, monolithischer Sonnenschutz

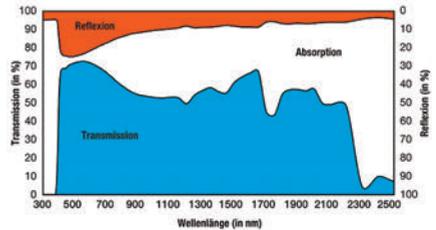
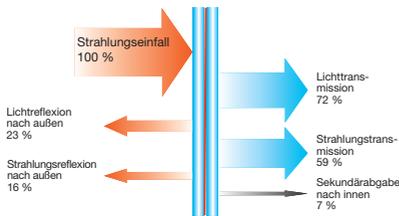
Technische Daten: ipasol bright (monolithisch)

Produktbezeichnung	Aufbau außen/Folie/innen	U _g -Nennwert EN 673 W/(m²K)	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410				Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Shading Coefficient (g-Wert NRC/0,87)
			g-Wert	Lichttransmission	Lichtreflexionsgrad nach außen	Absorption			
ipasol bright neutral SzF	VSG 6/6	5,5	66	72	23	25	0,83	0,76	0,78
ipasol bright white SzF	VSG 6/6	5,5	74	75	23	13	0,93	0,85	0,87

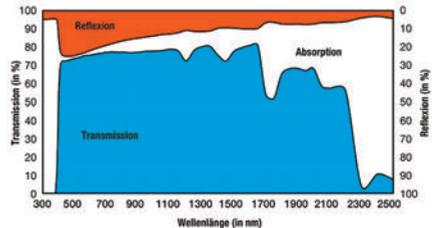
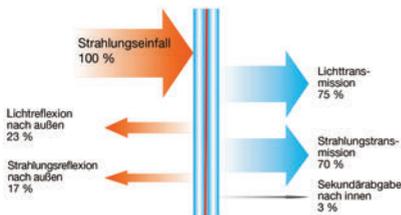
: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n). SzF = Beschichtung zur Folie

- Standardabmessungen 2.600 mm x 4.200 mm - größere Abmessungen sind auf Anfrage lieferbar.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.
- Lieferbar sind auch abweichende VSG-Aufbauten

ipasol bright neutral SzF



ipasol bright white SzF



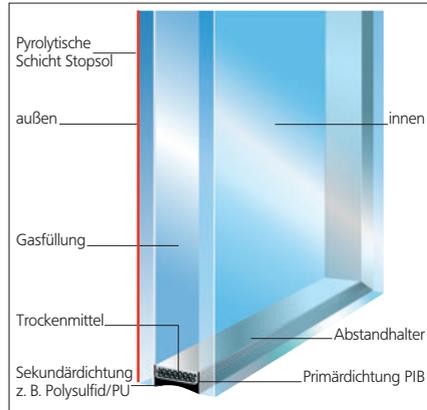
Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

5.10.4 Stopsol

Stopsol ist seit langen Jahren bei Architekten sowie Fassaden- und Metallbauern im Bereich des Sonnenschutzes bekannt und beliebt. Die brillante Reflexion und perfekte Gleichmäßigkeit sowie die chemisch und mechanisch widerstandsfähige Beschichtung zeichnen die Stopsol-Produktpalette aus. Durch die pyrolytische Beschichtung lässt sich Stopsol problemlos härten und biegen und als Einfach- und Isolierglas einsetzen. Die Lage der Schicht kann sowohl auf Position 1 als auch auf Position 2 (siehe Seite 133) angeordnet werden. Stopsol ist erhältlich auf verschiedenfarbigen Basisgläsern und mit drei Beschichtungsarten (Classic, Supersilver, Silverlight). Dadurch erfüllt Stopsol jeden Geschmack.

Vorzüge:

- Reflektierendes Glas sorgt für Ungestörtheit und Behaglichkeit.
- Vielfältige Kombinationsmöglichkeiten von Sonnenschutz, Lichtdurchlässigkeit und Farbe.
- Einfache Bearbeitungsmöglichkeiten.
- Der architektonischen Kreativität sind keine Grenzen gesetzt: Das Glas ist überall flexibel einsetzbar.



Schnitt durch Stopsol

5.10.4

5.10.4

Lieferprogramm Produktpalette Stopsol

Technische Daten: Stopsol mit Innenscheibe iplus top 1.1

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410						Selektivitätskennzahl	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0.80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0.87)	Dicke	Gewicht
			g-Wert	Lichttransmission	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption innen						
	mm	W/(m²K)	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg/m²	
Stopsol Classic clear	:6/16/4	1.1	32	34	35	29	4	1,06	40	37	26	25	
Stopsol Classic clear	6/16/4	1.1	33	34	28	36	5	1,03	41	38	26	25	
Stopsol Classic grey	:6/16/4	1.1	19	17	34	51	2	0,89	24	22	26	25	
Stopsol Classic grey ¹⁾	6/16/4	1.1	21	17	10	68	3	0,81	26	24	26	25	
Stopsol Classic green	:6/16/4	1.1	19	28	35	54	2	1,47	24	22	26	25	
Stopsol Classic green ¹⁾	6/16/4	1.1	20	28	20	71	2	1,40	25	23	26	25	
Stopsol Classic bronze	:6/16/4	1.1	21	19	34	48	3	0,90	26	24	26	25	
Stopsol Classic bronze ¹⁾	6/16/4	1.1	22	20	12	65	2	0,91	28	25	26	25	
Stopsol Supersilver clear	:6/16/4	1.1	46	57	37	12	7	1,24	58	53	26	25	
Stopsol Supersilver clear	6/16/4	1.1	46	57	36	15	6	1,24	58	53	26	25	
Stopsol Supersilver dark blue	:6/16/4	1.1	25	36	35	48	3	1,44	31	29	26	25	
Stopsol Supersilver dark blue ¹⁾	6/16/4	1.1	26	36	18	63	2	1,38	33	30	26	25	
Stopsol Supersilver grey	:6/16/4	1.1	25	26	35	45	4	1,04	31	29	26	25	
Stopsol Supersilver grey ¹⁾	6/16/4	1.1	26	27	11	62	3	1,04	33	30	26	25	
Stopsol Supersilver green	:6/16/4	1.1	28	46	36	46	2	1,64	35	32	26	25	
Stopsol Supersilver green ¹⁾	6/16/4	1.1	29	46	26	58	2	1,59	36	33	26	25	
Stopsol Silverlight privaBlue ¹⁾	:6/16/4	1.1	16	24	25	67	1	1,50	20	18	26	25	
Stopsol Silverlight privaBlue ¹⁾	6/16/4	1.1	17	24	8	80	1	1,41	21	20	26	25	

: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n).

¹⁾ Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat-Soak-Test) oder TVG ausgeführt.

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Bei einer Energieabsorption in der Außenscheibe von größer als 55 % (Vertikalverglasung) bzw. 50 % (Schräglverglasung) empfehlen wir die Verwendung von thermisch vorgespanntem Glas. Dabei handelt es sich nicht um eine feste Grenze, sondern um einen Grenzbereich.

5.10.5 Sunergy

5.10.5

Sunergy ist die Antwort auf höchste architektonische Ansprüche. Mit seiner geringen Reflexion und hoher Neutralität eignet sich Sunergy perfekt für die aktuellen architektonischen Trends.

Sunergy eignet sich für zahlreiche Weiterverarbeitungsmöglichkeiten einschließlich Vorspannen, Biegen etc.

Sunergy ist eine Verglasung mit pyrolytischer Beschichtung für erhöhten Sonnenschutz, gute Wärmedämmung und geringe Lichtreflexion.

Sunergy kann als Einfachglas, als Isolierglas, als VSG, als ESG/TVG oder als emailliertes Glas eingesetzt werden. Sunergy ist lieferbar in den Varianten clear, green, azur, dark blue und grey – für jeden architektonischen Geschmack die geeignete Verglasung.

Lieferprogramm Sonnenschutz-Verglasung Sunergy

Technische Daten: Sunergy mit Innenscheibe iplus top 1.1

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410							Selektivitätskennzahl	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0.80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0.87)	Dicke	Gewicht
			g-Wert	Lichttransmission	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen	%					
	mm	W/(m²K)	%	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg/m²	
Sunergy														
Sunergy Clear	6/16/4	1,1	45	61	11	42	-	5	1,36	56	52	26	25	
Sunergy Green ¹⁾	6/16/4	1,1	30	50	9	66	-	2	1,67	38	34	26	25	
Sunergy Azur ¹⁾	6/16/4	1,1	32	50	9	63	-	2	1,56	40	37	26	25	
Sunergy Dark blue ¹⁾	6/16/4	1,1	26	36	7	71	-	2	1,38	33	30	26	25	
Sunergy Grey ¹⁾	6/16/4	1,1	27	30	6	68	-	3	1,11	34	31	26	25	

: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n).

¹⁾ Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat-Soak-Test) oder TVG ausgeführt.

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Bei einer Energieabsorption in der Außenscheibe von größer als 55 % (Vertikalverglasung) bzw. 50 % (Schrägverglasung) empfehlen wir die Verwendung von thermisch vorgespanntem Glas. Dabei handelt es sich nicht um eine feste Grenze, sondern um einen Grenzbereich.

5.10.6 Sonnenschutz-Isolierglas in Kombination mit Schallschutz

5.10.6

Glasproduktionstechnisch ist in der Regel auch die AGC INTERPANE Sonnenschutz-Palette mit dem Schallschutzprogramm ipaphon kombinierbar.

Bei den Kombinationen mit ipaphon-Schallschutz entsprechend dem Lieferprogramm in Kap. 5.9.2 sind stets die sich aus der EnEV ergebenden Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz zu beachten.

Der R_{w} -Wert des Standardaufbaus (6/16/4) beträgt unabhängig vom verwendeten Sonnenschutz-Typ 36 dB. Für andere Schallschutzkombinationen empfehlen sich bereits im Planungsstadium Einzelprüfungen hinsichtlich des U_g - und R_{w} -Wertes.

Beim Einsatz des ipaphon-Isolierglas-Systems sind die Planungskriterien entsprechend Kap. 5.9.1 zu beachten.

So sind kleinformatige Zweifach-Isoliergläser, d. h. mit einer Kantenlänge von < 50 cm, einem SZR von > 16 mm und/oder einem ungünstigen Seitenverhältnis, extrem belastet. Bei Dreifach-Aufbauten kann diese Belastung bereits bei einer Kantenlänge < 70 cm auftreten. **Gegebenenfalls muss die dünnere Scheibe in ESG/TVG ausgeführt werden.**

Beim Einsatz von Gläsern mit hoher Absorption, z. B. durchgefärbtem Glas, kann eine Begrenzung des SZR erforderlich sein. Gegebenenfalls ist bei einem derartigen Aufbau ebenfalls eine ESG/TVG-Ausführung notwendig.

Die bei den Funktionswerten angegebenen technischen Daten beziehen sich auf das Format von Prüfscheiben der durchgeführten Messungen bzw. Berechnungen nach EN.

5.10.7 ipacontrol – variabler Sonnenschutz

Unter dem Markennamen ipacontrol bietet AGC INTERPANE Lösungen für alle Bauvorhaben an, bei denen außen liegender Sicht- und Sonnenschutz nicht erwünscht ist bzw. aus bautechnischen oder ästhetischen Gründen nicht realisiert werden kann.

ipacontrol-Elemente lassen sich aber auch im Innenraum, z. B. als Raumtrennwände, einsetzen.

Die Lieferpalette von ipacontrol gliedert sich in mechanische Systeme, wie z. B. Jalousien, Plissees oder Rollos.

Die Produkte werden durch einen dem Markennamen angehängten Ordnungsbuchstaben unterteilt.

- **ipacontrol J**
Jalousie im Scheibenzwischenraum
- **ipacontrol P**
Plissee (Faltstoff) im Scheibenzwischenraum
- **ipacontrol R**
Rollo im Scheibenzwischenraum

Alle ipacontrol-Systeme können mit iplus-Warmglas oder auch mit ausgewählten Produkten der Sonnenschutz-Palette von AGC INTERPANE kombiniert werden.

Selbstverständlich ist die Ausführung als Dreifach-Isolierglas in nahezu allen Fällen möglich. Die licht- und strahlungsphysikalischen Eigenschaften dieser Systeme weichen von denen der verwendeten Basisglasprodukte ab.

Bei allen Systemen der ipacontrol-Produktpalette empfiehlt sich eine frühzeitige Absprache mit den fach- und sachkundigen Mitarbeitern Ihres jeweiligen Isolierglas-Lieferwerkes.

ipacontrol – mechanische Sonnenschutzsysteme

Mechanische ipacontrol Sonnenschutzsysteme sind im Scheibenzwischenraum eingebaut, in der Regel sind das meist Jalousie-Systeme. Ausgefeilte mechanische oder elektromechanische Antriebe erlauben das stufenlose Regulieren der Lichteinstrahlung in den Innenraum.

Staub kann die Optik und die Funktion der ipacontrol-Sonnenschutz-Systeme nicht beeinflussen.

Mit diesen Sonnenschutz-Systemen ist es zum einen möglich, den Energieeintrag zu reduzieren, und zum anderen, bei den Varianten mit Jalousie, Lichtlenkung in Abhängigkeit der Lamellenposition zu ermöglichen.

Siehe auch Kapitel 7.3.8 Planungshilfe: Integrierte bewegliche Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas für Architekten, Planer und Verarbeiter.



5.10.8 Brüstungselemente

5.10.8

Brüstungselemente als prägendes Mittel in der Hand des Architekten bieten die Möglichkeit, die gesamte Außenwand eines Gebäudes komplett aus dem edlen Werkstoff Glas zu gestalten.

Durch gezielte Abstimmung von Brüstung und Fenster sind harmonische Gleichklangfassaden oder aber visuell akzentuierte Fassadenansichten realisierbar.

Auch funktional bietet der Werkstoff Glas viele Vorzüge.

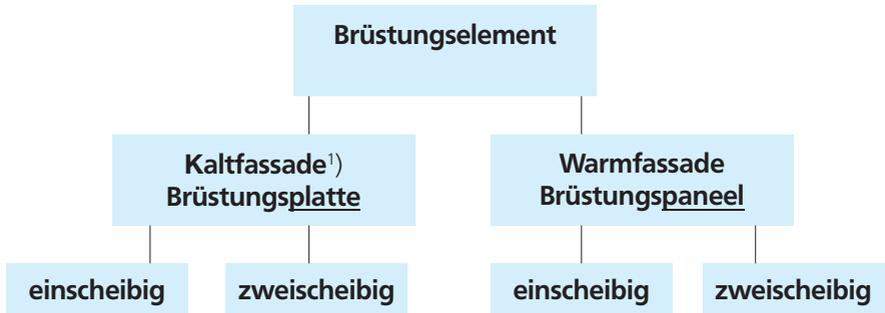
Glas ist

- witterungsbeständig
- resistent gegen Umwelteinflüsse
- alterungsbeständig
- mechanisch widerstandsfähig
- wartungsarm

Durch unterschiedliche Baukonstruktionen können prinzipiell zwei Fassadenkonzepte verwirklicht werden: Kaltfassade und Warmfassade.

In einer *Kaltfassade*¹⁾ kommen Brüstungselemente in Form von Brüstungsplatten ein- oder zweischiebig (Isolierglas) zum Einsatz.

In einer *Warmfassade* dagegen kommen ein- oder zweischiebige Brüstungspaneele zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um Brüstungsplatten, die mit einer rückseitigen Wärmedämmung, wie z. B. Mineralwolle oder PU-Schaum, und einer raumseitigen dampfdiffusionsdichten Deckschicht versehen sind.



¹⁾ hinterlüftete Außenwandbekleidung nach DIN 18516-1 und DIN 18516-4

a) Kaltfassade

Die Kaltfassade ist eine zweischalige Außenwandkonstruktion mit einem *belüfteten* Zwischenraum, s. Abb.

① Äußere Schale

Die äußere Schale besteht aus einer ein- oder zweischiebigen Brüstungsplatte aus ESG mit Heat-Soak-Test.

Die zweischiebige Brüstungsplatte (Isolierglas-Aufbau) hat in der Regel einen SZR von 6 mm. SZR > 6 mm sind auf ihre Machbarkeit hin zu prüfen.

Die äußere Scheibe übernimmt die Funktionen

- architektonische Gestaltung und
- Schlagregenschutz.

Werden diese Brüstungsplatten punktförmig gehalten, muss lt. DIBt ab einer Einbauhöhe von mehr als 8 m über Gelände eine Überwachung der Montage durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach § 24 c Abs. 1 Nr. 5 MBO erfolgen!

② Innere Schale

Die tragende Außenwand übernimmt die Funktionen

- haltendes Element für die gläserne Brüstungsplatte,
- Raumabschluss,
- Wärmedämmung,
- Schallschutz und
- Brandschutz.

③ Zwischenraum

Der Zwischenraum zwischen äußerer und innerer Schale ist notwendig, damit

- anfallende Feuchtigkeit durch die Belüftung abgeführt werden kann und somit kein Schaden entsteht und
- bei zweischiebigen Brüstungsplatten (Isolierglas) die durch die Strahlungsabsorption der Brüstungsplatte entstehende Wärme abgeführt wird.

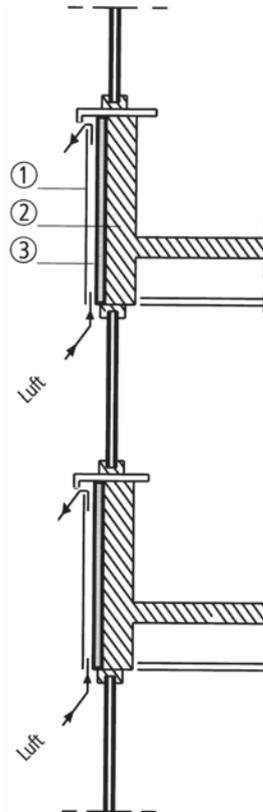
Dies ist wichtig, weil bei höheren Temperaturen im Isolierglas-Zwischenraum der Randverbund stärker belastet wird.

Der Zwischenraum für die Hinterlüftung ist für *einschiebige Brüstungsplatten* nach DIN 18 516 T. 1 zu dimensionieren:

- Abstand zwischen Brüstungsplatte und Wand beträgt ≥ 20 mm.
- Querschnitte der Be- und Entlüftungsöffnungen betragen ≥ 50 cm² je lfd. m.

Bei *zweischiebigen Brüstungsplatten* (Isolierglas) muss der Zwischenraum wegen des höheren Wärmeanfalls ≥ 30 mm breit sein.

- Der untere Belüftungsquerschnitt erfordert als Mindestwert 40 % der Scheibenbreite x Zwischenraum (somit ≥ 120 cm² je lfd. m).
- Für die obere Entlüftungsöffnung gilt ≥ 50 % von Scheibenbreite x Zwischenraum (somit ≥ 150 cm² je lfd. m).



Kaltfassade

5.10.8

b) Warmfassade

Die Warmfassade ist eine einschalige *nicht hinterlüftete* Außenwandkonstruktion.

Bei der Warmfassade werden die ein- oder zweischiebigen Brüstungsplatten mit der dahinterliegenden Wärmedämmung und der raumseitigen Dampfsperre über ein Randverbundsystem zu einem Brüstungspaneel zusammengebaut.

Dieses Brüstungspaneel kann dann wie ein Isolierglas-Element in die tragende Fassadenkonstruktion eingebaut werden.

Neben den Funktionen der Brüstungsplatte in der Kalfassade, wie

- architektonische Gestaltung und
- Schutz gegen Witterungseinflüsse,

übernimmt das Brüstungspaneel noch die Funktionen

- Raumabschluss,
- Wärmeschutz,
- Schallschutz
- Absturzsicherung u. a. m.

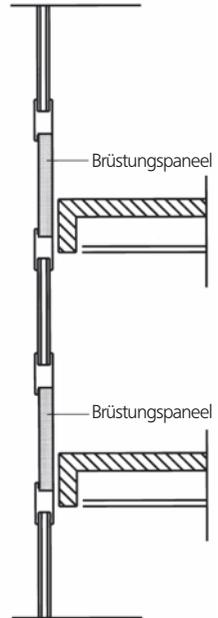
Brüstungspaneel übernehmen jedoch keine tragende Funktion.

Da bei der Warmfassade eine Hinterlüftung fehlt, sind für den Isolierglas-Aufbau der zweischiebigen Brüstungspaneel folgende wesentliche Punkte zu beachten:

- Es darf nur eine allseitige Verglasung erfolgen.
- Der SZR beträgt in der Regel 6 mm.
- SZR > 6 mm sind auf ihre Machbarkeit hin zu prüfen.
- Beide Scheiben müssen aus ESG mit Heat-Soak-Test sein (s. Kap. 5.13.1).

Allgemeine Produktspezifikationen von Brüstungselementen

- Brüstungselemente sind aus ESG-H gefertigt.
- Für die Bemessung der Glasdicke sind die Belastungen entsprechend der DIN 18516 Teil 1 maßgebend, falls nicht objektbezogene erhöhte Belastungen vorgegeben sind.



Warmfassade

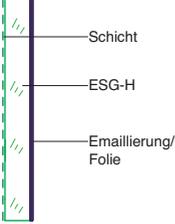
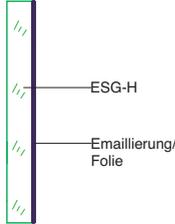
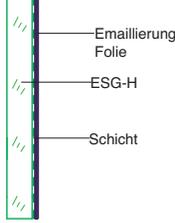
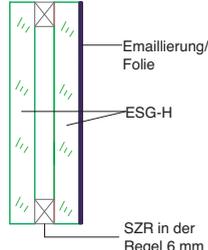
Darüber hinaus sind die Bemessungsgrundlagen der DIN 18516 Teil 4 zu berücksichtigen. Die Dicke von 6 mm darf bei der jeweiligen Einzelscheibe nicht unterschritten werden.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der technischen Baubestimmungen für den jeweiligen Einsatzort zu berücksichtigen.

- AGC INTERPANE Brüstungselemente werden normalerweise mit gesäumten Kanten geliefert.

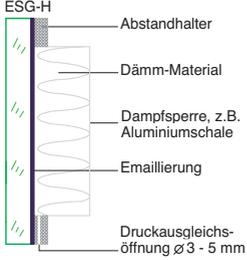
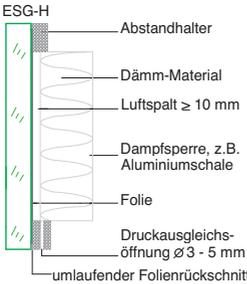
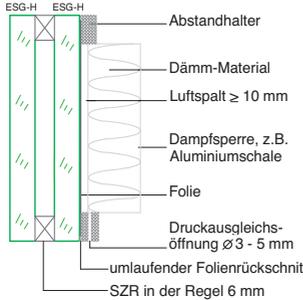
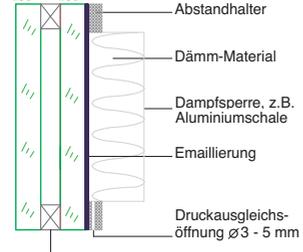
Freiliegende Kanten bei einschleibigen Brüstungsplatten sollten jedoch geschliffen sein. Bei der Bestellung muss angegeben werden, welche Kanten freiliegen.

Schematische Darstellung von Brüstungsplatten für die Kaltfassade

Aufbau	Lagerung	Ergänzende Hinweise
 <p>Schicht</p> <p>ESG-H</p> <p>Emaillierung/ Folie</p>	<ul style="list-style-type: none"> – allseitig – zweiseitig – punktförmig 	<p>Die Ausführung mit „reinigungsunterstützenden“ Beschichtungen zur Witterungsseite ist möglich.</p>
 <p>ESG-H</p> <p>Emaillierung/ Folie</p>	<ul style="list-style-type: none"> – allseitig – zweiseitig – punktförmig 	<p>keine</p>
 <p>Emaillierung/ Folie</p> <p>ESG-H</p> <p>Schicht</p>	<ul style="list-style-type: none"> – allseitig 	<ul style="list-style-type: none"> – Bei Lagerung, Manipulation und Verglasung darf die Folie nicht beschädigt werden. – Durch die Folie besitzt die Brüstungsplatte im Versagensfall eine ausreichende Reststandsicherheit. – Bei Verglasung mit Dichtstoff ist die Verträglichkeit mit der Folie zu gewährleisten.
 <p>Emaillierung/ Folie</p> <p>ESG-H</p> <p>SZR in der Regel 6 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> – allseitig – zweiseitig 	<ul style="list-style-type: none"> – Bei zweiseitiger Lagerung muss die Randabdichtung mit geeignetem Silikon erfolgen. – größere SZR sind auf ihre Machbarkeit hin zu prüfen.

5.10.8

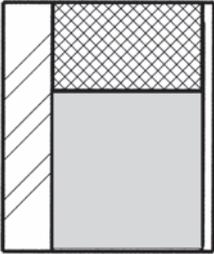
Schematische Darstellung von Brüstungspaneelen für die Warmfassade

Aufbau	Lagerung	Ergänzende Hinweise
 <p>ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Emallierung Druckausgleichsöffnung ø 3 - 5 mm 		
 <p>ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Luftspalt ≥ 10 mm Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Folie Druckausgleichsöffnung ø 3 - 5 mm umlaufender Folienrückschnitt 	- allseitig	<ul style="list-style-type: none"> - Der Falzraum muss belüftet sein. - Eine vollsattte Ausfüllung des Falzraumes mit Dichtstoff ist nicht zulässig.
 <p>ESG-H ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Luftspalt ≥ 10 mm Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Folie Druckausgleichsöffnung ø 3 - 5 mm umlaufender Folienrückschnitt SZR in der Regel 6 mm 		<ul style="list-style-type: none"> - Die Druckausgleichsöffnungen des Paneels müssen nach unten eingebaut werden. - Das Verglasen muss nach den AGC INTERPANE Verglasungs-Richtlinien erfolgen. - größere SZR sind auf ihre Machbarkeit hin zu prüfen.
 <p>ESG-H ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Emallierung Druckausgleichsöffnung ø 3 - 5 mm SZR in der Regel 6 mm 		

Bauphysikalische Eigenschaften der Brüstungspaneele

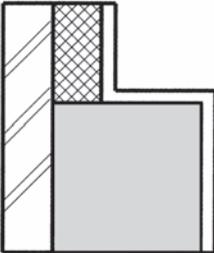
Wärmeschutz

Da bei der Warmfassade der Wärmeschutz durch das Brüstungspaneel gewährleistet wird, ist die Wärmedämmung des Brüstungspaneels entsprechend zu dimensionieren.



Randausbildung ohne Abkantung

- Die Dicke des Gesamtelementes wird daher vorwiegend durch den geforderten U-Wert und den verwendeten Wärmedämmstoff bestimmt.



Randausbildung mit Abkantung

- Übersteigt die Dicke des Brüstungspaneels die verfügbaren Falzbreiten, kann der Randbereich des Paneels umlaufend abgekantet werden. Dadurch ist eine Anpassung an die jeweilige Falzbreite möglich.

Schallschutz

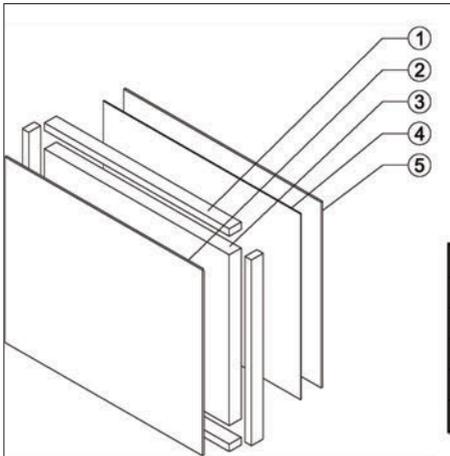
Durch die Verwendung bestimmter Dämm-Materialien bei Brüstungspaneele besteht die Möglichkeit, auch zusätzlich schalldämmende Eigenschaften zu erzielen. Es sind jedoch zur Bestimmung des Bauschalldämm-Maßes Eignungsprüfungen durchzuführen.

Brandschutz

Werden zusätzlich Anforderungen an den Brandschutz gestellt, müssen nichtbrennbare Baustoffe zum Einsatz kommen.

5.10.8

Schematischer Aufbau von Paneelen



Nr.	Bezeichnung
①	Randverbund/Abstandhalter
②	Deckschicht (Außenschale)
③	Paneelkern (Dämmschicht)
④	Dampfdiffusionssperre
⑤	Deckschicht (Innenseite)

Abstandhalter

– **Werkstoffe:**

- Schaum, geschlossenzellig
- Kunststoffprofile
- Holz, wasserfest
- Gummiprofile, druckfest
- Metallprofile (nur für Außenwandbekleidung)

– **Anforderungen:**

- druckfest im Anwendungstemperaturbereich
- wasserdicht
- wasserbeständig
- temperaturbeständig (-20 °C bis +80 °C)
- volumenstabil im Anwendungstemperaturbereich
- verrottungsfest
- verklebbar/abdichtbar (zu den Deckschalen hin)
- verträglich mit den Deckschichten
- keine Anforderung an Dampfdichtigkeit
- Einhaltung Baurecht (z. B. Baustoffklasse nach DIN 4102)

Deckschalen

Innere Deckschale

– **Werkstoffe:**

- Aluminiumblech (eloxiert, beschichtet, blank)
- Stahlblech (bandverzinkt und beschichtet, walzblank und beschichtet)
- Edelstahlblech
- Kupfer-/Messing-/Bronzeblech
- Faserzementplatten

Äußere Deckschale

– **Werkstoffe:**

- zuätzlich zur inneren Deckschale:
- Glas (ESG mit Heat-Soak-Test, Einfach- oder MIG mit reduziertem SZR)
- Stein
- Kunststoff (eher selten)

Paneelkern (Core)

– **Werkstoffe:¹⁾**

- Honeycomb Wabe – u. U. in Kombination mit Schaumstoff
- Schaumstoff (PUR – Polystyrol – Phenolharz – etc.)
- Mineralfaser (liegend/stehend, Glaswolle/Steinwolle)
- Brandschutzplatten (Promatect – Gipskarton – etc.)
- ggf. Verstärkungen für Einbruchhemmung und Sprengwirkungshemmung in Form von Stahlplatten
- Foamglass
- Vakuum-Isolations-Platte (VI)
- Kombination VI und Mineralfaser

¹⁾ siehe auch einschlägige Normen – z. B. DIN V 4108-4 – bezüglich Wärmedämmung

Lieferbare Brüstungselemente

Brüstungselemente finden vornehmlich im gehobenen Objektbereich in Kombination mit Sonnenschutz-Isolierglas Anwendung.

Es bestehen aber auch Kombinationsmöglichkeiten mit beschichtetem Wärmedämmglas.

Nachstehende Tabellen beinhalten die Kombinationsempfehlungen für farbangepasste Brüstungselemente (Zuordnung der Brüstungselemente zur Isolierglas-Palette).

Mit zweischiebigen Aufbauten kann eine optimierte farbliche Anpassung von Isolierglas- und Brüstungselementen erreicht werden. Dennoch sollte möglichst vor Ort das Gesamtfassadenelement beurteilt werden, um die Harmonie im Ganzen zu bewerten.



5.10.8

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente ¹⁾			
Isolierglas-Element		Emallierung		Einscheibig	
		Basissglas	Kolorierung	Basissglas	Folie
Sonnen-schutz					
	ipasol				
	ipasol neutral 70/39	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	ipasol neutral 69/37	ESG-H klar	RAL 7040	-	-
	ipasol ultraset 62/29	ESG-H klar	RAL 7040	-	-
	ipasol neutral 60/33	ESG-H bright blue	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright blue	Folie auf Schicht
	ipasol neutral 50/27	ESG-H klar	RAL 7016	-	-
	ipasol platin 47/29	-	-	ESG-H ipachrome design T	Folie auf Schicht
	ipasol shine 40/22	ESG-H bright blue	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright blue	Folie auf Schicht
	ipasol sky 30/17	ESG-H bright blue	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright blue	Folie auf Schicht
	ipasol platin 23/17	-	-	ESG-H ipachrome design T	Folie auf Schicht
	ipasol bright neutral	ESG-H bright neutral	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright neutral	Folie auf Schicht
	ipasol bright white	ESG-H bright white	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright white	Folie auf Schicht
	Stopray				
	Stopray Ultra-60	-	-	-	-
	Stopray Vision-60	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Vision-60T	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Vision-50	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Vision-50T	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Ultra-50 on Clearvision	-	-	-	-
	Stopray Silver	-	-	-	-
	Stopray Vision-36T	Colorbel CM Vision 36T	-	-	-
	Stopray Vision-60 (Planibel GfäST Pos. 4)	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Vision-60T (Planibel GfäST Pos. 4)	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Vision-50 (Planibel GfäST Pos. 4)	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Vision-50T (Planibel GfäST Pos. 4)	Colorbel CM Vision 50T	-	-	-
	Stopray Silver (Planibel GfäST Pos. 4)	-	-	-	-
	Stopray Vision-36T (Planibel GfäST Pos. 4)	Colorbel CM Vision 36T	-	-	-
	Sunergy				
	Sunergy Clear	-	-	-	-
	Sunergy Green	-	-	-	-
	Sunergy Azur	-	-	-	-
	Sunergy Dark Blue	-	-	-	-
	Sunergy Grey	-	-	-	-

¹⁾ Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente ¹⁾			
Isolierglas-Element		Einschiebig		Folie	
		Emallierung	Kolorierung	Basisglas	Kolorierung
Sommer-schutz	Stopsol				
	Stopsol Classic clear (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic Clear (Pos. 1)	Colorbel 266	ESG-H Stopsol Classic Clear (Pos.1)	Colorbel 266
	Stopsol Classic clear (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic Clear (Pos. 2)	Colorbel 802 und 803	ESG-H Stopsol Classic Clear (Pos. 2)	Colorbel 802 oder 803
	Stopsol Classic grey (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic grey (Pos. 1)	Colorbel 64	SESG-H Stopsol Classic grey (Pos. 1)	Colorbel 64
	Stopsol Classic grey (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic grey (Pos. 2)	Colorbel 803	ESG-H Stopsol Classic grey (Pos. 2)	Colorbel 803
	Stopsol Classic green (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic green (Pos. 1)	Colorbel 43	ESG-H Stopsol Classic green (Pos. 1)	Colorbel 43
	Stopsol Classic green (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic green (Pos. 2)	Colorbel 803	ESG-H Stopsol Classic green (Pos. 2)	Colorbel 803
	Stopsol Classic bronze (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic bronze (Pos. 1)	Colorbel 60	ESG-H Stopsol Classic bronze (Pos. 1)	Colorbel 60
	Stopsol Classic bronze (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic bronze (Pos. 2)	Colorbel 803	ESG-H Stopsol Classic bronze (Pos. 2)	Colorbel 803
	Stopsol Classic dark blue (Pos. 1)	-	-	-	-
	Stopsol Classic dark blue (Pos. 2)	-	-	-	-
	Stopsol Supersilver clear (Pos. 1)	-	-	-	-
	Stopsol Supersilver clear (Pos. 2)	-	-	-	-
	Stopsol Supersilver dark blue (Pos. 2)	-	-	-	-
	Stopsol Supersilver dark blue (Pos. 2)	-	-	-	-
	Stopsol Supersilver grey (Pos. 1)	-	-	-	-
	Stopsol Supersilver grey (Pos. 2)	-	-	-	-
Stopsol Supersilver green (Pos. 1)	-	-	-	-	
Stopsol Supersilver green (Pos. 2)	-	-	-	-	
Stopsol Supersilver green (Pos. 2)	-	-	-	-	
Silverlight Privva Blue (Pos. 1)	-	-	-	-	
Silverlight Privva Blue (Pos. 2)	-	-	-	-	
Wärme-dämmung	iplus				
	iplus top 1.1	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	iplus advanced 1.0	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	iplus top 1.1 T	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	iplus advanced 1.0 T	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	iplus top 3 / top 3C	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	iplus 3LS/3CLS/3LST	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	iplus AF top	-	-	-	-
	iplus AF top 3 / iplus AF 3LS	-	-	-	-
	Planibel				
Planibel Energy ^M	-	-	-	-	
Planibel Energy ^{MT}	-	-	-	-	

¹⁾ Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente ¹⁾	
Isoliertglas-Element		Zweischellig	Emaillierung oder Folie
Sonnen-schutz	Außenscheibe	Innenscheibe	
ipasol			
ipasol neutral 70/39	ESG-H ipasol neutral 70/39 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol neutral 69/37	ESG-H ipasol neutral 69/37 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol ultraset 62/29	ESG-H ipasol ultraset 62/29 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol neutral 60/33	ESG-H ipasol neutral 60/33 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol neutral 50/27	ESG-H ipasol neutral 50/27 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol plain 47/29	ESG-H ipasol plain 47/29 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol shine 40/22	ESG-H ipasol shine 40/22 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol sky 30/17	ESG-H ipasol sky 30/17 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol plain 25/17	ESG-H ipasol plain 25/17 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol bright neutral	ESG-H ipasol bright neutral Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
ipasol bright white	ESG-H ipasol bright white Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4	
Stopray			
Stopray Ultra-60	ESG-H Ultra-60 Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-60	ESG-H Vision-60 Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-60T	ESG-H Vision-60T Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-50	ESG-H Vision-50 Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-50T	ESG-H Vision-50T Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Ultra-50 on Clearvision	ESG-H Ultra-50 on Clearvision Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Silver	ESG-H Silver Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-36T	ESG-H Vision-36T Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-60 (Planibel GlasT Pos. 4)	ESG-H Vision-60 Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-50 (Planibel GlasT Pos. 4)	ESG-H Vision-50T Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-50T (Planibel GlasT Pos. 4)	ESG-H Vision-50 Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Silver (Planibel GlasT Pos. 4)	ESG-H Silver Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopray Vision-36T (Planibel GlasT Pos. 4)	ESG-H Vision-36T Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Sunergy			
Sunergy Clear	ESG-H Sunergy Clear Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Sunergy Green	ESG-H Sunergy Green Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Sunergy Azur	ESG-H Sunergy Azur Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Sunergy Dark Blue	ESG-H Sunergy Dark Blue Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Sunergy Grey	ESG-H Sunergy Grey Pos. 2	ESG-H Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	

¹⁾ Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente ¹⁾	
Isoliertglas-Element		Zweischelbig Emallierung oder Folie	
Sonnen- schutz		Außenschelbe	Innenschelbe
Stopray			
Stopsoal Classic clear (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Classic clear Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic clear (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Classic clear Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic grey (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Classic grey Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic grey (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Classic grey Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic green (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Classic green Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic green (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Classic green Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic bronze (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Classic bronze Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic bronze (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Classic bronze Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic dark blue (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Classic dark blue Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Classic dark blue (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Classic dark blue Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver clear (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Supersilver clear Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver clear (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Supersilver clear Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver dark blue (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Supersilver dark blue Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver dark blue (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Supersilver dark blue Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver grey (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Supersilver grey Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver grey (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Supersilver grey Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver green (Pos. 1)	ESG-H Stopsoal Supersilver green Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Stopsoal Supersilver green (Pos. 2)	ESG-H Stopsoal Supersilver green Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Silverlight Privva Blue (Pos. 1)	ESG-H Silverlight Privva Blue Pos. 1	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Silverlight Privva Blue (Pos. 2)	ESG-H Silverlight Privva Blue Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
iplus			
Wärme- dämmung			
iplus top 11	ESG-H klar	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus advanced 1.0	ESG-H klar	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus top 11 T	ESG-H klar	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus advanced 1.0 T	ESG-H klar	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus top 3 / top 3C	ESG-H klar	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus 3LS/3CLS/3LST	ESG-H klar	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus AF top	ESG-H ANTI-FOG	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
iplus AF top 3 / iplus AF 3LS	ESG-H ANTI-FOG	ESG-H iplus top 11 Pos. 3 mit Emalle RAL 9005 Pos. 4	
Planibel			
Planibel Energy ^M	ESG-H Energy ^M Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Planibel Energy ^{MT}	ESG-H Energy ^{MT} Pos. 2	ESG-H Colobel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	

¹⁾ Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

5.11 Elektromagnetische Abschirmung ipascreen

5.11

Die Anwendung der hochfrequenzabschirmenden Verglasung ipascreen in der Fassade eines Gebäudes trägt zum Schutz im Gebäude gegen elektromagnetische Wellen von außen bei.

Von 200 MHz an aufwärts bis zu 18 GHz liegen die Dämpfungswerte bei 30 dB und höher. Das bedeutet, dass mehr als 99,9 % der einfallenden Leistung von z. B. Mobilfunk und Radarsender abgeschirmt werden.

Frequenz	Dämpfung durch	
	ipascreen top 1.1	ipascreen ultraselect
900 MHz (D-Netz)	32 dB	29 dB
1800 MHz (E-Netz)	30 dB	32 dB
1900 MHz (DECT)	29 dB	32 dB
2000 MHz (UMTS)	30 dB	33 dB
2400 MHz (WLAN)	32 dB	32 dB
6000 MHz	35 dB	38 dB

Prüfgrundlage:
IEEE-Standard 299 sowie Messungen mit TEM-Adaptern (Universität der Bundeswehr, München)

Verhältnis der Dämpfung zum Durchlass	
Dämpfung in dB	Durchlass in %
0	100,00
10	10,00
20	1,00
30	0,10
40	0,01

Technische Daten nach EN 410		
	ipascreen top 1.1	ipascreen ultraselect
Lichtdurchlässigkeit	80 %	62 %
g-Wert	63 %	29 %
Allgem. Farbwiedergabe-Index in Durchsicht	97	92
U ₃ -Wert nach EN 673	1,1 W/(m ² K)	1,0 W/(m ² K)

5.12 Konventionelles Isolierglas

Konventionelles, also unbeschichtetes Isolierglas mit dem U_g -Wert von $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nach EN 673 wird nicht mehr den ökologischen und ökonomischen Ansprüchen gerecht.

Aufgrund der verschärften Anforderungen findet konventionelles Isolierglas nur noch einen beschränkten Einsatz.

Der Wärmedämmeffekt von unbeschichtetem Isolierglas beruht im Wesentlichen auf der isolierenden Wirkung der im SZR eingeschlossenen Luft.

Der U-Wert der Isolierglas-Einheit ist primär von der Breite des SZR und nur sekundär von der Glasdicke der Einzelscheiben abhängig.

5.12

Lieferprogramm für unbeschichtetes Isolierglas

Technische Daten: unbeschichtetes Isolierglas

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U_g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410			Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwidrigkeitsindex					
	mm	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	%	%	–	mm	kg/m^2	cm	m^2	–
konv. Iso	4/12/4	2,9	77	81	98	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
konv. Iso	5/12/5	2,8	76	80	97	22	25	245 / 300	6,00	1 : 6
konv. Iso	6/12/6	2,8	74	79	97	24	30	250 / 400	8,00	1 : 10

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem INTERPANE Toleranzen-Handbuch.



AGC *INTERPANE*

5.13 Sicherheit ipasafe

5.13

5.13 Sicherheit ipasafe

- 5.13.1 Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)
- 5.13.2 Teilvorgespanntes Glas (TVG)
- 5.13.3 Verbund-Sicherheitsglas (VSG)
- 5.13.4 ipasafe-Objekt- und Personenschutz
- 5.13.5 ipasafe-Objekt- und Personenschutz
gem. Bankenanforderung
- 5.13.6 ipasafe-Ballwurfsicherheit
- 5.13.7 Übersicht ipasafe-Lieferprogramm
für Objekt- und Personenschutz
- 5.13.8 ipasafe-Alarm
- 5.13.9 Sicherheitsglas
für besondere Anwendungen

5.13 Sicherheit ipasafe

Bauelemente aus Glas prägen das Gesicht der modernen Architektur. Die Chance, Glas als tragendes Element einzusetzen, spornt Architekten, Konstrukteure und Ingenieure an, immer kühnere Konstruktionen zu verwirklichen. Die Antworten auf diese Herausforderungen sind Glasarten, die weitgehend aktive, passive und konstruktive Sicherheitseigenschaften in sich vereinen.

Unter aktiver Sicherheit ist zu verstehen:

- Schutz vor Einbruch, Beschuss und Schaden an Leib und Leben.

Unter passiver Sicherheit ist zu verstehen:

- Schutz vor Verletzungen durch den Werkstoff Glas.

Konstruktive Sicherheit bedeutet:

- Reststandsicherheit und
- Resttragfähigkeit

im Versagensfall (s. auch Kap. 5.13.2).

Die Sicherheitsgläser sind zu unterteilen in

- Verbund-Sicherheitsglas (VSG) und
- Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) – „thermisch vorgespannt“.

Neben dem klassischen ESG sind bei teilvorgespanntem Glas (TVG) die thermischen und mechanischen Eigenschaften zwischen Floatglas und ESG angesiedelt, siehe Kapitel 5.13.2. TVG ist kein Sicherheitsglas im herkömmlichen Sinne.

Leistungserklärung

Für die Produktpalette der ipasafe-Sicherheitsgläser wird nach deren Herstellung eine Leistungserklärung erstellt. Diese beinhaltet neben dem Verwendungszweck wesentliche Merkmale gemäß der harmonisierten technischen Spezifikationen wie EN-Normen und europäischen Bewertungsdokumenten. Siehe auch Kap. 5.1 Leistungserklärung.

CE-Kennzeichnung

ipasafe-Sicherheitsgläser erfüllen die Anforderungen der

- EN 12150 Teil 2 für ESG
- EN 1863 Teil 2 für TVG
- EN 14179 Teil 2 für ESG-H
- EN 14449 für VSG

Mit der CE-Kennzeichnung wird die Übereinstimmung des Produktes mit den Anforderungen der geltenden Normen bestätigt s. auch Kap. 5.2 CE-Kennzeichnung.

Ü-Zeichen

Alle ipasafe-Sicherheitsgläser erfüllen die Anforderungen der Bauregelliste A (BRL-A).

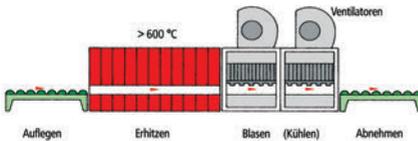
Mit dem jeweiligen Ü-Zeichen wird die Übereinstimmung des Produktes mit den Anforderungen der BRL-A bestätigt.

5.13.1 Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)

5.13.1

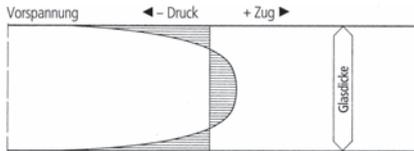
Produktbeschreibung für ESG gemäß EN 12150

Unter „ESG“ ist ein thermisch vorgespanntes Glas zu verstehen. Die Vorspannung wird durch eine Wärmebehandlung des Glases erreicht. Der eigentliche Herstellungsprozess von ESG besteht im raschen und gleichmäßigen Erhitzen einer Glasscheibe auf über 600 °C und dem anschließenden zügigen Abkühlen (Abschrecken) durch Anblasen mit kalter Luft.



Aufbau der inneren Spannung bei ESG

Die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Glases bewirkt, dass sich beim schnellen Abkühlen die äußeren Zonen der Scheibe rasch verfestigen. Durch das Abkühlen des Scheibenkerns zieht sich dieser zusammen. Dieser Vorgang wird durch die bereits verfestigten äußeren Zonen behindert. Dadurch entsteht die charakteristische Spannungsverteilung im Einscheiben-Sicherheitsglas. Das heißt, die äußeren Flächen zum Kern hin stehen unter Druckspannung, der eigentliche Kern des Glases gelangt mit zunehmender Abkühlung unter Zugspannung.



Beide Spannungen stehen zueinander im Gleichgewicht.

Im Rahmen der Erstprüfung und der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) werden die beiden wesentlichen Eigenschaften von ESG gemäß EN 12150 überprüft:

- **Bruchstruktur:**

Im Falle der Zerstörung der Scheibe muss ein engmaschiges Netz von kleinen, meist stumpfkantigen Glaskrümeln entstehen. Dadurch wird die Verletzungsgefahr erheblich gemindert.

- **Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit):**

120 N/mm² (ESG aus Float), gegenüber 45 N/mm² bei nicht vorgespanntem Floatglas (s. S. 214).

Zusätzlich zu diesen Sicherheitseigenschaften zeichnet sich ESG durch weitere Vorzüge aus:

- **Erhöhte Stoß- und Schlagfestigkeit:**

Pendelschlagversuch nach EN 12600

- **Erhöhte Temperaturdifferenz-Beständigkeit:**

Die Beständigkeit gegenüber Temperaturdifferenzen über die Scheibenfläche beträgt bis zu 200 K. Normales Floatglas ist dagegen wesentlich temperaturempfindlicher (40 K).

Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas

a) Produktbeschreibung für ESG mit Heat-Soak-Test gemäß EN 14179

Unter „ESG mit Heat-Soak-Test“ ist ein thermisch vorgespanntes Glas zu verstehen. Die Vorspannung wird durch eine Wärmebehandlung des Glases erreicht. Der eigentliche Herstellungsprozess von ESG besteht im raschen und gleichmäßigen Erhitzen einer Glasscheibe auf über 600 °C und dem anschließenden zügigen Abkühlen (Abschrecken) durch Anblasen mit kalter Luft. Anschließend erfolgt eine Heißlagerung der Scheiben bei 290 °C ± 10 °C.

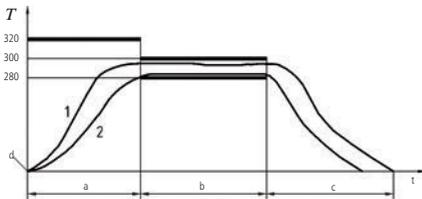
Bei diesem Heißlagerungstest (Heat-Soak-Test) wird durch Hitze ein möglicher Spontanbruch der Scheibe gewollt herbeigeführt. Als Spontanbruch wird die verzögerte Zerstörung von vorgespannten Glasscheiben ohne erkennbare äußere Einwirkung bezeichnet. Nicht zu verwechseln mit dem Spontanbruch sind zeitlich versetzt auftretende Glasbrüche durch mechanische Einwirkungen oder nachträgliche Kantenverletzungen. Unsachgemäßer Transport und unsachgemäße Verarbeitung können ebenfalls zum Bruch führen.

Die EN 14179 ist durch Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union als harmonisierte europäische Produktnorm eingeführt. Allerdings werden in Deutschland über die Bauregelliste Zusatzanforderungen für die Anwendbarkeit von ESG-H gestellt.

Kriterien für die Kalibrierung

Bei INTERPANE wird in kalibrierten Heat-Soak-Öfen das Glas an jeder Stelle einer Temperatur von 290 °C ± 10 °C über eine Haltezeit von mindestens 2 Stunden ausgesetzt. Für den Heißlagerungstest nach Bauregelliste ist für ESG-H in Deutschland eine Haltezeit von mindestens 4 Stunden vorgeschrieben.

Der Prozess für die Heißlagerung muss dem dargestellten Zeit-Temperatur-Verlauf entsprechen. Das System muss in der Lage sein, dem Verlauf sowohl bei 100%iger als auch bei 10%iger Beladung zu folgen.



- Legende**
- T Glastemperatur an jedem Punkt, °C
 - t Zeit, h
 - 1 erstes Glas, das 280 °C erreicht
 - 2 letztes Glas, das 280 °C erreicht
 - d Umgebungstemperatur
 - a Aufheizphase
 - b Haltephase
 - c Abkühlphase

Zeit-Temperatur-Verlauf als Kriterium für die Kalibrierung

Ein gemäß den Regelwerken durchgeführter Heißlagerungstest minimiert nach dem Stand der Technik das Risiko eines Spontanbruchs durch Nickelsulfid-Einschlüsse im eingebauten Zustand.

Im Rahmen der Erstprüfung und der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) werden die beiden wesentlichen Eigenschaften von ESG mit Heat-Soak-Test gemäß EN 14179 überprüft:

● **Bruchstruktur:**

Im Falle der Zerstörung des Spannungsgleichgewichts muss ein engmaschiges Netz von kleinen, meist stumpfkantigen Glaskrümeln entstehen. Dadurch wird die Verletzungsgefahr erheblich gemindert.

● **Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit):**

120 N/mm² (ESG-H aus Float), gegenüber 45 N/mm² bei nicht vorgespanntem Floatglas

Zusätzlich zu dieser Sicherheitseigenschaft zeichnet sich ESG-H durch weitere Vorzüge aus:

● **Erhöhte Stoß- und Schlagfestigkeit:**

Pendelschlagversuch nach EN 12600

● **Erhöhte Temperaturdifferenz-Beständigkeit:**

Die Beständigkeit gegenüber Temperaturdifferenzen über die Scheibenfläche beträgt 200 K. Normales Floatglas ist dagegen wesentlich temperaturempfindlicher (40 K).

b) ESG-H nach Bauregelliste A Teil 1

Für Anwendungen, in denen nach den Technischen Baubestimmungen heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-H) gefordert wird, ist heißgelagertes, fremdüberwachtes, thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-H) nach den Bedingungen der Bauregelliste A Teil 1, lfd. Nr. 11.13, Anlage 11.11 einzusetzen.

Demnach ist beim Einsatz von ESG stets fremdüberwachtes ESG-H zu verwenden; es sei denn, die Verglasung liegt nicht an einer Verkehrsfläche und ist unterhalb von 4 m Höhe eingesetzt.

Dies ergibt sich aus den technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV bzw. zukünftig DIN 18008-2) in Verbindung mit der Liste der technischen Baubestimmungen.

5.13.1

Anwendungsbereiche von ESG und ESG-H

● **Wohn- und Geschäftsbau**

für Treppenaufgänge, Türen, Türanlagen und Trennwandverglasungen

Bei geschosshoher Außenverglasung, wie z. B. Hebe-Schiebetüren, ist aus Sicherheitsgründen ESG-Verglasung dringend anzuraten!

● **Sportstättenbau**

ballwurfsicher nach DIN 18032 Teil 1 und 3

● **Schul- und Kindergartenbau**

aus Sicherheitsgründen zur Vermeidung von Verletzungen

● **Heizkörperbereich**

zur Vermeidung von thermischem Spannungsbruch

Bei Unterschreitung eines Abstandes von der Verglasung zum Heizkörper von 30 cm ist ESG raumseitig zu verwenden – s. Verglasungs-Richtlinien, Kap. 6.10.1.

● **Bereich von Ganzglasfassaden**

Die als Fassadenbekleidung verwendeten Brüstungsgläser müssen der DIN 18516 Teil 4 (Bemesung) entsprechen.

● **Bereich von Umwehrungen**

Zur Absturzsicherung findet Glas als Treppen-, Balkon- und Geländerbrüstung Einsatz. Die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV, bzw. DIN 18008-4)“ definieren die Verwendungsmöglichkeiten von ESG in Umwehrungen (Kap. 7.3.4). Der Nachweis für die Bruchsicherheit des ESG ist durch Pendelschlagversuch gem. EN 12600 zu erbringen. Die Anforderungen der Landesbauordnungen sind zu beachten.

● **Außenbereich**

Lärmschutzwände an Verkehrswegen, Wartehallen, Schauwerbedisplays und Vitrinen

Bearbeitungsmöglichkeiten von ESG

Durch die erzeugte Spannungsverteilung beim ESG ist eine nachträgliche Bearbeitung wie Schneiden, Bohren u. a. nicht mehr möglich. Bereits die Verletzung der Oberflächenspannung führt zur Zerstörung der Scheiben. Jegliche Bearbeitung muss daher bereits vor dem Vorspannprozess durchgeführt werden.

a) **Kantenbearbeitung**

Jedes Glas, das thermisch vorgespannt werden soll, muss eine Kantenbearbeitung vor dem Vorspannen erhalten. Produktionstechnisch ist mindestens das Säumen der Kanten erforderlich.

● **gesäumt**

Die gesäumten Kanten entsprechen einer Schnittkante, deren Ränder mit einem Schleifwerkzeug mehr oder weniger gebrochen sind.

● **maßgeschliffen**

Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend der gesäumten Kante) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

● **geschliffen**

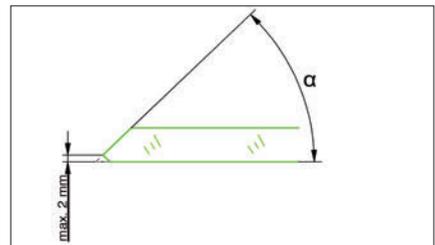
Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die Kante ist gefast. Geschliffene Kanten haben ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind nicht zulässig.

● **poliert**

Die polierte Kante ist eine durch Überpolieren verfeinerte, geschliffene Kante. Polierspuren in gewissem Umfang sind zulässig.

● **Gehungskante**

Die Gehungskante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$. Die Kanten können „geschliffen“ oder „poliert“ sein.

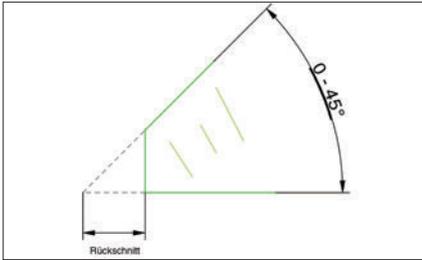


Die Kanten werden in Abhängigkeit von der Länge und der Form der Scheibe sowohl manuell als auch maschinell bearbeitet.

Wir empfehlen bei Scheiben, die teilweise manuell bearbeitet werden müssen, aus optischen Gründen eine umlaufend eine manuelle Kantenbearbeitung. Eine technische Klärung im Einzelfall ist erforderlich.

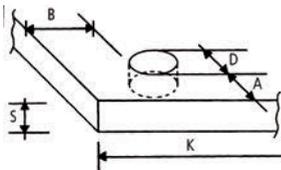
b) Rückschnitte

Modellscheiben mit einem spitzen Winkel $\leq 45^\circ$ werden produktionsbedingt mit einem Rückschnitt ausgeführt.



c) Bohrungen, Öffnungen, Eck- und Randausschnitte

- A, B = Abstand
- D = Bohrungsdurchmesser bzw. Öffnungsweite
- K = Kantenlänge
- S = Glasdicke



- Der Durchmesser der Bohrung oder die Breite der Öffnung muss größer/gleich der Glasdicke sein:
 $D \geq S$
- Der Abstand einer Bohrung oder Öffnung von der Glaskante darf die Hälfte des Durchmessers nicht unterschreiten:

$$A, B \geq \frac{D}{2}$$

Der Mindestabstand der Bohrung oder Öffnung zur Kante darf nur dann unterschritten werden, wenn ein Entspannungsschnitt zwischen Öffnung und Rand erfolgt und der Bohrungsdurchmesser mindestens dem 1,5-Fachen der Glasdicke entspricht:
 $D \geq 1,5 S$

Für den Abstand zwischen zwei Bohrungen gelten die gleichen Kriterien wie zwischen einer Bohrung und der Glaskante.

Der Durchmesser einer Öffnung darf 1/3 der Länge der jeweiligen Scheibenkante nicht überschreiten:
 $D \leq K/3$

Für Durchmesser einer Bohrung oder Öffnung gelten folgende Toleranzen:

- $D \leq 120 \text{ mm}$: $\pm 1,0 \text{ mm}$
- $D > 120 \text{ mm}$: $\pm 2,0 \text{ mm}$

Toleranzen der Lage der Bohrungen

Bohrungs- und Ausschnitt-Toleranzen sind produktionsbedingt. Im allgemeinen entsprechen die Bohrungs- und Ausschnitt-Toleranzen den Toleranzen der Breite und der Länge auf nachfolgender Seite.

Der Bohrungsdurchmesser sollte wegen der erforderlichen Ummantelung der Schraube mindestens 4 mm größer sein als der Durchmesser der Schraube. Der Durchmesser der Bohrung bzw. der Öffnung ist so zu dimensionieren, dass Abstandstoleranzen ausgeglichen werden können.

Werden mehr als vier Bohrungen einander zugeordnet, vergrößern sich die Mindestabstände.

- Randausschnitte und Eckausschnitte müssen mit einem Radius versehen werden, der größer/gleich der Glasdicke, jedoch mindestens 10 mm ist. Die Ausschnittsgrößen sind so zu dimensionieren, dass Abstandstoleranzen ausgeglichen werden können. Sie dürfen ein Drittel der Länge der jeweiligen Scheibenkante nicht überschreiten.

Lage der Bohrung	$S < 8 \text{ mm}$		$S \geq 8 \text{ mm}$	
	$D \geq 1,5 S$	$S \leq D < 1,5 S$	$D \geq 1,5 S$	$S \leq D < 1,5 S$
Randbereich: Abstand zu einer Kante	$A \geq 2 S$	$A \geq 2 S$	$A \geq 2,5 S$	$A \geq 2,5 S$
Eckbereich: Abstand zu zwei Kanten	$A \geq 2,5 S + 5 \text{ mm}$ $B \geq 2,5 S + 5 \text{ mm}$	$A \geq 5 S$ $B \geq 2,5 S + 5 \text{ mm}$	$A \geq 2,5 S + 5 \text{ mm}$ $B \geq 2,5 S + 5 \text{ mm}$	$A \geq 5 S$ $B \geq 2,5 S + 5 \text{ mm}$

5.13.1

Anforderungen an die Qualität von ESG

a) Geltungsbereich

Diese Anforderungen an die Qualität gelten für planes, thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) zur Verwendung in Gebäuden und Bauten.

Folgende Basisprodukte kommen bei der ESG-Herstellung zur Anwendung:

- Glas:** – Floatglas EN 572 Teil 2
- Ornamentglas EN 572 Teil 5

Das Glas kann

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent, opak oder opal,
- beschichtet oder emailliert,
- oberflächenbehandelt, z. B. gesandstrahlt oder geätzt,

sein.

b) Toleranzen

Nennicken und Toleranzen nach EN 12150 Teil 1

Nenndicke in mm	Toleranzen in mm	
	Floatglas	Ornamentglas
3	± 0,2	± 0,5
4		
5		
6		
8		
10	± 0,3	± 0,8
12		± 1,0
15		–
19		–
25		–

Grenzabmaße und Rechtwinkligkeit

Wenn die Nennmaße für Breite und Länge vorgegeben sind, darf die fertig bearbeitete Scheibe nicht größer als die Nennmaße, vergrößert um das Grenzabmaß t oder nicht kleiner als die Nennmaße, verkleinert um das Grenzabmaß t sein. Die Grenzwerte werden in nachfolgender Tabelle angegeben.

Toleranzen t der Breite (B) oder der Länge (H) in Anlehnung an EN 12150 Teil 1

Länge H oder Breite B der Glaskante	absolute Toleranz Nenndicke ≤ 8 mm	absolute Toleranz Nenndicke > 8 mm
bis 500 mm	± 1,0 mm ¹⁾	± 2,0 mm
bis 1000 mm	± 1,5 mm ¹⁾	± 2,0 mm
bis 2000 mm	± 2,0 mm	± 2,5 mm
bis 3000 mm	± 2,5 mm	± 3,0 mm
bis 3500 mm	± 3,0 mm	± 4,0 mm
über 3500 mm	± 3,5 mm	± 5,0 mm

¹⁾ Für Modellscheiben beträgt die absolute Toleranz ± 2 mm.

Die Rechtwinkligkeit von rechteckigen Glasscheiben wird durch die Differenz zwischen deren Diagonalen angegeben.

Die Differenz zwischen den beiden Diagonallängen der Glasscheibe darf nicht größer sein als der Abweichungsgrenzwert v , wie er in nachfolgender Tabelle festgelegt ist.

Grenzabweichung v auf die Differenz zwischen den Diagonalen in Anlehnung an EN 12150 Teil 1

Länge H oder Breite B der Glaskante	v Nenndicke ≤ 8 mm	v Nenndicke > 8 mm
bis 500 mm	≤ 1,0 mm	≤ 1,5 mm
bis 1000 mm	≤ 1,0 mm	≤ 2,0 mm
bis 2000 mm	≤ 2,0 mm	≤ 3,0 mm
bis 3000 mm	≤ 3,0 mm	≤ 4,0 mm
bis 3500 mm	≤ 4,0 mm	≤ 5,0 mm
über 3500 mm	≤ 5,0 mm	≤ 6,0 mm

ESG für Beschichtungszwecke

An ESG-Produkte, die beschichtet werden, sind ggf. engere Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Toleranzen, Geradheit u. a. m. zu stellen. Eine Abstimmung ist mit INTERPANE im Vorfeld herbeizuführen.

Geradheit

Durch das Vorspannverfahren selbst ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit von normal gekühltem Glas herzustellen.

Die Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Glasart, der Dicke, den Abmessungen und dem Seitenverhältnis. Sie macht sich in Form von Verwerfungen bemerkbar. Diese werden in drei Kategorien eingeteilt: generelle Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kante.

Generelle Verwerfung (t_G)

Die Glasscheibe ist bei Raumtemperatur vertikal auf ihrer langen Seite auf zwei Klötze gestellt, die in einem Viertel der Kantenlänge von der Ecke entfernt positioniert sind.

Die Verwerfung wird mit einem Haarlineal oder einem gespannten Draht als maximaler Abstand h_1 zur konkaven Oberfläche der Glasscheibe ermittelt (s. Bild 1). Sie wird entlang der Glaskanten und der Diagonalen gemessen.

In allen Fällen wird die generelle Verwerfung als Verhältnis der Verwerfung h_1 zur Kantenlänge B oder H ausgedrückt.

$$t_G = \frac{h_1}{B \text{ oder } H} \left(\frac{\text{in mm}}{\text{m}} \right)$$

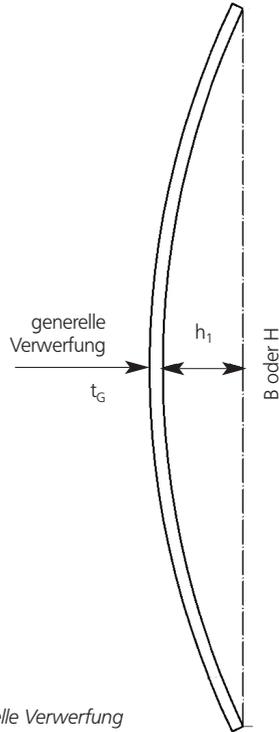


Bild 1 – generelle Verwerfung

Roller Waves

Die Roller Wave ist mit einem Lineal oder einem gleichwertigen Messinstrument mit einer Länge von 300 mm bis 400 mm zu messen, welches im rechten Winkel zur Roller Wave angesetzt wird und die Scheitelpunkte der Wellen überbrückt (s. Bild 2).

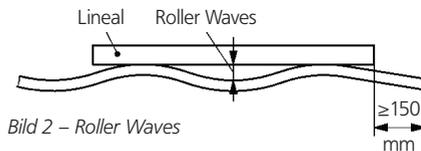


Bild 2 – Roller Waves

Maximal zulässige Werte der Verwerfung gem. EN 12150-1

ESG aus	Glasart	Glasdicke mm	zulässiger Höchstwert der Verglasung	
			generelle Verwerfung mm/m	Roller Waves mm/300 mm
	Floatglas	4 bis 19	3 ¹⁾	0,3
	Ornamentglas	4 bis 10	4	0,5

¹⁾ Bei quadratischen und angenähert quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 ist zwangsläufig die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmaleren rechteckigen Formaten. Insbesondere bei Glasdicken ≤ 6 mm ist eine Abstimmung mit AGC INTERPANE erforderlich.

5.13.1

Unebenheit der Kante

Das Glas ist auf eine gerade Auflagerung zu platzieren, wobei die Unebenheit der Glaskante die Kante der Auflagerung um 50 mm bis 100 mm überragt.

Das Lineal ist auf den Scheitelpunkten der Roller Waves zu platzieren und die Lücke zwischen dem Lineal und dem Glas mit einer Fühlerlehre zu messen (s. Bild 3).

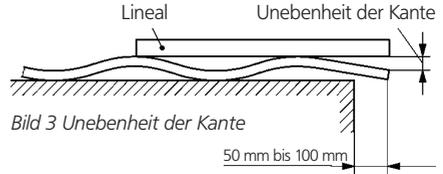


Bild 3 Unebenheit der Kante

Maximal zulässige Werte für die Unebenheit der Kante

	Glasart	Glasdicke mm	Höchstwerte mm
ESG aus	Floatglas	3	0,5
	Floatglas	4 bis 5	0,4
	Floatglas	6 bis 19	0,3
	Ornamentglas	4 bis 10	0,5

c) Struktur- und Farbabweichungen

Bei Ornamentgläsern kann eine Symmetrie der Struktur bei Verwendung mehrerer Scheiben nebeneinander in einer Fläche grundsätzlich nicht gewährleistet werden.

Der Strukturverlauf sollte in der Bestellung angegeben werden. Wenn diese Angabe fehlt, erfolgt die Fertigung des Glases mit dem Strukturverlauf parallel zur Höhenkante.

Aus fertigungstechnischen Gründen sind bei Ornament- und Farbgläsern Designverschiebungen bzw. geringfügige Farbunterschiede möglich.

d) Prüfungen

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung wird die Herstellung von ipasafe-ESG regelmäßig unter Anwendung der gültigen Normen geprüft.

Bruchstruktur gem. EN 12150 Teil 1 – Anzahl und Maße der Bruchstücke

	Glasart	Nenndicke mm	min. Bruchstückanzahl	längstes Bruchstück max. mm
ESG aus	Floatglas	3	15	100
	Floatglas	4 bis 12	40	100
	Floatglas	15 bis 19	30	100
	Ornamentglas	4 bis 10	40	100

Zählmaske 50 mm x 50 mm

Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit) gem. EN 1288 Teil 3/EN 12150 Teil 1

	Glasart	Nenndicke mm	mechanische Festigkeit Biegezugfestigkeit ²⁾ N/mm ²
ESG aus	Floatglas	4 bis 19	120
	Ornamentglas	4 bis 10	90
	Floatglas emailliert	4 bis 19	75 ¹⁾

¹⁾ emaillierte Oberfläche unter Zugspannung. ²⁾ Als Biegezugfestigkeit wird diejenige minimale Biegespannung definiert, die für das Vertrauensniveau 0,95 zu einer Bruchwahrscheinlichkeit von 5 % führt.

Pendelschlag gem. EN 12600

e) Visuelle Beurteilung der Qualität

Mit der in Kap. 7.3.5 veröffentlichten „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ sind die Prüfungsgrundsätze und Tabellen festgelegt.

Die bei der Prüfung wahrgenommenen Abweichungen werden entsprechend diesen Prüfungsgrundsätzen und Tabellen auf ihre Zulässigkeit hin geprüft.

f) Physikalisch bedingte Merkmale

Optische Besonderheiten

Da das Glas während des Vorspannprozesses im Ofen auf Rollen liegt, können leichte Oberflächenveränderungen auftreten. Diese Welligkeit, „roller waves“ genannt, ist physikalisch bedingt und nicht vermeidbar. Sie führt im Einzelfall zu einer geringfügigen Beeinträchtigung des Reflexionsbildes.

Bedingt durch diesen thermischen Vorspannprozess können auch eine chemische und mechanische Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit wie Pünktchenbildung, „roller pick up“ genannt, und Rollenabdrücke auftreten.

Anisotropien

Anisotropien sind Irisationserscheinungen an thermisch vorgespannten Scheiben (ESG). Detaillierte Erläuterungen hierzu sind im Kap. 7.3.5 zu finden.

Thermische Beständigkeit

Die mechanischen Eigenschaften von thermisch vorgespanntem Einscheiben-Sicherheitsglas bleiben bis zu Gebrauchstemperaturen von + 250 °C erhalten. Thermisch vorgespanntes ESG kann sowohl plötzlichen Temperaturänderungen als auch Temperaturdifferenzen über die Scheibenfläche bis zu 200 K standhalten.

Benetzbarkeit der Glasoberfläche durch Feuchte

Die Benetzbarkeit der Glasoberfläche kann durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermasuren, Vakuumsaugern, durch Glättmittel oder Gleitmittel unterschiedlich sein.

Bei feuchten Glasoberflächen infolge Beschlagbildung, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden. Derartige Erscheinungen sind charakteristische Merkmale und nicht reklamationsfähig.

g) Kennzeichnung

Jede ipasafe-ESG-Scheibe ist mindestens mit der Kennzeichnung „EN 12150 und Name oder Markenzeichen des Herstellers“ versehen. Die Kennzeichnung nach dieser Norm muss dauerhaft angebracht sein.

Auch ipasafe-ESG-H-Scheiben sind dauerhaft mindestens mit der Kennzeichnung „EN 14179 und Name oder Markenzeichen des Herstellers“ versehen.

Die dauerhafte, gut sichtbare Kennzeichnung von ipasafe-ESG-H nach Bauregelliste enthält folgende Angaben:

- Hersteller, ggf. Herstellwerk
- ESG-H
- Zertifizierungsstelle

Lieferprogramm für Einscheiben-Sicherheitsglas

5.13.1

max. Abmessungen in cm für ipasafe-ESG und ipasafe-ESG-H

Glasart	Farbe	Glasdicke/Abmessungen								
		3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	15 mm	19 mm
Floatglas	hell	100x150	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	280 / 600	260 / 450
Floatglas	blau	–	–	–	200x300	200x300	200x300	–	–	–
Floatglas	bronze	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	–	–
Floatglas	grau	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	–	–
Floatglas	grün	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	–	–	–
Weißglas	weiß	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	280 / 600	–
Matelux	weiß	–	200x300	200x300	200x300	280x600	280x600	200x300	–	–
Stopsol super silber	hell	–	–	–	280x450	280x600	280x600	–	–	–
ipasol bright	–	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280x600	–	–
ipachrome	–	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280x600	–	–
imagin Produkte										
33/33	hell	–	150x250	–	204x435	204x435	185x350	–	–	–
Atlantic	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Chindhilla	hell	–	150x250	–	185x400	185x435	–	–	–	–
Crepi	hell	100x150	150x250	–	185x335	185x435	–	–	–	–
Delta	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Delta Clearvision	weiß	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Diamante 9	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Flutes	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Gothic	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Kathedral klein	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Konfeta	hell	–	120x185	–	–	–	–	–	–	–
Krizet	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Kura	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Patterned Glass 130	hell	–	–	161x300	–	–	–	–	–	–
Polar	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Satinbel Clearvision	weiß	–	150x213	–	–	–	–	–	–	–
Screen	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Oltreuce Produkte										
Circles Clear	hell	–	150x250	–	185x335	–	–	–	–	–
Circles Clearvision	weiß	–	150x250	–	185x321	185x335	–	–	–	–
Space Clearvision	weiß	–	150x250	–	185x321	185x335	–	–	–	–

Weitere Ornamentgläser als ESG bzw. ESG-H sind auf Anfrage möglich.

Größere Abmessungen sind auf Anfrage möglich.

Minimalabmessung: 20 cm x 30 cm für rechteckiges ipasafe-Einscheiben-Sicherheitsglas

Mindestdurchmesser: 30 cm

Maximales Seitenverhältnis: 1 : 10

- Bei Formaten mit einem annähernd quadratischen Seitenverhältnis zwischen 1 : 1 und 1 : 1,3 ist zwangsläufig die Abweichung von der Geradheit größer als bei rechteckigen Scheiben. Insbesondere bei Glasdicken ≤ 6 mm ist eine Abstimmung mit INTERPANE frühzeitig erforderlich.

5.13.2 Teilvorgespanntes Glas (TVG)

Produktbeschreibung für TVG gemäß EN 1863

Teilvorgespanntes Glas (TVG), auch thermisch verfestigtes Glas genannt, entsteht durch einen ähnlichen Herstellungsprozess wie ESG.

Der Unterschied besteht darin, dass zunächst wie bei ESG die Glasscheibe rasch und gleichmäßig auf über 600 °C erhitzt wird, dann aber die Abkühlung durch Anblasen mit kalter Luft wesentlich verhaltener erfolgt. Dadurch entsteht im Glas eine dauerhafte Spannungsverteilung, die im Vergleich zu Float eine deutlich erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen thermische und mechanische Belastungen bewirkt.

Im Rahmen der Erstprüfung und der laufenden werkseigenen Produktionskontrolle werden die wesentlichen Eigenschaften von TVG überprüft.

- Die mechanische Festigkeit, die Biegezugfestigkeit, von 70 N/mm² liegt zwischen den Werten von nicht vorgespanntem Floatglas und ESG aus Floatglas.
- Das Bruchbild der Einzelscheibe entspricht in etwa dem von normalem Floatglas. **Daher ist TVG kein Sicherheitsglas.**

Aufgrund des niedrigen Vorspanngrades ist Spontanbruch durch Nickelsulfid-Einschluss praktisch ausgeschlossen. Daher kann auf den Heat-Soak-Test verzichtet werden.

TVG ist immer dann ESG vorzuziehen, wenn die Biegefestigkeit und Temperaturdifferenz-Beständigkeit von normalem Floatglas nicht ausreichen, aber ESG wegen seiner Krümelstruktur im Zerstörungfall nicht die geforderte Reststandsicherheit bietet.

Hauptsächlich wird TVG jedoch als Verbund-Sicherheitsglas eingesetzt; in dieser Kombination entsteht ein Sicherheitsglas, das die konstruktiven, vor allem aber auch die aktiven und passiven Sicherheitseigenschaften optimal in sich vereint.

Diese Verbindung von erhöhter Biegezugfestigkeit, Temperaturdifferenz-Beständigkeit und Resttragfähigkeit schafft das ideale Produkt für:

- Trennwände
- Überkopfverglasungen
- Umwehrungen
- punktgehaltene Verglasungen
- tragende Glaselemente, wie z. B. Treppenstufen

Die Bearbeitungsmöglichkeiten von TVG, wie z. B. für

- Kanten,
- Bohrungen,
- Öffnungen,
- Eck- und Randausschnitte,

entsprechen denen von ESG. Wie bei ESG müssen auch hier die Bearbeitungen vor dem Herstellprozess vorgenommen werden. Siehe Kap. 5.13.1.

INTERPANE verfügt über eine **Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** für Verglasungen aus teilvorgespanntem Glas ipasafe-TVG. Diese umfasst sowohl monolithisches TVG als auch Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus TVG für die Anwendung in linien- und punktförmig gelagerten Verglasungen.

Eine Zustimmung im Einzelfall ist somit nicht mehr erforderlich.

Damit entfallen für den Kunden die kosten- und zeitaufwändigen Biege-, Bruch- und Bauteilversuche.

Eine Kopie der Zulassung kann bei INTERPANE Hildesheim angefordert werden.

5.13.2



5.13.2

Eigenschaften

	Floatglas	TVG	ESG
Biegezugfestigkeit σ_B	45 N/mm ²	70 N/mm ²	120 N/mm ²
Temperaturdifferenz-Beständigkeit $\Delta\theta$ über die Scheibenfläche	40 K	100 K	200 K
Schneiden	ja	nein	nein
Bruchbild	radiale Anrisse große Stücke	radiale Anrisse große Stücke	netzartige Risse kleine Stücke
Spontanbruch möglich	nein	nein	ja

Anwendungsbereiche

Senkrechte Verglasung	Floatglas	TVG	ESG
ohne Sicherheitsanforderung	●		
mit Sicherheitsanforderung			●
erhöhte mechanische Beanspruchung		●	●
erhöhte thermische Beanspruchung		●	●
Reststandsicherheit bei allseitiger Lagerung		●	
Überkopf-Verglasung	Floatglas	TVG	ESG
Außenscheibe	●	●	●
Innenscheibe monolithisch	unzulässig	unzulässig	unzulässig
Innenscheibe VSG (Resttragfähigkeit) bestehend aus 2 x	●	●	unzulässig
Umwehrungen	Floatglas	TVG	ESG
monolithisch			●
VSG bestehend aus 2 x	●	●	●
(mit Reststandsicherheit) VSG aus 2 x	●	●	

AGC INTERPANE versteht unter

- **Reststandsicherheit**, dass das Glaselement im Zerstörungsfall unter bestimmten Einbaubedingun- gen ohne zusätzliche Belastung über einen be- grenzten Zeitraum stehen bleibt.
- **Resttragfähigkeit**, dass darüber hinaus die raum- abschliessende Wirkung des Glaselementes über einen bestimmten Zeitraum erhalten bleibt und in begrenztem Umfang Lasten aufgenommen wer- den können.

Anforderungen an die Qualität von TVG

a) Geltungsbereich

Diese Anforderungen an die Qualität gelten für planes, teilvorgespanntes Glas (TVG) Verwendung in Gebäuden und Bauten.

Folgende Basisprodukte kommen bei der TVG-Herstellung zur Anwendung:

- Glas:** – Floatglas EN 572 Teil 2
- Ornamentglas EN 572 Teil 5

Das Glas kann

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent, opak oder opal,
- beschichtet oder emailliert,
- oberflächenbehandelt, z. B. gesandstrahlt,

sein.

b) Toleranzen

Nennstärken und Toleranzen gem. EN 1863 Teil 1

Nennstärke in mm	Toleranzen in mm	
	Floatglas	Ornamentglas
3	± 0,2	± 0,5
4		
5		
6	± 0,3	± 0,8
8		± 1,0
10		–
12		–

Grenzabmaße und Rechtwinkligkeit

Wenn die Nennmaße für Breite und Länge vorgegeben sind, darf die fertig bearbeitete Scheibe nicht größer als die Nennmaße, vergrößert um das Grenzabmaß t oder nicht kleiner als die Nennmaße, verkleinert um das Grenzabmaß t sein. Die Grenzwerte werden in nachfolgender Tabelle angegeben.

Toleranzen t der Breite (B) oder Länge (H) in Anlehnung an EN 1863 Teil 1

Länge H oder Breite B der Glaskante	absolute Toleranz Nennstärke ≤ 8 mm	absolute Toleranz Nennstärke > 8 mm
bis 500 mm	± 1,0 mm ¹⁾	± 2,0 mm
bis 1000 mm	± 1,5 mm ¹⁾	± 2,0 mm
bis 2000 mm	± 2,0 mm	± 2,5 mm
bis 3000 mm	± 2,5 mm	± 3,0 mm
bis 3500 mm	± 3,0 mm	± 4,0 mm
über 3500 mm	± 3,5 mm	± 5,0 mm

¹⁾ Für Modellscheiben beträgt die absolute Toleranz ± 2 mm.

Die Rechtwinkligkeit von rechteckigen Glasscheiben wird angegeben durch die Differenz zwischen deren Diagonalen.

Die Differenz zwischen den beiden Diagonalen der Glasscheibe darf nicht größer sein als der Abweichungsgrenzwert v , wie in nachfolgender Tabelle festgelegt.

Grenzabweichung v anhand der Differenz zwischen den Diagonalen in Anlehnung an EN 1863 Teil 1

Länge H oder Breite B der Glaskante	v Nennstärke ≤ 8 mm	v Nennstärke > 8 mm
bis 500 mm	≤ 1,0 mm	≤ 1,5 mm
bis 1000 mm	≤ 1,0 mm	≤ 2,0 mm
bis 2000 mm	≤ 2,0 mm	≤ 3,0 mm
bis 3000 mm	≤ 3,0 mm	≤ 4,0 mm
bis 3500 mm	≤ 4,0 mm	≤ 5,0 mm
über 3500 mm	≤ 5,0 mm	≤ 6,0 mm

TVG für Beschichtungszwecke

An TVG-Produkte, die beschichtet werden, sind ggf. engere Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Toleranzen, Geradheit u. a. m. zu stellen. Eine Abstimmung ist mit INTERPANE im Vorfeld herbeizuführen.

5.13.2

Geradheit

Durch das Teil-Vorspannverfahren selbst ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit von normal gekühltem Glas herzustellen.

Die Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Glasart, der Dicke, den Abmessungen und dem Seitenverhältnis. Sie macht sich in Form von Verwerfungen bemerkbar. Diese werden in drei Kategorien eingeteilt: generelle Verwerfung, Roller Waves und Unebenheit der Kante.

Generelle Verwerfung (t_G)

Die Glasscheibe ist bei Raumtemperatur vertikal auf ihrer langen Seite auf zwei Klötze gestellt, die in einem Viertel der Kantenlänge von der Ecke entfernt positioniert sind.

Die Verwerfung wird mit einem Haarlineal oder einem gespannten Draht als maximaler Abstand h_1 zur konkaven Oberfläche der Glasscheibe ermittelt (s. Bild 1). Sie wird entlang der Glaskanten und der Diagonalen gemessen.

In allen Fällen wird die generelle Verwerfung als Verhältnis der Verwerfung h_1 zur Kantenlänge B oder H ausgedrückt.

$$t_G = \frac{h_1}{B \text{ oder } H} \left(\frac{\text{in mm}}{\text{m}} \right)$$

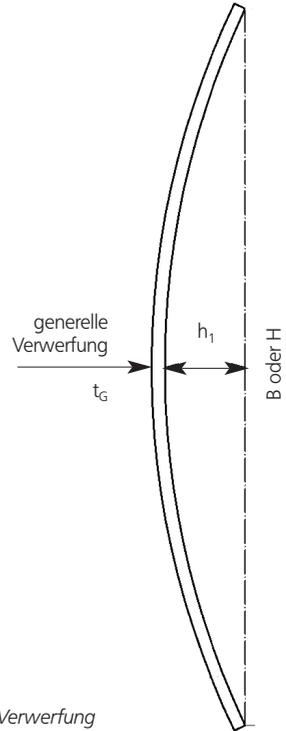


Bild 1 generelle Verwerfung

Roller Waves

Die Roller Wave ist mit einem Lineal oder einem gleichwertigen Messinstrument mit einer Länge von 300 mm bis 400 mm zu messen, welches im rechten Winkel zur Roller Wave angesetzt wird und die Scheitelpunkte der Welle überbrückt (s. Bild 2).

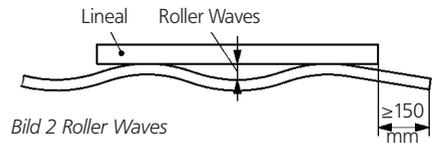


Bild 2 Roller Waves

Maximal zulässige Werte der Verwerfung gem. EN 1863-1

	Glasart	Glasdicke mm	zulässiger Höchstwert der Verwerfung	
			generelle Verwerfung mm/m	Roller Waves mm/300 mm
TVG aus	Floatglas	3 bis 12	3 ¹⁾	0,3
	Ornamentglas	4 bis 10	4	0,5

1) Bei quadratischen und angenähert quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 ist zwangsläufig die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmaleren rechteckigen Formaten. Insbesondere bei Glasdicken ≤ 6 mm ist eine Abstimmung mit AGC INTERPANE erforderlich.

Unebenheit der Kante

Das Glas ist auf eine gerade Auflagerung zu platzieren, wobei die Unebenheit der Glaskante die Kante der Auflagerung um 50 mm bis 100 mm überragt.

Das Lineal ist auf die Scheitelpunkte der Roller Waves zu platzieren und die Lücke zwischen dem Lineal und dem Glas mit einer Fühlerlehre zu messen (s. Bild 3)

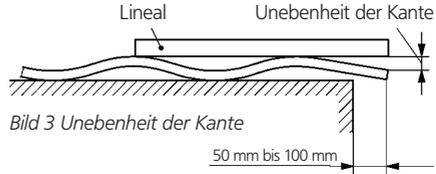


Bild 3 Unebenheit der Kante

Maximal zulässige Werte für die Unebenheit der Kanten

	Glasart	Glasdicke mm	Höchstwerte mm
TVG aus:	Floatglas	3	0,5
	Floatglas	4 bis 5	0,4
	Floatglas	6 bis 12	0,3
	Ornamentglas	4 bis 10	0,5

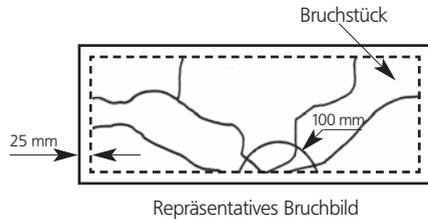
c) Struktur- und Farbabweichungen

Bei Ornamentgläsern kann eine Symmetrie der Struktur bei Verwendung mehrerer Scheiben nebeneinander in einer Fläche grundsätzlich nicht gewährleistet werden.

Der Strukturverlauf sollte in der Bestellung angegeben werden. Wenn diese Angabe fehlt, erfolgt die Fertigung des Glases mit dem Strukturverlauf parallel zur Höhenkante.

Aus fertigungstechnischen Gründen sind bei Ornament- und Farbgläsern Designverschiebungen bzw. geringfügige Farbunterschiede möglich.

Bruchstruktur nach EN 1863-1



Repräsentatives Bruchbild

d) Prüfungen

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung wird die Herstellung von ipasafe TVG regelmäßig unter Anwendung der gültigen Normen geprüft.

Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit) nach EN 1288 Teil 3/EN 1863 Teil 1

	Glasart	Nennstärke mm	mechanische Festigkeit Biegezugfestigkeit ²⁾ N/mm ²
TVG aus:	Floatglas	3 bis 12	70
	Floatglas emailliert	3 bis 12	45 ¹⁾
	Ornamentglas	4 bis 10	55

¹⁾ emaillierte Oberfläche unter Zugspannung. ²⁾ Als Biegezugfestigkeit wird diejenige minimale Biegespannung definiert, die für das Vertrauensniveau 0,95 zu einer Bruchwahrscheinlichkeit von 5 % führt.

5.13.2

e) Visuelle Beurteilung der Qualität

Mit der in Kap. 7.3.5 veröffentlichten „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ sind die Prüfungsgrundsätze und Tabellen festgelegt.

Die bei der Prüfung wahrgenommenen Abweichungen werden entsprechend diesen Prüfungsgrundsätzen und Tabellen auf ihre Zulässigkeit hin geprüft.

f) Physikalisch bedingte Merkmale**Optische Besonderheiten**

Da das Glas während des Vorspannprozesses im Ofen auf Rollen liegt, können leichte Oberflächenveränderungen auftreten. Diese Welligkeit „roller waves“ genannt, ist physikalisch bedingt und nicht vermeidbar. Sie führt im Einzelfall zu einer geringfügigen Beeinträchtigung des Reflexionsbildes.

Bedingt durch diesen thermischen Vorspannprozess können auch eine chemische und mechanische Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit wie Pünktchenbildung, „roller pick up“ genannt, und Rollenabdrücke auftreten.

Anisotropien

Anisotropien sind Irisationserscheinungen an thermisch verfestigten Scheiben (teilvergespanntem Glas TVG). Detaillierte Erläuterungen hierzu s. Kap. 7.3.5.

Thermische Beständigkeit

Die mechanischen Eigenschaften von thermisch verfestigtem Glas bleiben bis zu Gebrauchstemperaturen von + 200 °C erhalten. Thermisch verfestigtes TVG kann sowohl plötzlichen Temperaturänderungen als auch Temperaturdifferenzen über die Scheibenfläche bis zu 100 K standhalten.

Benetzbarkeit der Glasoberfläche durch Feuchte

Die Benetzbarkeit der Glasoberfläche kann durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermiserungen, Vakuumsaugern, durch Glättmittel oder Gleitmittel unterschiedlich sein.

Bei feuchten Glasoberflächen infolge Beschlagbildung, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden. Derartige Erscheinungen sind charakteristische Merkmale und nicht reklamationsfähig.

g) Kennzeichnung

Jede ipasafe-TVG-Scheibe ist mindestens mit der Kennzeichnung „EN 1863 und Name oder Markenzeichen des Herstellers“ versehen. Die Kennzeichnung nach dieser Norm muss unauslöschlich angebracht sein.

Lieferprogramm für teilvorgespanntes Glas

5.13.2

max. Abmessungen in cm für ipasafe-TVG

Glasart	Farbe	Glasdicke/Abmessungen								
		3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	15 mm	19 mm
Floatglas	hell	100x150	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	–	–
Floatglas	blau	–	–	–	200x300	200x300	200x300	–	–	–
Floatglas	bronze	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	–	–
Floatglas	grau	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 600	–	–
Floatglas	grün	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	–	–	–
Weißglas	weiß	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280 x 450	–	–
Satiniertes Glas	weiß	–	150x250	200x300	280x450	280x600	280x600	280x300	–	–

Ornamentgläser auf Anfrage

Teilvorgespanntes Glas erhält in Kombination mit Verbund-Sicherheitsglas (VSG) Sicherheitseigenschaften.

Größere Abmessungen sind auf Anfrage möglich.

Minimalabmessung: 20 cm x 30 cm für rechteckiges ipasafe-teilvorgespanntes Glas

Mindestdurchmesser: 30 cm

Maximales Seitenverhältnis: 1 : 10

- Bei Formaten mit einem annähernd quadratischen Seitenverhältnis zwischen 1 : 1 und 1 : 1,3 ist zwangsläufig die Abweichung von der Geradheit größer als bei rechteckigen Scheiben. Insbesondere bei Glasdicken ≤ 6 mm ist eine Abstimmung mit INTERPANE frühzeitig erforderlich.

5.13.3 Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

5.13.3

Produktbeschreibung VSG gemäß EN 14449

Bei der Herstellung von VSG werden zwei oder mehrere übereinanderliegende Glasscheiben durch eine oder mehrere hochelastische Folien aus Polyvinylbutyral (PVB) fest miteinander verbunden.

Dies erfolgt zunächst durch den Vorverbund mittels einer Walzenpresse o. ä., anschließend im Autoklaven. In diesem wird unter Hitze und Druck ein dauerhafter Verbund von Glas und Folie geschaffen.

Die „glasübliche“ Durchsicht kann je nach Dicke und Anzahl der Folien geringfügig beeinträchtigt werden.

Verbund-Sicherheitsglas ist ein splitterbindendes Glas. Das bedeutet, dass beim Bruch einer VSG-Scheibe die Bruchstücke an der Folie haften. Somit können sich so gut wie keine scharfkantigen Glassplinter lösen. Dies bedeutet eine erhebliche Minderung der Verletzungsgefahr.

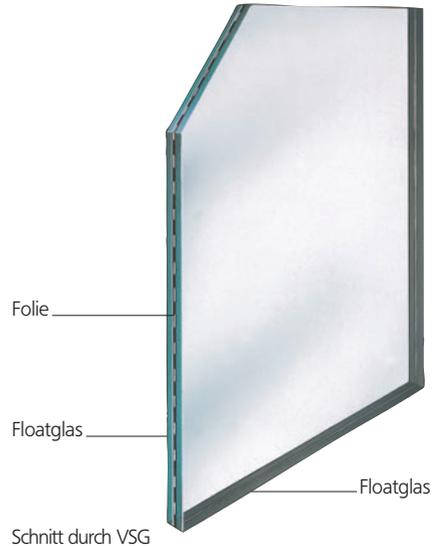
Die zähelastische Folie erschwert zusätzlich das Durchdringen des Gesamt-Glaselementes, so dass auch die aktive Sicherheit deutlich erhöht wird (je nach Aufbau einbruch- bis durchschusshemmend).

VSG zeichnet sich gegenüber ESG durch einen wesentlichen Vorzug aus: Beim Glasbruch löst sich die ESG-Scheibe in kleine Glaskrümel auf. Im Regelfall fällt die Scheibe in sich zusammen. In der Folge bietet ESG keinerlei Schutzwirkung mehr, weder vor Einbruch noch vor Verletzung. Bei VSG bleibt dagegen beim Glasbruch die raumabschließende Wirkung größtenteils erhalten. Durch die Resttragfähigkeit bzw. Reststandsicherheit ist gewährleistet, dass VSG auch nach Teilerstörung noch für einen gewissen Zeitraum Schutz für Leib und Leben bietet.

Kombinationen von mehreren Scheiben und verschieden dicken PVB-Folien geben der Einheit je nach Aufbau zusätzlich eine verbesserte Durchschuss- und Einbruchhemmung.

Für VSG-Scheiben mit erhöhter Scheibendicke ist zur Verringerung der Eigenfarbe des Glases in Form eines Grün-/Gelbstiches Weißglas zu empfehlen.

Neben den Verbund-Sicherheitsglas-Scheiben mit PVB-Folien (VSG) gibt es auch Verbundglasscheiben (VG) ohne Sicherheitseigenschaften.



Schnitt durch VSG

Im Rahmen der Erstprüfung muß Verbund-Sicherheitsglas folgende Anforderungen gem. EN 14449 erfüllen:

- **A) Hochtemperaturprüfung**
gemäß EN ISO 12543 Teil 4 (Kochversuch 16 h bei 100 °C)
- **B) Hochfeuchteprüfung mit Kondensat**
gemäß EN ISO 12543 Teil 4 (Kondensattest 2 Wochen bei 50 °C und 100 % rel. Feuchte)
- **C) Bestrahlungsprüfung**
gem. EN ISO 12543 Teil 4 (2.000 h tageslicht-ähnlich bestrahlt mit 900 W/m²)
- **D) Pendelschlagversuch**
gem. EN 12600 (Zwillingsreifen, 50 kg, Fallhöhe 450 mm)

In der werkseigenen Produktionskontrolle wird das laufend gefertigte Verbund-Sicherheitsglas stichprobenartig wie folgt geprüft:

- Kochversuch und Kondensattest (s. Seite 220/A und B)
- Kugelfallversuch (mechanische Festigkeit, 4 m, 1-kg-Kugel)
- Pummeltest (Haftungsprüfung Folie/Glas)

Die heutigen Herstellungstechniken ermöglichen nicht nur den Verbund von mehreren Floatglasscheiben, sondern auch den Verbund von ESG und TVG, bestimmten Ornamentgläsern, Drahtspiegelglas, Sonnenschutzgläsern und beschichtetem Warmglas iplus top 1.1.

Durch den elastischen Verbund mehrerer Glastafeln wird im Verbund-Sicherheitsglas eine hohe Scheibenmasse mit niedriger Biegesteifigkeit kombiniert. Dies verbessert das bewertete Schalldämm-Maß im Vergleich zu Einfachscheiben gleicher Dicke.

Darüber hinaus können mit speziellen Schallschutzfolien die Sicherheitseigenschaften von VSG mit erhöhter Schalldämmung kombiniert werden.

Anwendungsbereiche für VSG

Der ideale Anwendungsbereich von VSG ergibt sich durch die Splitterbindung und die Resttragfähigkeit bzw. Reststandsicherheit im Zerstörungsfall:

● Kommunalbau

Die Landesbauordnungen empfehlen größtenteils für den gesamten Eingangsbereich VSG-Sicherheitsverglasung.

Für Schulen und Kindergärten ist dies teilweise zwingend vorgeschrieben.

● Sportstättenbau

Neben der Sicherheitsverglasung im Eingangsbereich ist VSG auch im Sport- und Spielbereich aufgrund seiner bedingten Ballwurfsicherheit empfehlenswert.

Ebenso ist aus Sicherheitsgründen die Verwendung von VSG bei Hallenbädern sinnvoll.

● Industrie- und Geschäftsbereich

VSG dient speziell als Einbruchschutz. Um die Sicherheit zu erhöhen und einen Einbruch frühzeitig zu melden, kann zusätzlich eine Alarmfunktion mittels Leiterschleife eingebracht werden.

● Wohnbereich

Neben der Einbruchsicherung dient VSG hier vornehmlich dem Schutz von Leib und Leben, z. B. in Lichtausschnitten von Türen und bei geschosshohen Verglasungen.

● Bereich von Umwehungen

Zur Absturzsicherung findet VSG als Treppen-, Balkon- und Geländerbrüstung Einsatz. Der Nachweis für die Bruchsicherheit des VSG ist durch Pendelschlagversuch gem. EN 12600 zu erbringen (s. auch Kap. 7.3.4).

● Überkopfverglasungen

In diesen Bereichen ist aus Sicherheitsüberlegungen innenseitig unbedingt VSG aus Floatglas oder TVG erforderlich (s. auch Kap. 7.2.1).

Weiterverarbeitung von VSG

Selbstverständlich ist die Weiterverarbeitung von VSG-Scheiben zu beschichtetem Isolierglas iplus top 1.1 und Sonnenschutzglas möglich.

5.13.3

Bearbeitungsmöglichkeiten von VSG

a) Kantenbearbeitung

Aus produktionstechnischen Gründen ist eine Kantenbearbeitung nicht erforderlich.

Auf Kundenwunsch können Kanten in Anlehnung an EN ISO 12543 Teil 5 folgendermaßen bearbeitet werden:

● **gesäumt**

Die gesäumten Kanten entsprechen einer Schnittkante, deren Ränder mit einem Schleifwerkzeug mehr oder weniger gebrochen sind.

● **maßgeschliffen**

Die Glasscheibe wird durch Schleifen der Kantenoberfläche auf das erforderliche Maß gebracht. Die maßgeschliffene Kante kann mit gebrochenen Rändern (entsprechend den gesäumten Kanten) ausgeführt sein. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.

● **geschliffen**

Die Kantenoberfläche ist durch Schleifen ganzflächig bearbeitet. Die Kante ist gefast. Geschliffene Kanten haben ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind nicht zulässig.

● **poliert**

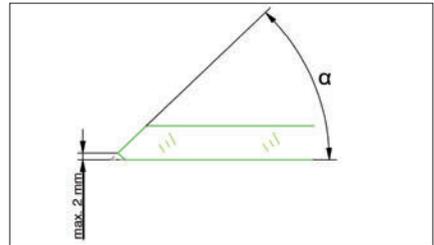
Die polierte Kante wird durch Überpolieren einer geschliffenen Kante erzeugt. Polierspuren in gewissem Umfang sind zulässig.

● **Gehrungskante**

Alle ipasafe VSG-Typen können mit einem Gehrungswinkel von $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ produziert werden.

Die Kanten können „geschliffen“ oder „poliert“ sein.

Die maximale Glasdicke beträgt 50 mm.



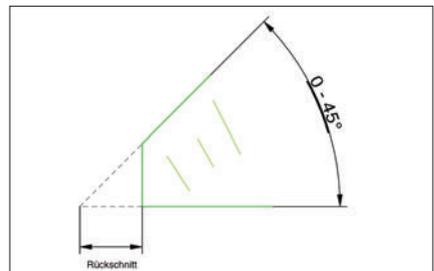
Die Kanten werden in Abhängigkeit von der Länge und der Form der Scheibe sowohl manuell als auch maschinell bearbeitet.

Wir empfehlen bei Scheiben, die teilweise manuell bearbeitet werden müssen, aus optischen Gründen eine umlaufende manuelle Kantenbearbeitung. Eine technische Klärung im Einzelfall ist erforderlich.

Bei VSG-Einheiten, die schwerer als 500 kg sind, sollte vor Bestellung Rücksprache genommen werden.

b) Rückschnitte

Modellscheiben mit einem spitzen Winkel $\leq 45^\circ$ werden produktionsbedingt mit einem Rückschnitt ausgeführt.



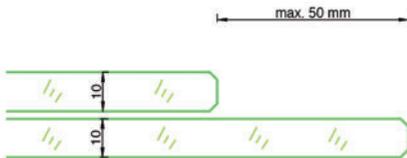
c) Kantenausführung

● Stufenkante

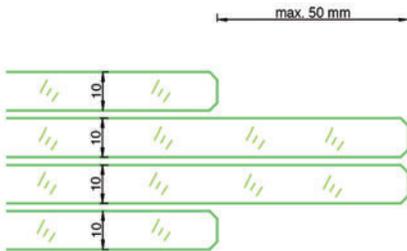
VSG kann auch mit stufenförmiger Kantenkontur hergestellt werden. Diese Stufe verläuft in der Regel parallel zu einer oder mehreren Kanten. Möglich sind nach Absprache spezielle Ausführungen wie z. B. Eckabschnitte.

ipasafe-VSG mit stufenförmiger Kante

einfache Stufe (Seitenansicht)



doppelte Stufe (Seitenansicht)



- Bei der Herstellung der Kantenkontur werden die Scheiben einzeln bearbeitet.
- Verschiebetoleranzen s. S. 225
- Maximal-Abmessung: 200 cm x 300 cm, andere Abmessungen auf Anfrage
- Kleinstes Produktionsmaß: 25 cm x 45 cm
- Maximales Seitenverhältnis: 1 : 10
- Ausführung auch in Kombination mit ESG bzw. TVG möglich

● Folienrückschnitt

Bei VSG aus vorgespanntem Glas wird die Bearbeitung der Kanten zwangsläufig vor dem Verbinden durchgeführt. Ist die Kante poliert oder geschliffen, wird aus optischen Gründen die PVB-Folie bündig abgeschnitten.

d) Ausschnitte, Bohrungen, Durchsprechöffnungen

Für die Bearbeitung sind unbedingt genaue Skizzen erforderlich, aus denen alle technischen Details hervorgehen.

Die Mindestdicke der VSG-Einheit beträgt 8 mm.

5.13.3

Anforderungen an die Qualität von VSG

a) Geltungsbereich

Diese Anforderungen an die Qualität gelten für planes Verbund-Sicherheitsglas im Bauwesen.

Folgende Basisprodukte kommen bei der VSG-Herstellung zur Anwendung:

Glas:

- Floatglas: EN 572 Teil 2
- gezeugenes Flachglas: EN 572 Teil 4
- Ornamentglas: EN 572 Teil 5
- ESG: EN 12150 Teil 1
- TVG: EN 1863 Teil 1
- sonstige Flachgläser

Das Glas kann

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent, opak oder opal,
- beschichtet oder emailliert,
- oberflächenbehandelt, z. B. gesandstrahlt oder geätzt, sein.

Polyvinylbutyral-(PVB-)Folie:

Die Folien können

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent oder opak sein.

b) Toleranzen

Neendicken und Toleranzen

nach EN 572 Teil 2, 4 und 5

Die Nenndicke von VSG ist die Summe der Einzel-Nenndicken der bei der Herstellung verwendeten Basisprodukte.

– Nenndicke PVB-Folie 0,38 mm und 0,76 mm.

Neendicken und Toleranzen für Basisprodukte

Neendicke in mm	Toleranzen (in mm)		
	gezeugenes Flachglas	Ornament- glas	Floatglas
3	± 0,2	± 0,5	± 0,2
4	± 0,2	± 0,5	± 0,2
5	± 0,3	± 0,5	± 0,2
6	± 0,3	± 0,5	± 0,2
8	± 0,4	± 0,8	± 0,3
10	± 0,5	± 1,0	± 0,3
12	± 0,6	–	± 0,3
15	–	–	± 0,5
19	–	–	± 1,0

Toleranzen der Breite und der Länge für VSG aus nicht vorgespanntem Glas

in Anlehnung an EN ISO 12 543 Teil 5

Kantenausführung		Toleranzen (t) in mm der Breite (B) oder Länge (H)					
		geschnitten und gesäumt		maßgeschliffen, geschliffen, poliert und Gehrungsschliff			
Elementdicke (in mm)		≤ 8	> 8		≤ 26	≤ 40	> 40
			jede Glas- scheibe im Verbund < 10	mit einer Einzelscheibe im Verbund ≥ 10			
Nennmaße (Festmaße) (in cm)	bis 100	± 1,0	± 2,0	+ 2,5/- 2,0	+ 1,0/- 2,0	+ 1,0/- 3,0	+ 1,0/- 3,0
	bis 200	± 1,5	+ 3,0/- 2,0	± 3,5	+ 1,0/- 3,0	+ 1,0/- 3,0	+ 1,0/- 3,0
	über 200	+ 2,5/- 2,0	+ 3,5/- 3,0	± 4,0	+ 1,0/- 3,0	+ 1,0/- 3,0	+ 1,0/- 3,0
Standardmaße				± 3,0			

Toleranzen der Breite und der Länge für VSG aus vorgespanntem Glas

in Anlehnung an EN ISO 12543 Teil 5

Kantenausführung		Toleranzen (t) in mm der Breite (B) oder Länge (H)		
		gesäumt		maßgeschliffen, geschliffen oder poliert
Elementdicke (in mm)		≤ 8	> 8	generell
Nennmaße (in cm)	bis 100	± 2,0	± 2,0	± 2,0
	bis 200	+ 3,0/- 2,0	+ 3,0/- 2,0	+ 3,0/- 2,0
	über 200	+ 3,0/- 2,0	+ 3,5/- 2,0	+ 4,0/- 2,0

Verschiebetoleranz

Die Einzelscheiben können sich aus fertigungstechnischen Gründen gegeneinander verschieben.

● VSG aus nicht vorgespanntem Glas

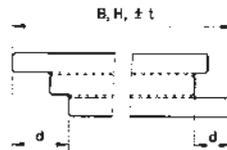
Verschiebetoleranzen treten nur bei Gläsern mit Schnitt- oder gesäumten Kanten auf und liegen innerhalb der Toleranzen der Breite und Länge (siehe Tabelle Seite 224).

● VSG aus vorgespanntem Glas

Verschiebetoleranzen treten bei allen für diese Produkte möglichen Kantenbearbeitungen auf und sind in nachfolgender Tabelle angegeben. Breite B und Länge H müssen getrennt betrachtet werden.

Größter zulässiger Versatz

Nennmaß B bzw. H	Größter zulässiger Versatz d
B, H ≤ 100 cm	2,0 mm
B, H ≤ 200 cm	3,0 mm
B, H > 200 cm	4,0 mm



5.13.3

Toleranzen für Ausschnitte und Durchsprehöffnungen

Diese Toleranzen sind abhängig von den jeweiligen technischen Gegebenheiten. Bitte bei Auftragserteilung abklären.

Toleranzen bei Bohrungen

Die Toleranzen der Bohrungsdurchmesser betragen bei:

≤	24 mm Elementdicke: ± 2,0 mm
>	24 mm Elementdicke: ± 2,5 mm

Die Toleranzen der Lage der Bohrung betragen:

bei nicht vorgespanntem Glas:	± 1,5 mm
bei ESG/TVG:	± 2,5 mm

Diese herstellungsbedingten Toleranzen sind zusätzlich zu den konstruktiven und montagetechnischen Toleranzen zu berücksichtigen.

c) VSG für Beschichtungszwecke

An VSG-Produkte, die beschichtet werden, sind ggf. abweichende Qualitätsanforderungen zu stellen. Eine Abstimmung ist im Vorfeld mit INTERPANE herbeizuführen.

d) Farbveränderungen der Verbundglaseinheit

Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbundglaseinheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst sein kann. Aus diesem Grund wird bei erhöhter Scheibendicke die Verwendung von Weißglas empfohlen.

e) Prüfungen

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung wird die Herstellung von ipasafe-VSG regelmäßig unter Anwendung der gültigen Normen geprüft:

- Kugelfallversuch gem. EN 14449
- Kochversuch gem. EN 12543 Teil 4

Die Anforderungskriterien für Verbund-Sicherheitsglas im Objekt- und Personenschutz sind in folgenden Normen definiert:

- EN 356, EN 1063, EN 13 541
- VdS-Richtlinie 2163
- UVV-Kassen

f) Visuelle Beurteilung der Qualität

Für die Beurteilung monolithischer VSG-Aufbauten liegt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ vor. Hierin sind Prüfgrundsätze und Zulässigkeiten festgelegt (s. Kap. 7.3.5).

Lieferprogramm und maximale Abmessungen für ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas, Festmaße, monolithisch

5.13.3

Festmaße zweischiebig

Typ	Code	Elementdicke mm	Gewicht kg/m ²	maximale Abmessungen cm	maximale Oberfläche m ²
5/2	32.1	5	13	120 x 216	2,59
6/2	33.1	6	15	225 x 321	7,22
8/2	44.1	8	20	260 x 420	10,92
10/2	55.1	10	25	260 x 420	10,92
12/2	66.1	12	30	260 x 420	10,92
16/2	88.1	16	40	260 x 420	10,92
20/2-2	1010.2	21	51	260 x 420	10,92
24/2-2	1212.2	25	61	260 x 420	10,92
30/2-4	1515.4	31	77	260 x 420	10,92
38/2-4	1919.4	39	97	260 x 420	10,31

Festmaße VSG aus ipasafe-ESG/TVG zweischiebig

Typ	Code	Elementdicke mm	Gewicht kg/m ²	maximale Abmessungen cm	maximale Oberfläche m ²	Glasart
6/2-2	33.2 TVG	7	16	100 x 150	1,50	nur TVG
8/2-2	44.2 ESG 44.2 TVG	9	21	100 x 200	2,00	ESG oder TVG
10/2-2	55.2 ESG 55.2 TVG	11	26	120 x 300	3,60	ESG oder TVG
12/2-2	66.2 ESG 66.2 TVG	13	31	260 x 420	10,92	ESG oder TVG
16/2-4	88.4 ESG 88.4 TVG	18	42	260 x 420	10,92	ESG oder TVG
20/2-4	1010.4 ESG 1010.4 TVG	22	52	260 x 420	10,92	ESG oder TVG
24/2-4	1212.4 ESG 1212.4 TVG	26	62	260 x 420	10,92	ESG oder TVG
30/2-4	1515.4 ESG	32	77	260 x 420	10,92	nur ESG

Festmaße mehrschiebig

Typ	Code	Elementdicke mm	Gewicht kg/m ²	maximale Abmessungen cm	maximale Oberfläche m ²
9/3	333.2	10	23	225 x 321	7,22
12/3	444.2	13	31	260 x 420	10,92
15/3	555.2	16	38	260 x 420	10,92
18/3	666.2	19	46	260 x 420	10,92
16/4	4444.3	17	40	260 x 420	10,92
20/4	5555.6	22	52	260 x 420	10,92
24/4	6666.6	26	62	260 x 420	10,92

- Größere Abmessungen sind auf Anfrage möglich.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Minstdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximales Seitenverhältnis: 1 : 10
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

5.13.4 ipasafe-Objekt- und Personenschutz

5.13.4

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Wohnungseinbrüche vervielfacht. Die Beratungsstellen der Landeskriminalämter weisen daher verstärkt auf prophylaktische Maßnahmen hin. Diese sollen einen Einbruch wirkungsvoll vereiteln bzw. so verzögern, dass die Täter aufgeben, weil sie durch ihr Vorgehen auf sich aufmerksam machen würden.

Zugleich steigt mit dem Lebensstandard das Bedürfnis des Einzelnen nach Absicherung von Eigentum und Sachwerten, insbesondere bei Objekten in exponierten und gefährdeten Lagen.

Verbund-Sicherheitsglas (VSG) ist hier der geeignete transparente Werkstoff, um mit angriffhemmenden Verglasungen ausreichend Schutz zu schaffen.

Neben den angriffhemmenden Eigenschaften der Verbund-Sicherheitsgläser bieten Kombinationen mit Alarmschleife in Verbindung mit Warnsystemen zusätzliche Abschreckung und damit mehr Sicherheit.

Produktbeschreibung angriffhemmende Verglasungen ipasafe

Angriffhemmende Verglasungen ipasafe sind Verbund-Sicherheitsgläser nach EN 14449 und unterliegen damit den obligatorischen Mechanismen von Erstprüfung und laufender werksseitiger Produktionskontrolle. Sie unterteilen sich in folgende Gruppen:

- durchwurffhemmende Verglasungen System 3
- durchbruchhemmende Verglasungen System 3
- durchschusshemmende Verglasungen System 1
- sprengwirkungshemmende Verglasungen System 1

Bei den System-1-Produkten ist zusätzlich zur werkeigenen Produktionskontrolle eine Fremdüberwachung durch eine notifizierte Stelle vorgeschrieben.

Mit der Erstprüfung der angriffhemmenden Verglasung – ipasafe – wird die Angriffsseite festgelegt. Damit ist auch die Einbauposition bestimmt.

Alle ipasafe-Sicherheits-Isoliergläser sind in der Regel so ausgelegt, dass die Angriffsseite als Außenscheibe der Elemente Verwendung findet. Daher ist die Angriffsseite als die Pos. 1 definiert.

Sollte objektbezogen, z. B. bei Justizvollzugsanstalten, eine andere Angriffsseite erforderlich oder eine vom Standardaufbau abweichende Außenscheibe, z. B. Alarm-ESG, notwendig werden, ist dies bereits im Planungsstadium zu berücksichtigen, bei Auftragserteilung bekannt zu geben und nach statischen

Erfordernissen zu dimensionieren. Häufig reduzieren sich hierbei die im Lieferprogramm angegebenen maximalen Oberflächen.

Aufgrund der vorstehend aufgezeigten Gründe ist es nicht zulässig, die Einbaurichtung, z. B. durch Wenden der Elemente, willkürlich zu ändern. Daher sind die ipasafe-Sicherheitsgläser entsprechend gekennzeichnet.

Die EN 356 bezieht sich auf die **durchwurf-** bzw. **durchbruchhemmenden**, die EN 1063 auf die **durchschusshemmenden** und die EN 13 541 auf **sprengwirkungshemmende** Verglasungen.

a) Durchwurffhemmende Verglasungen

Die Normen klassifizieren Verglasungen nach ihrer Schutzwirkung gegen Durchwurf. Es wird unterschieden in Gruppen mit steigender Schutzwirkung. Das Prüfverfahren geht von schweren Wurfgeschossen aus, die mit einer ca. 4110 g schweren Metallkugel mit einem Durchmesser von 10 cm im freien Fall simuliert werden. Die Kugel wird auf jede Probe (110 cm x 90 cm) mehrmals aus definierter Höhe fallen gelassen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine Kugel die Probe durchschlägt. Die unterschiedlichen Prüfanforderungen und die sich daraus ergebenden Widerstandsklassen der jeweiligen Norm sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Klasseneinteilung durchwurffhemmend EN 356

Widerstandsklasse	Fallhöhe mm	Anzahl der Kugeln ¹⁾
P1A	1500	3
P2A	3000	3
P3A	6000	3
P4A	9000	3
P5A	9000	3 x 3

¹⁾ 4,1-kg-Kugel

Für ipasafe P1A bis P5A liegen Prüfzeugnisse vor.

Lieferprogramm für durchwurffhemmende ipasafe-Standardtypen

5.13.4

Technische Daten: ipasafe P1A bis P5A nach EN 356

Produkt	Code	Widerstandsklasse EN 356	Aufbau (bei Isolierglas außen/SZR/innen)	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	Anwendungsgebiete	
		mm	mm	kg/m ²	cm	m ²	-			
ipasafe	33.2	P1A ¹⁾	einschalig	7	16	225 x 321	7,22	1:10	Ein- und Mehrfamilienhäuser in Siedlungen	
			7/10/4	21	26	141 x 240	3,40	1:6		
			7/10/6	23	31	225 x 321	7,22	1:10		
ipasafe	44.2	P2A ¹⁾	einschalig	9	21	260 x 420	10,92	1:10		
			9/10/4	23	31	141 x 240	3,40	1:6		
			9/10/6	25	36	250 / 400	8,00	1:10		
ipasafe	44.3	P3A ¹⁾	einschalig	9	21	260 x 420	10,92	1:10		Abseits gelegene Gebäude mit privater Nutzung
			9/10/4	23	31	141 x 240	3,40	1:6		
			9/10/6	25	36	250 / 400	8,00	1:10		
ipasafe	44.4	P4A ¹⁾	einschalig	10	22	260 x 420	10,92	1:10	Wohnhäuser mit hochwertiger Einrichtung sowie entlegene Ferienwohnungen	
			10/10/4	24	32	141 x 240	3,40	1:6		
			10/10/6	26	37	250 / 400	8,00	1:10		
ipasafe	44.6	P5A ¹⁾	einschalig	10	22	260 x 420	10,92	1:10		
			10/10/4	24	32	141 x 240	3,40	1:6		
			10/10/6	26	37	250 / 400	8,00	1:10		

¹⁾ ergänzende Produkttypen (s. Seite 243 Tabelle 1 ipasafe-Lieferprogramm)

- Alle vorstehenden Typen können mit iplus top 1.1 als **innere** Scheibe kombiniert werden.
 U_g -Werte: SZR 16 mm = 1,1 W/(m²K) (Argon-Gasfüllung) EN 673
 SZR 10 mm = 1,0 W/(m²K) (Krypton-Gasfüllung) EN 673
 Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm für senkrechten Einbau.
- Eine Kombination mit Sonnenschutzglas ist möglich.
- Kombination mit Ornamentglas sowie Alarm-ESG ist ebenso möglich.
- Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbund-Sicherheitsglaseinheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst sein kann. Durch den Einsatz von Weißglas wird dieser Effekt vermindert.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Minstdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

Lieferprogramm für durchwurfhemmende ipasafe-Sondertypen

5.13.4

Technische Daten: ipasafe-Sondertypen – einschalig									
Produkt	Code	Widerstandsklasse EN 356	Aufbau	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	Anwendungsgebiete
			mm	mm	kg/m ²	cm	m ²	-	
ipasafe	55.4 TVG	P4A	einschalig	12	27	120 x 300	3,60	1:10	Raumtrennsysteme
ipasafe	66.4 TVG	P4A	einschalig	14	32	260 x 420	10,92	1:10	
ipasafe	55.4 ESG	P4A	einschalig	12	27	120 x 300	3,60	1:10	
ipasafe	66.4 ESG	P4A	einschalig	14	32	260 x 420	10,92	1:10	
ipasafe	Alarm 44.4	P4A	einschalig	10	22	100 x 200	2,00	1:10	Schaufensterverglasung, gehobener Villenbereich nur bei Alarm-Scheiben
ipasafe	Alarm 66.4	P4A	einschalig	14	32	260 x 420	10,92	1:10	

- Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbundglaseinheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst wird. Durch den Einsatz von Weißglas wird dieser Effekt vermindert.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Mindestdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

b) Durchbruchhemmende Verglasungen

Die Normen klassifizieren Verglasungen in drei Widerstandsklassen gegen Durchbruch mit steigendem Sicherheitsgrad. Die Eignungsprüfung erfolgt mit einer maschinell geführten 2 kg schweren Axt. Dabei wird die Anzahl der Schläge ermittelt, die benötigt wird, um eine 400 mm x 400 mm große Durchbruchöffnung in den Prüfling (110 cm x 90 cm) zu schlagen.

Die Prüfanforderungen und die sich daraus ergebenden Widerstandsklassen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Aufgrund der Beanspruchungsart und der Anzahl der ausgeführten Axtschläge wird für jede Probe die Widerstandsklasse gegen Durchbruch festgestellt.

Die für drei Proben ermittelte niedrigste Widerstandsklasse gegen Durchbruch wird dem geprüften Verglasungstyp zugeordnet.

Für alle ipasafe-P6B- bis ipasafe-P8B-Typen liegen Prüfzeugnisse vor.

Klasseneinteilung durchbruchhemmend EN 356

Widerstandsklasse	Anzahl der Axtschläge
P6B	30 bis 50
P7B	51 bis 70
P8B	über 70

Lieferprogramm für durchbruchhemmende ipasafe-Typen

5.13.4

Technische Daten: ipasafe P6B bis P8B

Produkt	Code	Widerstandsklasse EN 356	Aufbau (bei Isolierglas außen/SZR/innen)	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	Zusatzleistung	Anwendungsgebiete
ipasafe	502-2	P6B	einschalig	15	33	260 x 420	10,92	1:10	-	Foto- und Videogeschäfte, Apotheken, Teilbereiche von Kaufhäusern, Rechenzentren
			15/10/6	31	48	250 / 400	8,00	1: 6		
ipasafe	603-9	P7B	einschalig	26	56	260 x 420	10,92	1:10	BR3-S	Galerien, Museen, Antiquitätengeschäfte, Kaufhäuser, psychiatrische Anstalten
			26/10/6	41	71	250 / 400	8,00	1: 6		
ipasafe	204-9	P8B	einschalig	32	68	260 x 420	10,92	1:10	-	Juweliere, Kürschner, Justizvollzugsanstalten
			32/10/6	48	83	250 / 400	8,00	1: 6		

- Alle vorstehenden Typen können mit iplus top 1.1 Warmglas als **innere** Scheibe kombiniert werden.

U_g-Werte: SZR 16 mm = 1,1 W/(m²K) (Argon-Gasfüllung) EN 673/1,0 W/(m²K)

SZR 10 mm = 1,0 W/(m²K) (Krypton-Gasfüllung) EN 673

Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm für senkrechten Einbau.

- Wenn die ipasafe-Scheibe **raumseitig** angeordnet wird, ist eine Kombination mit Sonnenschutzglas möglich.
- Kombination mit Ornamentglas sowie Alarm-ESG ist ebenso möglich.
- Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbund-Sicherheitsglas-Einheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst sein kann. Durch den Einsatz von Weißglas wird dieser Effekt vermindert.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Mindestdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

Weitere Typen auf Anfrage.

Einbruchhemmende Verglasung mit VdS-Anerkennung

Zur Versicherungsprämien-Festsetzung der Schutzobjekte prüft die VdS Schadenverhütung GmbH einbruchhemmende Verglasungen (EH) auf durchwurf- bzw. durchbruchhemmende Eigenschaften. Die von ihr anerkannten Produkte werden in ein Verzeichnis aufgenommen.

Diese Verglasungen sind in fünf Widerstandsklassen eingeteilt:

EH01
EH02
EH1
EH2
EH3

Welche Widerstandsklasse für ein bestimmtes Objekt im Einzelfall notwendig ist, hängt von den jeweiligen Umständen ab und muss frühzeitig mit dem Versicherer abgestimmt werden.

Lieferprogramm für VdS-geprüfte ipasafe-Typen

5.13.4

Technische Daten: ipasafe EH									
Produkt	Code	Widerstandsklasse	Aufbau (bei Isolierglas außen/SZR/innen)	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	Anwendungsgebiete (s. a. Kap. 3.7 – Sicherheit in Fenster und Fassade)
			mm	mm	kg/m ²	cm	m ²	-	
ipasafe	44.4	EH01	einschalig	10	22	260 x 420	10,92	1 : 10	Wohnhäuser mit hochwertiger Einrichtung sowie entlegene Ferienhäuser
			10/10/4	24	32	141 x 240	3,40	1 : 6	
			10/10/6	26	37	250 / 400	8,00	1 : 10	
ipasafe	55.4 ESG	EH01	einschalig	12	27	120 x 300	3,60	1 : 10	Raumtrennsysteme
ipasafe	44.8	EH02	einschalig	11	23	260 x 420	10,92	1 : 10	Villen, besonders gefährdete Objekte
			11/10/4	25	33	141 x 240	3,40	1 : 6	
			11/10/6	27	38	250 / 400	8,00	1 : 10	
ipasafe	802-6	EH1	einschalig	18	39	260 x 420	10,92	1 : 10	Foto- u. Videogeschäfte, Apotheken, Teilbereiche v. Kaufhäusern, Rechenzentren
			18/10/6	34	54	250 / 400	8,00	1 : 6	
ipasafe	503.7	EH2	einschalig	25	51	260 x 420	10,92	1 : 10	Galerien, Museen, Antiquitätengeschäfte, Kaufhäuser, psychiatrische Anstalten
			25/10/6	41	66	250 / 400	8,00	1 : 6	
ipasafe	604-5	EH3	einschalig	36	78	260 / 420	10,92	1 : 10	Juweliere, Kürschner, Justizvollzugsanstalten
			36/10/6	52	93	250 / 400	8,00	1 : 6	

- Alle vorstehenden ipasafe-EH-Typen können mit iplus top 1.1 Warmglas als **innere** Scheibe kombiniert werden.
 U_g -Werte: SZR 16 mm = 1,1 W/(m²K) (Argon-Gasfüllung) EN 673
 SZR 10 mm = 1,0 W/(m²K) (Krypton-Gasfüllung) EN 673
 Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm für senkrechten Einbau.
- Eine Kombination mit Sonnenschutzglas ist möglich. Bei einigen Produkten ist dann die ipasafe-Scheibe raumseitig anzuordnen.
- Kombination mit Ornamentglas sowie Alarm-ESG ist ebenso möglich.
- Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbund-Sicherheitsglas-Einheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst sein kann. Durch den Einsatz von Weißglas wird dieser Effekt vermindert.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die ipasafe-EH-Typen sind vom VdS geprüft und anerkannt.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Mindestdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

c) Durchschusshemmende Verglasungen

Das ipasafe-Panzerglas von INTERPANE bietet höchste Sicherheit vor Angriffen auf Leib und Leben. Die Prüfung sieht ein dreimaliges Beschießen des Prüflings bei einer Prüftemperatur von 18 °C (± 5 °C) vor, wobei die Einschüsse in einem fixierten Abstand zueinander zu platzieren sind. Die Widerstandsklassen unterscheiden sich durch das eingesetzte Kaliber. Zusätzlich erfolgt eine Differenzierung in „splitterfrei“ (NS) und „Splitterabgang“ (S).

Splitterfreie ipasafe-Einheiten werden dort eingesetzt, wo sich im Ernstfall Personen unmittelbar hinter der Scheibe befinden können.

Für alle ipasafe-durchschusshemmenden Typen liegen Prüfzeugnisse vor. Weichen die Anwendungsbedingungen signifikant von den Prüfbedingungen ab, ist Rücksprache zu nehmen.

Da alle durchschusshemmenden Verglasungen aus mehrschichtigem, asymmetrisch aufgebautem VSG bestehen, verfügen alle Typen zwangsläufig auch über eine verbesserte Einbruchhemmung.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Widerstandsklassen der Verglasungen sowie der Zuordnung für Fenster, Türen und Abschlüsse dargestellt.

Klasseneinteilung durchschusshemmend EN 1063							Klassenzuordnung nach EN 1522:1998 für Fenster, Türen, Abschlüsse
Kaliber	Geschoss		Beschussklasse		Schussentfernung m	Geschwindigkeit m/s	
	Art 1)	Masse g	Splitterabgang	splitterfrei			
.22 LR	L/RN	2,6±0,10	BR1-S	BR1-NS	10	360 ± 10	FB 1
9 mm x 19	VMR/Wk	8,0±0,10	BR2-S	BR2-NS	5	400 ± 10	FB 2
.357 Magn.	VMKS/Wk	10,25±0,10	BR3-S	BR3-NS	5	430 ± 10	FB 3
.44 Magn.	VMF/Wk	15,55±0,10	BR4-S	BR4-NS	5	440 ± 10	FB 4
5,56 x 45	FJ/PB/SCP 1	4,0±0,10	BR5-S	BR5-NS	10	950 ± 10	FB 5
7,62x51	VMS/Wk	9,45±0,10	BR6-S	BR6-NS	10	830 ± 10	FB 6
7,62x51	VMS/Hk	9,75±0,10	BR7-S	BR7-NS	10	820 ± 10	FB 7
Flinte 12/70	Brenneke	31,0±0,50	SG1-S 2)	SG1-NS 2)	10	420 ± 20	-
Flinte 12/70	Brenneke	31,0±0,50	SG2-S	SG2-NS	10	420 ± 20	F SG

- 1) FJ: Vollmantelgeschoss
- L: Blei
- PB: Spitzkopfgeschoss
- RN: Rundkopfgeschoss
- SCP 1: Weichkern mit Stahleinlage
- VMF/Wk: Vollmantel-Flachkopfgeschoss mit Weichkern
- VMKS/Wk: Vollmantel-Kegelspitzkopfgeschoss mit Weichkern
- VMR/Wk: Vollmantel-Rundkopfgeschoss mit Weichkern
- VMS/Hk: Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Hartkern
- VMS/Wk: Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Weichkern

- 2) Die Prüfung erfolgt durch einmaligen Beschuss.

Lieferprogramm für durchschusshemmende ipasafe-Typen; einschalig

5.13.4

Technische Daten: ipasafe BR1 bis BR7, SG1, SG2

Produkt	Code	Widerstandsklasse EN 1063	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			mm	kg/m ²	cm	m ²	-
ipasafe	402-1-B	BR1-S	14	32	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	802-5-B	BR1-NS	18	42	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	103-3-B	BR2-S	21	45	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	902-7-B	BR2-S	19	43	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	104-1-B	BR2-NS	31	73	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	403-5-B	BR3-S	24	54	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	704-3-B	BR3-NS	37	89	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	004-8-B	BR4-S	30	66	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	304-6-B	BR4-S	33	80	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	106-1-B	BR4-NS	51	123	260 / 420	8,13	1:10
ipasafe	504-4-B	BR5-S	35	81	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	806-2-B	BR5-NS	58	141	260 / 420	7,09	1:10
ipasafe	347-2-B	BR5-NS	63	151	260 / 420	6,62	1:10
ipasafe	905-9-B	BR6-S	49	116	260 / 420	8,62	1:10
ipasafe	148-1-B	BR6-NS	71	170	260 / 420	5,88	1:10
ipasafe	408-1-B	BR6-NS	74	179	260 / 420	5,59	1:10
ipasafe	009-1-B	BR7-NS	80	188	260 / 420	5,32	1:10
ipasafe	304-6-B	SG1-S	33	80	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	504-4-B	SG2-S	35	81	260 x 420	10,92	1:10

- Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbund-Sicherheitsglas-Einheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst sein kann. Durch den Einsatz von Weißglas wird dieser Effekt vermindert.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Minstdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

Weitere Typen auf Anfrage.

Lieferprogramm für durchschusshemmende ipasafe-Typen; Isolierglas

5.13.4

Technische Daten: ipasafe BR3 bis BR7, SG1, SG2

Produkt	Code	Widerstandsklasse EN 1063	Aufbau außen/SZR/innen	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			mm	mm	kg/m ²	cm	m ²	
ipasafe	9205-1-B	BR3-NS	28/10/11	49	93	260 x 420	10,92	1: 6
ipasafe	1205-1-B	BR4-S	11/10/20	41	70	260 x 420	10,92	1: 6
ipasafe	2207-1-B	BR4-S	13/15/34	62	113	260 / 420	8,85	1: 6
ipasafe	7206-1-B	BR4-NS	34,5/10/13	57	113	260 / 420	8,85	1: 6
ipasafe	1207-1-B	BR4-NS	26/9/26	61	125	260 / 420	8,00	1: 6
ipasafe	4207-1-B	BR5-NS	35/9/20	64	127	260 / 420	7,87	1: 6
ipasafe	7207-1-B	BR5-NS	13/15/39	67	124	260 / 420	8,06	1: 6
ipasafe	3206-1-B	BR6-S	17/10/26	53	100	260 / 420	10,00	1: 6
ipasafe	1207-1-B	BR6-S	26/9/26	61	125	260 / 420	8,00	1: 6
ipasafe	3209-1-B	BR6-NS	37/9/37	83	176	260 / 420	5,68	1: 6
ipasafe	6208-1-B	BR7-S	32/9/35	76	157	260 / 420	6,37	1: 6
ipasafe	8209-1-B	BR7-NS	44/9/35	88	188	260 / 420	5,32	1: 6
ipasafe	2207-1-B	SG1-S	13/15/34	62	113	260 / 420	8,85	1: 6
ipasafe	7207-1-B	SG1-NS	13/15/39	67	124	260 / 420	8,06	1: 6
ipasafe	9207-1-B	SG1-NS	30/9/30	69	145	260 / 420	6,90	1: 6
ipasafe	9208-1-B	SG2-NS	35/9/35	79	162	260 / 420	7,09	1: 6

- Alle vorstehenden ipasafe Typen können mit iplus-top-1.1-Warmglas als innere Scheibe kombiniert werden.
 U_g -Werte: SZR 10 mm = 1,4 W/(m²K) (Argon-Gasfüllung) EN 673
 SZR 10 mm = 1,0 W/(m²K) (Krypton-Gasfüllung) EN 673
 SZR 8 mm = 1,5 W/(m²K) (Argon-Gasfüllung) EN 673
 SZR 8 mm = 1,1 W/(m²K) (Krypton-Gasfüllung) EN 673
 Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm für senkrechten Einbau.
- Kombinationen mit Sonnenschutzglas, Alarm-ESG und Ornamentglas sind bedingt möglich. Abstimmung in der Planungsphase ist erforderlich.
- Bitte beachten Sie, dass mit zunehmender Scheibendicke die Eigenfarbe der Verbund-Sicherheitsglas-Einheit in Form eines Grün-/Gelbstiches beeinflusst sein kann. Durch den Einsatz von Weißglas wird dieser Effekt vermindert.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Minimalabmessung: 25 cm x 45 cm für rechteckiges ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas
- Minstdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit.

Weitere Typen auf Anfrage.

5.13.4

d) Sprengwirkungshemmende Verglasungen EN 13 541

Diese Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren für die Klassifizierung von sprengwirkungshemmenden Sicherheitssonderverglasungen für das Bauwesen fest. Die Hauptanforderung an sprengwirkungshemmende Verglasungen ist es, Menschen gegen Explosionsdruckwellen zu schützen.

Das Verfahren ist nur bestimmt für die Prüfung von sprengwirkungshemmenden Verglasungen, denen bereits eine Widerstandsklasse nach EN 356 zu-

geordnet ist. Die ER-Typen besitzen also stets auch zusätzliche Sicherheitseigenschaften, je nach Typ gegen Durchwurf oder Durchbruch.

Die Proben werden unter definierten Bedingungen geprüft; dabei wird ermittelt, welchem positiven Maximaldruck einer reflektierten Stoßwelle ein Verglasungstyp über einen längeren Zeitraum standhält.

Die Klasseneinteilung ist nur für die geprüften Verglasungsgrößen von etwa 1 m² gültig.

Klasseneinteilung sprengwirkungshemmend gemäß EN 13 541

Kennzahl der Klasse	Eigenschaften der ebenen Druckwelle Mindestwerte des/der		
	Dauer der positiven Druckphase (t+) ms	positiven spezifischen Impulses (i+) kPa x ms	Dauer der positiven Druckphase (t+) ms
ER 1	50 ≤ Pr < 100	370 ≤ i+ < 900	≥ 20
ER 2	100 ≤ Pr < 150	900 ≤ i+ < 1500	≥ 20
ER 3	150 ≤ Pr < 200	1500 ≤ i+ < 2200	≥ 20
ER 4	200 ≤ Pr < 250	2200 ≤ i+ < 3200	≥ 20

AGC INTERPANE bietet im Bereich sprengwirkungshemmender Verglasungen die leistungsfähige Produktpalette **Stratobel Security Explosion** an.

Technische Daten: **Stratobel Security Explosion**

Produkt	Typ	Explosions- hemmung nach EN 13541	Zusatz- leistung	Dicke mm	Gewicht kg/m ²	max. Ab- messungen cm
Stratobel Security Explosion	002-2-EX	ER1-S	1B1 P5A	10	22	600 x 321
Stratobel Security Explosion	902-2-EX	ER2-S	1B1 P6B	19	43	600 x 321
Stratobel Security Explosion ultra-thin und ultra-light solutions	823.860-EX PC	ER3-NS	1B1 P7B	24	51	cut size

5.13.5 ipasafe-Objekt- und Personenschutz gem. Bankenforderung

5.13.5

Banken haben zum Schutz ihrer sicherheitsgefährdeten Einrichtungen, z. B. für die Kassen- und Schalterbereiche, eigene Richtlinien für den Einbau von durchschusshemmendem Verbund-Sicherheitsglas festgelegt.

ipasafe-Bankenglas erfüllt diese Sicherheitsanforderungen optimal.

Bankengläser gibt es einschalig für den Innenbereich. Nach der Unfallverhütungsvorschrift (UVV) „Kassen“ für Banken und Sparkassen sind bei der Neueinrichtung von Betriebsstätten mindestens die Typen

BR3-S / P7B

zulässig.

Als Übersteigschutz in diesen Bereichen kommt ergänzend, ebenfalls nach der UVV, der Typ ipasafe Bank P3A, zum Einsatz.

Lieferprogramm für ipasafe-Bankenglas

Technische Daten: Bankenglas – einschalig (geprüfte Kombination nach UVV-Kassen)

Produkt	Code	Widerstandsklasse EN 1063/356	Elementdicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
		mm	kg/m ²	cm	m ²	-	
ipasafe Bank	603-9	BR3-S / P7B	26	56	260 / 420	7,80	1 : 10
ipasafe Bank	66.4	P3A	14	32	260 x 420	10,92	1 : 10

- Bitte beachten Sie, dass bei größeren Scheibendicken die Eigenfarbe des Glaselementes in Form eines Grün-/Gelbstiches zunimmt.

5.13.6 ipasafe-Ballwurfsicherheit

5.13.6

Im Rahmen der DIN 18 032, Teil 3, wird ein Verfahren beschrieben, nach welchem die Ballwurfsicherheit von Bauelementen für Sporthallen (z. B. Türen, Fenster, Verglasungen) geprüft wird. Es gilt für alle Bauelemente, die im Halleninnenraum von Basketball, Faustball, Fußball, Handball, Hockeyball, Medizinball, Prellball, Tennisball und Volleyball getroffen werden können.

Für diese Anwendung wurden allseitig gelagerte ipasafe-Einheiten auf Ballwurfsicherheit geprüft. Die verfügbaren Produkte sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Produkt	Code	Elementdicke mm	Gewicht kg/m ²	Zeugnis-Nr.	max. Abmessung mm
ipasafe ESG 6 mm	–	6	15	902 4190 000-1	1800 x 1200
ipasafe ESG 8 mm	–	8	20	902 4190 000-2	3600 x 2100
ipasafe VSG 8/2 mm	44.1	8	20	902 6826000	3600 x 2100

5.13.7 Übersicht ipasafe-Lieferprogramm für Objekt- und Personenschutz

Anmerkungen zu nachfolgenden Tabellen

- Das maximale Gewicht pro Glaseinheit beträgt 1000 kg.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm bzw. die Prüfbedingungen des VdS.
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Bei größeren Glasdicken und/oder größerem SZR ist eine frühzeitige Abstimmung mit der AGC INTERPANE Anwendungstechnik erforderlich.

Tabelle I ipasafe-Lieferprogramm - angriffshemmende einschalige Verglasungen

Produkt	Code	Widerstandsklasse	Elementdicke	ca. Gewicht	Zusatzeigenschaften	Alarmgabe möglich	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
			mm	kg/m ²	-	-	cm	m ²	-
ipasafe	33.2	P1A	7	16	P2A/1 (B)1	-	225 x 321	7,22	1:10
ipasafe	33.2	P2A	7	16	1(B)1	-	225 x 321	7,22	1:10
ipasafe	44.2	P2A	9	21	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	55.2	P2A	11	26	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	66.2	P2A	13	31	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	88.2	P2A	17	41	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	1010.2	P2A	21	51	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	1212.2	P2A	25	61	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.3	P3A	9	21	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.4	P4A	10	22	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	55.4	P4A	12	27	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	66.4	P4A	14	32	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	88.4	P4A	18	42	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	1010.4	P4A	22	52	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.6	P5A	10	22	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	55.6	P5A	12	27	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	66.6	P5A	14	32	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	88.6	P5A	18	41	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	55.4 TVG	P4A	12	27	1(B)1	-	120 x 300	3,60	1:10
ipasafe	66.4 TVG	P4A	14	32	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	55.4 ESG	P4A	12	27	1(B)1	-	120 x 300	3,60	1:10
ipasafe	66.4 ESG	P4A	14	32	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	Alarm 44.4	P4A	10	22	1(B)1	ja	100 x 200	2,00	1:10
ipasafe	Alarm 66.4	P4A	14	32	1(B)1	ja	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.1	P2A-SI	9	21	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.2	P2A-SI	9	21	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.4	P4A-SI	10	22	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	33.2	P2A-SC-Plus	7	16	1(B)1 Schallschutz	-	225 x 321	7,22	1:10
ipasafe	44.2	P2A-SC-Plus	9	21	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	55.2	P2A-SC-Plus	11	26	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	66.2	P2A-SC-Plus	13	31	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	88.2	P2A-SC-Plus	17	41	1(B)1 Schallschutz	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	502-2	P6B	15	33	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	603-9	P7B	26	56	BR3-S/1 (B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	204-9	P8B	32	68	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	44.4	EH01	10	22	P4A/1 (B)1	-	260 x 420	10,92	1:10

5.13.7

Tabelle I ipasafe-Lieferprogramm - angriffshemmende einschalige Verglasungen (Fortsetzung)

Produkt	Code	Widerstandsklasse	Elementdicke	ca. Gewicht	Zusatzeigenschaften	Alarmgabe möglich	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
		mm	kg/m ²	-	-	cm	m ²	-	-
ipasafe	55.4 ESG	EH01	12	27	P4A/1(B)1	-	120 x 300	3,60	1:10
ipasafe	44.8	EH02	11	23	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	802-6	EH1	18	39	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	503-7	EH2	25	51	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	604-5	EH3	36	78	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	402-1-B	BR1-S	14	32	P4A/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	802-5-B	BR1-NS	18	42	P2A/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	103-3-B	BR2-S	21	45	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	902-7-B	BR2-S	19	43	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	104-1-B	BR2-NS	31	73	P6B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	403-5-B	BR3-S	24	54	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	704-3-B	BR3-NS	37	89	P6B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	004-8-B	BR4-S	30	66	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	304-6-B	BR4-S	33	80	SG1-S/P6B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	106-1-B	BR4-NS	51	123	1(B)1	-	260 / 420	8,13	1:10
ipasafe	504-4-B	BR5-S	35	81	SG2-S/P8B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	806-2-B	BR5-NS	58	141	P7B/1(B)1	-	260 / 420	7,09	1:10
ipasafe	347-2-B	BR5-NS	63	151	1(B)1	-	260 / 420	6,62	1:10
ipasafe	905-9-B	BR6-S	49	116	1(B)1	-	260 / 420	8,62	1:10
ipasafe	148-1-B	BR6-NS	71	170	1(B)1	-	260 / 420	5,88	1:10
ipasafe	408-1-B	BR6-NS	74	179	P8B/1(B)1	-	260 x 420	5,59	1:10
ipasafe	009-1-B	BR7-NS	80	188	P8B/1(B)1	-	260 / 420	5,32	1:10
ipasafe	304-6-B	SG1-S	34	82	BR4-S/P6B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	504-4-B	SG2-S	45	105	BR5-S/P8B/1(B)1	-	260 / 420	9,52	1:10
ipasafe Bank	603-9	BR3-S/P7B	26	56	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe Bank	66.4	P3A	14	32	P4A/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10

Tabelle II ipasafe-Lieferprogramm - angriffshemmende Isolierglas-Typen

Produkt	Code	Widerstandsklasse	Aufbau außen/SZR/innen	Elementdicke	ca. Gewicht	Zusatzeigenschaften	Alarmgabe möglich	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis
		mm	mm	kg/m ²	-	-	cm	m ²	-	-
ipasafe		P1A	7/10/4	21	26	P2A/1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		P1A	7/10/6	23	31	P2A/1(B)1	ja	225 x 321	7,22	1:10
ipasafe		P2A	9/10/4	23	31	1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		P2A	9/10/6	25	36	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:10
ipasafe		P3A	9/10/4	23	31	1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		P3A	9/10/6	25	36	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:10
ipasafe		P4A	10/10/4	24	32	1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		P4A	10/10/6	26	37	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:10
ipasafe		P5A	10/10/4	24	32	1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		P5A	10/10/6	26	37	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:10
ipasafe		P6B	15/10/6	31	48	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:6
ipasafe		P7B	26/10/6	41	71	BR3-S/1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:6
ipasafe		P8B	32/10/6	48	83	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:6
ipasafe		EH01	10/10/4	24	32	P4A/1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		EH01	10/10/6	26	37	P4A/1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:10
ipasafe		EH02	11/10/4	25	33	1(B)1	ja	141 x 240	3,40	1:6
ipasafe		EH02	11/10/6	27	38	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:10
ipasafe		EH1	18/10/6	34	54	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:6
ipasafe		EH2	25/10/6	41	66	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:6
ipasafe		EH3	36/10/6	52	93	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1:6
ipasafe	9205-1-B	BR3-NS	28/10/11	49	93	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:6
ipasafe	1205-1-B	BR4-S	11/10/20	41	70	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:6
ipasafe	2207-1-B	BR4-S	13/15/34	62	113	SG1-S/1(B)1	-	260 / 420	8,85	1:6
ipasafe	7206-1-B	BR4-NS	34/10/13	57	113	1(B)1	-	260 / 420	8,85	1:6
ipasafe	1207-1-B	BR4-NS	26/9/26	61	125	BR6-S/P4A/1(B)1	-	260 / 420	8,00	1:6
ipasafe	4207-1-B	BR5-NS	35/9/20	64	127	1(B)1	-	260 / 420	9,09	1:6
ipasafe	7207-1-B	BR5-NS	13/15/39	67	124	SG1-NS/1(B)1	-	260 / 420	8,06	1:6
ipasafe	3206-1-B	BR6-S	17/10/26	53	100	1(B)1	-	260 / 420	10,00	1:6
ipasafe	1207-1-B	BR6-S	26/9/26	61	125	BR4-NS/P4A/1(B)1	-	260 / 420	8,00	1:6
ipasafe	3209-1-B	BR6-NS	37/9/37	83	176	P6B/1(B)1	-	260 / 420	5,68	1:6
ipasafe	6208-1-B	BR7-S	32/9/35	76	157	P8B/1(B)1	-	260 / 420	6,37	1:6
ipasafe	8209-1-B	BR7-NS	44/9/35	88	188	P8B/1(B)1	-	260 / 420	5,32	1:6
ipasafe	2207-1-B	SG1-S	13/15/34	62	113	BR4-S/1(B)1	-	260 / 420	8,85	1:6
ipasafe	7207-1-B	SG1-NS	13/15/39	67	124	BR5-NS/1(B)1	-	260 / 420	8,06	1:6
ipasafe	9207-1-B	SG1-NS	30/9/30	69	145	P4A/1(B)1	-	260 / 420	6,90	1:6
ipasafe	9208-1-B	SG2-NS	35/9/35	79	162	P8B/1(B)1	-	260 / 420	6,17	1:6

5.13.8 ipasafe-Alarm

5.13.8

ipasafe-Alarm ist eine ESG-Scheibe, die zusätzlich über eine Alarmschleife verfügt, die an eine Einbruchmeldeanlage anzuschließen ist. Als Halbzeug kann es zu Isolierglas und zu monolithischem VSG weiterverarbeitet werden.

Funktionsweise

Als Alarmgeber fungiert die in die Oberfläche der ESG-Scheibe eingebrannte elektrisch leitende Alarmschleife. Da eine ESG-Scheibe bei Beschädigung stets über die gesamte Fläche bricht, werden somit auch die Alarmschleife unterbrochen und damit die angeschlossene Alarmanlage ausgelöst. Die ESG-Alarmscheibe muss zur Angriffsseite hin positioniert werden.

Elektrische Eigenschaften der Alarmschleife

Die maximal zulässige Stromstärke darf 0,5 A betragen. Der Widerstand der Alarmschleife beträgt $6 \Omega \pm 3 \Omega$.

Dieser niedrige Widerstand ermöglicht, dass mehrere ipasafe-Alarmscheiben an eine Primärleitung angeschlossen werden können. Dies ist vorteilhaft bei kleinformatischen Fensterteilungen, z. B. bei Sprossen.

Der Widerstand zwischen Schleife und Sabotageanschluss (Mittelleiter) ist größer als $20 M\Omega$. Somit ist Kompatibilität zu den marktüblichen Alarmanlagen sichergestellt.

Anschlusskabel

Zum Anschließen an die Einbruchmeldeanlage befindet sich an der Alarmschleife eine ca. 30 cm lange, vieradrige, flexible und einfarbige Rundleitung. Der Litzenquerschnitt beträgt je $0,14 \text{ mm}^2$. Werksseitig ist das Anschlusskabel mit einem Flachstecker ausgerüstet.

Optional ist ein 5 m bzw. 10 m langes Verlängerungskabel mit Buchse verfügbar.

Der Vorzug dieser feuchtegeschützten Steckverbindung liegt darin, dass auf der Baustelle weder Lötverbindung noch Schrumpfschlauch erforderlich sind. Damit ist eine schnelle und sichere Montage möglich. Bei einer Reparaturverglasung wird kein Elektriker benötigt; die Steckverbindung kann durch den Glaser hergestellt werden.

Beim Einsatz von Sicherungssystemen mit Alarmglas sind bereits in der Planungsphase die Elemente Glas, Rahmen und übrige Sicherungseinrichtungen aufeinander abzustimmen.

Die entsprechenden Richtlinien des VdS sind zu berücksichtigen.

Maximale Abmessungen für die ipasafe-Alarm-ESG-Scheibe

Glasdicke	Höhe x Breite in cm
4 mm	150 x 250
5 mm	200 x 300
6 mm	280 x 450
8 mm	280 x 600
10 mm	280 x 600
12 mm	280 x 600
15 mm	280 / 600

In der Ausführung ipasafe-VSG-Alarm sind die entsprechenden Maßrestriktionen zu berücksichtigen (s. Kap. 5.13.1).

In der Isolierglas-Ausführung sind die zulässigen Abmessungen bei den jeweiligen Produktkategorien zu finden.

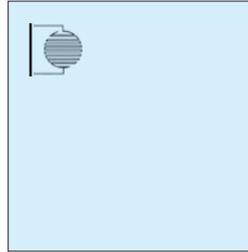
Wie bei allen ESG-Scheiben ist auch hier eine nachträgliche Bearbeitung nicht mehr möglich. Daher sind bei der Bestellung die genauen Abmessungen anzugeben.

Lage der Alarmschleife

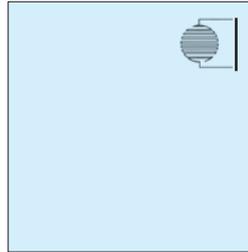
Bei der Bestellung von ipasafe Alarm muss die Lage der Alarmschleife angegeben werden.

Bei ipasafe-Alarm-Isolierglas stehen vier Möglichkeiten zur Auswahl:

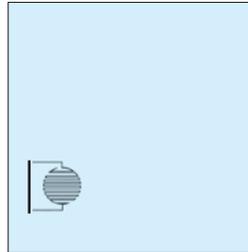
Die VdS Schadenverhütung GmbH empfiehlt, die Alarmschleife stets oben anzubringen.



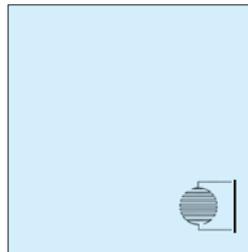
Rand oben links
= ROL



Rand oben rechts
= ROR



Rand unten links
= RUL



Rand unten rechts
= RUR

(Innenansichten)

Bei ipasafe-VSG-Alarmglas darf die Alarmschleife nur oben links oder oben rechts eingebaut werden.

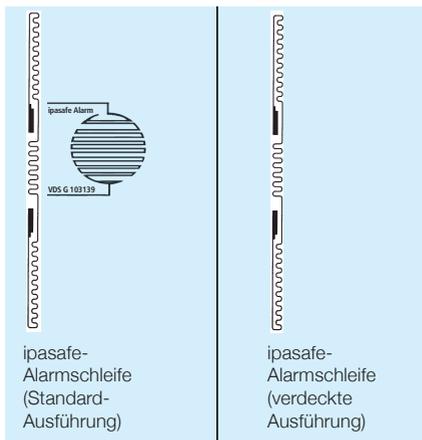
5.13.8

Varianten der ipasafe-Alarmschleife

In der Standard-Lieferausführung ist die Alarmschleife sichtbar. Die Form ist dem INTERPANE Warenzeichen nachempfunden.

Dadurch wird der Objektschutz auch nach außen hin sichtbar und signalisiert zusätzlich, dass Einbruchversuche Konsequenzen nach sich ziehen. ipasafe Alarm wirkt damit abschreckend.

Für Anwendungsbereiche, bei denen aus optischen Gründen auf die sichtbare Alarmschleife verzichtet werden soll (z. B. Sonnenschutzverglasungen ipasol), gibt es ipasafe Alarm auch in einer Variante mit unauffällig im Glasrand eingearbeitetem Alarmgeber. Im eingebauten Zustand (bei konventionellen Verglasungssystemen) wird diese Alarmschleife dann vom Glaseinstand verdeckt und ist damit praktisch nicht sichtbar.



ipasafe-Alarm-Isolierglas

Alle ipasafe Sicherheits-Isoliergläser mit durchwurf- bzw. durchbruchhemmenden Eigenschaften und alle VdS-geprüften Gläser lassen sich mit einer zusätzlichen Alarmgabe ausstatten. Weitere Kombinationen sind auf Anfrage lieferbar. Das gilt auch für konventionelle Isolierglas-Aufbauten und beschichtete Isoliergläser.

ipasafe-Alarm-Isolierglas wurde von der VdS geprüft und unter der Zulassungsnummer **G 103139** anerkannt.

ipasafe Alarm im Isolierglas-Verbund mit VSG bietet größtmögliche Sicherheit gegen Einbruch. Ein erster Durchdringungsversuch löst Alarm aus, und in der Folge behindert ipasafe-VSG den Einstieg, so dass Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.

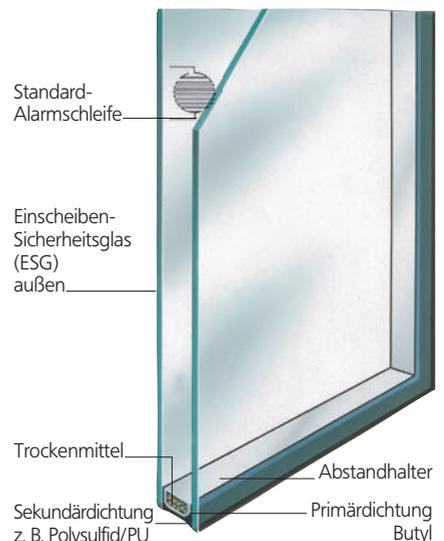
Für die Montage von ipasafe-Alarm-Isolierglas sind die „Einbauvorschriften“ gem. Kap. 6.10.13 zu beachten.

ipasafe-VSG-Alarmglas

Das monolithische ipasafe-VSG-Alarmglas wurde von der VdS ebenfalls unter der Zulassungsnummer **G 103139** anerkannt.

ipasafe-VSG-Alarmglas kann als einschaliges Element auch mit durchbruch- bzw. durchwurfhemmenden Eigenschaften geliefert werden. **Monolithisches VSG-Alarmglas ist nicht in verdeckter Ausführung lieferbar.**

Für die Montage von VSG-Alarmglas in monolithischer Ausführung sind die „Einbauvorschriften“ gem. Kap. 6.10.13 zu beachten.



Schnitt durch ipasafe Alarm-Isolierglas

5.13.9 Sicherheitsglas für besondere Anwendungen

5.13.9

Architekten und Planer haben Sicherheitsglas als Baumaterial entdeckt und nutzen deshalb mehr und mehr die außergewöhnlichen strukturellen und gestalterischen Reserven dieses faszinierenden Materials.

Auf den nachfolgenden Seiten beschreiben wir Sicherheitsglas-Produkte von INTERPANE für spezielle Anwendungen für die entsprechende Erstprüfungen vorliegen.

ipasafe mit SentryGlas

SentryGlas®-Zwischenlagen von DuPont erweitern in speziellen Anwendungsbereichen die ohnehin breiten Einsatzmöglichkeiten von Verbund-Sicherheitsglas.

Die SentryGlas®-Zwischenlage ist fünfmal stärker und bis zu hundertmal steifer als herkömmliche Glaslamine. Mit dieser Stärke, wird das Glas zum aktivem und strukturellem Element in der Gebäudehülle und eröffnet dadurch neue Gestaltungsmöglichkeiten.

Vorteile gegenüber herkömmlichem VSG mit PVB-Folien:

- Höhere Resttragfähigkeit
- Höhere Kantenstabilität = Minimierung von Delamination
- Höhere Tragfähigkeit, bessere Leistung bei Windkräften
- Dünnerer Gesamtverbund (Glasdicke) möglich = Gewichtsreduktion
- Höhere Transparenz = weniger Verfärbungen (Gelbstich)

Hurrikan-Verglasungen

In den Hurrikan-gefährdeten Zonen Nordamerikas wird zunehmend sogenanntes Hurrikan-Glas verwendet. Besonderes Interesse finden Lösungen mit Verbund-Sicherheitsglas bei amerikanischen und global agierenden Versicherungsunternehmen. Denn: Bei herkömmlicher Einfach- oder Doppelverglasung zerdrückt der Sturm die Fensterscheiben des Hauses, dringt in das Haus ein, sucht sich den Weg durch das Haus nach oben, hebt dabei das Dach an und entweicht so aus dem Haus. Dabei werden die verheerenden Schäden angerichtet, die entweder die Innenräume zerstören oder im schlimmsten Fall das Gebäude zum Einsturz bringen. Hält die Fensterscheibe stand, können die Sturmböen nicht eindringen - das Haus trägt äußere Schäden davon, bleibt innen aber intakt. Menschenleben werden gerettet und Schäden reduziert.

Gegenwärtig gibt es 4 Regionen, die Hurrikan-resistente Baustandards (building codes) implementiert haben: Dade County, Broward County, Beach County und Monroe County.

Dabei erfolgen die Tests nach dem Standard SSTD 12-97 für durchbruchhemmende Verglasungen des Southern Building Code Congress International (SBCCI).

5.13.9

Structural Glazing

Unter Structural Glazing versteht man geklebte oder über Klemmprofile zwischen den einzelnen Scheiben gehaltene Ganzglasfassaden, bei welchen die Konstruktion „unsichtbar“ hinter der Glasfassade liegt (s. Kap. 3.8). Die Verglasung wird rückseitig mit der Metallstruktur der Fassadenkonstruktion verklebt. Die Fugen zwischen den einzelnen Scheiben können mit einer dauerelastischen Dichtungsmasse oder -profilen abgedichtet werden. Die Press- und Deckleisten entfallen, sodass der Eindruck einer halterlosen Ganzglasfassade erzeugt wird. Damit lassen sich architektonisch besonders hochwertige Lösungen mit absolut flächenbündigem Fassadendesign umsetzen.

In Deutschland müssen die Glaselemente ab einer Einbauhöhe von acht Metern über Gelände zusätzlich mechanisch gegen Sog gesichert werden.

Diverse Systemanbieter halten variantenreiche Lösungen sowohl für großflächige als auch kleinformige Konstruktionen bereit. Bei der Beratung unterstützt INTERPANE seine Kunden gern.

INTERPANE bietet für geklebte Fassadenelemente Sicherheitsgläser mit Sieb- oder Digitaldruck bzw. Emaillierungen zur Verklebung mit dem Klebstoff DC 993 von Dow Corning nach der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-70.1-75 an.

Zur Sicherung der in der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung von Dow Corning geforderten Qualität für bedruckte Scheiben wurde dieses Produkt auf der Basis von Erstprüfzeugnissen in die bestehende „Werkeigene Produktionskontrolle“ integriert. Die Einhaltung der Qualitätsanforderungen wird mit der Herstellererklärung bestätigt und durch das Ü-Zeichen gekennzeichnet.



Schiffsverglasungen

Im maritimen Einsatzgebiet werden spezielle Anforderungen an das Glas gestellt. Das Schiffsglas muss hohen Belastungen standhalten und dabei dauerhafte Transparenz bieten.

Hierfür werden Scheiben aus Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) für rechteckige und runde Schiffsfenster bei AGC INTERPANE mit speziellen Parametern produziert und anschließend auf einer kalibrierten Messeinrichtung nach der Norm ISO 614 geprüft.

Diese Norm wurde vom internationalen Komitee ISO/TC8 „Schiffe und Meerestechnik“ ausgearbeitet.

Je nach Anforderung können die Glasdicken zwischen 6 mm und 19 mm betragen.

Ferner können bei AGC INTERPANE auch Sonderkombinationen, wie z. B. Heizglas für diesen speziellen Einsatzbereich, gefertigt werden. Solche beheizbaren Glasscheiben werden auf Schiffen in erster Linie für Ruderhaus- und Brückenfenster verwendet, aber auch in umschlossenen Räumen, die zu Ausguck- und Manövrierzwecken dienen. Die Heizscheiben können bis zu einer Außentemperatur von -40 °C eingesetzt werden. Sie müssen einwandfreie Durchsicht bei allen Wetterlagen sicherstellen. Ein Beschlagen oder Vereisen der Glasscheibe muss verhindert werden (s. Kap. 5.14.1).

Fahrzeugverglasungen

Das AGC INTERPANE Lieferprogramm umfasst diverse Glasprodukte aus dem Sicherheitsbereich, welche als gesamte Verglasung von Kraftfahrzeugen eingesetzt werden.

Je nach Anforderung kann dies Einscheiben-Sicherheitsglas sowie Verbund-Sicherheitsglas sein. Eine erhöhte Durchschlagsfestigkeit sowie einbruchhemmende Wirkung sind hier gefordert, um auch ausgefallene und besondere Projekte im Bereich Fahrzeugverglasung zu realisieren. Kundenspezifische Zulassungen gemäß internationalen Normen für Frontscheiben sind bei AGC INTERPANE ebenfalls vorhanden.

ipasafe-Fahrzeugglas eignet sich für:

- Schienenfahrzeuge wie Triebwagen, Straßenbahnen, Einschienen- und Zahnradbahnen
- Sonderfahrzeugbau
- Bau von Einzelanfertigungen und Prototypenbau

5.14 Technische Funktionsgläser

5.14

Die zeitgemäße Architektur ist eine Architektur des Lichtes, der Leichtigkeit und der Transparenz.

Anspruchsvolle Planer und Bauherren fordern heute Glaskonstruktionen als Substitut für nichttransparente Werkstoffe. Diese Herausforderungen einerseits und die Vielseitigkeit unserer Sicherheitsglas-Palette andererseits ermöglichen ein umfassendes Spektrum praktischer Glasanwendungen.

Von der „einfachen“ Innentür bis zu aufwendigen Glaskonstruktionen, die bisher notwendige Baustoffe komplett substituieren – der edle Werkstoff Glas ist sichtbarer Ausdruck zeitgemäßer Architektur.

5.14 Technische Funktionsgläser

- 5.14.1 ipatherm – Heizglas
- 5.14.2 ipasafe S – begehbares Glas
- 5.14.3 ipador-Ganzglas-Türen
- 5.14.4 ipador-Ganzglas-Anlagen (GGA)
- 5.14.5 ipador-Horizontalschiebewände (HSW)
- 5.14.6 ipasafe-Konstruktionsglas
- 5.14.7 Bearbeitung für Glashaltesysteme
- 5.14.8 ipatec – punktgehaltene Vordächer und Überkopferglasungen
- 5.14.9 Verglasungen für Aufzugsanlagen

5.14.1 ipatherm – Heizglas

ipatherm ist ein beheizbares Glas, dessen Oberflächentemperatur bis zu 60°C warm werden kann. Die ipatherm-Heizgläser bestehen aus zwei miteinander verbundenen thermisch vorgespannten Scheiben, Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG). Auf einer der beiden Scheiben befindet sich eine wärmeerzeugende, transparente Schicht, welche über eine Kante elektrisch kontaktiert wird. Die beiden Scheiben sind zu einem Verbundglas (VG), welches Sicherheitseigenschaften besitzt, verbunden. Die Kombination mit einer Vielzahl von Gläsern ist möglich; ebenso die Weiterverarbeitung zu Isolierglas. Die benötigte Heizleistung ist vom Verwendungszweck und den Umgebungsbedingungen abhängig. Eine vorherige Rücksprache mit dem zuständigen Planer bzw. Heizungsbauer ist deshalb notwendig.

Die ipatherm-Heizgläser sind für den Einsatz im Innenbereich und eingeschränkt auch für den Außenbereich geeignet. Bei der Verwendung als Isolierglas ist das ipatherm-Heizglas in der Regel raumseitig vorzusehen. **Die Verwendung in Fahrzeugen ist nicht zugelassen.**

Die Anwendungsgebiete dieser technischen Gläser sind vielfältig:

- Entfrosten von vereisten Scheiben
- Entfernen von Kondensat auf beschlagenen Scheiben
- Steigerung von Wohnkomfort in Räumen ohne herkömmliche Heizung

Standardmäßig sind rechteckige Formen von 200 mm x 300 mm bis 2400 mm x 3000 mm lieferbar. Weitere Formen sind auf Anfrage möglich.

Das Heizglas wird direkt an die Spannungsversorgung angeschlossen und kann mit einem Instrument zur Temperaturüberwachung kontrolliert werden. Zusätzlich kann bei einer oder mehreren Scheiben die Raumtemperatur über ein Thermostat geregelt werden. Diese Elemente sind nicht im Lieferumfang enthalten

Scheibentemperaturüberwachung

Die Überwachung dient zur Einstellung einer beliebigen Temperatur und sichert die Einhaltung der max. zulässigen Scheibentemperatur von 60°C. Diese Überwachung ist bei einer Flächenleistung ab 400 W/m² notwendig. Jede Scheibe benötigt eine eigene Temperaturüberwachung. Ein Anschluss der Scheiben bis 8 A ohne zusätzliches Relais ist möglich.

Raumthermostat

Mit Hilfe eines oder mehrerer Raumthermostate können die Heizscheiben je nach Wärmebedarf des überwachten Raumes ein- und ausgeschaltet werden. Es können beliebige Raumthermostate mit Relaisausgang verwendet werden. Durch die Verwendung von zusätzlichen Relais können praktisch beliebig viele Heizscheiben über ein Raumthermostat angesteuert werden. Das Raumthermostat und Relais sind bauseitig vorzusehen.

Ungeregelte Heizscheiben

Diese Variante kommt immer dann zum Einsatz, wenn nur eine geringe Flächenleistung (< 400 W/m²) der Heizscheibe benötigt wird. Ein Einsatzfall ist z. B. die Beschlagfreiheit von Scheiben.

Elektrische Werte		
Anschlussspannung	230 V ~ auf Wunsch auch weitere Spannungsvarianten	
Frequenz	50-60 Hz	
Leistung	max. 3600 W	
Strom	max. 16 A	
Temperatur	max. 60 °C	
Flächenleistung	max. 1000W/m ²	
Schutzart	IP44 für das Verbundglas, IP42 für den Trafo, IP20 für das Thermostat	
Schutzklasse	II	
Größenrestriktionen	Max.	Min.
Breite	2400 mm	200 mm
Länge	3000 mm	300 mm
Dicke	12/2 ca. 14 mm	

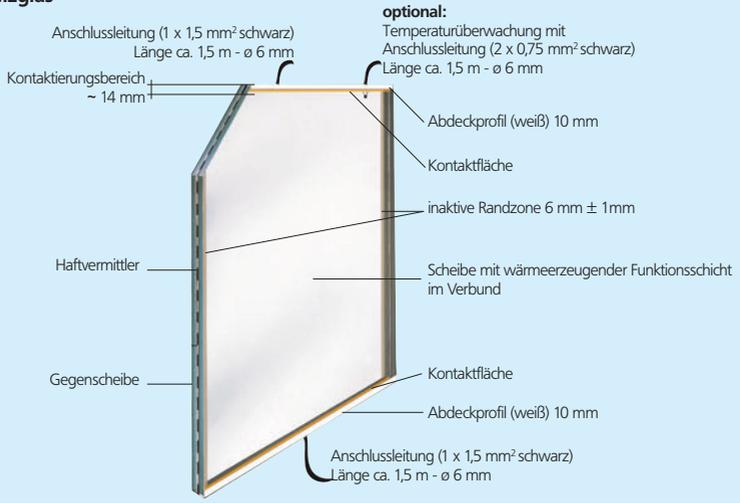
Normen und Zertifizierungen

- CE-Zertifikat auf Anfrage
- Nachweis der Konformität zur Niederspannungsrichtlinie (Richtlinie 2006/95/EG) durch Prüfbericht LB.950.01/12-139 der Prüf- und Zertifizierungsstelle Elektrotechnik des DGUV Test (Berufsgenossenschaft Energie, Textil, Elektro, Medienerzeugnisse).

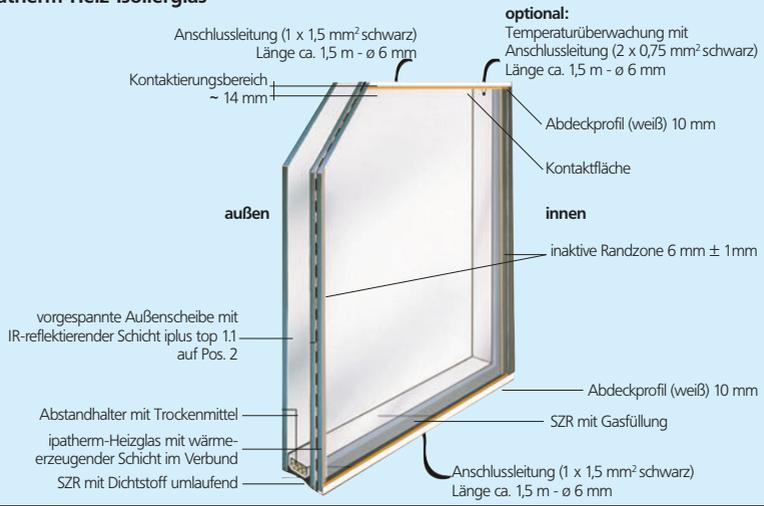
5.14.1

5.14.1

ipatherm-Heizglas



ipatherm-Heiz-Isolierglas



Lichttechnische und strahlungsphysikalische Werte (EN 410)

	ipatherm-Heizglas	ipatherm-Heiz-Isolierglas mit iplus top 1.1
Glasaufbau	12/2-4	6;-16-12/2-4 ¹⁾
Lichttransmission	81 %	71 %
Licht-Reflexion aussen	9 %	13 %
Licht-Reflexion innen	9 %	12 %
UV – Transmission	0 %	0 %
g-Wert	66%	55 %
U _g -Wert (EN 673)	5,5 W/m K	1,1 W/m K

252 ¹⁾ mit Beschichtung iplus top 1.1 auf Pos. 2 – Technische Dokumente in diversen Sprachen sind bei Interpane Hildesheim erhältlich.

5.14.2 ipasafe S – begehbares Glas

5.14.2

Bei der Innenraumgestaltung sind begehbare Flächen in Glas sehr wirkungsvoll.

Der grundsätzliche Glasaufbau besteht aus Verbund-Sicherheitsglas (VSG) mit einer oberliegenden Schutzscheibe aus vorgespanntem Glas (ESG/TVG) und dem tragenden Glaspaket. Folgende Punkte sind bei der Anwendung von begehbaren Glasscheiben zu beachten:

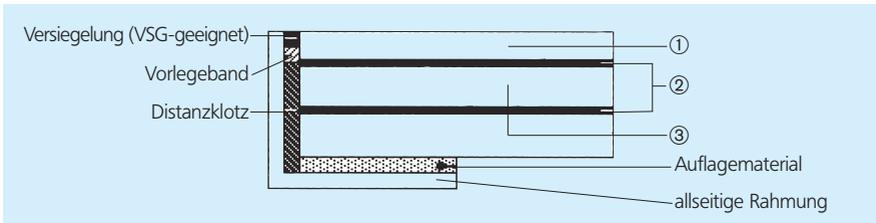
- Die Glasscheiben sind auf einer ebenen und biegesteifen Unterkonstruktion zu verlegen.
- Die Glasscheiben sollen allseitig auf einem 60 bis 80 Shore A harten Auflagematerial verglast werden. Glas-Glas- oder Glas-Metall-Kontakt ist nicht zulässig.
- Die Glasauflage soll etwa 30 mm betragen.
- Die Glaskanten sind mindestens geschliffen. Andere Kantenbearbeitungen sind vorzuziehen.

- Zur Vermeidung der Rutschgefahr sollten die Glasoberflächen mit einer rutschhemmenden Oberfläche gem. Arbeitsstättenverordnung bestellt werden. Die Rutschhemmung kann wahlweise aus einem keramischen Aufdruck oder aus einer geätzten Oberfläche in diversen Designs bestehen.

- Die Glasoberfläche ist anfällig für Kratzer.
- Treppenstufen müssen bei zweiseitiger Lagerung im Einzelfall bemessen werden. Die Reststand-sicherheit ist durch Bauteilversuche nachzuweisen.
- Für vierseitig gelagerte Glasscheiben mit der entsprechenden Flächen- bzw. Punktlast können die Glasdicken dem Diagramm auf folgender Seite entnommen werden.

Für den Einbau der Gläser und der Zustimmung im Einzelfall (Z.i.E.) hält Interpane alle notwendigen Antragsunterlagen bereit.

Bild 1 Scheibenaufbau und Verglasungsempfehlung



- ① Schutzscheibe, die den tragenden Glasverbund vor Beschädigung schützt
Die Schutzscheibe ist bei allen Scheibenaufbauten mindestens 6 mm dick und besteht in der Regel aus einem vorgespannten Glas (ESG/TVG) mit oder ohne Bedruckung.
- ② Folien aus PVB
- ③ Der tragende Glasverbund besteht aus zwei oder mehr Glasscheiben.

Nicht zu verwechseln mit begehbaren Verglasungen sind bedingt betretbare Verglasungen (s. Kap. 7.2.2), die z. B. zu Wartungs- und Reinigungszwecken zu betreten sind (Dächer etc.). Für diese Verglasungen gelten die Prüfgrundsätze GS-BAU-18 (Februar 2001) des Hauptverbandes der gesetzlichen Berufsgenossenschaften (HVBG).

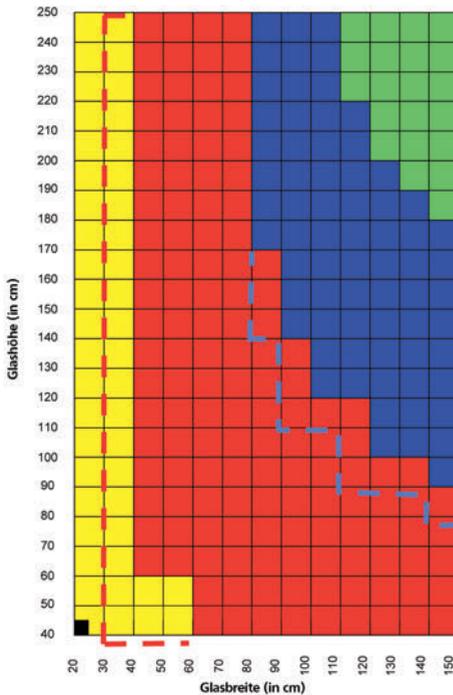
5.14.2

Diagramm zur Bemessung begehbare Verglasungen bei vierseitiger Lagerung

Randbedingungen: Zulässige Biegezugspannung: Floatglas 15 N/mm² (lt. TRLV)
 Zulässige Biegezugspannung: TVG 29 N/mm² (lt. TRLV u. AbZ.)
 Zulässige Durchbiegung: l/200

Belastung: Flächenlast 5 kN/m² + Eigenlast
 Punktlast 2 kN auf 50 mm x 50 mm (Plattenmitte) + Eigenlast

- Der ungünstigere Fall wurde für die Bemessung angenommen.
- Die oberseitige TVG-Scheibe 6 mm wurde statisch berücksichtigt.
- Die Berechnungen gelten nur bei einer allseitig linienförmigen, ebenen, biege- und verwindungsteifen Auflage und gelenkiger Lagerung.



• **TRLV mit Lastannahmen aus EN 1991**

Die gestrichelten Linien zeigen die notwendige Verschiebung der Maximalabmessungen im Geltungsbereich von ipasafe S26 und ipasafe S30. Rechts von der in rot gestrichelten Linie im gelben Feld ist der Aufbau ipasafe S30 zu verwenden, rechts von der in blau gestrichelten Linie im roten Feld ist der Aufbau ipasafe S36 zu verwenden, damit die Anforderungen der aktuell gültigen TRLV in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1:2010-12 und DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 erfüllt werden.

• **DIN 18008-5 mit Lastannahmen aus EN 1991**

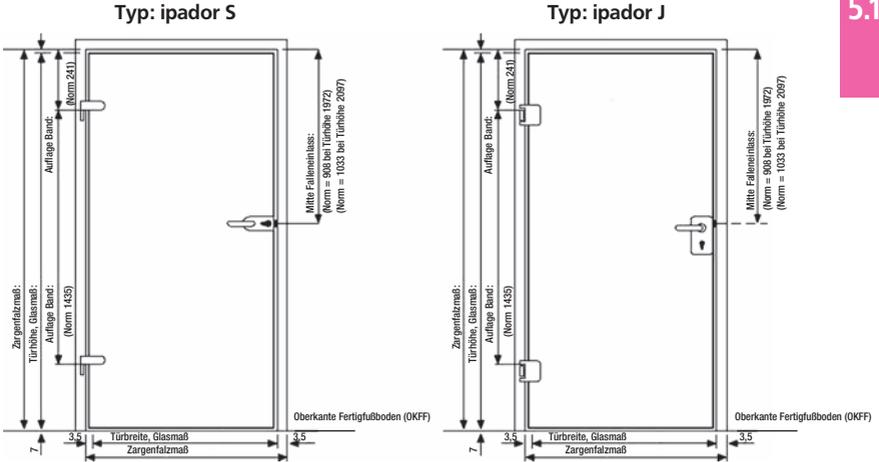
Hier gilt das Diagramm ohne Berücksichtigung der gestrichelten Linien.

	Produkt	Gewicht in kg/m ²	Dicke in mm	Dickentoleranz in mm
■	ipasafe S26	67	28	± 2
■	ipasafe S30	77	32	± 2
■	ipasafe S36	93	39	± 2
■	ipasafe S44	113	47	± 2

Minimale Scheibengröße 250 mm x 450 mm

5.14.3 ipador-Ganzglas-Türen

5.14.3



Die ipador-Produktpalette umfasst auch ein umfangreiches und anspruchsvolles Ganzglas-Türenprogramm für den Innenraumbereich der Wohn- und Arbeitswelt.

ipador-Ganzglas-Türen bringen Licht in die Räume, gliedern, ohne zu trennen, und lassen die Räumlichkeiten großzügig erscheinen.

Mit einer reichhaltigen Auswahl von aktuellen Glasdessins und modernen funktionssicheren Beschlägen lassen sich die Glastüren harmonisch auf die übrige Gestaltung des Interieurs abstimmen. Für besonders individuelle Raumgestaltung empfehlen wir das ipador-Lieferprogramm (s. Seite 257).

Die Lieferung erfolgt in gängigen Standardmaßen (Typ S, Typ J) oder kundenspezifisch maßgefertigt nach eigenen Vorstellungen und Wünschen in Variant-Ausführung. Der Typ S unterscheidet sich von dem Typ J durch Art und Ausbildung der Beschläge, je nach Anforderungen der Zargenausführung.

Standardabmessungen für den Einbau in Zargen für gefälzte Türen:

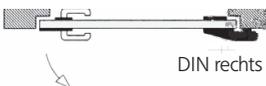
Normhöhe 1 = 1972 mm

Rohbaurichtmaß	mm	750 x 2000	875 x 2000	1000 x 2000
Zargenfalzmaß	mm	716 x 1983	841 x 1983	966 x 1983
Glasmaß	mm	709 x 1972	834 x 1972	959 x 1972
Glasmaß für Tür mit Schiene	mm	709 x 1942	834 x 1942	959 x 1942

Normhöhe 2 = 2097 mm

Rohbaurichtmaß	mm	750 x 2125	875 x 2125	1000 x 2125
Zargenfalzmaß	mm	716 x 2108	841 x 2108	966 x 2108
Glasmaß	mm	709 x 2097	834 x 2097	959 x 2097
Glasmaß für Tür mit Schiene	mm	709 x 2067	834 x 2067	959 x 2067

Bei der Planung ist unbedingt die Anschlagart (s. Darstellung) zu beachten. Die Strukturseite ist immer die Bandseite.



DIN rechts



DIN links

Darstellung der Anschlagarten DIN-Richtung

5.14.3

Lieferbare Glasarten von ipador-Ganzglas-Türen

Glasart	Ausführung	ipador S und ipador J			ipador Variant	
		Abmessungen und Glasdicken in mm				
	Normhöhe 1:	709 x 1972	834 x 1972	959 x 1972	< 1000 x 2100	< 1200 x 2300
	Normhöhe 2:	709 x 2097	834 x 2097	959 x 2097		
	Farbe	8 mm	8 mm	8 mm	8 mm	10 mm
Floatglas	hell	X	X	X	X	X
Floatglas	blau	X	X	X	X	X
Floatglas	bronze	X	X	X	X	X
Floatglas	grau	X	X	X	X	X
Floatglas	grün	X	X	X	X	X
Satiniertes Glas	weiß	X	X	X	X	X
SR Chinchilla	weiß	X	X	X	X	-
SR Chinchilla	bronze	X	X	X	X	-

Dem Interieur angepasste Beschläge in unterschiedlichen Formen und Farben können komplett als Garnitur mitgeliefert werden.



Schloss-Drücker-Kombination



Türband



Schloss-Drücker-Kombination



Türband

ipador-Ganzglas-Türen mit Gestaltung

Das neue Türenprogramm setzt Akzente. Die Transparenz des Sicherheitsglases in Verbindung mit reizvollen Dessins gibt jedem Raum Großzügigkeit und eine besondere Note.

Farbe, Form, Licht und Glas bilden bei ipador eine ästhetische Einheit. Glastüren schaffen nicht nur architektonische Weite, sondern betonen das Interieur als kreative Raumelemente.

ipador – Bedruckung auf Glas

Diese ipador-Ganzglastüren werden im Siebdruck- oder Digitaldruck-Verfahren mit hochwertigen Emaillefarben beschichtet. Die im Vorspannprozess eingebrannten Farben sind lichtecht, abrieb- und kratzfest.

ipador – Rillenschliff auf Glas

Klassisch oder modern – ipador-Türen mit edlem Rillenschliff für das ganz besondere Wohnvergnügen.

ipador – Applikationen auf Glas

Ob nur zusätzlicher Glanzpunkt auf einer ipador Ganzglastür oder als generelles Gestaltungsprinzip: Applikationen aus Glas, Metall, Holz oder Stein setzen visuelle Akzente und unterstreichen Ihren persönlichen Stil.

ipador – edle Mattierung auf Glas

Durch feine Sandstrahlung wird das Glas mattiert und zaubert filigrane Formen, Strukturen und Muster auf die Oberfläche. Auf Wunsch können Türen nach individuellen Entwürfen in vielfältiger Weise gestaltet werden.

ipador – Chrom & Glas

Die Türen mit ipachrome-design-T-Beschichtung bestechen durch eine partiell oder flächig aufgebrachte hochglänzende Oberfläche. Das chromhaltige Mehrschichtsystem ist hochreflektierend wie ein konventioneller Silberspiegel, aber wesentlich belastbarer und auch für Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit geeignet.



Gerne beraten wir Sie kompetent bei Einzel- und Serienfertigungen. Alle Designs können im Internet angesehen werden unter: www.interpane.com/ipador

5.14.4 ipador-Ganzglas-Anlagen (GGA)

5.14.4

ipador-Ganzglas-Anlagen (GGA) sind elegante Lösungen für den anspruchsvollen Eingangsbereich.

Ihre Transparenz wirkt einladend, ihre Leichtigkeit ästhetisch, ihr Glanz repräsentativ.

Fast alles ist möglich: einflügelige oder zweiflügelige Anschlag- oder Pendeltüren, Segmentbogen- oder Rundbogentüren, jeweils auch mit Oberlicht und Seitenteilen.

Die Glasarten können durchsichtig klar oder gefärbt, transluzent mit oder ohne Struktur sein. Mattierungen, Designschliff und Emallierungen zur individuellen Gestaltung sind in verschiedenen Variationen möglich (s. Kap. 5.15).

ipador-Ganzglas-Anlagen bestehen stets aus hochwertigem ipasafe-Einscheiben-Sicherheitsglas (s. Kap. 5.13.1). Dieses Spezialglas ist nahezu unempfindlich gegen Stoß und Schlag und hochwiderstandsfähig bei Biegebeanspruchung.

Im Falle der gewaltsamen Zerstörung zerfällt es in kleine Krümel.

Die üblichen Glasdicken sind 10 mm oder 12 mm je nach Größe der Anlage. Entsprechend den statischen Erfordernissen können Aussteifungen erforderlich werden.

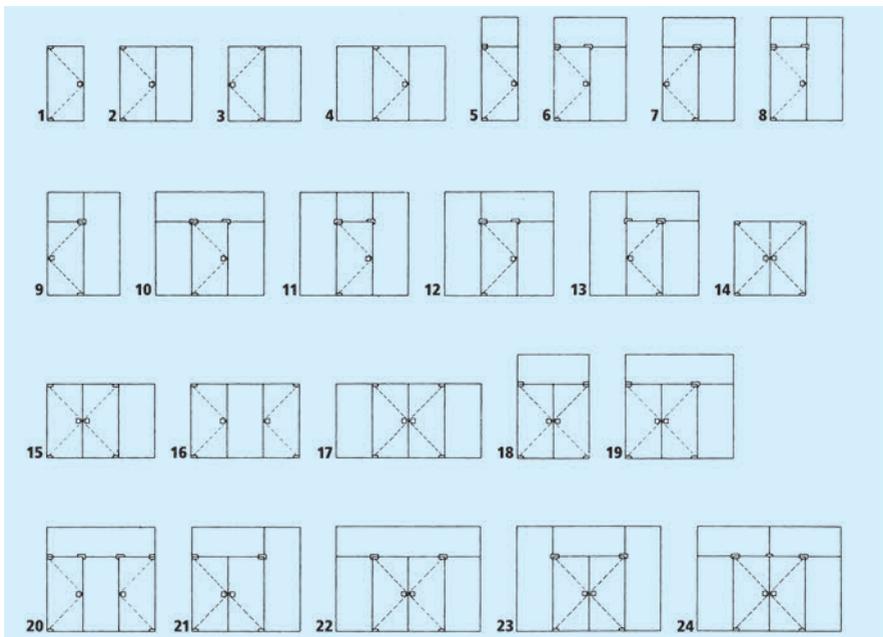
Ein umfangreiches Beschlagprogramm ermöglicht differenzierte und mannigfaltige Funktionen. Durch variable Oberflächengestaltung können die Beschläge den unterschiedlichsten Einrichtungsanforderungen angepasst werden.

Die Glaskanten sind im sichtbaren Bereich poliert und entsprechen damit höchsten Ansprüchen.

Typenübersicht

Durch die Vielfalt von Kombinationen (Flügel, Seitenteile, Oberlichter) ergeben sich die unterschiedlichsten Möglichkeiten der Aufteilung der Glasfläche in feststehende und bewegliche Elemente.

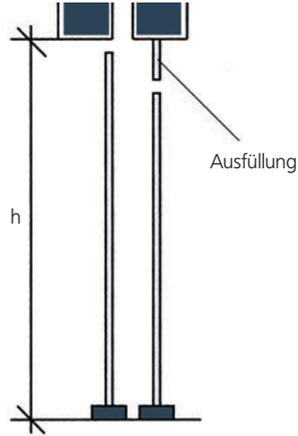
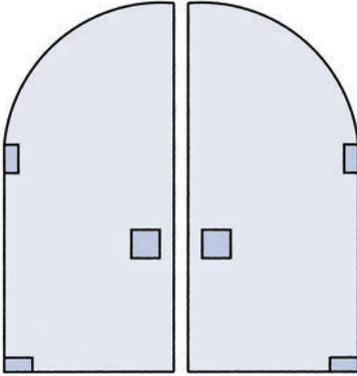
Nachfolgende Typenübersicht (1 bis 24) dokumentiert den Variantenreichtum.



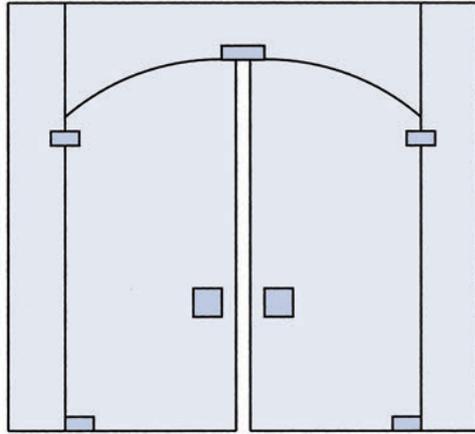
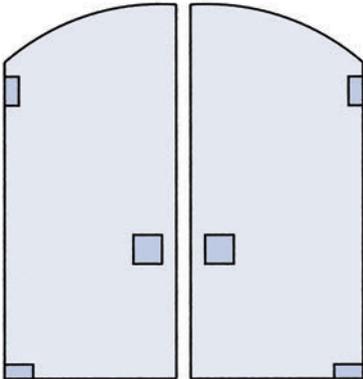
ipador-Ganzglas-Anlagen, Typenübersicht

Neben den zuvor gezeigten Türformen können auch Rundbogen- oder Segmentbogen-Türen eingebaut werden (s. folgende Abbildungen).

Rundbogen-Türen



Segmentbogen-Türen



Bei Rundbogen- und Segmentbogen-Türen kann je nach Mauerlaibungsbreite und Stichmaß (h) ein großer Zwischenraum zwischen Türoberkante und Laibung notwendig werden, damit die Tür bis auf 90° geöffnet werden kann. In diesem Fall sollte der Luftspalt bauseits ausgeglichen werden.

5.14.4

Türarten

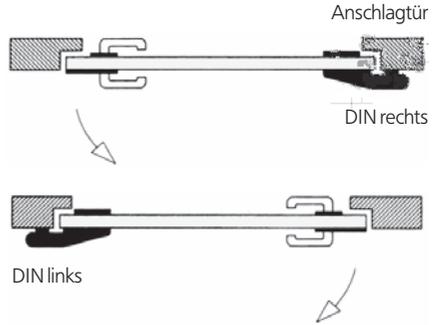
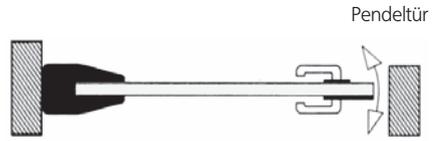
Bei der Öffnungsart der Türen kann zwischen Pendel- oder Anschlagtür gewählt werden.

● **Pendeltür**

Öffnungsrichtung nach beiden Seiten

● **Anschlagtür**

Bei der Anschlagtür wird zwischen DIN rechts und DIN links unterschieden. Die DIN-Richtung wird von der Bandseite aus bestimmt. Die Öffnung ist nur nach einer Seite (Bandseite) möglich.

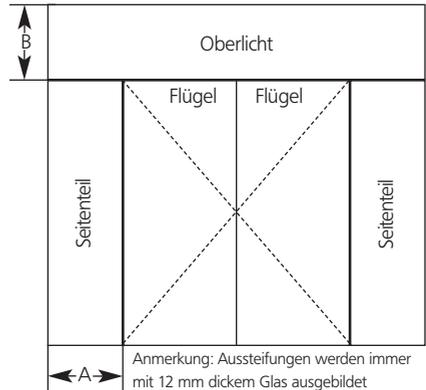


Aussteifungsgläser

Bei Ganzglas-Türanlagen, die aus mehreren Scheiben bestehen, können auf Grund der Glasabmessungen und der Glasaufteilung Aussteifungsgläser erforderlich sein.

Ist das Maß A oder B ≤ 400 mm, sind auch bei Überschreitung der nachstehend aufgeführten Grenzwerte keine Aussteifungsgläser erforderlich.

Die Ausführung der Aussteifungsgläser richtet sich nach den statischen und bauaufsichtlichen Erfordernissen.



Dimensionierung der Aussteifungsgläser

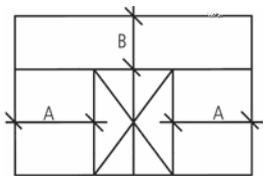
Die nachfolgenden Diagramme geben eine Übersicht über die erforderlichen Aussteifungsvarianten:

- Aussteifungen über Oberlichthöhe
- Aussteifungen über Anlagenhöhe
- maximale Abmessungen Türflügel

Um eine einwandfreie Funktion der Tür zu gewährleisten, müssen die im Diagramm aufgezeigten Werte eingehalten werden.

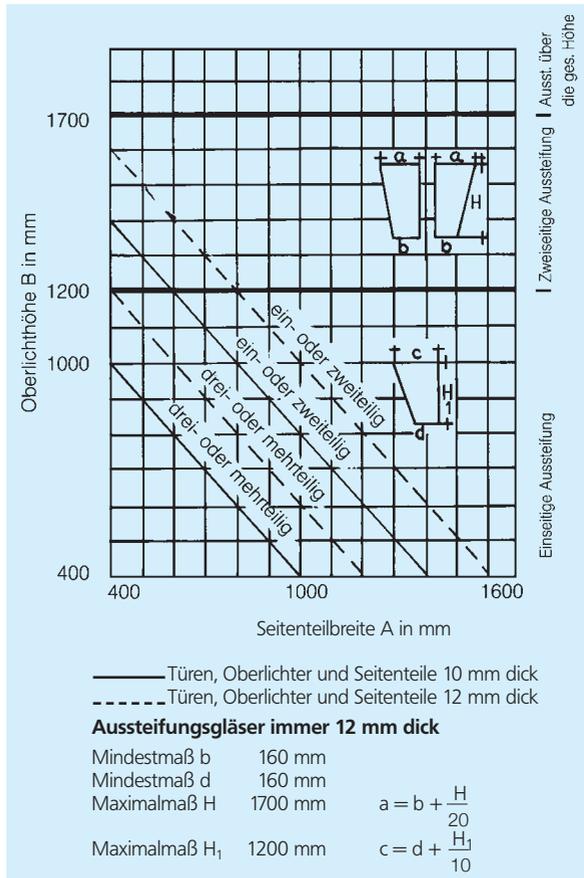
Bemessung der Aussteifungen über Oberlichthöhe

Die Abmessung der Aussteifung ist abhängig von der Aufteilung der Oberlichter.



Ablesebeispiele:

1. A = 1100 mm, B = 600 mm:
Drei- oder mehrteilige Oberlichter müssen einseitig ausgesteift werden.
2. A = 1000 mm, B = 1300 mm:
Alle Oberlichter müssen doppelseitig ausgesteift werden.
3. A = 600 mm, B = 1900 mm:
Alle Anlagen müssen durchgehend über die gesamte Höhe ausgesteift werden.

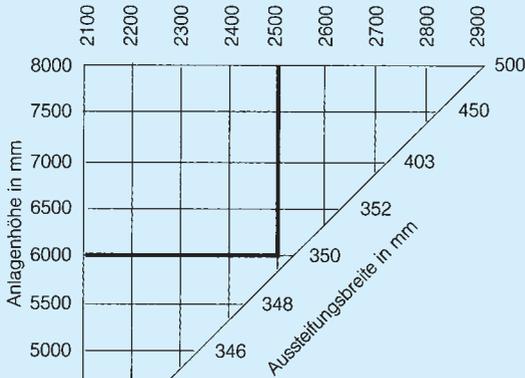


5.14.4

Bemessung der Aussteifungen über Anlagenhöhe

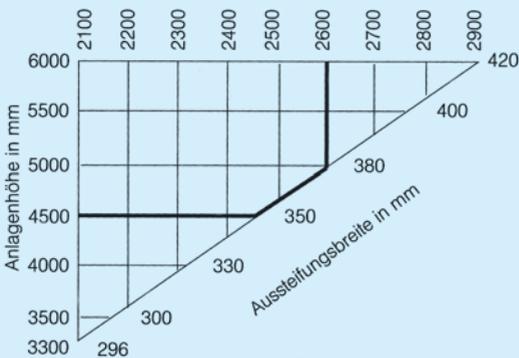
Doppelseitige Aussteifung: Pendeltüren

Türhöhe in mm

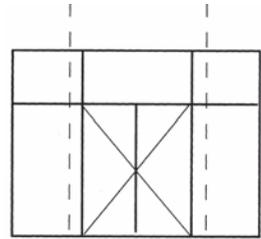


Einseitige Aussteifung: Anschlagtüren

Türhöhe in mm



Aussteifungsgläser



Ablesebeispiele:

1. Doppelseitige Aussteifung: Pendeltüren

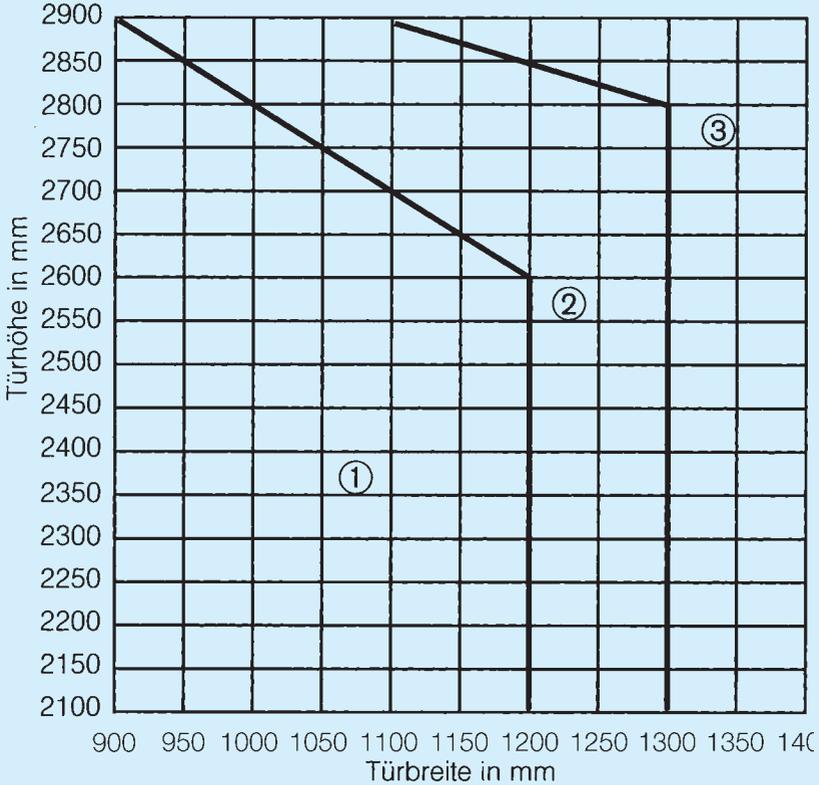
Anlagenhöhe 6000 mm/
Türhöhe 2500 mm:
Es ist eine Aussteifungsbreite von 350 mm erforderlich.

2. Einseitige Aussteifung: Anschlagtüren

Anlagenhöhe 4500 mm/
Türhöhe 2600 mm:
Es ist eine Aussteifungsbreite von 380 mm erforderlich.

Anm.: Zieht man von der Anlagenhöhe eine waagerechte Linie, so bestimmt der Schnittpunkt mit der Diagonalen die Aussteifungsbreite. Eine senkrechte Linie vom Schnittpunkt nach oben zeigt die max. Türhöhe für die Aussteifungsbreite. Ist die Türhöhe größer, folgt man der Diagonalen, bis man die senkrechte Linie zur Türhöhe erreicht.

Maximale Abmessungen: Türflügel



- | | |
|---|--------------------|
| ① Leichtmetall-(LM-)Band oben und unten | Glasdicken (in mm) |
| ② Leichtmetall-(LM-)Band oben und Leichtmetall-(LM-)Schiene unten | 10 oder 12 |
| ③ Rücksprache mit der INTERPANE Anwendungstechnik erforderlich | 10 oder 12 |

5.14.4

Standardbearbeitung der ipador-Ganzglas-Anlagen

Türflügel	Seitenteil und Oberteil
● alle Kanten poliert	● alle sichtbaren Kanten poliert
● Ausschnitte für Eckbeschläge	● Ausschnitte für Eckbeschläge
● zwei Bohrungen für Griffe	● Bearbeitung für einen Gegenkasten
● Bearbeitung für ein Eck- oder ein Mittelschloss	

Lieferbare Glasarten von ipador-Ganzglas-Anlagen

Glasart	Farbe	Glasdicke (in mm)	
		10	12
Weißglas	weiß	X	X
Floatglas	hell	X	X
Floatglas	blau	X	-
Floatglas	bronze	X	X
Floatglas	grau	X	-
Floatglas	grün	X	-
Satiniertes Glas	weiß	X	X

Neben diesen Standard-Glasarten sind ipador-Ganzglas-Anlagen auch in einer Vielzahl verschiedener Dekore lieferbar.

Toleranzen

	Türbreite mm	Toleranz (in mm/m)	
		Türhöhe ≤ 2000 mm	Türhöhe > 2000 mm
Begrenzung bezogen auf die generelle Verwerfung	300 – 950	1,0	1,5
	951 – 1300	1,5	2,0
	Türbreite oder -höhe	Toleranz mm	
Toleranz der Breite und der Höhe	≤ 2500	+ 1,0 / - 2,0	
	> 2500	+ 1,0 / - 2,5	

5.14.5 ipador-Horizontalschiebewände (HSW)

Ein Optimum an variabler Raumgestaltung bieten ipador-Horizontalschiebewände (HSW).

Standardmäßig werden ipador-HSW-Anlagen in ESG aus Floatglas hell hergestellt. Daneben sind die gleichen Glasarten bzw. Dekore wie bei den ipador-Ganzglas-Anlagen (s. Kap. 5.14.4) möglich.

Mit einem ausgeklügelten Laufschiensystem können Glasfronten einschließlich integrierter Pendeltüren so ausgeführt werden, dass die gesamte Glasfront verschiebbar ist. Die spezielle Konstruktion der Laufwagen ermöglicht ein extrem leichtes Verschieben der Flügel bei ausgezeichneter Stabilität.

Einzelne Flügel lassen sich ohne störende untere Führungsschiene auch über Eck verschieben und können nahezu an jeder gewünschten Stelle „geparkt“ werden.

Jede ipador-HSW-Anlage wird nach den individuellen Wünschen und Anforderungen des Bauherren geplant, produziert und montiert.

Fünf unterschiedliche Flügelelemente sind miteinander kombinierbar.

① Der Drehtür- oder Pendeltür-Endflügel befindet sich am Ende der Anlage und kann nicht verschoben werden:

- als Pendeltür-Endflügel mit Bodentürschließer (BTS) oder
- als Drehtür-Endflügel mit Drehlager oder Obentürschließer.

Beides ist lieferbar mit unterem Riegelschloss und oberem Feststeller (Sonderausführung für seitlich schließendes Riegelschloss).

② Der Schiebeflügel kann an jeder beliebigen Stelle der Anlage positioniert werden.

③ Der Türflügel als

- Pendeltür-Schiebeflügel mit Bodentürschließer (BTS)
- Pendeltür-Schiebeflügel mit Rahmentürschließer (RTS)
- Drehtür-Schiebeflügel mit Gleitschienen-Türschließer

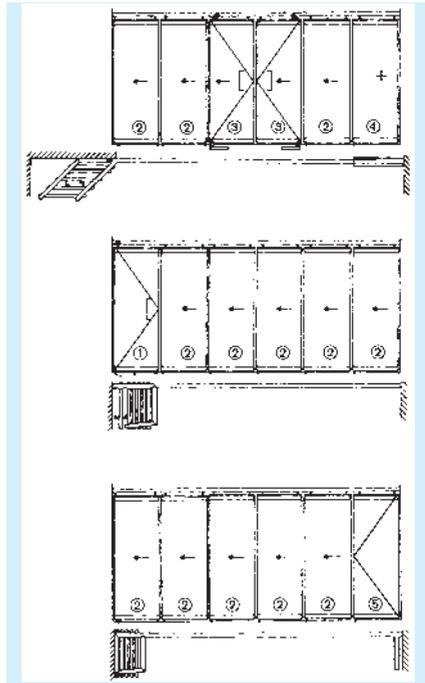
Die Türflügel können an jeder beliebigen Stelle der Anlage eingeplant werden.

④ Das Festteil kann entsprechend der gewünschten Funktion der Horizontalschiebewand angeordnet werden.

⑤ Der Anschlagtür-Endflügel muss am Ende der Anlage eingesetzt werden, da er ebenso wie ein feststehendes Element nicht verschoben werden kann.

Er wird überwiegend dort eingesetzt, wo das Öffnen der Tür nur in eine Richtung erwünscht ist.

Da die Laufschiene auf Gehrung geschnitten werden kann, sind keine Kurven oder Bögen erforderlich. Dadurch können praktisch alle individuellen Grundrisskonzepte verwirklicht werden.



Die Abbildung zeigt exemplarisch drei verschiedene Kombinationsmöglichkeiten der Flügelanordnung mit der dazugehörigen Darstellung der „Parksituation“ im Grundriss.

5.14.6 ipasafe-Konstruktionsglas

5.14.6

Die zeitgenössische Architektur ist geprägt von der Glasanwendung nicht nur als Gestaltungsmittel, sondern auch als konstruktives Bauteil mit tragender Funktion.

Damit nimmt der Anteil der gläsernen Gebäudehülle zu, zunehmend werden Teile der Unterkonstruktion sichtbar. Daher sind die Anforderungen an die Präzision der Ausführung deutlich höher als in der Vergangenheit.

Für derartige Konstruktionen werden Verglasungsprodukte mit noch engeren Toleranzen als nach EN benötigt.

Engere Toleranzen bilden die Grundlage einer hervorragenden visuellen Qualität der Gesamtkonstruktion. Parallele Fugen, gleichmäßiges Fugenbild, saubere Eckstöße und optimale Planität der Gesamtfassade genügen höchsten Ansprüchen.

Für diese anspruchsvollen Glaskonstruktionen hat INTERPANE „ipasafe-Konstruktionsglas“ entwickelt. ipasafe-Konstruktionsglas zeichnet sich durch deutlich engere Maßtoleranzen aus. Diese werden gemäß Prüfplan am Endprodukt überwacht.

ipasafe-Konstruktionsglas ermöglicht dem Fassadenbauer eine problemlose und wirtschaftliche Montage.

Bei ipasafe-Konstruktionsglas werden die wesentlichen Produktmerkmale von ESG, TVG und VSG optimiert. Zusätzlich ist die Produktion einer Eigen- und Fremdüberwachung unterworfen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Toleranzen und Merkmale von ipasafe-Konstruktionsglas dargestellt.



Erlebnis-Zoo Hannover

Toleranzen für ipasafe-Konstruktionsglas		
Merkmale	Produkt	
	Toleranzen 6 mm bis 12 mm ESG/TVG	Toleranzen 15 mm bis 19 mm ESG
Breite oder Länge		
≤ 200 cm	± 1,0 mm	± 1,5 mm
≤ 300 cm	± 1,0 mm	± 2,0 mm
≤ 400 cm	± 1,5 mm	± 2,5 mm
≤ 500 cm	± 2,0 mm	± 3,0 mm
Abweichung der Diagonalen		
≤ 200 cm	± 1,0 mm	± 1,5 mm
≤ 300 cm	± 1,5 mm	± 2,0 mm
≤ 400 cm	± 2,0 mm	± 2,5 mm
≤ 500 cm	± 2,5 mm	± 3,0 mm
Geradheit	2,0 mm/m	
Lokale Verwerfung auf 300 mm Länge	0,15 mm	
Lage der Bohrungen zueinander	± 1,0 mm	
Kantenqualität	maßgeschliffen, geschliffen, poliert	
Scheibenformat	rechtwinklige Scheibenformate	
Minimalmaß	300 mm x 450 mm	
Maximalmaß	2600 mm x 4200 mm	
Heat-Soak-Test bei Anforderung	nach EN 14179 bzw. BRL A	

Merkmale	Produkt			
	Toleranzen			
	VSG 12/2 aus 2 x TVG	VSG 16/2 aus 2 x TVG	VSG 20/2 aus 2 x TVG	VSG 24/2 aus 2 x TVG
Breite oder Länge				
≤ 200 cm	± 2,0 mm			
≤ 300 cm	± 2,0 mm			
≤ 400 cm	± 2,5 mm			
≤ 500 cm	± 3,0 mm			
Lage der Bohrungen zueinander	± 1,0 mm			
Versatz an Kante und Bohrung	1,0 mm			
Kantenqualität	maßgeschliffen, geschliffen, poliert			
Scheibenformat	rechtwinklige Scheibenformate			
Minimalmaß	300 mm x 450 mm			
Maximalmaß	2600 mm x 4200 mm			

5.14.7 Bearbeitung für Glashaltesysteme

5.14.7

Punktförmig gehaltene Glaselemente

Als Alternative zu den klassischen Befestigungen von Verglasungselementen können auch „Punkthalterungen“ realisiert werden.

Diese Verglasungselemente werden in der Regel in ESG oder aber in VSG aus ESG/TVG gefertigt. Je nach Halterart können Senk- oder Zylinderbohrungen zum Einsatz kommen.

Punktförmig gehaltene Glaselemente bieten die visuellen Vorzüge einer rahmenlosen Verglasung ohne aufwendige Verklebung und Unterkonstruktion.

Aufgrund der besonderen Befestigungsart ist nicht nur die Belastung in der Scheibenmitte maßgebend. Mindestens von gleicher Bedeutung sind die auftretenden Kräfte im Bereich der Glasbohrungen.

ipasafe-Glaselemente mit Bohrung zeichnen sich durch qualitativ hochwertige Bearbeitung der Lochwandungen aus. Dadurch wird ein einwandfreies Tragverhalten der Scheibe sichergestellt. Lieferbar sind diese ipasafe-Glaselemente auch als Konstruktionsglas, sowohl monolithisch als auch in Isolierglas-Ausführung. Bei der Isolierglas-Version ist wegen der besonderen Spannungsverteilung zusätzlich die Belastung des Randverbundes zu beachten.

Für einfache punktförmig gelagerte Vertikal- und Überkopfverglasungen kann man auf die Technischen Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV) bzw. DIN 18008-3 zurückgreifen.

Bei komplexeren Aufgabenstellungen ist nach wie vor eine Zustimmung im Einzelfall (Z. i. E) erforderlich.

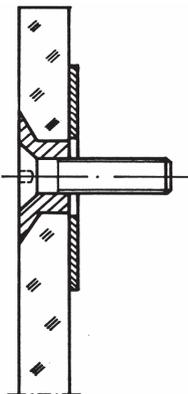


ipasafe ESG/TVG mit Senkbohrung

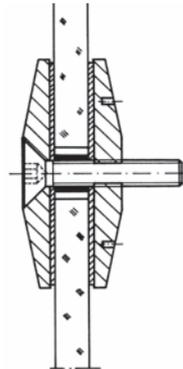


ipasafe ESG/TVG mit Zylinderbohrung

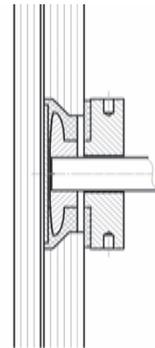
Ausführungsbeispiele für punktförmig gehaltene ipasafe-Glaselemente



mit Senkkopfhalter



mit Tellerhalter



mit eingelegtem Befestigungssystem

5.14.8 ipatec – punktgehaltene Vordächer und Überkopverglasungen

Perfektion hat viele Facetten. Beispielsweise beim Design und bei der Materialqualität. In beiden Bereichen erfüllen die ipatec-Produkte höchste Ansprüche. Es gibt aber noch einen anderen Bereich, wo wir traditionell höchstes Niveau erreichen – die Sicherheit. Hohe Anforderungen werden besonders an die Sicherheit im öffentlichen wie im privaten Bereich bei Überkopverglasungen gestellt.



5.14.8



So gekennzeichnete Vordächer haben eine abZ (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) und können ohne weitere Nachweise verwendet werden. Die Bemessung erfolgt einfach mittels Bemessungsdiagrammen.



Bei Produkten mit dieser Kennzeichnung gilt die abZ für Punkthalter und Glas, für die Tragkonstruktion ist ein statischer Nachweis erforderlich. Bei bestimmten Vordächern, wie beispielsweise dem Modell Tec, ist eine Statik vorhanden. Die Bemessung des Glases erfolgt einfach mittels Bemessungsdiagrammen.



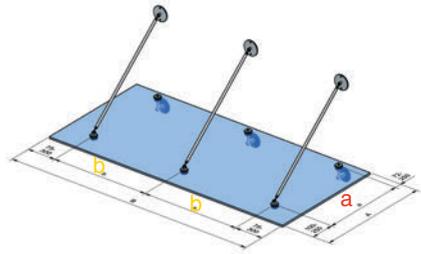
Mit TRLV (Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen) gekennzeichnete Dächer entsprechen dieser eingeführten Vorschrift oder weichen nicht wesentlich ab. Sie können ohne weitere Nachweise verwendet werden. Eine Statik von Konstruktion und Glas ist vorhanden.

5.14.8

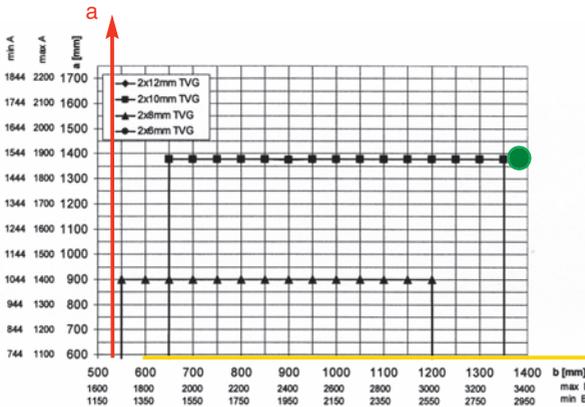
Auszug aus der abZ und beispielhafte ausgewählte Abmessungen

Bemessungsdiagramme

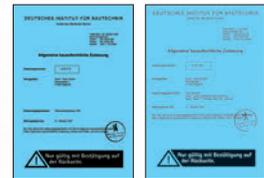
Die abZ wurde bereits basierend auf dem zukunftsweisenden Konzept der Teilsicherheitsfaktoren erstellt. Daher sind die Lasten als Bemessungswert der Einwirkungen angegeben.



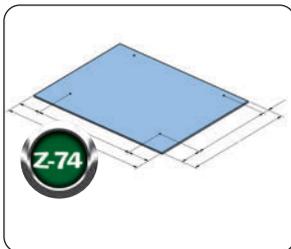
Bemessungswert der veränderlichen Einwirkungen:
 $q_d = 1,0 \text{ kN/m}^2$
 Bohrungsdurchmesser: 18 mm



Ergebnis: Maximale Glasgröße unter Verwendung von 2 x 10 mm TVG: 1700 x 3300 mm



Ausladung x Breite	Last*	Glasdicke	Ausladung x Breite	Last*	Glasdicke
1250 x 1750	0,75 kN/m ²	2 x 6 TVG	1222 x 2100	2,50 kN/m ²	2 x 10 TVG
1250 x 2000	1,00 kN/m ²	2 x 8 TVG	1322 x 2350	3,00 kN/m ²	2 x 12 TVG
1650 x 2350	1,25 kN/m ²	2 x 10 TVG	1322 x 2250	3,50 kN/m ²	2 x 12 TVG
1650 x 2350	1,50 kN/m ²	2 x 10 TVG	1222 x 2250	4,00 kN/m ²	2 x 12 TVG
1422 x 2000	1,75 kN/m ²	2 x 8 TVG	1172 x 2150	4,50 kN/m ²	2 x 12 TVG
1122 x 2250	2,00 kN/m ²	2 x 10 TVG			



Ausladung x Breite	Last*	Glasdicke	Ausladung x Breite	Last*	Glasdicke
1428 x 1750	0,75 kN/m ²	2 x 6 TVG	1500 x 2100	2,50 kN/m ²	2 x 10 TVG
1428 x 2000	1,00 kN/m ²	2 x 8 TVG	1420 x 2050	3,00 kN/m ²	2 x 10 TVG
1828 x 2350	1,25 kN/m ²	2 x 10 TVG	1600 x 2250	3,50 kN/m ²	2 x 12 TVG
1828 x 2350	1,50 kN/m ²	2 x 10 TVG	1500 x 2250	4,00 kN/m ²	2 x 12 TVG
1650 x 2250	1,75 kN/m ²	2 x 10 TVG	1500 x 2150	4,50 kN/m ²	2 x 12 TVG
1400 x 2250	2,00 kN/m ²	2 x 10 TVG			

*Bemessungswert der veränderlichen Einwirkungen; nur gültig, wenn für die Punkthalter die max. Randabstände gewählt werden.

AbZ Z-70.3-85

Artikelname	2er Set	3er Set	4er Set	M-Set
Basic 	 1945VA	 1944VA	 1913VA	 1948VA
Triangle 	 1855VA	 1854VA	 1853VA	
Diamond 	 1865VA	 1864VA	 1863VA	
Pfosten/ Riegel 	 1955VA	 1954VA	 1953VA	
Informo 	 1985VA	 1984VA	 1983VA	
Basic II 	 1965VA	 1964VA	 1963VA	
Quadro 	 1725VA	 1724VA	 1726VA	



5.14.9 Verglasungen für Aufzugsanlagen

5.14.9

Verglaste Aufzugsanlagen sind ein Schmuckstück zeitgeistkonformer Architektur. Gläserne Fahrkörbe vermitteln den Eindruck der Leichtigkeit und des Schwebens.

Die Realisierung dieser modernen Glaskonstruktionen erfordert die Einhaltung einer Reihe von Richtlinien, Vorschriften und Verordnungen.

Generell sind die Aufzugsverordnung (AufzV) 6/98 sowie die europäische Aufzugsrichtlinie 95/16 EG 7/99 zu beachten.

Daneben gilt die EN 81, „Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen“.

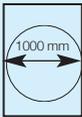
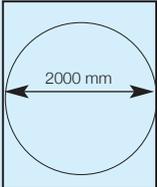
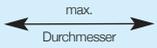
Für Umwehrungen des Fahrschachtes gelten zusätzlich die gesetzlichen Regeln der Landesbauordnung (LBO) des jeweiligen Bundeslandes.

Für Fahrkorb und Aufzugsschacht gelten unterschiedliche Anforderungen.

Anforderungen an die Wände des Aufzugsschachtes

Bei Einbau von Glas in Schachtwänden wird nach EN 81 ein Standsicherheitsnachweis für eine angreifende Kraft von 300 N auf eine runde oder quadratische Fläche von 5 cm² verlangt. Bei Schachtwänden, die einer Windbelastung ausgesetzt sind, ist diese ggf. zusätzlich in den Standsicherheitsnachweis einzubeziehen.

Anforderungen an die Wände des Fahrkorbes

	Verbund-Sicherheitsglas aus thermisch vorgespanntem Glas (VSG-V) Mindestdicke: 8 mm + 0,76 mm PVB-Folie
	Verbund-Sicherheitsglas Mindestdicke: 10 mm + 0,76 mm PVB-Folie
	Verbund-Sicherheitsglas aus thermisch vorgespanntem Glas (VSG-V) Mindestdicke: 10 mm + 0,76 mm PVB-Folie
	Verbund-Sicherheitsglas Mindestdicke: 12 mm + 0,76 mm PVB-Folie

Die Angaben gelten für eine allseitige linienförmige Lagerung der Glasscheiben.

Ist die Unterkante der Glasflächen weniger als 1,1 m vom Fußboden des Fahrkorbes entfernt, muss zwischen 0,9 m und 1,1 m Höhe ein tragfähiger Handlauf angebracht werden, der nicht am Glas befestigt sein darf.

Anforderungen an die Schiebetüren

- **2seitige Lagerung, oben und unten**
Verbund-Sicherheitsglas aus thermisch vorgespanntem Glas (VSG-V)

Mindestdicke:
16 mm + 0,76 mm PVB-Folie
Breite:
360 mm bis 720 mm
Türhöhe:
lichtes Maß max. 2100 mm

- **3seitige Lagerung, oben, unten und an einer Seite**
Verbund-Sicherheitsglas

Mindestdicke:
16 mm + 0,76 mm PVB-Folie
Breite:
300 mm bis 720 mm
Türhöhe:
lichtes Maß max. 2100 mm

- **allseitige Lagerung Verbund-Sicherheitsglas**

Mindestdicke:
10 mm + 0,76 mm PVB-Folie
Breite:
300 mm bis 870 mm
Türhöhe:
lichtes Maß max. 2100 mm

Kennzeichnung

Nach EN 81 sind folgende Mindestangaben auf den Glasscheiben anzubringen:

- Name des Herstellers/
Produktname
- Art des Glases
(also VSG oder VSG-V)
- Dicke (z.B. 5/5 / 0,76)



Dekorative Verglasungen liegen im Trend. Die Allianz AGC Interpane bietet jetzt ein wesentlich erweitertes Programm an Verglasungen zur Gestaltung von Innen- und Außenräumen. Lassen Sie sich verzaubern!

5.15 Dekorative Verglasungen

5.15

Die anspruchsvolle Architektur mit großen Glasflächen bietet Planern und Künstlern praktisch unbegrenzte Möglichkeiten, mit Form, Farbe, Muster und Struktur zu variieren. Aber nicht nur in der Außenanwendung, gerade im Design von Innenräumen oder auch in der Gestaltung von Möbeln etc., erschließen sich mit dem hochmodernen Werkstoff Glas immer neue Perspektiven.

Dekorative Verglasungen finden wir im Eingang repräsentativer Großobjekte ebenso wie im privaten Bereich. Die Einsatzmöglichkeiten sind praktisch unbegrenzt.

Der öffentliche Bau, wie auch der Wirtschafts- und Industriebau haben die Gestaltungsvielfalt längst entdeckt und genutzt. Auch im Bereich des modernen Ladenbaus oder z. B. bei Praxen oder repräsentativen Empfangs- und Bürobereichen sind dekorative Verglasungen ideal geeignet.

INTERPANE ist seit vielen Jahren Pionier, wenn es um den Einsatz höchst aufwändiger Herstellverfahren, wie z. B. Fotolamine oder digitalen Siebdruck mit keramischen Farben geht. Durch die Allianz mit AGC können wir unseren Marktpartnern nun unter dem Label „AGC INTERPANE“ ein wesentlich breiter gefächerteres Produktportfolio anbieten. Damit decken wir nun auch den Bereich der großflächigen Bekleidung von Innen- und Außenräumen, z. B. mit säuremattierten oder lackierten Glasprodukten, ab.

Glas veredelt Wände, Fassaden, Möbel und kann teilweise direkt als Bauelement eingesetzt werden. Die daraus entstehenden architektonischen Konzepte bestehen nicht nur durch eine edle und hochwertige Anmutung – oftmals sind dadurch sogar wirtschaftlichere Lösungen möglich.

AGC Interpane besitzt die ganze Erfahrung in Sachen Produktion, Veredlung, Be- oder Verarbeitung sowie Einbau der unterschiedlichsten Verglasungen im dekorativen Bereich. Nutzen Sie dieses Potenzial für Ihr Bauvorhaben oder für Ihr Renovierungsprojekt. Wir stehen Ihnen bei der Verwirklichung Ihrer Glasträume zur Seite: kreativ, konstruktiv, kompetent!

5.15 Dekorative Verglasungen

- 5.15.1 Keramische Druckverfahren – Siebdruck, Rollercoating
- 5.15.2 Keramischer Digitaldruck
- 5.15.3 Mattiertes Glas – Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen
- 5.15.4 Lackiertes Glas – Lacobel, Matelac und Lacobel T
- 5.15.5 ipachrome design – metallische Glasbeschichtung
- 5.15.6 Farbiges Glas Colorbel, ipacolor
- 5.15.7 Rillenschliff
- 5.15.8 Spiegel Mirox, Mirolde Morena, Sanilam Easycut
- 5.15.9 Dichroitische Film laminate
- 5.15.10 Antibakterielles Glas
- 5.15.11 Ornamentglaskombinationen – Imagin und Oltreluca
- 5.15.12 FIX-IN Glasklebelösung für Designgläser

5.15.1 Keramische Druckverfahren – Siebdruck, Rollercoating

5.15.1

ipadecor/Artlite – keramischer Siebdruck bietet nahezu unendlich viele Gestaltungs- und Veredelungsmöglichkeiten für Glas. Bei diesem Druckverfahren werden Farben mit hochwertiger Anlagentechnik durch feinmaschiges Gewebe direkt auf die Glasoberfläche gedruckt. Der Druck von Farbflächen und Bildmotiven ist von hervorragender Qualität und exzellenter Druckschärfe. Keramischen Siebdruck gibt es in einer Vielzahl von Standarddekoren für z. B. Innentüren. Auf Wunsch sind Metalltöne, Ätztön und Sonder-Farbtöne sowie Farb- und Motivkombinationen in Fotoqualität realisierbar. Spezielle „S1de ONE“ Farben etwa gewährleisten auf der Außenseite (Pos 1) bei regelmäßiger Reinigung eine extrem hohe Witterungs- und UV-Beständigkeit und verhindern einen Verspiegelungseffekt.

ipadecor/Colorbel kann auch vollflächig im sog. Roller-Coater-Verfahren aufgebracht werden.

Anwendungsgebiete

Die keramischen Drucktechniken sind zur modernen Glasgestaltung repräsentativer Großobjekte, wie z. B. Außenfassaden, Ganzglasanlagen, Isolier- und Brüstungsverglasungen, ebenso geeignet wie für den Innenbereich: Ablagen, Badmöbel, Duschabtrennungen, Einlegeböden, Küchenprodukte, Ladenbau, Trennwandsysteme, Türen u. v. a. m.

Auch hierbei ist hochauflösende Darstellung von Abbildungen, Dekoren, Texten, Grafiken etc. in Farbe möglich.

- Verwendung von digitalen Bildmotiven (pdf, eps, psd, ai, cdr, tif, jpg, dwg, dxf, bmp)
- Aufbereitung und Prozesssteuerung durch interne Grafiker/Designer
- Verwendung von keramischen Farben als Mehrfarbdruck
- Dauerhaftes Einbrennen der Farben nach dem Vorspannen
- Einsatz im Außenbereich unbedenklich
- Bedruckung bei Glasdicken zwischen 4 mm und 19 mm
- Verwendung von farbigen Ätztönen
- feine Maskierung für Sandstrahltechniken
- Variabler Einsatz der Opazität, auch opake Farben
- Vorspannen zu wahlweise TVG oder ESG
- Lichtbeständig, kratz- und abriebfest

Optionen:

- Nachträgliches Beschichten (Sonnenschutz/Wärmeschutz)
- Weiterveredelung zu Isolierglas
- Weiterveredelung zu Structural-Glazing-Fassadenglas

Maße/Gewicht

Maximalabmessungen: 150 cm x 330 cm

Minimalabmessungen: 20 cm x 30 cm

Maximales Gewicht: 120 kg



5.15.2 Keramischer Digitaldruck

5.15.2

ipadecor/Artlite Digital – keramischer Digitaldruck ist optimal geeignet für eine ebenso schnelle wie wirtschaftliche Glasgestaltung im Innen- und Außenbereich. Glasflächen werden hochauflösend und farbintensiv nach Vorgabe und Geschmack veredelt. Im Gegensatz zum herkömmlichen Siebdruck lassen sich verschiedene Farben gleichzeitig drucken.

Mittels keramischem Digitaldruck lässt sich jedes beliebige Motiv drucktechnisch umsetzen und an die Druckmaschine senden. Spezialdruckköpfe übertragen die keramische Farbe punktgenau auf das Glas. Nach dem abschließenden Einbrennen ist das Motiv dauerhaft mit der Glasoberfläche verschmolzen.

ipadecor/Artlite Digital – keramischer Digitaldruck erlaubt die Zerlegung und den Druck großformatiger Darstellungen in Einzelbilder. Auf wirtschaftliche Weise lassen sich so ganze Gebäudefassaden nach Wunsch gestalten – etwa mit Logos, Bildern oder Ornamenten. Druckfarben: schwarz, weiß, grün, blau, gelb, rot, orange sowie deren Mischttöne.

Anwendungsgebiete

Die keramischen Drucktechniken sind zur modernen Glasgestaltung repräsentativer Großobjekte, wie z. B. Außenfassaden, Ganzglasanlagen, Isolier- und Brüstungsverglasungen, ebenso geeignet wie für den Innenbereich: Ablagen, Badmöbel, Duschabtrennungen, Einlegeböden, Küchenprodukte, Ladenbau, Trennwandsysteme, Türen u. v. a. m.

Auch hierbei ist hochauflösende Darstellung von Abbildungen, Dekoren, Texten, Grafiken, Fotos etc. in Farbe möglich.

- Verwendung von digitalen Bildmotiven (pdf, eps, psd, ai, cdr, tif, jpg, dwg, dxf, bmp)
- Aufbereitung und Prozesssteuerung durch interne Grafiker
- Verwendung von keramischen Farben im Mehrfarbdruck
- Dauerhaftes Einbrennen der Farben nach dem Vorspannen
- Einsatz im Außenbereich unbedenklich
- Bedruckung bei Glasdicken zwischen 4 mm und 19 mm
- Variabler Einsatz der Opazität
- Vorspannen zu wahlweise TVG oder ESG
- Lichtbeständig, kratz- und abriebfest

Optionen:

- Nachträgliches Beschichten (Sonnenschutz/Wärmeschutz)
- Weiterveredelung zu Isolierglas
- Weiterverarbeitung zu VSG

Maße / Gewicht

Maximalabmessungen: 280 cm x 370 cm
 Minimalabmessungen: 20 cm x 30 cm
 Maximales Gewicht: 500 kg



5.15.3 Mattiertes Glas – Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen

Mattierte Verglasungen werden heute oft eingesetzt, um Privatsphäre zu schaffen, zugleich aber möglichst viel natürliches Licht zu transportieren. Mattierte Verglasungen sind edel in der Anmutung, hochwertig in der Haptik und pflegeleicht.

Um Lichttransparenz bei gleichzeitigem Sichtschutz zu realisieren, werden verschiedenartige Verfahren angewendet, die jeweils ihre ganz eigenen Vorzüge besitzen:

- Matte Lackierungen (Produktbezeichnung Lacomat)
- Säuremattierung (Produktbezeichnung Matelux, Matelac)
- Sandstrahlen (Produktbezeichnung ipasafe)
- Matte Folien (Produktbezeichnung Stratobel, ipasafe)

Welche Technik im Einzelfall angewendet wird, hängt von der Anwendung, dem gewünschten Grad der Lichtdurchlässigkeit, optischen Ansprüchen und ggf. Sicherheitsbedürfnissen ab.

Lacomat – lackiertes Mattglas



Lacomat ist ein einseitig lackiertes Klarglas, das in zwei Varianten erhältlich ist:

- Lacomat White betont das mattierte Aussehen, besitzt eine weiße Tönung
- Lacomat Classic ist etwas diffuser als Lacomat White

Lacomat ist sehr neutral und leicht durchscheinend. Es besitzt mehr Privatsphäre als z. B. das säuremattierte Matelux. Die lackierte Seite ist sehr unempfindlich gegenüber Flecken und Fingerabdrücken.

Sortiment	
Lacomat Classic	Diffuse, matt leuchtende Optik
Lacomat White	Betonte matt leuchtende Optik, hellere Tönung

Technische Angaben Lacomat	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emailieren	Nein
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE ooder SAFE+	Nein
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Lacomat ist einseitig lackiert
Silberbeschichten	Nein
Sandstrahlen	Ja – auf der nicht lackierten Seite – Lacomat ist definitionsgemäß ein mattiertes Glas
Säuremattieren	
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	Ja – kann wie herkömmliches Spiegelglas zugeschnitten werden
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	

Empfindlichkeit	
Temperaturbeständigkeit	Lacomat ist beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	Alle Lacomat-Farben sind feuchtebeständig (Bad, Küche), dürfen aber nicht in Wasser getaucht werden
UV-Schutz	Ja – Die Farben werden während der Herstellung eingestellt (keine Entfärbung)

Standarddicken 4 mm

Weitere Glasdicken 3, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 19 mm. Bitte je nach Mindestabnahmemenge beim nächsten Vertriebspartner erfragen.

5.15.3

Matelux

Bei Matelux handelt es sich um einseitig hochwertig säuremattierte Floatgläser. Matelux-Verglasungen zeichnen sich durch neutrale Optik und eine höhere Lichtdurchlässigkeit als Lacomat oder sandgestrahltes Glas aus.

Die Säuremattierung erzeugt eine feine und gleichmäßige Körnung, die Haptik der Oberfläche ist sehr hochwertig. Matelux verfügt über eine sehr gute Lichtdurchlässigkeit. Diese entspricht weitgehend der eines Floatglases gleicher Dicke. Die Lichtdurchlässigkeit liegt, je nach Glasdicke, bei bis zu 90%.

Matelux kann vorgespannt und zu Verbundglas weiterverarbeitet werden, es kann mit klaren und getönten Folien verbunden werden. Außerdem gibt es eine rutschfeste „Antislip“ Version für Stufen und Böden. Wird Matelux mit einer Farbschicht versehen, ändert sich die Produktbezeichnung in Matelac.



© Door „Wave“ – design by Fratelli Longhi

Lieferprogramm

Je nach geforderter Lichtdurchlässigkeit, Farbgebung und Optik stehen drei Ätzverfahren und verschiedene Basisgläser zur Verfügung.

Basisglas	Ätzverfahren		
	klassisch, einseitig	anätzen auf einer Seite, sehr leicht durchscheinend	beidseitig
Klares Floatglas			
Clear (grünliche Kante)	✓	✓	✓
Clearvision (klare Kante - sehr edle, weiße Satin-Optik)	✓		
Linea Azzurra (Kante leicht bläulich)	✓		
Getöntes Floatglas			
Bronce	✓		
Green	✓		
Grey	✓		
Dark Grey	✓		
Glas mit Stopsol-Beschichtung			
Supersilver Clear	✓		

Maße/Gewicht

Matelux ist z. T. als Bandmaß, z. T. als geteiltes Bandmaß erhältlich.

Detaillierte Abmessungen auf www.yourglass.com



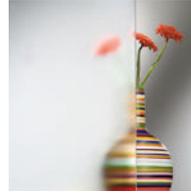
Clear



Light



Double Sided



Clearvision



Linea Azzurra



Green



Bronce



Grey



Stopsol Supersilver Clear

Spezielle Anwendungen für Matelux Stopsol

Wird Matelux mit dem reflektierenden Sonnenschutzglas Stopsol kombiniert, lassen sich z. B. farbangepasste Brüstungsplatten realisieren, die nahtlos mit entsprechendem Stopsol-Fassadenglas harmonisieren.

Derartige Fassaden erreichen ein dynamisches Aussehen: Bei Regen glänzt die nasse Brüstung aus Matelux Stopsol reflektierend, bei Sonne erscheint sie metallisch-satiniert.

Lieferbar sind die Varianten Matelux Stopsol Supersilver Clear.

Matelux Antislip

Durch ein spezielles Ätzverfahren wird Glas rutschfest und entspricht der Klasse R 10 gemäß der DIN 51130. Standardmäßig verfügbar für Planibel Clear und das besonders klare Planibel Clearvision.

5.15.3

Technische Angaben Matelux							
Verarbeitungsmöglichkeiten							
Wärmebehandlung							
Thermisches Vorspannen	Ja						
Siebdruck und Emaillieren	Ja – beidseitig						
Biegen	Ja						
Verbund							
PVB	Ja – Um die mattierte Optik von Matelux zu erhalten, sollte die geätzte Seite nicht an der PVB-Schicht anliegen.						
EVA	Ja						
Sicherheitsglas möglich							
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Nein – Sicherheitsglas nur als Verbundglas möglich (siehe oben)						
Oberflächenbehandlung							
Tönen und Lackieren	Ja – auf der ungeätzten Seite. Siehe Glasserie Matelac						
Silberbeschichten	Ja – auf der ungeätzten Seite. Siehe Glasserie Matelac Silver						
Sandstrahlen	Matelux ist definitionsgemäß ein mattiertes Glas						
Säuremattieren	Matelux ist definitionsgemäß ein säuremattiertes Glas						
Schneiden und verarbeiten							
Rechtecke, Kreise	Ja – wie bei herkömmlichem Floatglas möglich						
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben							
Empfindlichkeit							
Temperaturbeständigkeit	Wie Floatglas						
Feuchtebeständigkeit	Ja – Die mattierte Optik verblasst, wenn die geätzte Seite von Matelux nass wird. Trocknet das Glas ab, ist auch die mattierte Optik wieder vollständig sichtbar						
UV-Schutz	Ja – beständig gegenüber direkter Sonneneinstrahlung und künstlicher Beleuchtung						
Brandverhalten	A1						
Biegefestigkeit	Identisch mit (Float) Basisglas						
Standarddicken (in mm)							
	3	4	5	6	8	10	12
Clear		✓	✓	✓	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾
Clearvision	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Linea Azzurra					✓	✓	✓
Bronce		✓		✓			
Grey		✓		✓			
Dark Grey		✓		✓			
Green		✓		✓			

Weitere Glasdicken und Matelux-Produkte: Bitte je nach Mindestabnahmemenge beim nächsten Vertriebspartner erfragen.

¹⁾ Auch in rutschfester Ausführung

Sandgestrahlte Verglasungen

ipadecor – Sandstrahlung von INTERPANE veredelt Glas ebenso behutsam wie sorgfältig durch modernste Sandstrahltechnik. Sandgestrahltes Glas fasziniert im Innen- und Außenbereich gleichermaßen. Professionell veredelt streut es das Licht und lässt die Fläche gleichmäßig satiniert erscheinen.

ipadecor – Sandstrahlung erfüllt auch außergewöhnliche Kundenwünsche. Die anspruchsvolle Technik ermöglicht funktionelle wie ästhetische Alternativen zu herkömmlichem Sicht- und Sonnenschutz. Mattweiße Optik und lichtstreuende Wirkung sowie doppelseitige Dekors mit Relief sorgen für faszinierende Effekte.

ipadecor – Sandstrahlung zur Glasveredelung eignet sich für unterschiedlichste Bereiche, z. B. Spiegel, Türen, Duschtrennungen, Glastrennwände, Tischplatten. Moderne Schablonier-Verfahren erlauben hochwertige Sandstrahl-Motive in unterschiedlichsten Variationen: feinste Schriften, Dekore, Zeichnungen, Rahmen, Bordüren, Logos, gerasterte Abbildungen u. v. a. m. Sogar fotorealistische Darstellungen mit Schatteneffekten lassen sich mittels feinsten Maskierungstechniken umsetzen.

Eine optionale, transparente Antifingerprint-Beschichtung (Nanotechnologie) verhindert Verschmutzungen durch Fingerabdrücke. Derart dauerhaft versiegelte

Glasoberflächen lassen sich mit gängigen Haushaltsreinigern oder gar Lösemitteln säubern, ohne Beschädigungen zu erleiden.

Auch hierbei ist hochauflösende Darstellung von Abbildungen, Dekoren, Texten, Grafiken etc. in Farbe möglich.

- Verwendung von digitalen Bildmotiven (pdf, eps, ai, cdr, dwg, dxf u.a.)
- Aufbereitung und Prozesssteuerung durch interne Grafikdesigner
- Verwendung von Glasdicken zwischen 4 mm und 19 mm
- Vorspannen zu wahlweise TVG oder ESG

Maße / Gewicht

Maximalabmessungen: 300 cm x 300 cm

Minimalabmessungen: 20 cm x 30 cm

Maximales Gewicht: 175 kg

Matte Folien – ipadecor mit matter Folie

Ein weiteres Verfahren, um optische Mattierung der Verglasung zu erreichen aber gleichzeitig die pflegeleichte, glatte Oberfläche des Produktes zu erhalten, ist der Einsatz einer mattierten Folie. Diese Produkte sind naturgemäß nur als VG/VSG erhältlich. Aufbau und technische Eigenschaften entsprechen denen von Verbundgläsern/Verbund-Sicherheitsgläsern mit entsprechender Folie.



5.15.4 Lackiertes Glas – Lacobel und Matelac und Lacobel T

5.15.4

Lacobel und Matelac

Die lackierten Floatgläser Lacobel und Matelac sind ausschließlich für die Anwendungen im Innenbereich vorgesehen. Die lichtdichte Optik entsteht durch einen hochwertigen Farbauftrag auf der Glasrückseite.

Lacobel und Matelac unterscheiden sich im Aussehen:

- Lacobel: hochreflektierend und glänzend
- Matelac: seidenmatt (säuremattiertes Floatglas mit Lackierung)

Beide Gläser sind vielseitig für Möbeldesign und Wandbekleidungen einsetzbar. Zudem ist die Lackbeschichtung feuchtigkeitsbeständig, womit Anwendungen in Bad und Küche möglich sind.

Außerdem werden umweltfreundliche Farben benutzt; Lacobel- und Matelac-Produkte emittieren minimale flüchtige organische Verbindungen (VOC) und verfügen über ein sehr geringes Formaldehyd-Level.

Auf Anfrage sind beide Verglasungen auch mit der Sicherheitsfolie „SAFE“ bzw. „SAFE+“ lieferbar. Lacobel ist auch in antibakterieller Version erhältlich.

Perfekt abgestimmte Farbvielfalt

Im Einklang mit den aktuellen Trends kombiniert AGC INTERPANE die Vorzüge der Produktserien von lackiertem Glas: hochglänzendes Lacobel und seidenmattes Matelac. Als Anregung für Designer und Architekten wurden neue Farbtöne geschaffen. In modischen Innenräumen treffen glatte Strukturen auf leuchtende Oberflächen und schaffen überraschende Perspektiven. Lebhaftige Farbakzente verleihen Reinheit und Spannung. Ein idealer Bereich für reflektierendes Lacobel und matt getöntes Matelac.

Lackiertes Glas bietet eine kaleidoskopische Vielfalt an Farben und Spiegelungen. Mit einer Kombination aus 25 Lacobel- und 12 Matelac-Standardfarben lässt sich die Palette noch erweitern.

Individuelle Farbgebung

Schier unbegrenzte Farbmöglichkeiten bietet der Service „MyColour by Lacobel“ (Online-Tool von AGC Glass Europe) für Bestellgrößen ab 200 m². Wandbekleidungen und Möbel lassen sich damit perfekt auf die eigene Gestaltung, Marke oder die Farbgebung des eigenen Unternehmens abstimmen.

Verarbeitungshinweise für lackierte Gläser (Lacobel, Matelac, Mirox, Lacobel T)

Mit „FIX-IN“ steht ein komplettes Produktprogramm an geeignetem Veklebung- und Montagmaterial für lackierte Gläser zur Verfügung. Natürlich können Lacobel- und Matelac-Verglasungen auch mechanisch, z. B. mit Rahmen, Klammern oder Verschraubungen, befestigt werden.

Weitere Informationen enthalten die Bearbeitungs- und Installationsanleitungen auf www.yourglass.com (Online-Tool von AGC Glass Europe)



Technische Angaben Lacobel	
	Verarbeitungsmöglichkeiten
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emaillieren	Nein – Ausnahme kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht lackierten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz).
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Lacobel ist definitionsgemäß einseitig lackiert
Silberbeschichten	Nein
Sandstrahlen	Ja – auf der nicht lackierten Seite – siehe mattierte Optik unter Matelac
Säuremattieren	Ja – auf der nicht lackierten Seite – siehe mattierte Optik unter Matelac
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja – kann wie herkömmliches Spiegelglas zugeschnitten werden
Empfindlichkeit	
Temperaturbeständigkeit	Lacobel-Farben sind beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Alle Lacobel-Farben sind feuchtebeständig (Bad, Küche), dürfen aber nicht in Wasser getaucht werden - In feuchten Umgebungen erfordern die Metallic-Lacke (Metal Grey REF 9006, Rich Aluminium REF 9007, Metal Taupe REF 0627 und Starlight Black REF 0337) eine Sicherheitsfolie (SAFE oder SAFE+) - Bei Lacobel darf kein Wasser hinter dem Glas eindringen (Silikondichtungen verwenden).
UV-Schutz	Ja – Die Farben werden während der Herstellung eingestellt (keine Entfärbung).
Brandverhalten	Baustoffklasse gem. EN 13501-1: A2 – s1,d0 (mit Ausnahme von speziellen Farben). Mit FIX-IN montiert: B – s1,d0

Standarddicken:

Lacobel ist in 3, 4, 5, 6, 8 und 10 mm erhältlich.

Maße:

225/255 cm x 321 cm bis 600 cm x 321 cm (in 3, 4, 5 und 6 mm)

5.15.4

Technische Angaben Matelac	
	Verarbeitungsmöglichkeiten
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emallieren	Nein – Ausnahme kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht lackierten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz). Siehe Abschnitt „SAFE und SAFE +“
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Matelac ist definitionsgemäß auf einer Seite lackiert und gezielt eingetrübt
Silberbeschichten	Bei Matelac Silver, Silver Grau und Silver Bronze ist die nicht mattierte Seite bereits ab Werk silberbeschichtet.
Sandstrahlen	Matelac ist definitionsgemäß einseitig mattiert
Säuremattieren	Matelac ist definitionsgemäß einseitig säuremattiert
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja – kann wie herkömmliches Floatglas zugeschnitten werden
	Empfindlichkeit
Temperaturbeständigkeit	Matelac-Farben sind beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Alle Matelac-Farben sind feuchtebeständig (Bad, Küche), dürfen aber nicht in Wasser getaucht werden - In feuchten Umgebungen erfordern die Metallic-Lacke (Metal Grey REF 9006) eine Sicherheitsfolie (SAFE oder SAFE+). - Bei Matelac darf kein Wasser hinter dem Glas eindringen (Silikondichtungen verwenden).
UV-Schutz	Ja – Die Farben werden während der Herstellung eingestellt (keine Entfärbung).
Brandverhalten	Baustoffklasse gem. EN 13501-1: A2 – s1,d0 (mit Ausnahme von speziellen Farben). Mit FIX-IN montiert: B – s1,d0

Standarddicken:

Matelac ist in 4 mm und 6 mm erhältlich. Andere Glasdicken, je nach Mindestbestellung, 3, 5, 8, 10 mm.

Maße:

225/255 cm x 321 cm

Lacobel T**Vorspannbares lackiertes Glass**

Lacobel ist ein hochwertig lackiertes Glas, durch das Wände und Möbel zu Designerstücken werden. Die Produktvariante Lacobel T ist mit einer besonderen Lackierung in 15 Standardfarben erhältlich, die das Produkt vorspannbar macht. So kann es direkt vom Glasverarbeiter zugeschnitten und vorgespannt werden und ist als Sicherheitsglas klassifizierbar.

Lacobel T kann sowohl im Innen- als auch Außenbereich benutzt werden. Die obligatorische thermische Vorspannung macht Lacobel T nicht nur beständig gegenüber Temperaturschwankungen innerhalb der Scheibe, sondern verbessert auch die mechanische Festigkeit und die Hitzebeständigkeit des Glases. Lacobel T zerbricht daher nicht bei einem Wärmeschock durch Sonneneinstrahlung oder andere Wärmequellen, wie z. B. Herde.

Mit Lacobel T kombiniert AGC INTERPANE die vorhandenen hochwertigen Dekorglasserien mit marktüblichen Sicherheitsstandards für Einscheiben-Sicher-

heitsglas. Vor dem Vorspannen wird eine Emailfarbe auf die Rückseite des Floatglases aufgebracht.

Durch das Vorspannen (Erwärmen und kontrolliertes Abkühlen des Glases) werden die mechanischen Eigenschaften, die Temperaturwechselbeständigkeit und die Sicherheitseigenschaft der Scheiben verbessert.

Zuschneide- und Bohrarbeiten müssen vor dem Vorspannen vorgenommen werden. Säurebehandlung nur nach dem Vorspannen. Lacobel T muss innerhalb von 12 Monaten nach Lieferung verarbeitet werden.

Vorteile von Lacobel T für Weiterverarbeiter

- Flexiblere Planung der Produktion und Lager
- Erhebliche Zeitersparnis, kürzere Lieferzeiten
- Einwandfreie Optik durch das industrielle Lackierverfahren
- Farbstabilität auch nach dem Vorspannen
- Kratzfester Lack verhindert Transportschäden
- Auch außen einsetzbar, z.B. in Fassaden und Brüstungen



© Vidre Negre, Italien

5.15.4

Technische Angaben Lacobel T	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Sicherheit	
Vorspannen	Ja – Obligatorisch: Beim Vorspannen sind Konvektions-Öfen obligatorisch. Die lackierte Seite muss nach oben zeigen.
Laminierung	Ja – PVB-Laminierung nach dem Vorspannen sowohl auf der lackierten als auch auf der Glasseite möglich
SAFE-Film	n/a – Lacobel T ist (nach dem Vorspannen) per Definition ein Sicherheitsprodukt, der SAFE-Film ist dann nicht mehr notwendig.
Zuschnitt	
Rechtecke, Kreise	Ja – Lacobel T wird vor dem Vorspannen zugeschnitten (Lackschicht nach unten ausgerichtet): siehe „Bearbeitungsrichtlinie“ auf www.yourglass.com
Endbearbeitung und Kantenbearbeitung	
Kantenschleifen	Ja – nur vor dem Vorspannen
Schleifen	Ja – nur vor dem Vorspannen
Bohren	Ja – nur vor dem Vorspannen
Aussparungen	Ja – nur vor dem Vorspannen
Sonderbearbeitung	
Sandstrahlen	Ja – Glasseite vor oder nach dem Vorspannen/lackierte Seite vor dem Vorspannen
Mattieren	Ja – auf der Glasseite nach dem Vorspannen
Siebdruck	Ja – Aufbringen von Emaille vor oder nach dem Vorspannen möglich
Biegen	Ja – mit der lackierten Seite von der Form oder den Ofenrollen wegzeigend
Außenanwendung	
Eignung für außen	Ja – Brüstungen auf undurchsichtigem Substrat, Wandbekleidungen (z. B. Ladenfronten)
Empfindlichkeit	
Temperaturbeständigkeit	Ja – Beständig gegen Temperaturwechsel (vorgespanntes Produkt). Temperaturdifferenz bis zu 200 °C innerhalb der Glasoberfläche
Feuchtebeständigkeit	Ja – Lacobel T ist sowohl für die Anwendung in feuchten Räumen im Gebäudeinneren (Bäder, Küchen etc.) als auch für Außenanwendungen (Brüstungen, Fassaden) geeignet.
UV-Beständigkeit	Ja – Keine Entfärbung möglich
Verbindung/Fixierung	Ja
Einfache Wartung	Ja
Brandverhalten	Baustoffklasse gem. EN 13501-1: A1 nach thermischem Vorspannen. Mit FIX-IN montiert: B – s1,d0

Standarddicken: 4, 6, 8 und 10 mm

Maße: 225/255 cm x 321 cm (4, 6, 8 und 10 mm) bis 510 cm x 321 cm (4, 6 und 8 mm)

Farbpalette Matelac



Farbpalette Lacobel



Farbpalette Lacobel T



5.15.5 ipachrome design – metallische Glasbeschichtung

5.15.5

Hinter ipachrome design von AGC INTERPANE verbirgt sich ein chromhaltiges Mehrschichtsystem. Mit einem Lichtreflexionsgrad von über 50 % ist ipachrome design hochreflektierend, aber wesentlich belastbarer als ein konventioneller Silberspiegel. ipachrome design lässt sich zu VSG verarbeiten, kann mit Wärmeschutz wie auch mit Sonnenschutz kombiniert und beispielsweise zu Isolierglas weiterverarbeitet werden.

Ob im Außen- oder Inneneinsatz, ob als Fassadenplatte oder im Laden- und Messebau, ob Logos, Texte oder freie Ornamente, ob feine Linien oder deckende Flächen: Durch seine partielle Beschichtbarkeit eröffnet ipachrome design individuellen Gestaltungsideen freien Spielraum.

Einfache Motive sowie komplexe, fotoreale Abbildungen können als Maskierungen auf Glasflächen aufgebracht werden. Darauf folgen die Chrombeschichtung und eine anschließende Demaskierung. Das Endergebnis ist eine detailreiche und filigran verspiegelte Scheibe mit tiefem Kontrast.

Aus der Verglasung wird so eine optisch attraktive Designkomponente mit hohem Aufmerksamkeitswert – ohne jeden Abstrich an die Funktionalität.



5.15.6 Farbiges Verbundglas – Stratobel Color

Verbundglas mit transparenter, transluzenter oder opaker Farbgebung erhält seine (vorwiegend optischen) Eigenschaften durch eine oder mehrere PVB-Folien. Diese können klar, getönt oder mattiert sein. Auch das jeweilige Substrat kann klar, getönt oder satiniert sein.

Auf diese Art und Weise sind nahezu unendlich viele verschiedene Glastönungen herstellbar (auch mit metallisch-glänzenden Anmutungen).

Mit farbigem VSG, das bei AGC INTERPANE unter dem Markennamen Stratobel Color vertrieben wird, lassen sich sowohl Anwendungen im Innenausbau als auch in der Fassadenarchitektur realisieren. Auch Kombinationen mit Low-E oder Sonnenschutz-Verglasungen sind möglich.



5.15.6

5.15.7 Rillenschliff

5.15.7

Unter Rillenschliff versteht man hochwertige Ornamente und Dekore mit mattierten oder polierten Schliffritten.

Lieferbar sind V-Rillen, C-Rillen, asymmetrische Rillen

Maße/Gewicht

Maximalabmessungen: 230 cm x 420 cm

Minimalabmessungen: 20 cm x 30 cm

Glasdicke: 4 mm bis 19 mm

Maximales Gewicht: 350 kg



5.15.8 Spiegel Mirox, Miold Morena, Sanilam Easycut

5.15.8

Das Lieferprogramm für Spiegel bei AGC INTERPANE unterteilt sich in die Produktserie Mirox 3G (ökologische Spiegel) und Mirox MNGE (Mirox New Generation Ecological) als Spiegel der neuesten Generation.

Mirox 3G

Mirox 3G gehört der „dritten Generation“ von Spiegeln an und setzt Meilensteine in den Bereichen Qualität, Umwelt, Haltbarkeit und Performance.

Mirox 3G wird in einem patentierten Verfahren hergestellt, und zwar ohne die Verwendung von Kupfer und Formaldehyd. Mirox 3G entspricht demnach den Kriterien der europäischen RoHS-Richtlinie. Zur Produktion werden 70 % weniger Lösemittel als bei herkömmlichen MNGE-Spiegeln verwendet. Außerdem ist Mirox 3G zehnfach korrosionsbeständiger als es die Norm EN 1036 verlangt. Mirox 3G ist erhältlich mit der Sicherheitsausführung „SAFE“ bzw. „SAFE+“ sowie mit antibakteriellem Glas.

Mirox 3G gibt es sowohl in hell als auch in grün, grau, schwarz und bronze.

Standarddicken (mm)

	3	4	5	6
Clear	✓	✓	✓	✓
Bronze	✓	✓	✓	✓
Grey	✓	✓	✓	✓
Green		✓		✓
Black (Black Mirox)		✓		✓

Weitere Glasdicken 8 mm und 10 mm.
Mirox 3G Clearvision (abweichend): auf Anfrage.



Technische Angaben Mirox 3G

Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emailieren	Nein – Ausnahme: kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Verletzungsschutz)
Oberflächenbehandlung	
Farbe und Lack	Nein
Silberbeschichten	Mirox 3G ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet.
Sandstrahlen	Ja
Säuremattieren	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite – siehe Matelac Silver
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja

Empfindlichkeit

Temperaturbeständigkeit	Silberbeschichtung beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	Ja – verwendbar im Küchen- und Badbereich bei normaler Luftfeuchtigkeit und guter Lüftung, eintauchen in Wasser nicht empfohlen
UV-Schutz	Ja
Brandverhalten	Baustoffklasse gem. EN 1036 und EN 13501-1: A1 A2 – s1,d0 für Mirox 3G SAFE+

5.15.8

Mirox MNGE

Durch das patentierte Fabrikationsverfahren erfüllt Mirox MNGE strengste Normen in Bezug auf Qualität und Widerstand.

Dieser ökologische Spiegel hat eine nie gekannte Beständigkeit gegen Korrosion und Alterung. Die Lebensdauer gegenüber herkömmlichen Spiegeln ist dreimal so hoch. Auch ist Mirox MNGE gegen aggressive Reinigungsprodukte siebenmal beständiger als herkömmliche Spiegel.

Mirox MNGE ist auch mit der Sicherheitsausführung „SAFE“ bzw. „SAFE+“ erhältlich.

Lieferbar ist Mirox MNGE in den Farben hell, grün, grau, schwarz und bronze.

Standarddicken (mm)							
	1,9	2,1	3	4	5	6	8
Clear	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Clearvision			✓	✓	✓	✓	
Bronce			✓	✓	✓	✓	✓
Grey			✓	✓	✓	✓	✓
Green				✓		✓	✓
Black (Black Mirox)						✓	
SAFE und SAFE+			✓	✓	✓	✓	✓

Weitere Glasdicken: je nach Mindestbestellmenge

Technische Angaben Mirox MNGE	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emailieren	Nein – Ausnahme: kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz)
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Nein
Silberbeschichten	Mirox MNGE ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet.
Sandstrahlen	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite.
Säuremattieren	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite – siehe Matelac Silver
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja
Empfindlichkeit	
Temperaturbeständigkeit	Silberbeschichtung beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	Ja – verwendbar im Küchen- und Badbereich bei normaler Luftfeuchtigkeit und Lüftung, nicht in Wasser eintauchen
UV-Schutz	Ja
Brandverhalten	Baustoffklasse gem. EN 1036 und EN 13501-1: A1 A2 – s1,d0 für Mirox MNGE SAFE oder SAFE+

Sanilam Easycut

Dieser laminierte Doppelspiegel, bestehend aus zwei Mirox-MNGE-Spiegeln, bietet beidseitige Spiegel-funktion und ist somit besonders für Badezimmer-einrichtungen geeignet.



5.15.8

Technische Angaben Sanilam Easycut	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emallieren	Nein – Ausnahme: kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB / EVA	Nein – Der Aufbau von Sanilam Easycut enthält keine PVB- oder EVA-Folie: der Spiegel besteht aus zwei mittels einer 60 Mikrometer starken Klebeschicht verbundenen Einzelspiegeln.
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Nein
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Nein
Silberbeschichten	Das Spiegelglas Sanilam Easycut ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet.
Sandstrahlen	Ja
Säuremattieren	Ja
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja
Empfindlichkeit	
Temperaturbeständigkeit	Silberbeschichtung beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	Ja – Verwendbar im Küchen- und Badbereich bei normaler Luftfeuchtigkeit und Lüftung, nicht in Wasser eintauchen
UV-Schutz	Ja
Standarddicken 3 mm + 3 mm (6 mm)	

5.15.8

Miroid Morena

Oxidierter Antikspiegel

Miroid Morena ist eine Spiegel-Variante mit einem einzigartigen Antik-Look, welcher durch Oxidieren der Silberbeschichtung hergestellt wird.



Technische Angaben Miroid Morena	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emailieren	Nein – Ausnahme: kalter Spezial-Siebdruck auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE oder SAFE+	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Verletzungsschutz)
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Nein
Silberbeschichten	Das Spiegelglas Miroid ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet
Sandstrahlen	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite
Säuremattieren	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite – siehe Matelac Silver
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	Ja – kann wie herkömmliches Spiegelglas zugeschnitten werden
Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	
Empfindlichkeit	
Temperaturbeständigkeit	Silberbeschichtung beständig gegenüber Temperaturen bis 80 °C
Feuchtebeständigkeit	Ja – verwendbar im Küchen- und Badbereich bei normaler Luftfeuchtigkeit und Lüftung, nicht in Wasser eintauchen
UV-Schutz	Ja
Standarddicken 4 mm und 6 mm	

5.15.9 Dichroitische Filmlamine

Dichroitische Filmlamine verleihen der Architektur ungeahnte Tiefe und ganz neue Perspektiven. Hierbei werden spezielle, changierende Farbfolien mit Glas kombiniert.

Farbwechsel erscheinen wie von selbst und verändern sich je nach Lichteinfall und Blickwinkel. Diese Effekte entstehen durch die Lichtbrechung innerhalb der Folien, die selbst nicht mal einen halben Millimeter dick, aber dennoch aus bis zu 200 unterschiedlichen Schichten aufgebaut sind.

Je nach Blickwinkel erscheinen dem Betrachter unterschiedlich changierende Reflexionsfarben so schön wie ein Regenbogen. So werden Prismeneffekte mit Farbwechseln von Blau, Magenta und Gold oder von z. B. Cyan, Blau und Magenta erzielt. Durch die Kombination mit verschiedenen Gläsern können beliebig viele, unterschiedliche Erscheinungsbilder kreiert werden.

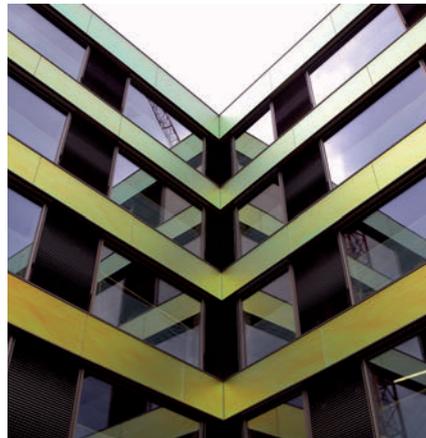
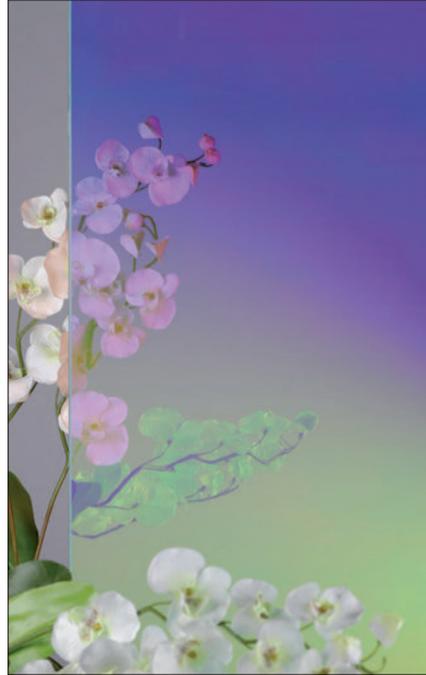
Einsatzgebiete:

- Außenfassaden
- Isolierglasfenster
- Raumteiler
- Innenraum-Trennsysteme
- Deckenverglasungen
- Innenausbau

Maße/Gewicht

Maximalabmessungen: 150 cm x 350 cm
 Minimalabmessungen: 20 cm x 30 cm
 Glasdicke: 4 mm
 Geometrie: Form frei wählbar
 Maximales Gewicht: 120 kg

Als VSG/ESG/TVG und Isolierglas lieferbar.



5.15.9

5.15.10 Antibakterielles Glas

5.15.10

Bei dem von AGC entwickelten patentierten Verfahren diffundieren Silberionen in die oberen Glasschichten. Die Bakterien können in Gegenwart der Silberionen nicht existieren, da diese den Stoffwechsel der Bakterien unterbrechen und somit die Zellteilung unterbinden – die Bakterien sterben ab.

Die antibakterielle Wirkung des Glases bleibt gerade auch unter feuchtwarmen Bedingungen erhalten, unter denen sich Bakterien und Schimmel besonders gut entwickeln können. Die auf antibakteriellem Glas untersuchten Bakterien finden sich vorwiegend in Krankenhäusern und sind hier für nosokomiale Infektionen verantwortlich. Antibakterielles Glas von AGC Interpane ist deshalb besonders geeignet für Krankenhäuser, aber auch für Schulen, Kindertagesstätten, Seniorenbetreuungseinrichtungen etc.

Lieferprogramm:

Planibel AB antibakterielles Glas gibt es sowohl klar (Float) als auch getönt.

Lacobel AB antibakterielles Glas ist ein lackiertes Glas mit einer antibakteriellen Oberfläche, erhältlich in 25 Standardfarben. Weitere Farben auf Anfrage.

Lieferbar sind auch Miroxspiegel in antibakterieller Ausführung (Mirox AB). Die Glasdicken und Maße entsprechen denen der verwendeten Basisprodukte.

Vorteile:

- vernichtet 99,9% der entstehenden Bakterien
- verhindert die Ausbreitung von Pilzen
- einfache Montage
- einfache Reinigung: beständig gegen die üblichen Reinigungsmittel, die auch in Krankenhäusern verwendet werden

5.15.11 Ornamentglaskombinationen – Imagin und Oltreluce

5.15.11

Ornamentglas ist ein Gussglas, das durch Walzen bestimmte Oberflächenstrukturen erhält. Es ist nur bedingt durchsichtig.

Ornamentglas findet immer dort Einsatz, wo klare Durchsicht überflüssig oder unerwünscht ist und es als Gestaltungselement herangezogen wird.

Die Ornamente von Gussgläsern sind dem Zeitgeschmack unterworfen. Daher ist es das Bestreben von AGC INTERPANE, einerseits die traditionellen und gebräuchliche Produkte aus dem Sortiment verfügbar zu halten, andererseits aber mit innovativen modernen Designs dem Planer neue Möglichkeiten zur Realisierung anspruchsvoller Bauvorhaben zu ermöglichen.

AGC INTERPANE bietet zwei Gussglaspaletten an: **Imagin** mit 23 Ornamentvarianten, inklusive 3 drahtgebundenen Produkten für besondere Sicherheit (feuerbeständig) und **Oltreluce** mit 6 Varianten.

Gussglaspalette Oltreluce

Oltreluce ist die neueste Kollektion von Ornamentgläsern gestaltet von dem italienischen Designer Michele De Lucchi. Es handelt sich um ein Sortiment, das die Effekte der Muster in den Mittelpunkt rückt und sich durch das Spiel mit Licht und Schatten auszeichnet. Durchscheinende Muster filtern dezent die feinen Variationen des Lichts.

Die Version „Silver“ verleiht dem Muster einen ganz besonderen Reflex. Hierbei handelt es sich um Gussglas, das auf der ebenflächigen Seite mit einer Spiegelschicht versehen ist.

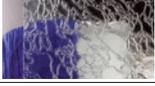
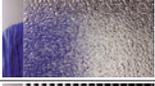
Es sind drei exklusive Produktvarianten verfügbar, und zwar Oltreluce Circles, Oltreluce Waves und Oltreluce Space. Alle sind erhältlich in den Varianten „Clear“ oder „Silver“.

Maximalabmessungen:

Je nach Glasdicke und Produkttyp. Bitte informieren Sie sich unter www.yourglass.com

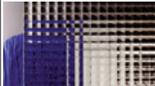
Imagin Produktpalette

5.15.11

Ornamentart		T	III	II	E	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm
33/33		T	III	II	E			✓		✓	✓	✓
Atlantic		T		II				✓				
Bamboo				II					✓			
Chinchilla		T	III	II	E			✓		✓	✓	
Crepi		T	III	II			✓	✓		✓	✓	
Delta		T		II	E			✓				
Diamante 9		T		II	E			✓				
Flutes		T		II				✓				
Glamatt						✓						
Gothic		T		II	E			✓				
Katedral Gross				II				✓				
Katedral Klein		T		II	E			✓				
Konfeta		T		II	E			✓				

Symbolerklärung: T = Vorspannbar; III = Geeignet für Verbundglas; II = Geeignet für Isolierverglasungen; E = Emaillierbar

Imagin Produktpalette

Ornamentart		T	III	II	E	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm
Krizet		T	III	II	E			✓				
Kura		T		II	E			✓				
Niagara				II					✓			
Patterned 130		T		II					✓			
Polar		T		II	E			✓				
Santinbel		T	III	II	E			✓				
Screen		T	III	II	E			✓				

Symbolerklärung: T = Vorspannbar; III = Geeignet für Verbundglas; II = Geeignet für Isolierverglasungen; E = Emaillierbar

Imagin mit Drahteinlage

Glas mit integriertem Drahtgeflecht

Imagin Wired ist die feuerbeständige Variante der Gussglassreihe Imagin. Das integrierte Drahtgeflecht hält die Bruchstücke bei Glasbruch zusammen. Die Produktsreihe umfasst auch poliertes Klarglas mit

Drahteinlage. Die Feuerbeständigkeit entspricht den Normen „Poliertes Drahtglas P (E30/E60)“ und „Poliertes Drahtglas J (E30)“.

	T	III	II	E	F
Wired „O“ 1/2					x
Wired „S“ 1/2					x
Wired Polished					x

F = feuerbeständig

Die Imagin-Wired-Produkte sind in 6 mm Dicke erhältlich

5.15.11

Oltreluce, die neue Palette an Ornamentgläsern von Michele De Lucchi

Ornamentart		T	III	II	E	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm
Waves Clear			III	II	E	✓		✓		
Waves Silver						✓		✓		
Circles Clear		T	III	II	E	✓		✓		
Circles Silver						✓		✓		
Space Clear					E	✓		✓		
Space Silver						✓		✓		

Symbolerklärung: T = Vorspannbar; III = Geeignet für Verbundglas; II = Geeignet für Isolierverglasungen; E = Emaillierbar

5.15.12 FIX-IN: Glasklebelösung für Designgläser

5.15.12

Kleben ist die verbreitetste Methode zur Befestigung von Glasscheiben auf einem Untergrund (wie zum Beispiel auf Wänden, Möbeln und anderen Oberflächen). Das Klebesystem ermöglicht eine nicht sichtbare Befestigung, im Gegensatz zu vielen anderen Befestigungsmethoden (mit Schrauben, Klammern etc.). Auf diese Weise wird die Optik der ebenen Glaswand nicht beeinträchtigt.

AGC INTERPANE hat in diesem Bereich langjährige Erfahrung und bietet nun ein eigenes, innovatives Lösungssystem für viele verschiedene Klebe- und Befestigungstechniken an: die FIX-IN Glasklebelösung für Designgläser.

Die FIX-IN Produktreihe ist eine Systemlösung für die Innenanwendung einschließlich des Silikonklebers, der entsprechenden Wandgrundierung und des Oberflächenprimers. Planer und Verarbeiter können die verschiedenen Systemkomponenten online auf www.agc-store.com oder bei ihren Glaslieferanten erwerben.

Die FIX-IN Produktreihe eignet sich besonders für die Designgläser Mirox, Lacobel, Lacobel T und Matelac. Die gute Kompatibilität der verschiedenen FIX-IN-Komponenten untereinander verhindert korrosive Lackschäden an der Rückseite des Glases, so dass die Lackierung der Dekorgläser farblich stabil bleibt.

AGC Interpane bietet zudem eine 5-Jahres-Garantie¹⁾ gegen Verfärbung, Abpellen oder Rissbildung der Farbe auf der Rückseite des Glases.

Um die Anwendung der FIX-IN Produkte noch komfortabler zu gestalten, stellt AGC INTERPANE unter www.yourglass.com ausführliche Montageanleitungen und technische Datenblätter zur Verfügung. Ein 3D-Video veranschaulicht zudem die wichtigsten Montageschritte.

Das komplette FIX-IN-Silikonsystem besteht aus fünf Produkten:

- 1) FIX-IN PR: Wandgrundierung für die Verwendung von FIX-IN SL auf porösen Oberflächen
- 2) FIX-IN SA: Oberflächenaktivator, vor dem Auftragen von FIX-IN SL auf der AGC-Sicherheitsfolie SAFE bzw. SAFE+ zu verwenden
- 3) FIX-IN AT: doppelseitiges Schaumstoffklebeband als Distanzstück und für die Anfangshaftung
- 4) FIX-IN SL: Silikonkleber für Innenanwendungen
- 5) FIX-IN TU Touch-Up Paint für kleine Kratzer, die bei der Montage oder Verarbeitung der lackierten Glasreihen Lacobel und Matelac auftreten können.

Alle Produkte wurden für verschiedene Substrate getestet, einschließlich Fliesen als Untergrund für Sanierungsarbeiten (siehe Tabelle auf nachfolgender Seite):



¹⁾ Diese Garantie unterliegt bestimmten Bedingungen. Weitere Informationen finden Sie auf www.yourglass.com.

5.15.12

Untergrund und Wandgrundierung		
Produkt	Primer	Silikonkleber
MDF, Mitteldichte Faserplatte (EN 316)	Nein	Ja
OSB, Grobspanplatte (EN 300)	Nein	Ja
Spanplatte, ohne feuerhemmende Behandlung (EN 312)	Nein	Ja
Gipskartonplatte (EN 520)	Ja	Ja
Sperrholz, ohne feuerhemmende Behandlung (EN 312)	Nein	Ja
Kalziumsilikatplatte (prEN 14306)	Ja	Ja
Faserzementplatte (ISO 390)	Ja	Ja
Gipsputz	Ja	Ja
Zementputz	Ja	Ja
Beton	Ja	Ja
Ziegelsteinmauerwerk	Ja	Ja
Fliesen, bereits vorhanden	Nicht erforderlich, wenn sauber und haftend	Ja

Hinweis für die Silikonanwendung: Für einige helle Farben (Beige Classic, Fuchsia, Orange Classic, White Pearl, White Pure, Red Luminous, White Soft, Yellow Rich) empfiehlt AGC INTERPANE, den Untergrund weiß zu streichen, um eine einheitliche Glasoptik nach dem Verkleben zu erhalten. In diesem Fall wird keine zusätzliche Wandgrundierung auf der porösen Oberfläche benötigt, da die Farbe als Grundierung fungiert. Sollten die Fugenbereiche farbig hinterlegt (gestrichen) werden, ist das Klebeband immer auf dem weißen Teil der Wandfläche aufzubringen.

Wenn Metallic-Farben, wie Grey Metal, Taupe Metal, Aluminium Rich, Black Starlight, in feuchten Bereichen angewendet werden, dürfen diese bei Silikonverklebung nur mit Sicherheitsfolie SAFE und SAFE+ verwendet werden.

Wichtig: Alle FIX-IN-Produkte müssen im Einklang mit der neuesten Version der AGC-Montageanleitung für Glasanwendungen in der Inneneinrichtung sowie den technischen Produktdatenblättern gelagert und verarbeitet werden. Sie erhalten alle diese Informationen auf www.yourglass.com. Regionale Bestimmungen und Vorschriften sind ebenfalls einzuhalten.

5.16 SunEwat XL – Glas-Glas-Module für gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)

5.16

SunEwat XL ist ein Verbundglas mit im Verbund integrierten Photovoltaik-(PV)-Zellen. SunEwat-PV-Module produzieren aktiv Strom über die Gebäudehülle. Mit einer erhöhten Temperaturbeständigkeit von bis zu 100 °C kann es auch als opake Fassadenverkleidung eingesetzt werden – das erweitert die Möglichkeiten zur Energiegewinnung. Die Abmessungen und die Stromleistung der Module werden speziell für jedes Projekt ermittelt.

SunEwat XL Solar-Module verbessern die Energieeffizienz des Gebäudes und tragen zu einem umweltbewussten Image des Bauherrn bei. Dies bringt Punkte bei der LEED-Zertifizierung sowie bei der BREEAM International New Construction.

Anwendungsbereiche:

Integration von Modulen für die Stromproduktion in:

- Fassaden
- Glasdächern
- Vordächern
- Brüstungen
- Weiteren Anwendungen
- Wird SunEwat XL in unbelüfteten „Sandwich“-Brüstungsverkleidungen eingesetzt, behält es seine Leistungen selbst bei hoher Temperatur.

Merkmale:

- Wahlweise mono- oder polykristalline Zellen im Verbund
- Max. Leistung 149 Wp/m²
- Max. Abmessungen 2 m x 4 m
- Diverse Farben für Hinterdruckung nach Wunsch

Nachweise:

- EN 14449
- EN 12600
- EN 1279
- IEC 61215
- IEC 61730 Klasse II

Garantien:

SunEwat XL und Thermobel SunEwat XL werden mit einer Produktgarantie von 10 Jahren geliefert.

Der Wirkungsgrad selbst ist garantiert.

- 10 Jahre (90% der Nennleistung)
- 20 Jahre (80% der Nennleistung)

AGC Interpane unterstützt Sie gerne bei der Ermittlung der individuellen Leistungsmerkmale Ihres Projektes.



Owner: Conseil régional d'Aquitaine, Company: T2B Aluminium, Architects: Atelier des architectes Mazières, et associé Daniel De Marco

Technische Daten SunEwat XL

AUFBAU				
Glas Außenseite	Vorgespannt TVG, extraktlar			
Einkapselungsmaterial	EVA			
Glas Innenseite	Vorgespannt TVG, extraktlar, klar, farbig, siebbedruckt etc.			
Glasdicke	Nach Statik			
Photovoltaik-Zellen	Mono- und Polykristallin 156 mm, hoher Wirkungsgrad bis 19%			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Frontseite</th> <th>Rückseite</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Frontseite	Rückseite	
Frontseite	Rückseite			
				
AUSFÜHRUNG				
Min. Abmessungen des Moduls	400 mm x 400 mm			
Max. Abmessungen des Moduls	2000 mm x 4000 mm			
Formen	Sämtliche Formen innerhalb der min. und max. Abmessungen			
Abstand zwischen den Zellen	- Min.: 4 mm - Max.: 50 mm			
Lichtdurchlässigkeit der Module	in Abhängigkeit des Abstandes zwischen den Modulen			
ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN				
Nennleistung	Variabel: entsprechend der Zelldichte			
Anschlussdose	Anschlussdose am Modulrand mit integrierter Bypassdiode - Länge: 131 mm - Höhe: 11,5 mm - Dicke: 10 mm			
Durchmesser der Anschlüsse	10 mm			
Kabellänge	Variabel: gemäß Systemauflagen			
Kabelquerschnitt	4 mm ²			
Maximale Systemspannung	1000 V DC			
GARANTIE				
Produktgarantie	10 Jahre			
Leistungsgarantie	- 10 Jahre (90% der Nennleistung) - 20 Jahre (80% der Nennleistung)			
<i>Das Produkt und seine Leistungen sind für Anwendungen bis zu 100°C garantiert.</i>				
ZERTIFIZIERUNG				
IEC 61215	Kristalline Silizium-Photovoltaik-Module Bauartegnung und Bauartzulassung			
IEC 61730 Klasse II	Anforderungen an die Betriebssicherheit der Photovoltaik-Module			
EN 14449	Konformitätsbewertung: Verbund-Sicherheitsglas			

5.17 Brandschutzglas

5.17

Brandschutzsysteme und ihre Klassifizierung

Die Prüfanforderungen durch Norm-Brandversuche sind in der EN 1363 / DIN 4102 Feuerwiderstandsprüfung allgemeine Anforderung und EN 1364 Feuerwiderstandsprüfung für nichttragende Bauteile definiert. Entsprechend dem Prüfnachweis wird unterschieden in:

Feuerwiderstandsklasse E (G)

Lichtdurchlässige Bauteile in vertikaler, geneigter oder horizontaler Ausführung, die dazu bestimmt sind, entsprechend ihrer Feuerwiderstandsdauer nur die Ausbreitung von Feuer und Rauch zu verhindern. Der Durchtritt der Wärmestrahlung ist nicht eingeschränkt.

Klassifizierungen:

- E (G) 30
- E (G) 60
- E (G) 90
- E (G) 120

Die Feuerwiderstandsklasse E120 bedeutet zum Beispiel, dass die genannten Eigenschaften über einen Zeitraum von 120 Minuten erhalten bleiben müssen.

Verwendete Glasarten:

- speziell vorgespanntes Floatglas (ESG)
- vorgespanntes Borosilikatglas
- Verbundglas mit Brandschutz-Zwischenschichten

Über die Zulässigkeit der Verwendung der G-Verglasungen entscheidet die zuständige örtliche Bauaufsichtsbehörde in jedem Einzelfall. Dies ist auch erforderlich, wenn für die Brandschutzverglasung eine a.b.Z. vorliegt.

Feuerwiderstandsklasse EW

Definition wie Feuerwiderstandsklasse E, aber mit reduziertem Strahlungsdurchgang. Dieser darf aber 15 kW/m² nicht überschreiten.

Klassifizierungen:

- EW 30
- EW 60
- EW 90
- EW 120

Verwendete Glasarten:

- beschichtetes, vorgespanntes Borosilikatglas, beschichtetes, vorgespanntes Floatglas
- Verbundglas mit Brandschutz-Zwischenschichten

Feuerwiderstandsklasse EI (F)

Lichtdurchlässige Bauteile in senkrechter, geneigter oder waagerechter Ausführung, die dazu bestimmt sind, entsprechend ihrer Feuerwiderstandsdauer nicht nur die Ausbreitung von Feuer und Rauch, sondern auch den Durchtritt der Wärmestrahlung zu verhindern und die Temperatur auf der feuerabgekehrten Seite zu limitieren.

Klassifizierungen:

- EI (F) 30 (feuerhemmend)
- EI (F) 60 (hochfeuerhemmend)
- EI (F) 90 (feuerbeständig)
- EI (F) 120

Verwendete Glasarten:

- Verbundglas aus vorgespannten Gläsern mit Brandschutz-Zwischenschichten
- mehrscheibiges Verbundglas mit Brandschutz-Zwischenschichten

Sowohl E, EW als auch EI-Verglasungen sind grundsätzlich Festverglasungen.

Bewegliche, selbstschließende Brandschutz-Verglasungen, wie z. B. Fenster, können ebenfalls eine EI-Klassifizierung erreichen.

Brandschutzverglasungen

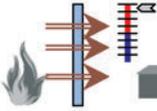
Sie müssen stets als komplettes Brandschutzsystem (Brandschutzverglasung), bestehend aus Glas, Rahmung, Abdichtung und Befestigung, geprüft und dann auch ausgeführt werden. Die Verglasungen können durch speziell autorisierte Verarbeiter zu Mehrscheiben-Isolierglas bzw. VSG weiterveredelt werden.

Die Vorgaben der Zulassungen sind zwingend zu beachten. Ansonsten wird eine Zustimmung im Einzelfall, die von der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes erteilt wird, notwendig.

5.17

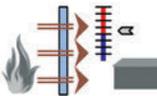
Klassifizierungen nach EN 13 501

Klasse E:
Keine Flammen oder entzündbare Gase auf der feuerabgekehrten Seite



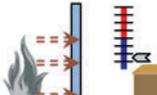
INTEGRITY

Klasse EW:
wie Klasse E. Zudem darf der Strahlungsdurchgang 15 kW/m^2 nicht überschreiten



RADIATION

Klasse EI:
Hitzeschildfunktion. Im Mittel darf die Ausgangstemperatur auf der feuerabgekehrten Seite der Verglasung um nicht mehr als 140 K ansteigen



INSULATION

Klassifizierung von Türen

Dies sind Bauteile mit oder ohne Verglasung als selbstschließende Türen, sogenannte bauaufsichtlich zugelassene Feuerschutzabschlüsse (Tore, Türen, Klappen), die dazu bestimmt sind, entsprechend ihrer Feuerwiderstandsdauer nicht nur das Ausbreiten von Feuer und Rauch, sondern auch den Durchtritt der Wärmestrahlung zu verhindern und die Temperatur auf der feuerabgekehrten Seite zu limitieren. Auch Türen mit Seitenteil können Feuerschutzabschlüsse sein. Werden Feuerschutzabschlüsse dagegen als Türen in Trennwände eingebaut, werden diese als Brandschutztüren bezeichnet. Neben dem Nachweis des Brandverhaltens ist für diese Bauteile unter anderem eine Dauerfunktionsprüfung durchzuführen.

Klassifizierungen:

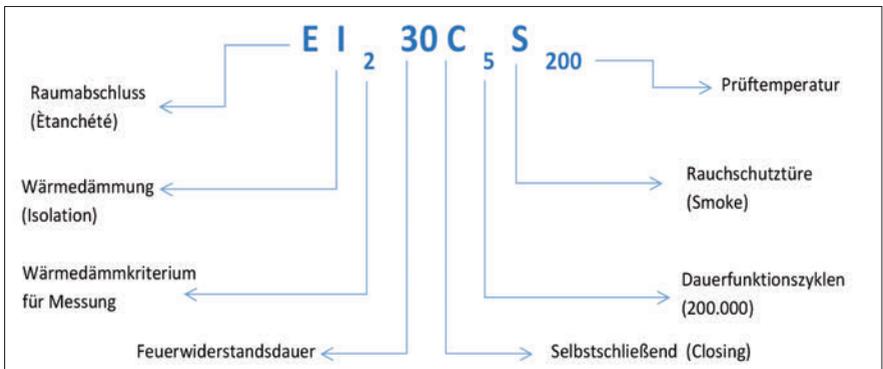
EI1 bzw EI2 30, 60, 90, 120, 180 Minuten

Zusätzlich unterliegen Türen einer gesonderten Güteüberwachung.

Je nach Anwendung, zum Beispiel in Verkehrswegen, finden weitere Normen und Verordnungen zur Verkehrssicherheit, wie z. B. Versammlungsstättenverordnung, Arbeitsstättenrichtlinie, ebenfalls Verwendung. Gleiches gilt für Anwendung in der Fassade.

Bezeichnung von Feuerschutzabschlüssen nach EN

Beispiel:



Europäische Normung

Die gültige Prüf- und Klassifizierungsnorm DIN 4102 wurde wird nach einer Übergangszeit ersetzt durch das neue Verfahren zur Prüfung und Klassifizierung von Brandschutzbauteilen gem.

- EN 1363 Feuerwiderstandsprüfung, allgemeine Anforderungen
- EN 1364 Feuerwiderstandsprüfungen für nicht tragende Bauteile, Teil 1, Wände
- EN 13501-2 Klassifizierung von Brandschutzbauteilen

Nach Bestehen eines Brandversuches über die Prüfdauer von 30, 60 oder mehr Minuten, erfolgt die Klassifizierung mit der Bezeichnung E, EW oder EI nach EN 13501-2.

Bauordnungsrecht bei Brandschutzverglasungen

Zum 01.07.2013 hat die europäische Bauproduktenverordnung die bis dahin gültige europäische Bauproduktenrichtlinie abgelöst. Leistungserklärungen (LE) und eine darauf basierende CE-Kennzeichnung stellen wesentliche Aspekte der neuen Verordnung dar. Wichtig und positiv dabei ist, dass die Ergebnisse, die im Rahmen der bisherigen CE-Kennzeichnung festgestellt wurden, prinzipiell übernommen werden dürfen. Wesentlicher Unterschied ist, dass die Produkthersteller nun die Konformität mit den wesentlichen Merkmalen, also den wichtigsten technischen Parametern, bestätigen müssen. Zuvor wurde die Konformität mit der Einhaltung der jeweiligen harmonisierten Produktnorm erklärt.

Verwendbarkeitsnachweis in Deutschland

In Deutschland sind weiterhin die Anforderungen aus der DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ zu beachten. Demnach gelten nach wie vor die Feuerwiderstandsklassen G, F und T. Der generelle Nachweis zur Verwendbarkeit der Brandschutzsysteme ist die „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“.

Im Zulassungsbescheid werden

- die Einzelheiten der Brandschutzverglasung inklusive detaillierter Zeichnungen als System,
- die Herstellung und die Kennzeichnung der verwendeten Bauprodukte sowie
- die Vorschriften der Eigen- und Fremdüberwachung der verwendeten Glasscheiben

beschrieben. Der Zulassungsbescheid muss an der Verwendungsstelle vorliegen. Der das Brandschutzsystem einbauende Fachbetrieb hat dem Bauherrn eine Übereinstimmungserklärung hinsichtlich der fachgerechten Montage entsprechend den Zulassungsvorgaben auszuhändigen, die ggf. an die zuständige Bauaufsichtsbehörde weiterzuleiten ist.

Kennzeichnung

Die „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ fordert eine dauerhafte und unverwechselbare Kennzeichnung sowohl der Brandschutzverglasung als auch des gesamten Brandschutzsystems. Dabei sind folgende Vorschriften zu beachten.

- Brandschutzglas:
Ätz- oder Einbrennstempel mit:
Name des Herstellers
Bezeichnung
Glassdicke (z. B. 6 mm)
- Brandschutzverglasung:
Stahlblechschild mit Typ der Verglasung
Feuerwiderstandsklasse (z. B. E30)
Name oder Kennziffer des Herstellers, der die Brandschutzverglasung fertiggestellt/eingebaut hat
ggf. Name des Antragstellers, falls abweichend vom Hersteller
Zulassungsnummer
Herstellungsjahr

Das Schild ist auf den Rahmen der Brandschutzverglasung zu anzubringen.

Lieferprogramm Brandschutzglas

Produkt	Nenndicke (in mm)	Dickentoleranz	Gewicht (in kg/m ²)	Feuerwiderstand EN 13501-2	Stoßfestigkeit EN 12600	Schalldämmung EN 12758 R _W (C; C _p) (in dB)	U _g W/(m ² K) EN 673	TL-EN 410 τ _v / ρ _v (%)	FS-EN 410 τ _e / ρ _e (%)
Einstufung innen									
Pyrobelite 7	7,9	± 0,9	17	EW 30	3(B)3	34 (0; -3)	5,7	89/8	73/7
Pyrobelite 12	12,3	± 1	27	EI 20/EW 60	2(B)2	36 (-1; -3)	5,6	86/8	65/7
Pyrobelite 13	12,9	± 1	29	EW30	2(B)2	34 (0; -3)	5,5	86/8	65/6
Pyrobel 8	9,3	± 1	20	EI 15/EW 30	NPD	34 (-1; -3)	5,6	88/8	70/7
Pyrobel 16	17,3	± 1	40	EI 30/EW 60	2(B)2	39 (-1; -3)	5,4	84/8	60/6
Pyrobel 17 N	17,8	± 1,6	40	EI 45/EW 60	1(B)1	39 (0; -3)	5,4	86/8	67/6
Pyrobel 25	26,6	± 2	60	EI 60	1(B)1	40 (-1; -3)	5,2	81/7	53/6
Pyrobel 35	34,7	± 2	81	EI 90	1(B)1	41 (-1; -4)	4,9	79/7	49/6
Pyrobel 53	52,5	± 3	122	EI 120	1(B)1	45 (-1; -4)	4,5	72/7	40/5
Einstufung außen									
Pyrobelite 7 EG	11,3	± 1	25	EW 30	1(B)1	35 (-1; -2)	5,5	87/8	65/7
Pyrobelite 12 EG	16,1	± 1	35	EI 20/EW 60	1(B)1	38 (-1; -3)	5,4	85/8	58/6
Pyrobel 8 EG	13,1	± 1,3	28	EI 15/EW 30	1(B)1	36 (-1; -3)	5,4	86/8	62/6
Pyrobel 16 EG	21,1	± 1,5	48	EI 39/EW60	1(B)1	39 (-1; -3)	5,2	83/7	54/6
Pyrobel 17 EG	21,2	± 2	48	EI 45	1(B)1	38 (0; -3)	5,2	84/8	56/6
Pyrobel 25 EG	30,4	± 2	68	EI 60	1(B)1	43 (-1; -4)	5,0	80/7	48/6
Pyrobel 35 EG	38,5	± 2	89	EI 90	1(B)1	42 (-1; -4)	4,8	77/7	46/6
Pyrobel 53 EG	56,2	± 3	130	EI 120	1(B)1	46 (-2; -5)	4,3	71/7	38/5
Einstufung horizontal									
Pyrobel 19	19,1	± 1,5	43	EI 30	1(B)1	38 (-1; -3)	5,2	81/7	53/6
Pyrobel 23	23,7	± 1,8	54	EI 45	1(B)1	39 (0; -3)	5,0	80/7	49/6
Pyrobel 28	28,4	± 2	63	EI 60	1(B)1	41 (0; -3)	4,9	78/7	47/6

Lichtwerte gemäß EN 410: τ_v = Lichtdurchlässigkeit; ρ_v = Lichtreflexion

Sonneneuwerte gemäß EN 410: τ_e direkte Energietransmission; ρ_e direkte Energiereflexion

Brandschutzverglasungen (Pyrobel) für Bauvorhaben in Deutschland können/müssen ausschließlich bei der Firma Promat GmbH angefragt werden. – Hier wird Pyrobel als Promaglas angeboten.

*Promat GmbH – Scheifenkamp 16 – D-40878 Ratingen – Mr. Carsten Langenberg
e-mail: clangenberg@promat.de – Tel: 02102 / 493 216*



AGC INTERPANE Stilgläser für denkmalgerechte Altbausanierung und individuelle Neubaugestaltung: ästhetische Formen und moderne Schutzfunktionen zugleich.

AGC INTERPANE

5.18 Isolierglas als funktionales Gestaltungselement

5.18

Geschützte Baudenkmäler, Fachwerkhäuser, bürgerliche Villen und städtische Fassaden sind geprägt vom Reiz alter Sprossenfenster. Und auch auf neuen Fassaden lässt sich durch Sprossen ein reizvoller Effekt erzielen. Gerade die Gebäude aus den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts, die jetzt zur umfangreichen energetischen Renovierung anstehen, gewinnen durch unterteilte Fensterflächen deutlich an Ansehen.

Darüber hinaus besteht oftmals der Wunsch des Bauherren oder des Planers, durch die spezielle Gestaltung im Neubaubereich besondere Akzente zu setzen.

Isolierglas mit seinen vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten bietet Planern und Bauherren ein weites Feld für die Umsetzung ihrer Kreativität:

- Modell- und Skizzenscheiben
- Sprossengestaltung
- Ornament- und Dekorglas

5.18.1 Modellscheiben

Mit modernen Fertigungsmethoden ist es möglich, die unterschiedlichsten Modellscheiben herzustellen.

Damit sind die Möglichkeiten speziell gestalteter Glasarchitektur nahezu unbegrenzt.

Aus den abgebildeten Zeichnungen gehen die für die Herstellung benötigten Abmessungen hervor. Bei Bestellung von Einheiten mit verschiedenen Glasarten oder -dicken ist stets anzugeben, welche Glasart in den Skizzen dem Betrachter zugewandt ist.

Bei Modell- und Skizzenbeschreibungen von iplus-Warmglas, Sonnenschutz- oder Schallschutz-Isolierglas und Isolierglas-Kombinationen mit Sondergläsern ist ebenfalls unbedingt die Sichtseite anzugeben.

Bei Modellen mit Innenecken (s. Modelle 55 und 56) ist Ausführung in ESG erforderlich.

Alle anderen Modellformen sind bezüglich Liefermöglichkeiten vorher abzustimmen.

Ebenfalls abzustimmen sind Möglichkeiten der Datenübertragung aus CAD- oder Grafikprogrammen.

Sollten im Einzelfall noch Schablonen zur Anwendung kommen, müssen diese aus einteiligen, planen, maßhaltigen Materialien bestehen und dürfen nicht dicker als 5 mm sein.

Werden Schablonen verwendet, sind allein die Schablonenmaße maßgebend.

5.18.1

5.18.1

Typenübersicht Modellscheiben

		<p>Liefermöglichkeit für in diesen Typenübersichten nicht aufgeführte Formen auf Anfrage.</p>		

Typenübersicht Modellscheiben

		<p>*) Bei VSG monolithisch Ø mind. 45 cm</p> <p>Bei ESG monolithisch Ø mind. 30 cm</p> <p>Bei Isolierglas-Kombinationen Ø mind. 30 cm Ø max. 150 cm</p>		

5.18.2 Sprossen

5.18.2

Die Probleme kleinformatiger Isolierglas-Einheiten sind bekannt: Wegen des zum Zeitpunkt der Herstellung im Scheibenzwischenraum verschlossenen Luft- bzw. Gasvolumens unterliegen Isolierglas-Elemente im Laufe ihrer Lebensdauer ständiger Belastung durch Pumpbewegungen. Sinkt der Luftdruck (im Vergleich zum Zeitpunkt der Herstellung), „bauchen“ die Scheiben aus. Erhöht sich der Luftdruck, verformen sich die Glasoberflächen konkav.

Diese (physikalisch bedingte) Erscheinung führt in der Regel nicht zu Problemen, denn die modernen Dichtstoffe hochwertiger Isoliergläser und die bedingte Elastizität der Glasscheiben gleichen diesen Effekt aus. Je kleiner allerdings die Isolierglas-Einheit ist, umso mehr wirken die Glasscheiben als starre, unelastische Platten. Das heißt, die gesamte Pumpbewegung führt zur Belastung des Randverbunds. Und das kann unter Umständen die Lebensdauer des Isolierglas-Elements verkürzen.

Aus diesem Grund sind moderne Sprossen-Isolierglas-Systeme wie „Schweizer Kreuz“ und „Wiener Sprosse“ den Konstruktionen mit kleinformatigen Isolierglas-Einheiten vorzuziehen.

Sprossen im Dreifach-Isolierglas

Selbstverständlich sind heute auch moderne Dreifach-Wärmedämmgläser, wie z. B. iplus 3LS mit innenliegenden Sprossensystemen, produzierbar.

Einfluss von Sprossen auf den Schallschutz

Als schalltechnisch kritisch gelten seit jeher Fenster mit Sprossen. Bei **Echtsprossen** besteht die Gefahr, dass durch Undichtigkeiten an den Sprossenkreuzen deutliche Schallübertragungen stattfinden. Deshalb ist ein Korrekturwert (K_{sp}) für glasteilende Sprossen entsprechend der DIN 4109, Beiblatt 1/A1, zu berücksichtigen.

Bei Verwendung von **Sprossen im SZR** des Isolierglases kann eine Reduzierung der Schalldämmwirkung eintreten. Die Körperschallübertragung beim Sprossen-Isolierglas kann jedoch ausgeschlossen werden, wenn das Sprossenelement im SZR keinen direkten Kontakt zu den Scheiben aufweist.

Dies ist beispielsweise bei den AGC INTERPANE Sprossen-Isoliergläsern „Schweizer Kreuz“ und „Wiener Sprosse“ der Fall. Siehe auch die Untersuchung von E. Sälzer – veröffentlicht in „Bauphysik 6/85“.

Es ergibt sich eine zusätzliche positive Wirkung bezüglich der Schalldämmung beim **Schweizer Kreuz** durch

- die Massenerhöhung infolge der eingesetzten Sprossenprofile und

bei der **Wiener Sprosse** durch

- die Massenerhöhung infolge der eingesetzten Abstandhalter,
- die Massenerhöhung infolge aufgesetzter Sprossen und
- die äußere Dämpfung durch Aufkleben der Sprossen.

Bei Einsatz von Gläsern mit hohem Absorptionsgrad und asymmetrischen Glasdicken ist die Einsatzmöglichkeit im Vorfeld zu prüfen.

Einfluss von Sprossen auf den Wärmeschutz

Im Bereich der eingebauten bzw. der außenseitig aufgebraachten Sprossen treten zusätzliche Wärmeströme auf, die bei der Berechnung der Fenster-U-Werte zu berücksichtigen sind.

Einflusskriterien können sein:

- Anzahl der Sprossen
- Material der Sprossen
- Breite der Sprossen
- Abstand der Sprossen zur Glasoberfläche
- Emissionsvermögen der Glasoberfläche
- Gasfüllung

Die Einflüsse lassen sich mit dem längenbezogenen

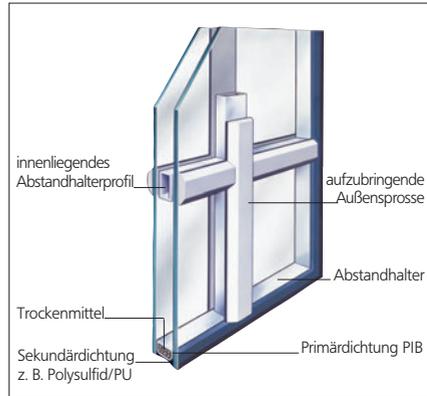
Die DIN 4108 Teil 4 erfordert die Berücksichtigung der Sprossen bei der Ermittlung des $U_{g, BW}$ -Wertes durch den Korrekturwert ΔU_g (s. Kap. 3.3.2).

**AGC INTERPANE
Sprossen-Isolierglas „Wiener Sprosse“**

Dieses Sprossensystem vermittelt den optischen Eindruck eines konventionell gefertigten Echtsprossen-Isolierglas-Fensters.

Der gesamte Flügelrahmen weist ein komplettes Isolierglas-Element auf, bei dem auf die Scheibenoberfläche die Sprossen vom Fensterbauer nachträglich fest aufgebracht sind. Die eingebauten Abstandhalterprofile haben keinen direkten Kontakt zu den Glasoberflächen. Durch den Abstand von in der Regel 3 mm zwischen Glas und Abstandhalterprofil entspricht das mechanische Verhalten dieser Isolierglas-Einheit einer großflächigen Verglasung.

Beachten Sie Kap. 6 der AGC INTERPANE Verglasungs-Richtlinien.



Schnitt durch Sprossen-Isolierglas „Wiener Sprosse“

Lieferprogramm AGC INTERPANE Sprossen-Isolierglas „Wiener Sprosse“			
Aufbau		4/16/4	5/16/6
max. Abmessungen (in cm)		141 x 240	245/300
max. Flächeninhalt (in m ²)		3,40	6,00
max. Seitenverhältnis		1: 6	1: 6
Ansichtsbreite des Abstandhalterprofils (auch kombinierbar)	20 mm	24 mm	30 mm
Beachten Sie, dass die Außensprossen (stets etwas breiter als die innenliegenden Profile) vom Fensterhersteller aufgebracht werden.			
Die Farbe des innenliegenden Abstandhalterprofils ist angepasst an den Isolierglas-Abstandhalter.			

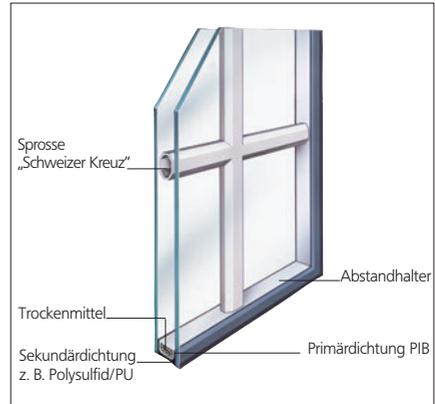
5.18.2

**AGC INTERPANE
Sprossen-Isolierglas „Schweizer Kreuz“**

Die Sprossen sind im SZR untergebracht und haben keinen direkten Kontakt zu den Glasoberflächen.

Das „Schweizer Kreuz“ besteht standardmäßig aus profiliertem Aluminium und wird in verschiedenen Breiten und Farben hergestellt.

Die Sprossenverbindung entspricht optisch einer echten, handwerklich gefertigten Holzsprosse und gewährleistet eine dauerhafte Verbindung des Sprossenkreuzes.



**Schnitt durch Sprossen-Isolierglas
„Schweizer Kreuz“**

Lieferprogramm AGC INTERPANE Sprossen-Isolierglas „Schweizer Kreuz“				
Aufbau	4/16/4		5/16/6	
max. Abmessungen (in cm)	141 x 240		245 / 300	
max. Flächeninhalt (in m ²)	3,40		6,00	
max. Seitenverhältnis	1 : 6		1 : 6	
Ausführung Typ „Schweizer Kreuz“ Standard				
Sprossenbreiten	18 mm	26 mm	45 mm	66 mm
Sprossenbreiten auch kombinierbar, 66-mm-Sprosse nur in Weiß lieferbar.				
Ausführung Typ „Schweizer Kreuz“ Sprosse 2000 ¹⁾				
Sprossenbreiten	18 mm	26 mm	45 mm	
Die Sprossenbreiten 18 mm mit 26 mm und 26 mm mit 45 mm sind kombinierbar.				
¹⁾ Fertigung mit SZR 14 mm ist möglich.				

AGC INTERPANE Sprossen-Isolierglas ist in vielen Farben und Holzdekoren lieferbar. Zweifarbige Kombinationen sind ebenfalls möglich.

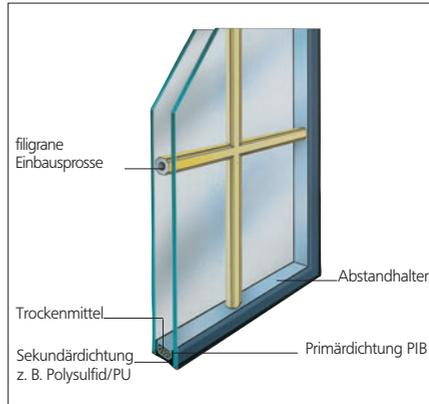
**AGC INTERPANE
Sprossen-Isolierglas „Filigransprosse“**

Eine reizvolle Variante zum „Schweizer Kreuz“ sind die filigranen Einbausprossen. Die feinen, nur 8 mm x 10 mm dicken Sprossen setzen vor allem exklusiver Architektur mit eigenwilligen Fensterformen ein dekoratives Glanzlicht auf. In ihrer Wirkung kommen sie der echten Kunstverglasung nahe.

Wie beim „Schweizer Kreuz“ liegen auch hier die Sprossen – vor Witterungseinflüssen geschützt – im SZR ohne Kontakt zu den Glasoberflächen. Dadurch lassen sich die Scheiben besonders leicht reinigen.

Herstellbar sind Aufteilungen (nach Kundenwunsch) im rechten Winkel, sofern das größte Feld den Wert 70 cm x 70 cm nicht überschreitet.

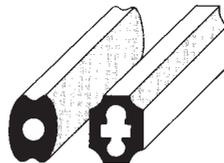
Unter Berücksichtigung regionaler Marktbedürfnisse werden verschiedene filigrane Sprossenformen angeboten. Fragen Sie Ihr Lieferwerk nach den Möglichkeiten.



**Schnitt durch AGC INTERPANE
„Filigransprosse“**

Technische Daten AGC INTERPANE „Filigransprosse“		
Aufbau	4/16/4 ¹⁾	5/16/6 ¹⁾
max. Abmessungen (in cm)	141 x 240	245 / 300
max. Flächeninhalt (in m ²)	3,40	6,00
max. Seitenverhältnis	1 : 6	1 : 6
Feldgröße max. (in cm)	70 x 70	
Sprossen-Aufteilungen	nur im rechten Winkel	
Sprossenbreite (in mm)	8 mm x 10 mm, Ansicht 10 mm	
Standard-Eloxalfarben	goldglänzend, bleifarben, messing poliert	
Standard-Farbe	weiß, kunststoffbeschichtet	
Eloxalsprosse, oval, goldglänzend	Breite 6 mm x 8 mm, Ansicht 8 mm	

¹⁾ Fertigung mit SZR 14 mm ist möglich.



Eloxalsprosse

Typ 1

Typ 2

5.18.3 Isolierglas mit Ornamentglas

5.18.3

Ornamentglas ist ein Gussglas, das durch Walzen bestimmte Oberflächenstrukturen erhält. Es ist nur bedingt durchsichtig.

Ornamentglas findet dort Einsatz, wo klare Durchsicht überflüssig oder unerwünscht ist und es als Gestaltungselement herangezogen wird.

Die Ornamente von Gussgläsern sind dem Zeitgeschmack unterworfen. Man unterscheidet:

- Ornamentglas weiß und farbig,
- Rohglas weiß,
- Drahtglas weiß und farbig,
- Drahtornamentglas weiß und farbig.

Es werden fast alle handelsüblichen Ornamentgläser in Kombination mit Isolierglas verarbeitet.

- In der Regel wird die Strukturseite nach innen verarbeitet. Dabei kann der Dichtstoff im Randbereich des SZR sichtbar werden.

Bei Gussglaskombinationen kann die Randverbundtiefe von etwa 12 mm stellenweise um bis zu 3 mm überschritten werden.

Wir weisen darauf hin, dass diese Gläser aufgrund der speziellen Eigenschaften in erhöhtem Maße bruchanfällig sind.

- Wenn bei asymmetrischem Scheibenaufbau (z. B. für Schallschutz) eine Floatglasscheibe durch Gussglas ersetzt werden soll, muss diese Scheibe mindestens die Dicke der entfallenden Floatglasscheibe haben.
- Bei Drahtgläsern muss die Gegenseibe immer dünner, höchstens jedoch gleich dick sein. Bei drahtfreien Gussgläsern darf die Gegenseibe max. 4 mm Dickendifferenz aufweisen. Dies ist insbesondere bei Schallschutzkombinationen mit vorgeschriebenem Aufbau zu beachten.
- Farbiges Gussglas und Gussglas mit Drahteinlage können sich bei Sonneneinstrahlung, speziell bei Schlagschattenbildung, ungleichmäßig aufheizen. Im Verbund mit Isolierglas besteht deshalb erhöhte Spannungsbruchgefahr. In diesen Fällen sollte ESG oder TVG verwendet werden; dem Endabnehmer gegenüber besteht Hinweispflicht.
- Wird farbiges Gussglas mit beschichtetem Warmglas oder Sonnenschutzglas kombiniert, sollte die Gussglasscheibe vorgespannt werden (ESG/TVG).

5.18.4 Ornamentglas-Kombinationen

AGC INTERPANE verarbeitet sowohl Ornamentgläser des Partners AGC als auch viele weitere am Markt erhältliche Ornamentgläser zu Isolierglas-Kombinationen.

Da je nach regionaler Ausprägung oder nach Anforderung der jeweiligen Kundenstruktur die lagermäßig vorhandenen Standardprodukte von Werk zu Werk abweichen, verzichten wir auf eine generelle Übersicht, verweisen aber ausdrücklich auf das Lieferprogramm von AGC unter Kapitel 5.15.11.

Selbstverständlich können praktisch alle am Markt verfügbaren und geeigneten Ornamentgläser zu Isolierglas verarbeitet werden, allerdings dürften dann die Lieferzeiten von denen der jeweils verfügbaren Standardprodukte abweichen. Wir empfehlen deshalb Planern und Verarbeitern unserer Produkte, sich direkt mit dem jeweiligen AGC INTERPANE Lieferwerk in Verbindung zu setzen.

5.18.4

A photograph of a modern, multi-story building with a glass and metal facade, situated on a waterfront. The building features a complex, angular design with a prominent glass and metal structure. In the foreground, there is a large, wide staircase with many steps, where several people are walking and sitting. The sky is blue with scattered white clouds. The water is visible on the left side of the image.

AGC *INTERPANE*



6

VERGLASUNGSRICHTLINIEN

- 6.1 Allgemeines**
 - 6.1.1 Geltungsbereich
 - 6.1.2 Aufgabe
 - 6.1.3 Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie für AGC INTERPANE Isolierglas
- 6.2 Normen**
- 6.3 Weitere Regelwerke**
- 6.4 Grundsätzliche Anforderungen an die Auswahl und den Einsatz von Glas**
- 6.5 Ermittlung der geeigneten/ notwendigen Glasdicken**
- 6.6 Entwässerung und Dampfdruckausgleich**
 - 6.6.1 Allgemeines
 - 6.6.2 Anforderungen an den Glasfalz
 - 6.6.3 Empfehlung für Dampfdruckausgleich und Entwässerung
- 6.7 Qualität der Verglasung**
- 6.8 Qualität des Rahmens**
- 6.9 Klotzung**
- 6.10 Zusatzanforderungen**
 - 6.10.1 Verglasungen, die außerordentlichen thermischen Belastungen ausgesetzt sind
 - 6.10.2 Verglasungen von beschichteten und in der Masse eingefärbten Gläsern in Schiebetüren oder -fenstern
 - 6.10.3 Transport und Einbau in Höhenlagen
 - 6.10.4 Umwehrungen
 - 6.10.5 Isolierglas mit freiliegendem Randverbund
 - 6.10.6 Durchbiegungsbegrenzungen
 - 6.10.7 Stoßfugenausbildung bei Isolierglas
 - 6.10.8 Kleinformatische Isolierglasscheiben
 - 6.10.9 Wärmedämmglas
 - 6.10.10 Sonnenschutz-Isolierglas
 - 6.10.11 Schallschutz-Isolierglas
 - 6.10.12 Sprossen-Isolierglas
 - 6.10.13 Sicherheits-Isolierglas und Alarmglas
 - 6.10.14 Brüstungselemente
 - 6.10.15 Farbabweichungen
 - 6.10.16 Glasbruch
 - 6.10.17 Oberflächenschäden am Glas
 - 6.10.18 Verbundglas mit freiliegender Glaskante
 - 6.10.19 Werterhaltung
- 6.11 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas**

6.1 Allgemeines

6.1.1 Geltungsbereich

Diese Verglasungsrichtlinien gelten für AGC INTERPANE Glasprodukte, die zum Einbau in Fenster- rahmen, Fassadensysteme und sonstige bewährte Systeme zur Glashalterung aus erprobten, üblichen Materialien und Profilen im Hochbau bestimmt sind. Sie ergänzen bzw. erweitern die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, die in den jeweiligen Glasproduktnormen gestellt werden.

Die Einhaltung der AGC INTERPANE Verglasungsrichtlinien bildet die Voraussetzung für jegliche Sachmängelhaftung und Garantieleistung. Insbesondere

dürfen weder Scheiben noch Randverbund durch Bearbeitung und/oder Beschädigung eine nachträgliche Änderung erfahren. Stand Juni 2014 – technische Änderungen vorbehalten. Für einige Sonderprodukte gibt es ergänzende Verglasungsrichtlinien, unter anderem für Alarm-, Brandschutz- und dekorative Verglasungen.

Werden zusätzliche Anforderungen aufgrund nationaler Vorgaben und/oder klimatischer Randbedingungen an die Verglasung gestellt, so ist dies im Vorfeld mit AGC INTERPANE abzustimmen.

6.1.2 Aufgabe

Die Einhaltung der AGC INTERPANE Verglasungsrichtlinien ermöglicht technisch und bauphysikalisch einwandfreie Verglasungen, und sie ist die notwen-

dige Voraussetzung zum Erhalten der vielfältigen Funktionen der Glasprodukte und zum Vermeiden von Schäden.

6.1.3 Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie für AGC INTERPANE Isolierglas

- (1) Gegenüber unserem unmittelbaren Vertragspartner übernehmen wir für die Verwendung unseres Isolierglases in Gebäuden für die Dauer von 5 Jahren nach Auslieferung ab Werk die Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie, dass unter normalen Bedingungen die Scheibenoberflächen im Scheibenzwischenraum der Isolierglas-Einheiten nicht beschlagen.
- (2) Sofern der Erstabnehmer oder ein weiterer Abnehmer Isolierglas-Einheiten exportiert, gilt unsere Garantie nur, wenn diese zuvor von uns ausdrücklich schriftlich bestätigt worden ist.
- (3) Unsere Garantie berechtigt uns zur Nachbesserung und verpflichtet uns ggf. zur Ersatzlieferung.
- (4) Mängel, die innerhalb der Garantiezeit erkennbar sind, müssen unverzüglich nach Erkennen/Erkennbarkeit schriftlich geltend gemacht werden.

6.2 Normen

6.2

DIN 4108

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden

DIN 4109

Schallschutz im Hochbau

DIN 7863

Elastomer-Dichtprofile für Fenster- und Fassaden

DIN 18008

Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18055

Anforderungen und Empfehlungen an Fenster und Außentüren

DIN 18361

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C; Allgemeine Technische Vertragsbedingungen (ATV); Verglasungsarbeiten

DIN 18516

Außenwandbekleidungen, hinterlüftet

DIN 18545

Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen

EN 1991

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

EN 10204

Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen

EN 572

Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas

EN 673

Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren

EN 674

Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Verfahren mit dem Plattengerät

EN 675

Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Wärmestrommesser-Verfahren

EN 1096

Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas

EN 1279

Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas

EN 1863

Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas

EN 12150

Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

EN 14179

Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

EN 14449

Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas

6.3 Weitere Regelwerke

Anerkannte Regeln der Technik (gem. VOB, Teil B, § 4, 2. (1))

- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas (BF-Merkblatt 002/2008)
- Beanspruchungsgruppen für die Verglasung von Fenstern, ift-Richtlinie VE-06/01
- Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband, ift-Richtlinie
- Technische Richtlinien des Bundesinnungsverbands des Glaserhandwerks, Hadamar
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (BF-Merkblatt 006/2009)
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas (BF-Merkblatt 007/2010)
- Kompass für geklebte Fenster (BF-Merkblatt 001/2007)
- Glasstöße und Ganzglasecken in Fenster und Fassaden (VFF-Merkblatt V.07)
- Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas (BF-Merkblatt 003/2008)
- Nachweis der Verträglichkeit von Verglasungsklötzen, ift-Richtlinie VE-05/01
- Kompass „Warme Kante“ für Fenster (BF Merkblatt 004/2008)
- Richtlinie für Einbruchmeldeanlagen – Planung und Einbau (VdS Schadenverhütung GmbH, Köln)
- VDI 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern (BF Merkblatt 015/2013)
- Merkblatt für die Beurteilung von Sprossen im SZR (BF Merkblatt 016/2013)
- Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas (BF Infolyer)
- Reinigung von Glas (BF Merkblatt 012/2012)
- Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen (VFF-Merkblatt V.05)
- Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV)
- Technische Regeln für die Verwendung absturzsichernder Verglasungen (TRAV)
- Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV)
- European Association of Flat Glass Manufacturers, January 2005 - GEPVP Code of Practice for insitu Measurement and Evaluation of the Colour of Coated Glass used in Façades

6.4 Grundsätzliche Anforderungen an die Auswahl und den Einsatz von Glas

6.4

Im Wesentlichen werden an Bauteile aus Glas die nachfolgenden, grundsätzlichen Anforderungen gestellt.

Darüber hinausgehende, detaillierte Angaben kann man den hier vorliegenden Verglasungsrichtlinien entnehmen.

- Die Festlegung der entsprechenden Glasart und die Ermittlung der erforderlichen Glasdicke muss nach den aktuell gültigen Normen und Regelwerken erfolgen und dem Stand der Technik entsprechen.
- Es ist auf eine gute Qualität in Bezug auf Dauerhaftigkeit, Stabilität und Entwässerung/Dampfdruckausgleich des Verglasungssystems zu achten.
- Es darf zu keinem Kontakt zwischen Glas und Rahmen und/oder anderen konstruktiven Bauteilen kommen.
- Die Verglasungseinheiten müssen geklotzt werden, und die Verglasung darf keine Lasten in die Scheibenebene übertragen. Die Verglasung darf keine Last des Rahmens/der Konstruktion tragen.
- Die Abdichtung (Versiegelung oder Dichtprofil) zwischen Rahmen und der Verglasungseinheit muss dauerhaft dicht sein und somit den Eintritt von Wasser und Luft (raumseitig) in den Falzraum verhindern.

- Der Glasfalz muss ausreichend belüftet sein, so dass evtl. eindringendes Wasser unverzüglich abgeführt werden kann.
- Die Verträglichkeit der direkt und indirekt in Kontakt kommenden Materialien muss sichergestellt werden.
- Die mechanischen und thermischen Lasten müssen bei der Planung und Ausführung beachtet werden.
- Eine ausreichende Wartung und Reinigung ist sicherzustellen.
- Vor, während und nach dem Einbau ist auf einen ausreichenden Schutz der Verglasung zu achten.
- Dichtstoffe von Mehrscheiben-Isolierglas dürfen, außer diese sind ausdrücklich dafür geeignet, keiner UV-Strahlung ausgesetzt werden.

6.5 Ermittlung der geeigneten/notwendigen Glasdicken

Es ist erforderlich, die Dicke der Verglasung vor der Ausführung festzulegen. Bei der Dimensionierung der Glasdicken sind, je nach Einbausituation, die einwirkenden Lasten, wie z. B. Windlast, Linienlast, Schneelast und Eigengewicht, zu berücksichtigen.

Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Die am Ort der Anwendung geltenden Normen und Richtlinien, u. a. zur Auswahl der Glasart, der mindestens erforderlichen Glasdicken und die Normen zur Bemessung von Glas

- Die erforderlichen Lasten müssen entsprechend der Vorgaben ermittelt und beachtet werden, u. a. Windlasten bei Vertikalverglasungen sowie Schnee- und Eigenlast bei geeigneten Verglasungen
- Linienlasten bei Glas in gegen absturzsichernden Verglasungen sowie Nachweise des dynamischen Lastfalls

6.6 Entwässerung und Dampfdruckausgleich

6.6.1 Allgemeines

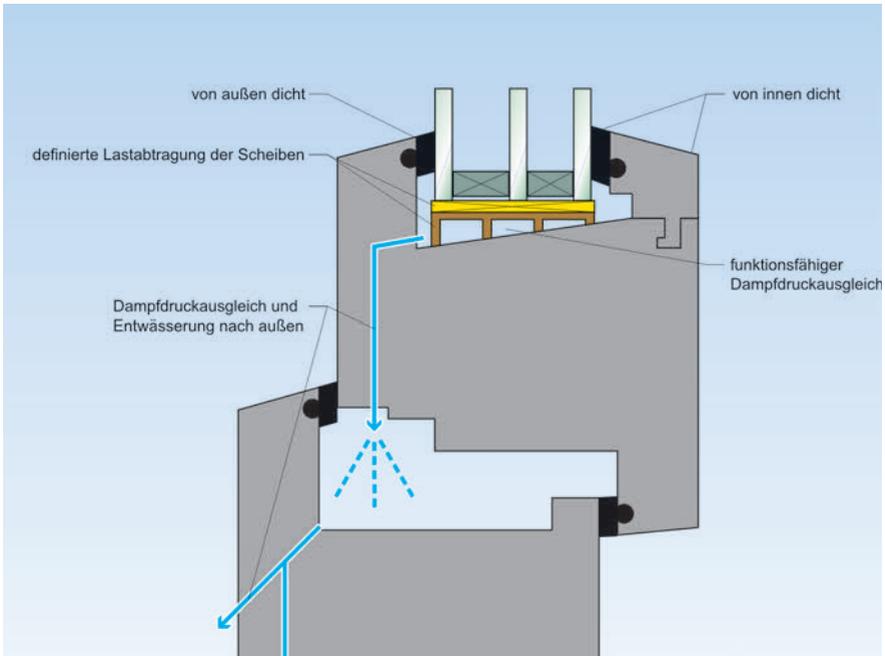
Das System Fenster, Tür und Fassade muss so konstruiert und ausgeführt werden, dass die Dauerhaftigkeit der Verglasung sichergestellt wird. Es ist daher notwendig, dass u. a. die Profile und Glasauflager ausreichend tragfähig bemessen und dimensioniert werden. Die Schlagregen- und Winddichtheit ist entsprechend den zu beachtenden technischen Baubestimmungen auszuführen. Darüber hinaus ist auf funktionsfähigen Dampfdruckausgleich und funktionsfähige Entwässerung zu achten.

Die grundsätzlichen Anforderungen sind in unten stehender Abbildung dargestellt. Diese können je

nach Gebäudenutzung (z. B. für Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit) und je nach Klimazone (z. B. in Klimaten mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit) variieren und müssen entsprechend angepasst werden. So kann es u. a. notwendig sein, die Glshalteleisten nicht raumseitig, sondern außen anzubringen oder zusätzliche Öffnungen für den Dampfdruckausgleich vorzusehen.

Es muss auch beachtet werden, dass vor Beginn der Verglasungsarbeiten der Glasfalz unabhängig vom Rahmenmaterial in trockenem, staub- und fettfreiem Zustand ist.

6.6



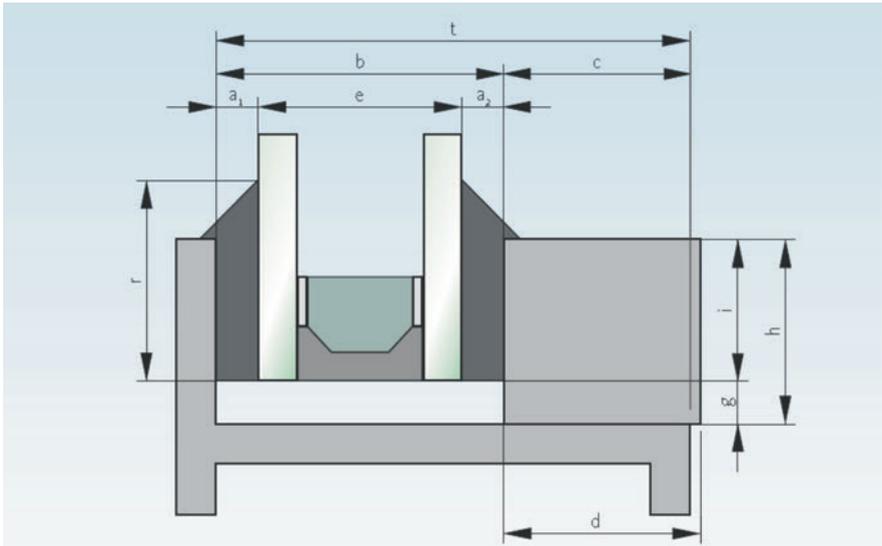
Allgemeine Anforderungen an die Konstruktion

6.6.2 Anforderung an den Glasfalz

6.6.2

Nachfolgend sind die Anforderungen an die Fenster- und Fassadenkonstruktionen, insbesondere den Glasfalz, Glaseinstände sowie die Dichtstoffauswahl

nach DIN 18545-1 bis 3 „Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen“ beschrieben.



Abmessungen

- a_1 = äußere Dichtstoffdicke bzw. äußere Dichtprofilvorlage
- a_2 = innere Dichtstoffdicke bzw. innere Dichtprofilvorlage
- b = Glasfalzbreite
- c = Breite der Auflage für die Glashalteleiste
- d = Breite der Glashalteleiste
- e = Dicke der Verglasungseinheit
- g = Glasfalzgrund
- h = Glasfalzhöhe (siehe Tabelle Seite 329)
- i = Glaseinstand (in der Regel $\approx (2/3) \cdot h \leq 20$ mm)
- r = Abdeckung des Isolierglas-Randverbundes
- t = Gesamtfalzbreite

Der Glaseinstand sollte mindestens 2/3 der Glasfalzhöhe betragen. Jedoch sollten 20 mm in der Regel nicht überschritten werden, damit die Belastungen aus Temperatur- und Sonneneinstrahlung begrenzt werden. Glaseinstände über 20 mm sind dann möglich, wenn durch Berechnung der Glasoberflächen-Temperaturen und in Abstimmung mit dem Hersteller des Isolierglases sichergestellt werden kann, dass aufgrund der Temperaturbelastung und/oder der mechanischen Belastung keine Glasbruchgefahr besteht.

Beispiel für die Berechnung des erforderlichen Glaseinstandes und der daraus erfolgenden Klotzdicke: Glasfalzhöhe für Mehrscheiben-Isolierglas mit einer maximalen Kantenlänge von 3500 mm → 18 mm

Mindestglaseinstand der Verglasungseinheit:

$$\frac{\text{Glasfalzhöhe } h \quad 18 \text{ mm}}{\text{Glaseinstand } i = \frac{2}{3} h \quad -12 \text{ mm}}$$

freier Spielraum g für Klotzung = 6 mm

Bei Beachtung der Mindestmaße der Glasfalzhöhe nach untenstehender Tabelle, kann die ausreichende Dimensionierung des Spielraums gewährleistet werden.

Der Randverbund muss vor UV-Einstrahlung geschützt werden. Weiter muss das Vorstehen der Abstandhalter über das Rahmenprofil hinaus vermieden werden.

Der sich ergebende freie Spielraum wird benötigt, um die Anhaftung von Wassertröpfchen zwischen dem Rand des Isolierglases und dem Glasfalzgrund zu vermeiden. Eine Schädigung der Isolierglas-Einheit wird so verhindert. Bei anderen als den genannten Verglasungssystemen kann der Glaseinstand systembedingt abweichen. Wenn bei derartigen Systemen der Randverbund der Verglasungseinheiten nicht ausreichend vor UV-Strahlung geschützt ist, ist ein UV-beständiger Randverbund einzusetzen.

Der Glasfalz muss so ausgeführt werden, dass ein unbehindertes Klotzen und Abdichten an den erforderlichen Stellen des Falzraums möglich ist.

Es ist wichtig, dass der in technischen Regelwerken oder Normen genannte Mindestglaseinstand nicht unterschritten wird. Die Falzlufte bzw. der Klotzraum von 5 mm sollte nicht unterschritten werden.

Glasfalzhöhe nach DIN 18545-1: 1992-02		
Längste Seite der Verglasungseinheit	Glasfalzhöhe h bei	
	Einfachglas	Mehrscheiben-Isolierglas ¹⁾
bis 1000 mm	10 mm	18 mm
über 1000 mm bis 3500 mm	12 mm	18 mm
über 3500 mm	15 mm	20 mm

¹⁾ Bei Mehrscheiben-Isolierglas mit einer Kantenlänge bis 500 mm dürfen mit Rücksicht auf eine schmale Sprossenausbildung die Glasfalzhöhe auf 14 mm und der Glaseinstand auf 11 mm reduziert werden.

6.6.3 Empfehlung für Dampfdruckausgleich und Entwässerung

6.6.3

Systeme zur Entwässerung und zum Dampfdruckausgleich sollen den Falzraum so trocken wie möglich halten. Die Systeme müssen in der Lage sein, in den Falzraum eingedrungenes Wasser und auch Tauwasser zuverlässig nach außen abzuführen. Dies gilt auch für Wasser und Tauwasser auf der Oberfläche der Verglasungseinheit im Falzraum.

Alle Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum erfordern Öffnungen für Dampfdruckausgleich und Entwässerung. Durch im Querschnitt und in Position geeignete Öffnungen muss in den Falzraum eingedrungene oder entstandene Feuchtigkeit nach außen abgeführt werden.

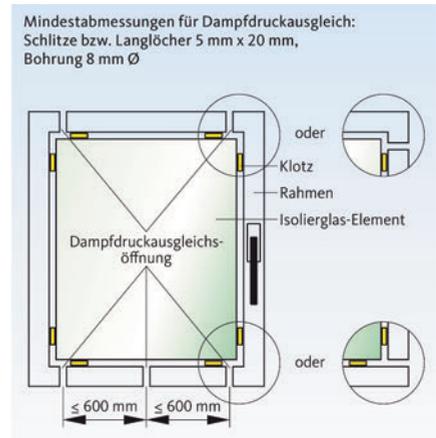
Das komplette Verfüllen des Falzraums ist zu vermeiden, da ein lunkerfreies (blasenfreies) Verfüllen des Falzraums kaum möglich ist und das Risiko von Feuchtenestern in den Lunkern besteht. Diese Feuchtenester können auf Dauer die Isolierglas-Einheit schädigen. Daher wird empfohlen, nur Systeme mit dichtstofffreiem Falzraum zu verwenden. Sonderfälle, wie z. B. Fenster und Fassadensysteme zur Erfüllung von einbruchhemmenden Anforderungen oder geklebte Fenstersysteme, müssen mit dem Systemgeber und dem Isolierglas-Hersteller in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Materialverträglichkeit abgestimmt werden.

Es sind folgende Mindestanforderungen zu erfüllen:

- Die Öffnungen können aus Rundlöchern mit mindestens 8 mm \varnothing oder Schlitzfenstern mit den Mindestabmessungen 5 mm x 20 mm bestehen.

- Die Klotzung darf die Wasserabführung und den Dampfdruckausgleich nicht behindern. Nuten im Falzgrund sind durch Klötze stabil zu überbrücken. Bei glattem Falzgrund sind Klotzbrücken erforderlich.
- Zum verbesserten Dampfdruckausgleich sind insbesondere bei Hallenbädern und Feuchträumen sowie bei Räumen mit Klimaanlage zusätzliche Öffnungen im oberen Eckbereich der Glasfalze anzubringen.

Es ist zubeachten, dass die Verantwortung für eine hinreichende, dauerhaft funktionssichere Belüftung und Entwässerung sowie Abdichtung zwischen Isolierglas und Rahmenkonstruktion ausschließlich beim Fenster- bzw. Fassadenhersteller liegt.



Dampfdruckausgleich und Entwässerung

6.7 Qualität der Verglasung

Die Kanten der Verglasung, die eingebaut werden soll, müssen saubere Schnittflächen ohne Beschädigungen aufweisen. Einheiten mit Beschädigungen dürfen nicht eingebaut werden.

Entsprechende Vorgaben für die Zulässigkeiten und Toleranzen für Verglasungen und Glasdicken müssen beachtet werden.

6.7

6.8 Qualität des Rahmens

Rahmen müssen gegen Korrosion und Fäule (Verrotten) geschützt werden. Sie müssen „wasserdicht“ und „luftdicht“ gemäß dieser Richtlinie und den entsprechenden Produktnormen für Fenster und Fassaden sein. Darüber hinaus muss ein effektives System zur

Entwässerung und zum Dampfdruckausgleich vorhanden sein. Verformungen der Rahmen müssen begrenzt werden, so dass die zulässigen Spannungen des Glases und der Dichtstoffe des Randverbundes bei Mehrscheiben-Isolierglas nicht überschritten werden.

6.9 Klotzung

Weitergehende Informationen kann man dem Leitfaden „Fachgerechte und sichere Verglasung“ entnehmen. Diesen haben wir zusammen mit der Firma GU

erstellt. Er steht Ihnen zum Download als pdf-Datei auf unserer Homepage im Bereich Downloads, Verglasungsrichtlinien, zur Verfügung.

6.10 Zusatzanforderungen

6.10

6.10.1 Verglasungen, die außerordentlichen thermischen Belastungen ausgesetzt sind

Bei örtlichen Temperatureinwirkungen auf Glasscheiben und insbesondere auf Isolierglas können sich durch die ungleiche Längenänderung des Glases Spannungen ergeben, welche unter Umständen bei Überlagerung mit anderen Belastungen zum Bruch führen können. Aus diesem Grunde sollten über die Fläche der Verglasungseinheit ungleichmäßig einwirkende Temperaturbelastungen (z. B. nachträglich angebrachte Sonnenschutzeinrichtungen) möglichst vermieden werden.

Verglasungsschäden, deren Ursache in einer außerordentlichen thermischen oder dynamischen Belastung liegen, fallen nicht unter die Sachmängelhaftung des Herstellers.

Daher ist folgendes zu beachten:

Folien, Farben, Innenjalousien

Das nachträgliche Aufbringen von absorbierenden Folien und Farben sowie die zum Wärmestau führende raumseitige Anbringung von Jalousien usw. kann bei Sonneneinstrahlung zu thermischen Sprüngen führen.

Vor Ausführung derartiger nachträglicher Veränderungen der Verglasungseinheit ist Rücksprache zu nehmen.

Gussasphaltverlegung

Bei Verlegung von Gussasphalt in Räumen, auf Balkonen und Terrassen mit verglasten Fenstern kommt es zu starker, ungleichmäßiger, einseitiger Erwärmung der Gläser. Vor diesen Einflüssen sind die Isolierglas-Einheiten mit geeigneten Mitteln zu schützen.

Heizkörper

Zwischen Heizkörper und Isolierglas-Scheiben muss ein Mindestabstand von 30 cm eingehalten werden. Bei Isolierglas in Kombination mit Einscheiben-Sicherheitsglas innen kann der Mindestabstand auf 15 cm reduziert werden. Zugleich sollte der Heizkörper dem Breitenmaß der Isolierglas-Einheit entsprechen, um eine gleichmäßige Erwärmung der Scheiben zu gewährleisten. Werden Hitzeschilder zwischen Heizkörper und Verglasung eingesetzt, vermindern sie Wärmeverluste und verringern die thermische Belastung der Isolierglas-Scheibe. Der Abstand zwischen Hitzeschutzschild und Verglasung muss dann mindestens 10 cm betragen.

6.10.2 Verglasungen von beschichteten und in der Masse eingefärbten Gläsern in Schiebetüren oder -fenstern

Bei Verglasungen mit beschichtetem Warmglas und Sonnenschutzglas sowie eingefärbten Gläsern muss auf ausreichende Be- und Entlüftung des Raums zwischen den Schiebeelementen geachtet werden, damit sich die Scheiben bei Sonneneinstrahlung nicht

unzulässig hoch aufheizen. Ist eine ausreichende Be- und Entlüftung des Raums zwischen beiden Schiebeelementen nicht sichergestellt, empfiehlt sich die Verwendung von ESG oder TVG.

6.10.3 Transport und Einbau in Höhenlagen

Isolierglas wird bei der Fabrikation beim jeweils herrschenden Luftdruck verschlossen. In Höhenlagen ist dann der äußere Luftdruck geringer als derjenige im Scheibenzwischenraum des Isolierglases. Dies führt zum Ausbauchen der Scheiben und zur Überbeanspruchung des Isolierglas-Elements.

Der Einbau und/oder Transport von Isolierglas in Höhenlagen, die mehr als etwa 800 Meter über dem Fabrikationsort des Isolierglases liegen, machen Maßnahmen für einen Druckausgleich notwendig.

Bei beschichteten Gläsern mit hoher Absorption oder in der Masse eingefärbten Gläsern, bei kleinformatigen Isolierglas-Elementen mit einem Seitenverhältnis von $> 2:1$ und bei asymmetrischen Glasaufbauten ist bei einem Transport bzw. Einbau ab einer Höhendifferenz von mehr als 400 m Rücksprache erforderlich. Bei der Anfrage/Bestellung besteht Hinweispflicht.

6.10.4 Umwehrungen

AGC INTERPANE Glaselemente können ohne innere Geländer als Umwehrungen eingesetzt werden. Es ist jedoch grundsätzlich eine Verglasungseinheit mit VSG bzw. ESG vorgeschrieben. Für die Dimensionie-

rung der entsprechenden Glasdicken, die Auswahl der erforderlichen Glasarten sowie die Anforderungen an die Gashaltekonstruktion sind die Vorgaben gem. Kap. 7.2.1 zu beachten.

6.10.5 Isolierglas mit freiliegendem Randverbund

Für Anwendungsbereiche mit freier Glaskante kann AGC INTERPANE spezielle Sondergläser mit UV-beständigem Randverbund liefern (Silikon).

einer speziellen Randverbund-Ausbildung (its AH-System) sind auch Argon- und Krypton-gefüllte Isoliergläser mit freiliegendem Randverbund möglich.

Auch hier bewährt sich das System der doppelten Dichtung. Allerdings wird statt der üblichen Sekundärdichtung ein spezieller Silikondichtstoff verwendet.

Da bei beschichteten Isoliergläsern im Bereich des Randverbundes die Beschichtung entfernt wird, kann bei freiliegendem Randverbund die Grenze von beschichtetem und unbeschichtetem Bereich in Form von Farbeffekten in der Fassade sichtbar werden. Dies ist produktionstechnisch und physikalisch bedingt und daher kein Reklamationsgrund.

Isolierglas-Scheiben mit freiliegendem Randverbund werden standardmäßig mit Luftfüllung geliefert. Mit

6.10.6 Durchbiegungsbegrenzungen

	vertikaler Einbau	geneigter Einbau nach DIN 18008
Linienförmige Lagerung	l/200 für Monoverglasung (Einfachglas/VG/VSG); l/200, maximal 15 mm, für MIG	l/200 für Monoverglasung (Einfachglas/VG/VSG); l/200, maximal 15 mm, für MIG
frei	l/100 ¹⁾ für Monoverglasung und MIG	l/100 für Monoverglasung l/200, max. 15 mm, für MIG
Gebrauchstauglichkeitskriterium für linienförmige Lagerung bei Monoglas & MIG bezogen auf die Scheibenmitte	l/100 ²⁾	l/100 ²⁾

Die zulässigen Durchbiegungen gelten für die ungünstigste Laststellung.

- 1) Wegen ausschließlicher Kurzzeitbelastung keine Begrenzung der absoluten Durchbiegung
- 2) Auf diese Anforderung kann verzichtet werden, wenn nachgewiesen wird, dass infolge Sehnenverkürzung eine Mindestauflagerbreite von 5 mm auch dann nicht unterschritten wird, wenn die gesamte Sehnenverkürzung auf nur ein Auflager angesetzt wird.

6.10.7 Stoßfugenausbildung bei Isolierglas

6.10.7

Werden vertikal oder geneigt eingebaute Verglasungen aus Isolierglas in ihrer Ebene oder in einem Winkel direkt nebeneinander ohne jeglichen Einstand in einem Glasfalz verglast, d. h., die Isolierglas-Einheiten werden stumpf gestoßen, sind folgende konstruktive Hinweise zu beachten:

- Fugengeometrie:
Fugenbreite $b \geq 8 \text{ mm}$
Fugentiefe $t \approx 0,5 \cdot b$, mindestens 6 mm
- Ein Dampfdruckausgleich der Randverbundzone bei nicht mit Dichtstoff vollsatt ausgefülltem Fugenraum ist zu gewährleisten.
- Die Materialverträglichkeit von Dichtstoff mit Randverbundmaterial und Folie ist sicherzustellen.

- Stoßverbindungen werden in der Regel bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt. Soll die Stoßfuge statische Funktionen übernehmen, ist eine entsprechende Dimensionierung notwendig.
- DIN 18361, Abs. 3.5, findet für diese Isolierverglasung keine Anwendung.
- Die Verarbeitungs- und Anwendungshinweise der Dichtstoffhersteller, die entsprechenden Regeln der Technik sowie das Merkblatt V 0.7 „Glasstöße und Ganzglasecken in Fenstern und Fassaden“ vom VFF sind zu beachten (s. Kap. 7.3.14).

6.10.8 Kleinformatige Isolierglasscheiben

Unter „kleinformatig“ sind alle Isolierglas-Elemente mit einer Kantenlänge von $< 50 \text{ cm}$ (2fach-Isolierglas) und $< 70 \text{ cm}$ (3fach-Isolierglas) anzusehen.

Bei derartigen Scheiben sind die Biegebelastung des Glases sowie die Beanspruchung des Randverbunds gegenüber normalformatigem Isolierglas erhöht.

Bei der Isolierglas-Fertigung wird der Scheibenzwischenraum hermetisch abgeschlossen, d. h., die am jeweiligen Produktionsort vorhandenen Luftdruck- und Temperaturbedingungen werden im SZR eingeschlossen.

Durch Temperatur- und Luftdruckschwankungen (z. B. bei Wetterveränderung oder bei Transport in eine andere geographische Höhe) verändern sich auch die Druckverhältnisse im SZR.

Dies führt zu Spannungen im Glas und im Randverbund. Bei großformatigen Scheiben können diese Spannungen durch Scheibendeformation abgebaut werden.

Bei kleinformatigen Scheiben können Druckänderungen jedoch nicht durch Scheibendeformation abgebaut werden, da kleine Scheiben sich in Scheibenmitte weniger durchbiegen können.

Dies führt zu großen Spannungen im Glas und im Randverbund. Bei asymmetrischem Glasaufbau, vergrößertem SZR, z. B. bei Schallschutz-Isoliergläsern und 3fach-Isolierglas mit $2 \times \text{SZR} > 16 \text{ mm}$ treten diese Belastungen verstärkt auf. Unter ungünstigen Bedingungen kann dies zum Glasbruch führen.

Zudem dehnt sich der Randverbund aufgrund der hohen Belastungen derart, dass sich der „Diffusionspalt“ vergrößert. Dadurch ist die Gefahr der höheren Wasserdampfdiffusion gegeben.

Diesem bei kleinformatigen Isolierglas-Scheiben auftretenden Risiko sollte daher bereits in der Planungsphase entgegengewirkt werden. So ist zu empfehlen, gemeinsam mit dem Isolierglas-Hersteller die erforderliche Dimensionierung vorzunehmen, wenn nicht grundsätzlich auf diese Kleinscheiben verzichtet werden kann. Als interessante Alternative bietet sich die Wiener Sprosse an, die einer Echtsprossenverglasung optisch entspricht.

Bei einem ungünstigen Seitenverhältnis ($\geq 3 : 1$) sowie bei großen Scheibenzwischenräumen empfiehlt sich bei Isolierglas, grundsätzlich die bruchgefährdete(n) Scheibe(n) in ESG auszuführen.

6.10.9 Wärmedämmglas

Beschichtetes Wärmedämmglas erhält seine technischen Eigenschaften durch die Beschichtung der Glasoberfläche im SZR. Die technischen Daten sind zum Teil von der Einbaulage dieser Schicht abhängig. Daher wird für die Montage auf die richtige Einbauposition durch einen Aufkleber hingewiesen.

Wird iplus mit Drahtglas gewünscht, entfällt die Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie (s. Kap. 6.1.3).

6.10.10 Sonnenschutz-Isolierglas

Grundsätzlich erfolgt die Verglasung von beschichtetem Sonnenschutz-Isolierglas nach den gleichen Grundsätzen wie bei AGC INTERPANE Isolierglas.

Wegen der erhöhten thermischen Belastung sollte der Glaseinstand auf max. 15 mm beschränkt werden.

Sonnenschutz-Isolierglas erhält seine technischen Eigenschaften durch die Beschichtung der Glasoberfläche im SZR. Die technischen Daten sind zum Teil von der Einbaulage dieser Schicht abhängig. Daher

Die Kombination von beschichtetem Wärmedämmglas mit eingefärbten Gläsern erfordert eine eingefärbte Scheibe aus ESG oder TVG.

Beschichtetes Wärmedämmglas ist beim Transport und bei der Lagerung im Freien vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch geeignete Abdeckung zu schützen.

wird für die Montage auf die richtige Einbauposition durch einen Aufkleber hingewiesen.

Wird Sonnenschutzglas mit Drahtglas gewünscht, entfällt die Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie (s. Kap. 6.1.3).

Beschichtetes Sonnenschutzglas ist beim Transport und bei der Lagerung im Freien vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch geeignete Abdeckung zu schützen.

6.10.11 Schallschutz-Isolierglas

Die volle Wirksamkeit von ipaphon-Schallschutz-Isolierglas ist nur durch eine optimale Rahmenkonstruktion zu erreichen.

Deshalb nachfolgend einige Empfehlungen zur Verglasung:

- Grundsätzlich unterliegt die Verglasung von ipaphon-Schallschutz-Isolierglas den gleichen Grundsätzen wie AGC INTERPANE Isolierglas.
- Bei Verglasungen mit ipaphon-Isolierglas-Einheiten mit Folie muss die Verträglichkeit der verwendeten Komponenten sichergestellt sein.
- Schallschutzglas hat in der Regel ein hohes Flächengewicht. Deshalb ist auf die Ausführung und Stabilität der Rahmen, Beschläge und Klotzung zu achten.
- Die gute Schalldämmung von ipaphon-Schallschutzglas kann nur dann voll zur Geltung kommen, wenn das gesamte Fensterelement incl. Befestigung und Ausführung der Anschlussfugen eine hohe Dichtigkeit aufweist.

Bei Verglasungssystemen mit Dichtlippenprofilen sind dichte Ecken erforderlich. Ab der Schallschutzklasse 4 gemäß VDI 2719 sind zwischen Flügel- und Blindrahmen zwei Dichtebenen erforderlich, die nach Möglichkeit gegeneinander versetzt sein sollten.

Auf den Bauwerksanschluss ist besonders zu achten. Ausführungshinweise gibt die VDI 2719. Die in dieser Richtlinie und in der DIN 4109 geforderten Vorhaltemaße decken nur Fertigungstoleranzen am Fensterelement ab. Durch nicht sorgfältige Montage können zusätzliche Einbußen in der Schalldämmung entstehen.

Bei Messungen am Bau werden in diesen Fällen nicht mehr die geforderten Schalldämm-Maße erreicht.

- Schwachstellen in der Schalldämmung können durch das Anbringen von Rolladenkästen, Brüstungen und Lüftungseinrichtungen entstehen. Deren Konstruktion muss auf das geforderte Schalldämm-Maß der Außenwand abgestimmt sein.

6.10.12

- Generell ist der Aufbau von ipaphon-Schallschutzglas asymmetrisch. Die Einbauposition der dickeren Scheibe ist für die Funktion des Schallschutzes unerheblich. Jedoch sollte aus statischen und optischen Gründen die dickere Scheibe außen angebracht werden.
- Die in der VDI-Richtlinie 2719 angeführten Schallschutzklassen und die damit verbundenen Schallschützwerte beziehen sich immer auf die

komplette Fenereinheit (Glas und Rahmen einschließlich Mauerwerksanschluss).

- Bekanntlich sind kleinformatige Isolierglas-Scheiben mit ungünstigem Seitenverhältnis hinsichtlich des Isolierglas-Effekts besonders gefährdet. Bei einem SZR > 16 mm oder zwei SZR je > 12 mm und einem ungünstigen Seitenverhältnis empfehlen wir grundsätzlich ESG für die dünnere Scheibe (s. Kap. 6.4.8).

6.10.12 Sprossen-Isolierglas

Schweizer Kreuz, Filigransprosse

Diese Sprossen sind im Scheibenzwischenraum (standardmäßig 16 mm) eingebaut, sodass die Scheiben mühelos gereinigt werden können.

Durch den vergrößerten Scheibenzwischenraum (SZR = 16 mm) wird die bei üblichen Sprossenkonstruktionen auftretende raumseitige Tauwasserbildung nahezu ausgeschlossen. Unter besonderen Bedingungen kann es trotz des verbreiterten SZR gelegentlich zu einem zeitweisen Anliegen der Sprossen bzw. zu einer leichten Geräuschbildung kommen, was herstellungsmäßig nicht zu vermeiden ist.

Leichte Farbabweichungen von der RAL-Palette sowie handwerklich bedingte kleine Unebenheiten an den Kreuzpunkten können gelegentlich auftreten und sind kein Grund zur Beanstandung.

Wiener Sprosse

Passend zu den im SZR eingearbeiteten Profilen werden außen vom Verarbeiter Sprossen aufgebracht.

Durch den vergrößerten Scheibenzwischenraum (SZR = 16 mm) wird die bei üblichen Sprossenkonstruktionen auftretende raumseitige Tauwasserbildung nahezu ausgeschlossen. Unter besonderen Bedingungen kann es trotz des verbreiterten SZR gelegentlich zu einem zeitweisen Anliegen der Abstandhalterprofile bzw. zu einer leichten Geräuschbildung kommen, was herstellungsmäßig nicht zu vermeiden ist.

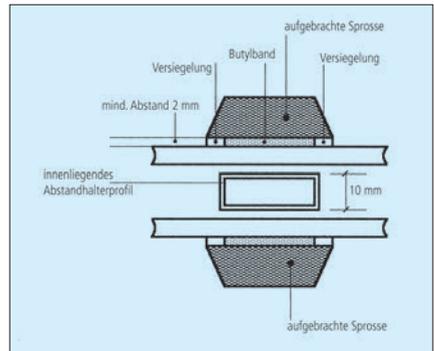
Leichte Farbabweichungen von der RAL-Palette sowie handwerklich bedingte kleine Unebenheiten an den Kreuzpunkten können gelegentlich auftreten und sind kein Grund zur Beanstandung.

Empfehlungen für das Aufbringen der aufgeklebten Sprosse:

- **Aufbau**
Die Breite des Klebebandes (z. B. Butylband) ergibt sich aus der Breite der Sprosse.

Das Klebeband hat die Aufgabe, die Sprosse zu fixieren, ein Verrutschen der Sprosse beim anschließenden Versiegeln zu verhindern und den Mindestabstand von 2 mm zwischen Scheibe und Sprosse zu gewährleisten. Dieser Abstand darf nicht unterschritten werden, denn bei einer unterschiedlichen Durchbiegung von Scheibe zu Sprosse kommt diesem Zwischenraum eine Pufferwirkung zu. Doppelseitig klebendes Teppichband ist nicht geeignet.

- **Verarbeitungshinweis**
Alle Haftflächen müssen trocken, fett- und staubfrei sein. Öl- bzw. Fettrückstände auf der Scheibe oder der Sprosse sind mit geeigneten Lösemitteln zu entfernen.



Beispiel: Wiener Sprosse

6.10.13 Sicherheits-Isolierglas und Alarmglas

Bei Isolierglas-Kombinationen mit ipasafe-Sicherheitsglas ESG, TVG und VSG gelten prinzipiell die gleichen Grundsätze für die Verglasung wie bei AGC INTERPANE Isolierglas.

Für die Verglasung von *ipasafe-VSG* sind je nach Klassifizierung besondere Bedingungen zusätzlich zu beachten:

- Die Klotzung schwerer Isolierglas-Einheiten hat unter besonderer Sorgfalt zu erfolgen. Bei Elementgewichten von über 100 kg wird eine Kantenbearbeitung der tragenden Kante empfohlen.
- Bei der Auftragserteilung ist daher die tragende Kante zu spezifizieren.
- Die Klötze sollen eine Shore A-Härte von 60 bis 70 aufweisen, um eine punktuelle Kantenbelastung zu vermeiden.
- Als Verglasungssysteme sind nur Konstruktionen mit dichtstofffreiem Falzraum zugelassen.
- Die Verträglichkeit des Folienverbunds und der verwendeten Verglasungsmaterialien muss sichergestellt sein.

6.10.13

Richtlinie für die Verglasung von ipasafe Alarm 06/13

6.10.13

1. Beschreibung der Alarmgläser (G 103139)

ipasafe Alarm kann in Form von Isolierglas oder Verbund-Sicherheitsglas hergestellt werden.

1.1 ipasafe Alarm-Isolierglas

Das ipasafe Alarm-Isolierglas enthält als alarmgebende Einheit eine thermisch vorgespannte Scheibe (ESG) oder ein Verbund-Sicherheitsglas mit einer ESG-Scheibe. Bei beiden Varianten ist die ESG-Scheibe mit einer eingebrannten elektrisch leitenden Alarmschleife versehen.

Die Alarmschleife befindet sich auf der dem Angriff zugewandten Scheibe der Isolierglaseinheit im Scheibenzwischenraum. Die alarmgebende Scheibe ist stets zur Angriffsseite hin einzubauen.

Wird die ESG-Scheibe an irgendeiner Stelle beschädigt, zerbricht die Scheibe sofort über die gesamte Fläche und unterbricht dabei auch die stromführende Alarmschleife.

Als Folge dieser Unterbrechung der Alarmschleife wird über die angeschlossene Alarmanlage der Alarm ausgelöst.

1.2 ipasafe VSG-Alarmglas

Das monolithische ipasafe VSG-Alarmglas besteht aus einer thermisch vorgespannten Scheibe (ESG) mit einer eingebrannten elektrisch leitenden Alarmschleife und mindestens einer weiteren Scheibe aus Floatglas, die in Abhängigkeit von der Einbausituation auch aus Teilvorgespanntem Glas (TVG) bestehen kann. Beide Scheiben sind mittels PVB-Folie zu einer Verbund-Sicherheitsglasscheibe (VSG) verbunden.

Die ESG-Scheibe von diesem Verbund-Sicherheitsglas ist stets zur Angriffsseite hin einzubauen.

Wird die ESG-Scheibe an irgendeiner Stelle beschädigt, zerbricht sie sofort über die gesamte Fläche und unterbricht dabei auch die stromführende Alarmschleife.

Als Folge dieser Unterbrechung der Alarmschleife wird über die angeschlossene Alarmanlage der Alarm ausgelöst.

Zum Anschluss der ipasafe Alarmgläser an die Alarmanlage befindet sich an der Alarmscheibe eine ca. 30 cm lange vieradrige, flexible und einfarbige Rundleitung entsprechend den Vorgaben der VdS Schadenverhütung GmbH in Köln (VdS).

Der Querschnitt der Einzeladern beträgt 0,14 mm. Werkseitig ist das Anschlusskabel mit einem Flachstecker ausgerüstet.

Optional kann ein ca. 5 m oder 10m langes Verlängerungskabel mit passender Buchse zur elektrischen Verbindung geliefert werden.

Die elektrischen Widerstände müssen folgende Werte aufweisen:

- 6 $\Omega \pm 3 \Omega$ für die Schleife
- > 20 M Ω zwischen Schleife und Mittelkontakt bzw. Mittelleitern
- < 1,0 Ω zwischen den Anschlüssen des Mittelkontaktes bzw. den Mittelleitern.

Jede Scheibe trägt ein Etikett mit dem in der Warenausgangsprüfung gemessenem Schleifenwiderstand.

Die maximal zulässige Stromstärke für die Alarmschleife ist 0,5 Ampere.

2. Forderung an Verglasung und Anschluss der Alarmgläser

- ipasafe Alarmgläser dürfen bei der Lagerung, dem Transport und der Montage nicht auf die Kabelanschlussstellen gestellt werden.
- Die Verglasung der Alarm-Isoliergläser hat entsprechend der jeweils gültigen INTERPANE Verglasungs-Richtlinien zu erfolgen und darf nur in Verglasungssystemen mit belüftetem, dichtstofffreiem Falzraum erfolgen. Dies gilt auch für Holzfenster.

Alle Dichtmaterialien müssen mit den in Kontakt kommenden Materialien verträglich und elektrisch nichtleitend sein.

- Die ESG-Alarmscheibe ist stets zur Angriffsseite hin einzubauen. Scheibenkennzeichnung beachten!
- Jede ipasafe Alarmscheibe ist vor und nach dem Verglasen durch Messung des elektrischen Widerstandes von Alarmschleife, Mittelkontakt bzw. Mittelleitern sowie bezüglich Erdschluss auf ihre Funktion zu prüfen und mit dem Widerstandswert auf dem Aufkleber zu vergleichen.
- Der Einbau der Alarmgläser muss so erfolgen, dass eine Demontage von außen nur erschwert möglich ist (Glashalteleisten innen). Wenn dies nicht möglich ist, muss sichergestellt werden, dass das Herausnehmen der Gläser zur Meldung führt.
- Alarmgläser müssen – soweit möglich – allseitig gefasst sein. Im Einzelfall vorhandene freiliegende Glasstöße müssen elektrisch auf Durchgriff mit Hilfswerkzeugen überwacht werden.
- Alle bauseitigen Kabelverbindungsstellen müssen sicher gegen Feuchtigkeit geschützt sein. Die Verbindung des Anschlusskabels mit dem Verlängerungskabel im Fassadenbereich erfolgt mit einer Flachsteckerverbindung, die bei sachgerechter Ausführung sicher gegen Feuchtigkeitseinwirkung schützt.

Vor dem Zusammenfügen von Stecker und Buchse sind der Stopfen bzw. die Kappe zu entfernen. Nach dem Zusammenfügen der Flachsteckerverbindung ist darauf zu achten, dass die an der Buchse angebrachte Verriegelung im Stecker einrastet.

- Es ist darauf zu achten, dass die obere Eckklotzung nicht im Bereich der Alarmschleife erfolgt. Bei Dreh- bzw. Dreh-/Kippflügel sollte die Alarmschleife deshalb von vornherein an der Bandseite geplant werden.
- Beim ipasafe Alarm-Isolierglas darf die Alarmschleife oben rechts oder links bzw. unten rechts oder links eingebaut werden. Beim monolithischen ipasafe VSG-Alarmglas darf die Alarmschleife nur oben rechts oder links eingebaut werden.

Bei der Bestellung muss die Position der Alarmschleife angegeben werden.

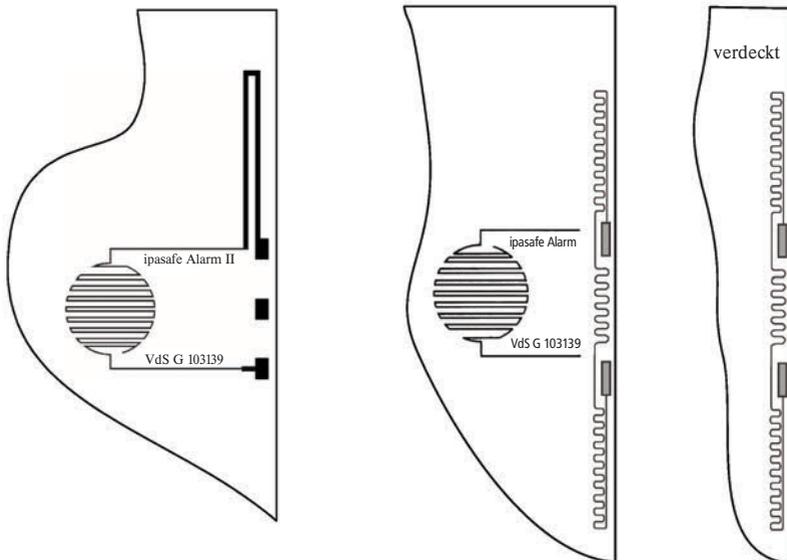
- Das Falzspiel sollte mindestens 7 mm betragen, um ein scharfes Abknicken des Kabels zu vermeiden. An der Isolierglaskante, an der die Alarmschleife positioniert ist, muss die Glasfalzhöhe mindestens 20 mm betragen, damit der Abstandhalter vom Isolierglas nicht in die lichte Fensteröffnung ragt.

● Bei der bauseitigen Kabelmontage sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Anschlussstellen von ipasafe Alarmgläsern dürfen mechanisch nicht belastet werden.
- Beim Durchgang des Kabels durch Rahmenprofile muss das Kabel vor Beschädigungen geschützt sein (z. B. durch Kabeldurchführungen).
- Die raumseitige Kabeldurchführung im Rahmenprofil muss abgedichtet werden.
- Die Kabelführung muss so erfolgen, dass eine nachträgliche Kabelverletzung durch Schrauben, Quetschungen usw. auszuschließen ist.

Elektrische Widerstände der Alarmschleife

VdS-Nr. G 103139



Widerstand R der Schleife

$6 \Omega \pm 3 \Omega$

Widerstand R vom Mittelkontakt/-leiter

$< 1,0 \Omega$

Widerstand R zwischen der Schleife und dem Mittelkontakt/-leiter

$> 20 M\Omega$

6.10.14 Brüstungselemente

6.10.14

Brüstungselemente werden klassifiziert in

- Brüstungsplatten und
- Brüstungspaneelle.

Bei den Brüstungsplatten handelt es sich um einscheybige oder zweischiebige (Isolierglas) Verglasungselemente, die aus ESG-H bestehen. Verwendung finden die Brüstungsplatten bei hinterlüfteten Außenwandkonstruktionen (Kaltfassade).

Brüstungspaneelle bestehen aus ein- oder zweischiebigen Brüstungsplatten, die auf der Rückseite mit einer Wärmedämmung versehen sind. Der Einsatzbereich ist die Warmfassade.

Allgemeine Forderungen an die Verglasung

Die Verglasung der zweischiebigen Brüstungsplatten und der Brüstungspaneelle hat nach den gleichen Grundsätzen wie bei AGC INTERPANE Isolierglas zu erfolgen. Es ist zu beachten, dass die Verglasungselemente allseitig vom Rahmen gefasst sind. Zweischiebige Brüstungsplatten können auch zweiseitig gelagert werden. Bei kleinformatigen zweischiebigen Brüstungselementen (< 800 mm) kann eine erhöhte Dichtstoffauflage erforderlich werden. Dies hat zur Folge, dass sich der Glaseinstand erhöht. Aus diesem Grunde ist frühzeitig Abstimmung mit AGC INTERPANE erforderlich.

Grundsätzlich gelten für alle Brüstungselemente, ob ein- oder zweischiebig, folgende Maßgaben:

- Für den Heißlagerungstest sind die Vorgaben der Bauregelliste einzuhalten (s. Kap. 5.13.1).
- Vor der Montage sind alle Verglasungselemente auf Kantenbeschädigungen zu prüfen. Nach DIN 18008 dürfen nur thermisch vorgespannte Scheiben verarbeitet werden, bei denen Kantenbeschädigungen nicht tiefer als 15 % der Glasdicke der jeweiligen Einzelscheibe in das Glasvolumen eingreifen.
- Für die Bemessung der Glasdicke sind die Belastungen entsprechend DIN 18 516 Teil 1 heranzuziehen, falls nicht objektbezogen erhöhte Belastungen vorgegeben sind. Die Mindestglasdicke beträgt 6 mm.
- Die Scheiben müssen zwängungsarm gelagert werden.
- Unter Last- und Temperatureinfluss darf kein Kontakt Glas/Metall, Glas/Glas oder Glas/Wand auftreten.

- Die Lagerung muss nach dem Stand der Technik dauerhaft und witterungsbeständig sein. Eine elastische Lagerung muss sichergestellt sein. Diese besteht in der Regel aus Elastomeren.

- Der Abstand zwischen Falzgrund und Scheibenkante beträgt mindestens 5 mm.

- Bei einer Lagerung mit Versiegelung auf Vorlegeband muss die Dicke der beidseitigen Dichtstoffvorlage mindestens jeweils 4 mm betragen.

Zusätzliche Anforderungen an die Verglasung von Brüstungsplatten – einscheybig – nach DIN 18516 Teil 4

- Bei allseitiger Lagerung der Brüstungsplatten beträgt der minimale Glaseinstand 10 mm.

- Bei zwei- oder dreiseitiger linienförmiger Scheibenlagerung muss der Glaseinstand mindestens der Glasdicke $+1/500$ der Stützweite entsprechen (Mindestglaseinstand 15 mm).

Ein Verrutschen der Brüstungsplatte muss durch Distanzklötze verhindert werden.

Evtl. produktionsbedingte Aufhängepunkte bei ESG müssen sich an einer gelagerten Kante befinden. Hierauf muss bei Auftragserteilung seitens des Bestellers vorab hingewiesen werden.

Bei Lagerung mit freier unterer Kante muss die Brüstungsplatte unten rechts und links unterstützt sein. Die Glasauftandsfläche zur Aufnahme der Eigenlast muss rechteckig sein und mindestens die Abmessungen „Glaseinstand x Glasdicke“ aufweisen. Die Glasauftandsfläche muss eine Shore A-Härte von 60 bis 80 aufweisen.

- Bei punktförmiger Scheibenlagerung muss die glasüberdeckende Klemmfläche mindestens 1000 mm² groß sein. Die Glaseinstandstiefe muss mindestens 25 mm betragen.

Bei Halterungen, die im unmittelbaren Scheiben Eckteil angeordnet sind, ist die Klemmfläche asymmetrisch auszubilden. Dabei muss das Verhältnis der Seitenlängen einer die Scheibenecke umfassenden rechtwinkligen Halterung mindestens 1 : 2,5 betragen.

Die Tragfähigkeit kleinerer Klemmflächen ist durch Bauteilversuche nach DIN 18516 Teil 1 nachzuweisen.

6.10.15

Werden punktförmige Klemmhalterungen außerhalb der Scheibenecken angeordnet, muss die Brüstungsplatte durch eine formschlüssige Verbindung gesichert werden.

Der Abstand einer Scheibenbohrung von der Scheibenkante, gemessen vom Bohrungsrand, muss min-

destens der 2fachen Scheibendicke, jedoch mindestens auch dem Lochdurchmesser entsprechen.

Bei Bohrungen im Scheibeneckbereich dürfen die Randabstände nicht gleich groß sein. Die Maßdifferenz muss mindestens 15 mm betragen.

6.10.15 Farbabweichungen

Alle bei Glas-Erzeugnissen verwendeten Materialien haben rohstoffbedingte Eigenfarben, welche mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Um die gesetzlichen Anforderungen im Hinblick auf Energieeinsparung zu erfüllen, werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht, also bei Betrachtung in Reflexion, unterschiedlich erkennbar sein. Schwankungen des Farbeindrucks sind aufgrund der Glasart,

des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderung der Glasdicken, des Scheibenaufbaus und des Betrachtungswinkels möglich und nicht zu vermeiden (s. Kap. 7.3.15).

Bei Nachbestellungen von beschichteten Gläsern ist aus produktionstechnischen Gründen eine absolute Farbgleichheit nicht immer möglich. Derartige Farbabweichungen können nicht als Beanstandung anerkannt werden.

6.10.16 Glasbruch

Glas als unterkühlte Schmelze gehört zu den spröden Materialien, die keine plastischen Verformungen (wie z. B. Metalle) zulassen. Das Überschreiten der Elastizitätsgrenze durch thermische und/oder mechanische Einwirkungen führt unmittelbar zum Scheibenbruch.

Aufgrund heutiger Fertigungsmethoden werden Eigenspannungen weitestgehend vermieden. Glasbruch entsteht in der Regel durch Fremdeinflüsse und ist deshalb grundsätzlich kein Sachmangel. Das Bruchrisiko trägt immer derjenige, in dessen Obhut sich das Glas zum Bruchzeitpunkt befindet. Schützen Sie daher Ihre Verglasungs-Einheiten durch geeignete Maßnahmen.

Drahtgläser und absorbierende Gläser in Kombination mit Isolierglas unterliegen aufgrund ihrer besonderen physikalischen Eigenschaften bei mechanischen und thermischen Belastungen einer erhöhten Bruchgefahr. Die nachstehenden Empfehlungen sollten daher Beachtung finden.

Absorbierende Gläser nehmen Sonnenstrahlung stärker auf als normal helle Gläser. Dabei werden Wärmespannungen erzeugt, die durch

- Kühlwirkungen von Abdeckungen des Glases und von Schlagschatten sowie durch
- Wärmestau infolge unzureichender Hinterlüftung entstehen.

Diese Spannungen können unter ungünstigen Voraussetzungen zu Einläufen vom Scheibenrand her führen.

Deswegen müssen, insbesondere bei Verglasungen, die direkt besonnt werden, folgende Hinweise beachtet werden:

- Die Gläser sollen schattenfrei oder ganz beschattet sein.
- Eine ausreichende, unbehinderte Hinterlüftung ist sicherzustellen.
- Das Rahmenmaterial und die Halteleisten sollten dem Absorptionsgrad des Glases angepasst sein.

- Die Dehnungs- und Bewegungsmöglichkeiten der Gläser müssen erhalten bleiben. Einspannung muss zuverlässig vermieden werden.

Lassen sich im speziellen Anwendungsfall bei Verglasungen die genannten Kriterien nicht einhalten, kann die erhöhte Bruchgefahr bei absorbierenden Gläsern durch die Verwendung von vorgespanntem Glas gemindert werden.

Außenscheibe bei Zweifach- und Dreifach-Isolierglas

Bei einer Energieabsorption $\geq 55\%$ bzw. $\geq 50\%$ bei von der Vertikalen (90°) abweichender Neigung empfehlen wir, die Scheibe vorzuspannen, um das Risiko eines thermischen Bruchs zu vermeiden, dabei handelt es sich um keine feste Grenze, sondern um einen Grenzbereich.

Mittelscheibe bei Dreifach-Isolierglas

Bei einer Energieabsorption der Mittelscheibe von $\geq 10\%$ wird eine Ausführung in ESG, ESG-H oder TVG empfohlen. Bei einer Einbausituation mit erhöhter thermischer Belastung (z. B. raumseitig angebrachte Rollos oder witterungsseitig vorgesehene Jalousien, reduzierter äußerer oder innerer Wärmeabgabe) oder stark asymmetrischen Glasaufbauten (SZR und/oder Glasdicken) sind gesonderte Betrachtungen und/oder Berechnungen notwendig. Dabei handelt es sich um keine feste Grenze, sondern einen Grenzbereich.

Zusätzlich sollte bei kleinformatigen Scheiben mit einem SZR > 16 mm oder zwei SZR je > 12 mm und einem ungünstigen Seitenverhältnis bei asymmetrischem Scheibenaufbau die dünnere Scheibe aus ESG bestehen.

Im Einzelfall steht die anwendungstechnische Beratung von AGC INTERPANE gerne zur Beurteilung der Einbausituation zur Verfügung.

6.10.17 Oberflächenschäden am Glas

6.10.17

Oberflächenschäden am Glas können durch mechanische, thermische und chemische Einwirkungen entstehen.

Verätzungen durch alkalische Einwirkungen

Durch Mörtelspritzer, Zementschlämme und Auswaschungen aus Faserzementplatten bzw. unbehandelten Betonoberflächen können alkalische Bestandteile auf Glasoberflächen gelangen, die zu Verätzungen der Glaselemente führen.

Insbesondere im Bauzustand sind bereits eingebaute Verglasungseinheiten vor derartigen Einwirkungen zu schützen. Während frische Mörtelspritzer und noch nicht abgebundene Zementschlämme mit Wasser entfernt werden können, sind im günstigsten Fall die durch Verätzungen eingetretenen Glasschäden durch spezielle Putzmittel, wie Essigsäure, Schlämmeerde und Ceroxid, zu entfernen. Langzeitschäden sind in der Regel nicht mehr behebbbar. Es ist auch darauf zu achten, dass sich auf Position 1 Funktionsschichten befinden können. Hierzu sind besondere Reinigungsvorschriften zu beachten.

Schweißperlen bzw. Funken durch Schleif- und Trennscheiben

Wenn in der Nähe von Glasflächen Schweiß- oder Schleifarbeiten durchgeführt werden, kann es zu nicht mehr zu entfernenden Einbränden von Schweiß- bzw. glühenden Schleifpartikeln kommen.

Fassadenreinigungsmittel

Häufig sind Fassaden – vor allem Mauerwerk – während des Baufortganges stark verunreinigt. Auch kann es zu Ausblühungen kommen. Zur Reinigung der Flächen werden dann häufig flusssäurehaltige Fassadensteinreiniger verwendet, deren Bestandteile die Glasoberfläche verätzen können. Dies kann durch Abdecken der Gläser mit Folie verhindert werden.

Instandhaltungsarbeiten

Nach Fertigstellung der Baumaßnahmen werden für Instandhaltungsarbeiten möglicherweise folgende Mittel wie z. B. Beizen, Holzschutzmittel, Fassadenversiegelung oder Mittel gegen Schimmel- und Pilzbefall verwendet. Die Glasoberflächen können durch die chemischen Bestandteile dieser Mittel angegriffen werden. Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Schlierenbildung durch Abrieb von Verglasungsdichtstoffen

Durch die Verwendung von ungeeigneten Dichtstoffen kann es bei der Reinigung zu Abrieb kommen, der sich in Form einer Schlierenbildung auf der Scheibenoberfläche, in der Regel neben der Scheibenversiegelung, zeigt.

Vor den genannten Einflüssen ist das Glaselement zu schützen, da Beanstandungen dieser Art bauseitig zu vertreten sind.

Schutzmaßnahmen können infolge der Verschiedenartigkeit der Ursachen nicht generell aufgeführt werden. Sie sind in jedem einzelnen Fall zu beurteilen, zu veranlassen und bereits in der Planung zu berücksichtigen.

6.10.18 Verbundglas mit freiliegender Glaskante

Für Anwendungsbereiche mit freiliegender Glaskante dürfen Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas nur mit

- gesäumter Kante,
- geschliffener Kante,
- polierter Kante oder
- Gehrungskante

verwendet werden.

Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung vorzugeben. Optische Effekte an der Abstellkante sowie Folienreste im Saumbereich und Folienüberstände bei VSG-Festmaßen sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar.

Bei Außenverglasungen mit permanenter Feuchtebelastung der Folie an der Glaskante können in einer

Randzone von ungefähr 15 mm optische Veränderungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig.

Um diesen optischen Effekt zu unterbinden, sollte die Konstruktion so ausgeführt werden, dass eine permanente Feuchtebelastung der Folie auf der Glaskante konstruktiv oder durch eine ausreichende Belüftung vermieden wird. Im Bereich von Vordächern kann dies z. B. durch eine Ausführung in Form eines Stufenverbund-Sicherheitsglases erfolgen.

Um die Eigenschaften des Verbundglases über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte Reinigung der Glaskanten in geeigneten Zeitintervallen Voraussetzung.

6.10.19 Werterhaltung

Alle Baustoffe, wie Fensterrahmen, Anstriche, Dichtstoffe bzw. Profildichtungen, unterliegen einem natürlichen Alterungsprozess.

Zur Aufrechterhaltung der Herstellergarantie und zur Verlängerung der Lebensdauer des Isolierglases ist es unumgänglich, regelmäßige Funktionsprüfungen durchzuführen. Alle notwendigen Wartungsarbeiten, wie Erneuerung des Fensterrahmenanstrichs, Über-

prüfung der Dichtungs- und Klebefugen, der Lüftungs- und der Dampfdruckausgleichsöffnungen usw., müssen rechtzeitig und regelmäßig vorgenommen werden.

Insbesondere ist zur Werterhaltung der Isoliergläser eine regelmäßige Reinigung empfehlenswert (s. Kap. 7.3.9).

6.10.18

6.11 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

6.11

BF-Merkblatt 002 / 2008



Bundesverband
Flachglas

Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

Schwerpunkt: Transport, Lagerung und Einbau

Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

0.0 Einleitung

Ein Mehrscheiben-Isolierglas besteht aus mindestens zwei Glasscheiben, die über einen Randverbund miteinander verbunden sind, der den eingeschlossenen Scheibenzwischenraum gegen das Umfeld hermetisch abschließt.

Mehrscheiben-Isolierglas ist eine voll konfektionierte Komponente zur Verwendung im Bauwesen, mit durchgehend linienförmiger, mindestens zweiseitiger Lagerung [1]; [2].

Der Hersteller des Fensters oder der Fassade ist grundsätzlich für die Funktionsfähigkeit seines Produktes bei bestimmungsgemäßen Gebrauch verantwortlich.

Diese Richtlinie setzt voraus, dass der Transport, die Lagerung und der Einbau nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.

1.0 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für:

- Transport
- Lagerung
- Einbau

zur Verwendung von Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279.

Diese Richtlinie beschreibt die notwendigen Maßnahmen, um die Dichtheit bzw. Funktionsfähigkeit des Randverbundes dauerhaft zu erhalten. Bauphysikalische Funktionen, mechanische Eigenschaften, Einbauten im Scheibenzwischenraum, optische Merkmale sowie Glasbruch sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

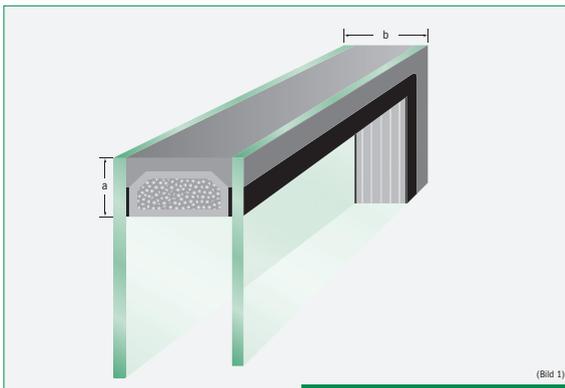
Diese Richtlinie ist rechtsverbindlich, wenn der Mehrscheiben-Isolierglas-Hersteller oder Vertragspartner in den AGBs auf sie Bezug nimmt oder sie für den Einzelfall vereinbart. Sie ersetzt nicht Normen, eingeführte technische Regeln oder gesetzliche Bestimmungen zum Einsatz von Mehrscheiben-Isolierglas. Einige wesentliche Fachinformationen sind am Ende dieser Richtlinie aufgelistet.

2.0 Grundsätzliche Forderungen

Der Randverbund darf nicht beschädigt werden. Sein Schutz ist unbedingte Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Funktion. Sämtliche schädigenden Einflüsse sind zu vermeiden. Dies gilt ab dem Tag der Lieferung für Lagerung, Transport und Einbau.

Schädigende Einflüsse können unter anderem sein:

- andauernde Wasserbildung auf dem Randverbund
- UV-Strahlung
- außerplanmäßige mechanische Spannungen
- unverträgliche Materialien
- extreme Temperaturen.



(Bild 1)

(Bild 1)

Der Bereich 'a' (seitliche Glasrandabdeckung zur Wetterseite) ist die Höhe, die vom Glasrand bis an den Durchsichtbereich des Isolierglases verläuft.

Unabhängig von Norm-Anforderungen an den Glaseinstand muss verhindert werden, dass im eingebauten Zustand natürliches Tageslicht auf die Bereiche 'a' oder 'b' einwirken kann.

Gegebenenfalls ist das Mehrscheiben-Isolierglas mit einem 'UV-beständigen Randverbund' zu bestellen bzw. der Randverbund vor UV-Strahlung zu schützen.

3.0 Transport, Lagerung und Handhabung

Üblich ist der Transport auf Gestellen oder mit Kisten.

3.1 Transport auf Gestellen

Die Glasscheiben sind auf den Gestellen für den Transport zu sichern. Dabei darf durch die Sicherungseinrichtung kein unzulässiger Druck auf die Glasscheiben einwirken.

3.2 Transport mit Kisten

Für Kisten als Leichtverpackungen, die nicht für die Einwirkung von statischen oder dynamischen Lasten ausgelegt sind, ist im Einzelfall sorgfältig zu prüfen, wie die Handhabung der Kisten erfolgen kann oder z. B. Transportseile verwendet werden können.

Die Lagerung oder das Abstellen darf nur in vertikaler Lage auf geeigneten Gestellen oder Einrichtungen erfolgen.

Wenn mehrere Scheiben gestapelt werden, sind Zwischenlagen (z. B. Zwischenpapier, Zwischenpuffer, Stapelscheiben) notwendig.

Generell ist Mehrscheiben-Isolierglas am Bau vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.

Mehrscheiben-Isoliergläser sind im Freien vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

4.0 Einbau

Jedes gelieferte Glaselement ist vor dem Einbau auf Beschädigung zu überprüfen. Beschädigte Elemente dürfen nicht verarbeitet werden. Mehrscheiben-Isoliergläser sind im Regelfall ausfachende Elemente, d. h. ohne tragende Funktion. Ihr Eigengewicht und die auf sie einwirkenden äußeren Lasten müssen an den Rahmen oder die Glashaltekonstruktion weitergegeben werden. Abweichende Verglasungssysteme, wie z. B. punktförmig gehaltene oder geklebte Systeme, werden von dieser Richtlinie nicht erfasst. An sie werden ggf. weitergehende Anforderungen bezüglich der Randverbund-Konstruktion gestellt.

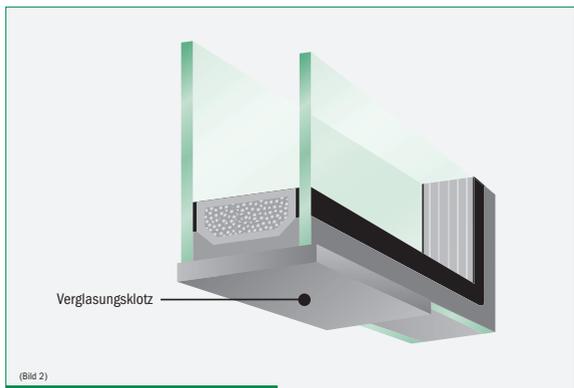
5.0 Klotzung

Der Verglasungsklotz ist die Schnittstelle zwischen Glas und Rahmen. Die Klotzungstechnik wird in [3] dargelegt.

Die Klotzung soll einen freien Glas-Falzraum zur Aufrechterhaltung des Dampfdruckausgleiches (Langzeitkondensation), der Belüftung und ggf. der Entwässerung gewährleisten. Generell sind beim Einbau von Mehrscheiben-Isoliergläsern geeignete Verglasungsklötze bzw. Klotzbrücken zu verwenden. Es müssen alle Scheiben eines Mehrscheiben-Isolierglases nach den anerkannten Regeln der Technik [3] geklotzt werden. Die Anordnung, Materialien, Größe und Form werden in Richtlinien [3] oder durch Aussagen der Klotzhersteller festgelegt.

Klötze können aus geeignetem Holz, geeignetem Kunststoff oder anderen geeigneten Materialien hergestellt sein, müssen eine ausreichende, dauerhafte Klebfestigkeit besitzen und dürfen an den Glaskanten keine Absplitterungen verursachen.

Klötze dürfen ihre Eigenschaften und die des Mehrscheiben-Isolierglases im Nutzungszeitraum nicht funktionsmindernd durch die verwendeten Dicht- und Klebstoffe sowie durch Feuchtigkeit, extreme Temperaturen oder sonstige Einflüsse, verändern.



(Bild 2)

6.0 Mechanische Beanspruchungen

Im eingebauten Zustand wirken auf das Mehrscheiben-Isolierglas dynamische und Dauerlasten aus Wind, Schnee, Menschen- gedränge etc. ein. Diese Lasten werden in die Auflagerprofile (Rahmen) eingeleitet, wodurch eine Durchbiegung der Auflagerprofile und des Glasrandes erfolgt.

Diese Durchbiegung führt zu Scherkräften im Randverbund des Mehrscheiben-Isolierglases. Damit die dauerhafte Dichtheit des Randverbundes nicht gefährdet ist, sind folgende Begrenzungen zu beachten:

Die Durchbiegung des Mehrscheiben-Isolierglas Randverbundes senkrecht zur Plattenebene im Bereich einer Kante darf bei maximaler Belastung nicht mehr als 1/200 der Glaskantenlänge betragen, jedoch max. 15 mm. Die Rahmen müssen dafür ausreichend bemessen sein.

7.0 Glasfalz, Abdichtung und Dampfdruckausgleich

Es haben sich Verglasungssysteme bewährt, die den Glasfalzraum vom Raumklima trennen. Für mitteleuropäische Verhältnisse erfolgt eine Glasfalzraum-Belüftung zur Wetterseite. Der Luftaustausch von der Raumseite in den Glasfalzraum ist weitgehend zu verhindern.

8.0 Normen, Richtlinien, Regelwerke (in ihrer jeweils gültigen Fassung)

- [1] TRAV – Technische Regeln zur Verwendung von absturzsichernden Verglasungen, DIBt Berlin
- [2] TRLV – Technische Regeln zur Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen, DIBt Berlin
- [3] Technische Richtlinie Nr. 3 des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar

- [4] Technische Richtlinie Nr. 17 des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar
- [5] EN 1279-5, Glas im Bauwesen, Mehrscheiben-Isolierglas, Konformitätsbewertung
- [6] DIN 18545-1, Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Anforderungen an Glasfalze Verglasungen mit Dichtstoffen
- [7] DIN 18545-3, Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Verglasungssysteme
- [8] Beanspruchungsgruppen für die Verglasung von Fenstern, ift- Richtlinie VE 06/01
- [9] Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen, Bundesverband Flachglas, Troisdorf
- [10] Merkblatt zur 'Reinigung von Glas', Bundesverband Flachglas, Troisdorf

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar · Fachverband Glas Fenster Fassade Baden-Württemberg, Karlsruhe · Verband der Fenster- und Fassadenhersteller, Frankfurt · Flachglas MarkenKreis GmbH, Gelsenkirchen · Gluske-BKV GmbH, Wuppertal · Interpane Glas Industrie AG, Lauenförde · Isolair-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg · Pilkington Deutschland AG, Gladbeck · Schollglas GmbH, Barsinghausen · Glas Trösch GmbH, Nördlingen

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf



AGC *INTERPANE*



7

GLASTECHNISCHE UND BAUPHYSIKALISCHE
INFORMATIONEN

Im Kapitel 3 „Glas, Fenster und Fassade“ sind Anforderungen an das gesamte Bauteil Fenster einschließlich der Verglasung dargelegt.

Im Kapitel 5 „Produktpalette“ werden die einzelnen Produkte der Verglasung beschrieben und ihre technischen Daten angegeben.

Mit diesen „glastechnischen und bauphysikalischen Informationen“ vermitteln wir Anregungen, Empfehlungen und Beispiele aus der Praxis, die eine konstruktive Umsetzung der Anforderungen im täglichen Gebrauch erleichtern.

Zusätzlich sind diverse Verordnungen und Richtlinien ausführlich dargestellt und kommentiert.

7.1 Bauphysik

- 7.1.1 Novelle zur Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)
- 7.1.2 Energieeinsparen mit Glas
- 7.1.3 3-Liter-Haus, Passiv- und Nullenergiehäuser
- 7.1.4 Wintergärten
- 7.1.5 U_g -Werte bei geneigten Flächen
- 7.1.6 Wärmebrücken am Fenster „Warme Kante“
- 7.1.7 Taupunkttemperatur und Behaglichkeit
- 7.1.8 Pflanzenwachstum hinter Glas

7.2 Glastechnik

- 7.2.1 Bemessung von Glas
- 7.2.2 Bedingt betretbare Verglasungen

7.3 Richtlinien und Merkblätter

- 7.3.1 Grundlagen Bauordnungsrecht
- 7.3.2 Hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus ESG
- 7.3.3 Gebogene Verglasungen
- 7.3.4 Umwehungen mit Glas
- 7.3.5 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen
- 7.3.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern
- 7.3.7 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas
- 7.3.8 Planungshilfe: Integrierte bewegliche Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas für Architekten, Planer und Verarbeiter
- 7.3.9 Reinigung von Glas
- 7.3.10 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas
- 7.3.11 Kompass für geklebte Fenster
- 7.3.12 Kompass „Warme Kante“ für Fenster
- 7.3.13 Einsatzempfehlungen für Sicherheitsglas im Bauwesen
- 7.3.14 Glasstöße und Ganzglasecken in Fenstern und Fassaden
- 7.3.15 Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen

7.1 Bauphysik

7.1.1 Novelle zur Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)

Quelle: Deutsche Energie-Agentur Dena

7.1

Novelle zur Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)

Zusammenfassung

Stand: 22.11.2013

Dieser Text fasst die am 16. Oktober 2013 von der Bundesregierung beschlossene Novelle zur Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) zusammen. Die Zusammenfassung bietet einen schnellen Überblick über die Neuregelungen. Die novellierte EnEV tritt am 1. Mai 2014 in Kraft.

Der Inhalt ist sorgfältig und nach bestem Wissen erstellt worden. Die dena übernimmt keinerlei Haftung für eventuell falsche oder missverständliche Darstellungen. Im Zweifel sind die von den Bundesministerien veröffentlichten Originaltexte maßgeblich. Diese finden Sie u. a. unter:

www.zukunft-haus.info/gesetze-studien-verordnungen/enev-enev-historie/enev-2014.html

Was regelt die EnEV?

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) regelt folgende Bereiche:

- Energieausweise für Gebäude (Bestand und Neubau)
- Energetische Mindestanforderungen für Neubauten
- Energetische Mindestanforderungen für Modernisierung, Umbau, Ausbau und Erweiterung bestehender Gebäude
- Mindestanforderungen für Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik sowie Warmwasserversorgung
- Energetische Inspektion von Klimaanlagen
- Ahndung von Verstößen (Ordnungswidrigkeiten)
- Neu sind die Regelungen zu Stichprobenkontrollen von Energieausweisen und Inspektionsberichten von Klimaanlagen.

Für welche Gebäude gilt die EnEV?

- Wie bisher gilt die EnEV für alle beheizten und gekühlten Gebäude bzw. Gebäudeteile.
- Sonderregelungen gelten für Gebäude, die nicht regelmäßig geheizt, gekühlt oder genutzt werden (z. B. Ferienhäuser), die nur für kurze Dauer errichtet werden (z. B. Zelte, Traglufthallen) oder für spezielle Nutzungen, z. B. Ställe und Gewächshäuser.

7.1.1

Was ändert sich im Vergleich zur EnEV 2009 (Kurzüberblick)?

Nachdem mit der EnEV 2009 das Anforderungsniveau an Neubau und Bestand bereits in einem ersten Schritt verschärft wurde, erfolgt nun eine zweite Stufe der Verschärfung für Neubauten (entsprechend der Kabinettsbeschlüsse von Meseberg 2007). Für Bestandsbauten sind keine nennenswerten Verschärfungen vorgesehen.

Die wesentlichen Änderungen der EnEV 2014 laut Kabinettsbeschluss inklusive der Ergänzungen des Bundesrates sind:

- 1) Verschärfung der **primärenergetischen Anforderungen** (Gesamtenergieeffizienz) bei Neubauten ab 2016 um 25 Prozent.
- 2) Verschärfung der energetischen Anforderungen an **Außenbauteile von neu gebauten Nichtwohngebäuden ab 2016** um ca. 20 Prozent.
- 3) Ab 2016 gelten für Wohngebäude im Vergleich zur EnEV 2009 rund 20 Prozent höhere Anforderungen an zulässige Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle.
- 4) **Austauschpflicht für alte Heizkessel**, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden. Kessel, die nach dem 01.01.1985 eingebaut wurden, müssen nach 30 Jahren außer Betrieb genommen werden. Wurden die entsprechenden Heizkessel vor 1985 eingebaut, dürfen diese schon ab 2015 nicht mehr betrieben werden. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur- und Brennwertkessel sowie für bestimmte selbstnutzende Ein- und Zweifamilienhausbesitzer.
- 5) Es gilt, dass **oberste Geschossdecken**, die nicht die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz erfüllen, ab 2016 gedämmt sein müssen ($U\text{-Wert} \leq 0,24 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Die Forderung ist erfüllt, wenn das Dach darüber gedämmt ist oder den Mindestwärmeschutz erfüllt.
- 6) Neu eingeführt werden die **Energieeffizienzklassen A+ bis H** im Energieausweis für Wohngebäude und eine **Neuskalierung des Bandtachs** bis $250 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$.
- 7) Künftig müssen im Falle des Verkaufs oder der Vermietung von Wohnungen oder Gebäuden in **Immobilienanzeigen** verpflichtend bestimmte Angaben aus dem Energieausweis genannt werden. Liegt ein Energieausweis mit Energieeffizienzklasse vor, muss die entsprechende Einstufung auch veröffentlicht werden.
- 8) Verkäufer und Vermieter von Immobilien sind künftig verpflichtet, den **Energieausweis** an Käufer bzw. Mieter zu übergeben. Der Energieausweis muss bereits bei der Besichtigung vorgelegt werden.
- 9) **Einführung von Stichprobenkontrollen** für Energieausweise und für Inspektionsberichte von Klimaanlagen.
- 10) Bei der Berechnung von Gebäuden sinkt der Faktor für die **primärenergetische Bewertung von Strom** auf 2,4 und ab 2016 auf 1,8.
- 11) Dem Paragraphen 1 der EnEV wurde eine **Formulierung zum Zweck der Verordnung** hinzugefügt (Einsparung von Energie in Gebäuden und Umsetzung der energiepolitischen Ziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2050).

- 12) Einführung des neuen Referenzklimastandorts Potsdam (bisher Würzburg).
- 13) Die novellierte DIN V 18599:2011-12 und die Berichtigungen vom Mai 2013 werden als Berechnungsgrundlage festgesetzt. Die Fassung der DIN V 18599, Ausgabe 2007-02, ist damit auch für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nicht mehr gültig.

Was hat sich bei den Anforderungen für Wohngebäude geändert?

Anforderungen an Wohngebäude im Neubau:

- Der maximal zulässige Primärenergiebedarf wird gegenüber der EnEV 2009 ab 2016 um 25 Prozent verringert.
- Für Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle (H'_{T} -Wert) gelten ab 2016 für Wohngebäude zwei Anforderungen:
 1. Wie bisher darf ein fester Anforderungswert für H'_{T} nach Tabelle 2 Anlage 1 der EnEV (abhängig von der Art und Größe des Gebäudes) nicht überschritten werden.
 2. Als erhöhte Anforderung kommt hinzu, dass der berechnete H'_{T} -Wert für das Referenzgebäude als zweiter Grenzwert für den H'_{T} -Wert gilt.

Damit werden die Anforderungen an die Außenbauteile für Wohngebäude um ca. 20 Prozent verschärft.

- Als alternatives Nachweisverfahren wird ein „Modellgebäudeverfahren“ (bisher bekannt als „EnEV easy“) eingeführt. Die Anwendungsvoraussetzungen und die Ausstattungsvarianten für das Modellgebäudeverfahren werden vom BMVBS/BMWi über separate Bekanntmachungen im Bundesanzeiger bekanntgegeben.
- Anforderungen an die Dichtheit von großen Wohngebäuden werden angepasst: Bei Wohngebäuden über 1.500m³ Luftvolumen bestehen künftig Anforderungen an die Luftdichtheit hinsichtlich eines maximal zulässigen Leckage-Volumenstroms:
 1. bei Gebäuden ohne RLT-Anlagen von 4,5 m³ /h pro m² Hüllfläche
 2. bei Gebäuden mit RLT-Anlagen von 2,5 m³ /h pro m² Hüllfläche.
- Bei der Berechnung des Endenergiebedarfs von Wohnbauten werden die Anteile von erneuerbaren Energien, die im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zum Gebäude gewonnen werden (solare Strahlungsenergie, Umgebungswärme und -kälte), entgegen der Praxis in der DIN V 18599 „gleich null“ gesetzt.

Anforderungen an Wohngebäude im Bestand:

- Bei der Veränderung, Erweiterung oder dem Ausbau bestehender Wohngebäude kann der Nachweis zur Einhaltung der EnEV weiterhin wahlweise entweder für einzelne Bauteile oder das gesamte Gebäude durchgeführt werden.

7.1.1

- Beim Nachweis für einzelne Bauteile sind außer bei der Erneuerung von Außentüren (U_{\max} von 2,9 auf 1,8 $W/(m^2 K)$) keine Verschärfungen vorgesehen.
- Bei der Ausnahmeregelung für Änderungen an Außenwänden ist der U-Wert von $U \leq 0,9 W/(m^2 K)$ als Grenzwert nicht mehr gültig. Stattdessen gilt die Ausnahmeregelung nun für Außenwände, die nach 1984 errichtet oder erneuert wurden.
- Der Einsatz von erneuerbaren Dämmstoffen bei Außenwänden und Dächern wurde durch die Anhebung der zu verwendenden Mindest-Wärmeleitfähigkeitsgruppe für Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen von 035 auf 045 erleichtert.
- Die Definition der Bagatellgrenze für Nachweise wurde nicht verändert: Wenn die Fläche des zu ändernden Bauteils weniger als 10 Prozent des gesamten Gebäudes ausmacht, bestehen keine Anforderungen bezüglich der EnEV, auch nicht mehr nach „§11 Aufrechterhaltung der energetischen Qualität“.
- Bei der Erweiterung oder dem Ausbau eines Gebäudes um beheizte oder gekühlte Räume wird unterschieden, ob ein neuer Wärmeerzeuger eingebaut wird oder nicht:
 1. Wird kein Wärmeerzeuger eingebaut, sind die betroffenen Außenbauteile gemäß Anlage 3 auszuführen. Beträgt die hinzukommende Nutzfläche mehr als 50 m^2 , bestehen außerdem Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz.
 2. Wird dagegen ein neuer Wärmeerzeuger eingebaut, so sind die betroffenen Außenbauteile gemäß §3 bzw. §4 EnEV auszuführen.

Was hat sich bei den Anforderungen für Nichtwohngebäude geändert?

- Das Berechnungsverfahren für die Bilanzierung von Nichtwohngebäuden ändert sich nicht. Die Anforderungen im Rahmen des Jahres-Primärenergiebedarfs werden - wie bei Wohngebäuden - ab 2016 um 20 Prozent verschärft.
- Wie in der EnEV 2009 erfolgt der Nachweis für die einzelnen Außenbauteile über gemittelte Wärmedurchgangskoeffizienten (\bar{U}). Ab 2016 werden die Anforderungen an die gemittelten U-Werte der vier Bauteilgruppen um ca. 20 Prozent verschärft:

1. opake Außenbauteile	\bar{U}_{\max} von 0,35 auf 0,28 $W/(m^2 K)$
2. transparente Außenbauteile	\bar{U}_{\max} von 1,9 auf 1,5 $W/(m^2 K)$
3. Vorhangfassaden	\bar{U}_{\max} von 1,9 auf 1,5 $W/(m^2 K)$
4. Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln	\bar{U}_{\max} von 3,1 auf 2,5 $W/(m^2 K)$
- Die Anforderungen an die Dichtheit von großen Nichtwohngebäuden wurden angepasst: Bei Wohngebäuden über 1.500 m^3 Luftvolumen bestehen zukünftig Anforderungen an die Luftdichtheit hinsichtlich eines maximal zulässigen Leakage-Volumenstroms:

1. bei Gebäuden ohne RLT-Anlagen von $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ pro m^2 Hüllfläche
 2. bei Gebäuden mit RLT-Anlagen von $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ pro m^2 Hüllfläche.
- Es werden folgende Vereinfachungen des Berechnungsverfahrens vorgenommen:
 1. Auch bei Neubauten dürfen bei der Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs die bisher nur für den Bestand geltenden Vereinfachungen bei der Zonierung, der Zuweisung der Hüllflächeneigenschaften sowie der Ermittlung von tageslichtversorgten Bereichen nach DIN V 18559-1 Anhang D verwendet werden.
 2. Vereinfachungen im Berechnungsverfahren: Wenn für bauliche oder anlagentechnische Komponenten keine anerkannten Regeln der Technik vorliegen, können die Eigenschaften dieser Komponenten angesetzt werden, sofern sie durch dynamisch-thermische Simulationsrechnungen nach Randbedingungen DIN V 18599:2011-12 ermittelt wurden.

Welche Austausch- und Nachrüstpflichtungen gibt es?

- **Austauschpflicht für alte Heizkessel**, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden. Entsprechende Heizkessel, die nach dem 1.1.1985 eingebaut wurden, müssen nach 30 Jahren außer Betrieb genommen werden. Wurden die Heizkessel vor 1985 eingebaut, dürfen diese ab 2015 nicht mehr betrieben werden. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur- und Brennwertkessel.
- **Die Pflicht zur Dämmung von Heizungs- und Warmwasserrohren** in unbeheizten Räumen besteht fort.
- Wie bisher gilt weiterhin, dass die **oberste Geschossdecke eines Hauses gedämmt sein muss**. Die entsprechenden Regelungen wurden in der EnEV 2014 präzisiert. Als oberste Geschossdecken gelten Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachgeschoss. Es gilt, dass oberste Geschossdecken, die nicht die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz erfüllen, ab 2016 gedämmt sein müssen ($U\text{-Wert} \leq 0,24 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Die Forderung ist erfüllt, wenn das Dach darüber gedämmt ist oder den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz entspricht.
- **Weitere Ausnahmen von den Austausch- und Nachrüstpflichtungen:** Die Dämmung von Heizungs- und Warmwasserrohren oder der obersten Geschossdecke müssen nicht durchgeführt werden, wenn diese Maßnahmen unwirtschaftlich sind, d. h. wenn „die Aufwendungen durch die eintretenden Einsparungen nicht innerhalb angemessener Frist erwirtschaftet werden können“. Bei Ein- und Zweifamilienhausbesitzern, die am 1. Februar 2002 in ihrem Haus mindestens eine Wohnung selbst genutzt haben, gelten die Anforderungen nur dann, wenn es seit dem 1. Februar 2002 einen Eigentümerwechsel gab. Die Frist zur Erfüllung der Pflichten beträgt dann zwei Jahre.
- Die Regelung zur Außerbetriebnahme von elektrischen Nachtspeicherheizungen wurde gestrichen (Artikel 1a EnEG 04. Juli 2013).

Was ändert sich beim Energieausweis?

Die Regelungen der EnEV 2009 zum Energieausweis gelten grundsätzlich auch weiterhin. Änderungen dienen hauptsächlich der Verdeutlichung bestehender Anforderungen oder Regelungen. Neu sind Energieeffizienzklassen, die ergänzend auf dem Bandtacho eingefügt werden. Darüber hinaus erhält jeder Ausweis eine Registriernummer und Angaben zur Umsetzung des EEWärmeG. Zudem sind die Empfehlungen für kostengünstige Modernisierungsmaßnahmen (Modernisierungsempfehlungen) künftig fester Bestandteil des Energieausweises.

Im Einzelnen gibt es folgende Änderungen / Ergänzungen:

- Nach Fertigstellung eines neu errichteten Gebäudes muss dem Eigentümer unverzüglich ein Energieausweis ausgestellt und übergeben werden. Dies gilt entsprechend für sanierte Gebäude, bei denen energetische Berechnungen des Jahres-Primärenergiebedarfes durchgeführt worden sind.
- Einem potenziellen Käufer oder Mieter ist der Energieausweis oder eine Kopie spätestens bei der Besichtigung vorzulegen und nach Abschluss des Kauf- bzw. Mietvertrags zu übergeben.
- Die bestehende Aushangpflicht für Energieausweise wurde erweitert. In behördlich genutzten Gebäuden mit einer Nutzfläche von mehr als 500 m² (ab dem 8. Juli 2015 mehr als 250 m²) muss der Energieausweis ausgehängt werden. Private Eigentümer von Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr müssen den Ausweis ab einer Nutzfläche von 500 m² aushängen.
- Neu sind auch die Vorgaben zu Pflichtangaben in Immobilienanzeigen (§16a). Erscheinen diese in kommerziellen Medien, müssen künftig folgende Angaben enthalten sein:
 1. Art des Energieausweises (Bedarfs- oder Verbrauchsausweis)
 2. Endenergiebedarfs- oder -verbrauchswert
 3. Im Energieausweis genannte wesentliche Energieträger der Heizung des Gebäudes
 4. Bei Wohngebäuden Baujahr des Gebäudes laut Energieausweis
 5. Bei Wohngebäuden die Effizienzklasse laut Energieausweis, sofern ein Energieausweis mit Effizienzklasse vorliegt
 6. Bei Nichtwohngebäuden müssen die Werte für Strom und Wärme beim Endenergiebedarf bzw. Endenergieverbrauch getrennt angegeben werden.

Bei bestehenden Energieausweisen nach EnEV 2007/2009 sind Angaben aus Nr. 2 bzw. bei Nichtwohngebäuden Nr. 6 verpflichtend und für Energieausweise nach EnEV 2002/2004 Angaben aus Nr. 2 und Nr. 3.

Verantwortlich für die Umsetzung sind die Vermieter, Verpächter oder Verkäufer der inserierten Immobilien.

- Jeder neu ausgestellte Energieausweis erhält künftig eine Registriernummer nach §26c, welche im Ausweisformular vom Aussteller einzutragen ist (weitere Details hierzu unter „*Kontrollsysteme für Energieausweise und Inspektionsberichte von Klimaanlagen*“).

- Des Weiteren werden die Modernisierungsempfehlungen nach §20 fester Bestandteil des Energieausweises. Auf Seite 4 enthält das Energieausweis-Formular künftig kurz beschriebene Modernisierungsmaßnahmen sowie Hinweise, ob diese als Einzelmaßnahmen oder in Zusammenhang mit größeren Modernisierungen durchgeführt werden können. Zusätzlich können freiwillig Angaben zu geschätzten Amortisationszeiten und zu den Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie hinzugefügt werden.
- Energieverbrauchsangabe enthalten künftig Werte für den Endenergie- und den Primärenergieverbrauch (§19). Bisher enthielt der Ausweis nur Angaben zum (End-)Energieverbrauchskennwert. Wenn der Verbrauch im Fall einer dezentralen Warmwasserbereitung in Wohngebäuden nicht bekannt ist, können nach der neuen EnEV auch Energieverbrauchsangabe erstellt werden, indem der Endenergieverbrauch pauschal um $20 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ erhöht wird. Bei gekühlten Wohngebäuden erfolgt eine pauschale Erhöhung des Endenergieverbrauchs von $6 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ gekühlter Nutzfläche.
- Der Bandtacho im Energieausweis für Wohngebäude wird neu skaliert. Künftig beginnt der rote Bereich bereits bei ca. $250 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Bisher lag dieser bei über $400 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Weiterhin ist der Bandtacho in Energieeffizienzklassen von A+ bis H eingeteilt. Die Energieeffizienzklassen ergeben sich aus dem Endenergieverbrauch oder dem Endenergiebedarf:

Energieeffizienzklasse	Endenergie in $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
A+	<30
A	<50
B	<75
C	<100
D	<130
E	<160
F	<200
G	<250
H	>250

- Neu sind auch die Angaben zu Berechnungsverfahren im Energieausweis:
 - bei Wohngebäuden ist die Angabe für das Modellgebäudeverfahren nach §3 Absatz 5 hinzugekommen
 - bei Nichtwohngebäuden die Vereinfachungen nach Anlage 2 über die Flächenermittlung und Zonierung.

- Erweitert wurden die Felder zum EEWärmeG: Künftig werden die Art der verwendeten erneuerbaren Energien, deren Deckungsanteile und Angaben zu Ersatzmaßnahmen eingetragen.

Kontrollsysteme für Energieausweise und Inspektionsberichte von Klimaanlageanlagen

Neu eingeführt werden Kontrollsysteme für Energieausweise und Inspektionsberichte von Klimaanlageanlagen. Die entsprechenden Regelungen beinhalten Maßgaben zur Beantragung und Vergabe von Registriernummern für neu ausgestellte Energieausweise (§26c). Bei der Beantragung der Nummern sind folgende Daten anzugeben:

a) Energieausweise:

- persönliche Daten des Antragstellers (Name, Anschrift, Bundesland und die Postleitzahl des Gebäudes)
- Ausstellungsdatum des Ausweises
- Art des Energieausweises (Bedarfs- oder Verbrauchsausweis)
- Art des Gebäudes (Wohn- oder Nichtwohngebäude, Neubau oder Bestandsgebäude).

b) Inspektionsberichte:

- persönliche Daten des Antragstellers (Name, Anschrift, Bundesland und die Postleitzahl des Gebäudes)
- Nennleistung der inspizierten Klimaanlage.

Die Registriernummer wird unverzüglich nach Antragstellung von der Registrierstelle (Deutsches Institut für Bautechnik / DIBt) vergeben.

Aus der Gesamtmenge von Energieausweisen und Inspektionsberichten werden Stichproben eines statistisch signifikanten Prozentanteils für eine genauere Kontrolle gezogen (§26d). Der Umfang der Kontrollen reicht von einer einfachen Validierung der Eingabe-Gebäudedaten und der Ergebnisse des Energieausweises über eine genauere Überprüfung der Eingabedaten, der Ergebnisse und der Modernisierungsempfehlungen bis hin zu einer vollständigen Prüfung aller Daten mit eventueller Vor-Ort-Begehung des Gebäudes. Die Umsetzung der Kontrollen obliegt den Bundesländern. Das DIBt übernimmt vorläufig für maximal 7 Jahre den Vollzug in den Ländern als Registrierstelle und als Kontrollstelle (nur für die elektronische Validitätsprüfung von Energieausweisen und die elektronische Prüfung der Eingabedaten und Ergebnisse im Energieausweis) bis zum Inkrafttreten landesrechtlicher Regelungen (§30).

Mit dem Paragraphen 26e wird geregelt, dass nicht personenbezogene Daten, die im Rahmen der Kontrollen erhoben werden (z. B. Art des Energieausweises, Art des Gebäudes, usw.), unbefristet gespeichert und „zur Verbesserung der Erfüllung von Aufgaben der Energieeinsparung“ ausgewertet werden können.

Über die Erfahrungen der Stichprobenkontrollen haben die Bundesländer der Bundesregierung erstmals bis zum 1. März 2017 zu berichten (§26f).

Welche neuen Ordnungswidrigkeiten definiert die EnEV 2014?

Mit der EnEV 2014 werden gemäß §27 Absatz 1 bis 4 die Sachverhalte für Ordnungswidrigkeiten erweitert. Neu aufgenommen wurden Tatbestände für Ordnungswidrigkeiten, wenn

- alte Heizkessel entgegen §10 Absatz 1 betrieben werden,
- Heizungs- und Warmwasserleitungen und Armaturen nicht nach §10 Absatz 2 gedämmt sind,
- oberste Geschossdecken nicht nach §10 Absatz 3 gedämmt sind,
- Inspektionen von Klimaanlage nicht nach §12 Absatz 1 durchgeführt werden,
- kein Energieausweis nach Neubau eines Gebäudes übergeben wurde,
- bei einer Immobilienbesichtigung im Falle der Neuvermietung oder des Verkaufs eines bestehenden Gebäudes/ einer Wohnung kein Energieausweis vorgelegt wurde,
- nach Abschluss des Miet- bzw. Kaufvertrages eines bestehenden Gebäudes/ einer Wohnung kein Energieausweis übergeben wurde,
- Pflichtangaben bei Immobilienanzeigen gemäß § 16a nicht gemacht wurden,
- Angaben im Energieausweis nach §17 Absatz 5 nicht korrekt sind,
- ein Energieausweis ausgestellt wurde, aber keine Ausstellungsberechtigung nach §21 vorliegt,
- eine zugewiesene Registriernummer nicht korrekt oder nicht rechtzeitig in einen Energieausweis oder in einen Inspektionsbericht eingetragen wurde,
- eine Unternehmererklärung entgegen §26a Absatz 1 nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig vorgenommen wurde,
- bei einer Stichprobenkontrolle von Energieausweisen oder Inspektionsberichten von Klimaanlage Daten und Unterlagen nicht oder falsch übermittelt wurden.

7.1.2 Energieeinsparen mit Glas

7.1.2

Die Möglichkeit der dauerhaften baulichen Energieeinsparung ist eine bisher nicht ausreichend ausgeschöpfte „Energiequelle“. Jeglicher Nichtverbrauch von Energie leistet zudem einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz.

Die gegenwärtigen Energiepreise sollten nicht dazu verleiten, längerfristig unumgängliche Sparmaßnahmen im Gebäudebereich zu unterlassen.

Energieeinsparung durch 2-fach- oder 3-fach-Wärmedämmglas

Die Energieeinsparpotentiale im Bereich der Gebäudeverglasung sind in nachfolgender Tabelle (Berechnungsbeispiel) verdeutlicht und können zur Entscheidungsfindung beitragen.

Energieeinsparung von Fenstern unterschiedlicher Verglasung								
Glasart	Annahmen					Mögliche Einsparung pro Heizperiode*		
	U _g -Wert	g-Wert	Brennstoff	Brennstoffpreis	Glasfläche			
Isolierglas	3,0	76 %	Erdgas	80 € cent/m ³	25 m ²			
2-fach-Wärmedämmglas	1,1	62 %				344 m ³ Erdgas ¹⁾	275 €* ¹⁾	688 kg CO ₂ * ¹⁾
3-fach-Wärmedämmglas	0,7	60 %				423 m ³ Erdgas ¹⁾	338 €* ¹⁾	846 kg CO ₂ * ¹⁾

¹⁾ Die ausgewiesenen Werte sind Orientierungsgrößen ohne Gewähr, da klimatische Verhältnisse, Brenneffizienz und andere Einflussfaktoren nur begrenzt berücksichtigt werden können. Berechnet wird die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch Glas-/Fenstererneuerung in kWh, die für andere Brennstoffe umgerechnet wird.

Glasfläche: Die gesamte Fläche aller Glasanteile der Fenster ohne Rahmen

Fensterfläche: Die gesamte Fläche aller Fenster inklusive Rahmen.

U_g = Wärmedurchgangskoeffizient des Glases

U_w = Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters

g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad

Berechnungsannahmen 2-fach Wärmedämmglas		Berechnungsannahmen 3-fach Wärmedämmglas	
Brennstoff:	Erdgas Brennstoffpreis: 80 € cent/m ³ Glasfläche: 25 m ²	Brennstoff:	Erdgas Brennstoffpreis: 80 € cent/m ³ Glasfläche: 25 m ²
Jetziges Glas:	Alt-Isolierglas U _g = 3,0 W/(m ² K) g-Wert = 76 %	Jetziges Glas:	Alt-Isolierglas U _g = 3,0 W/(m ² K) g-Wert = 76 %
Künftiges Glas:	2-fach-Wärmedämmglas U _g = 1,1 W/(m ² K) g-Wert = 62 %	Künftiges Glas:	3-fach-Wärmedämmglas U _g = 0,7 W/(m ² K) g-Wert = 60 %

Die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch Glas-/Fenstererneuerung wird nach folgender Formel berechnet:

$$\Delta Q_E = 1,2 \times \Delta Q_h$$

$$\Delta Q_E = 1,2 \times (F_{GT} \times \Delta U - \Delta g \times \eta_{HP} \times Q_S) \quad [kWh/(m^2 FFa)]$$

Dabei haben die Symbole folgende Bedeutung:

ΔQE Energieeinsparung [kWh]
1,2 Energiebezogene Anlagenaufwandszahl
ΔQ_h Wärmebedarf [kWh]
F_{GT} Gradtageszahlfaktor [kKh]: 75
FF Fensterfläche in m²
η_{HP} Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne: 0,9

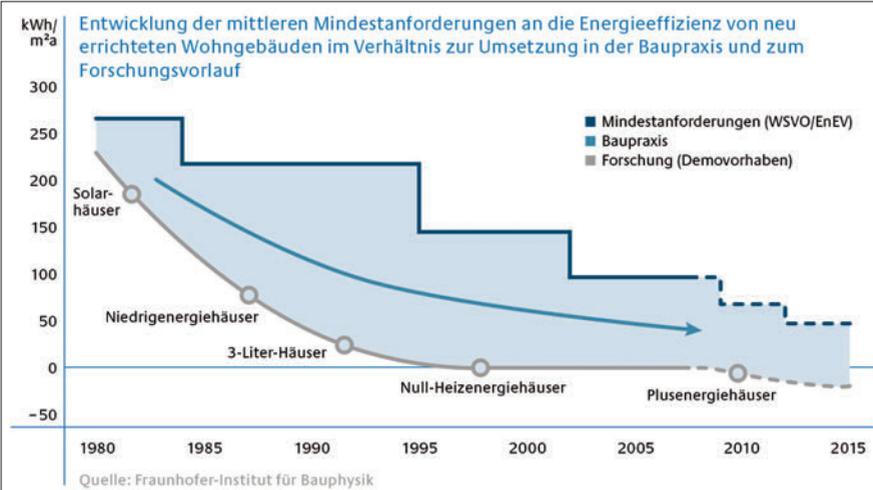
Q_S Nutzbare Wärmegewinne:
Fenster: 0,567 × I_{S,HP,durchschnitt}
Glas: 0,81 × I_{S,HP,durchschnitt}
I_{S,HP,durchschnitt} Mittelwert der solaren Strahlungssummen:
306 kWh/m²a
ΔU U_{jetzt} - U_{künftig} (Glas: U_g Fenster: U_w)
Δg g_{jetzt} - g_{künftig}

Das Berechnungstool steht auf den folgenden beiden Webseiten kostenlos zur Verfügung:
www.bundesverband-flachglas.de – www.energiesparen-mit-glas.de

7.1.3 3-Liter-Haus, Passiv- und Nullenergiehäuser

7.1.3

Energieeffizientes Bauen ist eine Herausforderung, der sich Investoren, Architekten und Bauindustrie stets aufs Neue zu stellen haben.



Seit Jahren gibt es praktisch umsetzbare Konzepte, die weit über den von der Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgeschriebenen **Niedrigenergiehaus-Standard** ($\approx 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) hinausgehen. **Nullenergiehäuser**, die vollkommen energieautark betrieben werden können, sind heute mühelos realisierbar.

All diesen zukunftsweisenden Konzepten ist gemein, dass sie über einen hervorragenden baulichen Wärmeschutz verfügen und solare Energiegewinne optimal nutzen. Dies geschieht sowohl **passiv** durch energetisch optimierte Fensterkonstruktionen als auch **aktiv** mit thermischen Solarkollektoren oder photovoltaischer Stromerzeugung.

Beim **3-Liter-Haus** verbleibt noch ein Primärenergiebedarf gem. EnEV von weniger als $3 \text{ l Heizöl}/(\text{m}^2\text{a})$ oder ca. $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Das 3-Liter-Haus verfügt dabei noch über ein konventionelles Heizsystem.

Das **Passivhaus**, das seit Anfang der 90er-Jahre von Dr. Feist, Passivhaus Institut, Darmstadt, propagiert wird, geht noch einen Schritt weiter, indem der jähr-

liche Energieverbrauch für die Raumheizung auf $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ reduziert wird. Die dazu erforderliche Heizleistung ist so gering, dass auf ein konventionelles Heizsystem verzichtet werden kann. Der Mehraufwand für die exzellente Wärmedämmung kann durch Verzicht auf eine konventionelle Heizanlage kompensiert werden.

Das Resultat sind niedrigste Betriebskosten bei ausgezeichnetem Wohnkomfort. Den zu erwartenden Entwicklungen am Energiemarkt kann dabei mit hoher Gelassenheit entgegengesehen werden.

Diese energieeffizienten Gebäudekonzepte haben gemeinsame Konstruktionskriterien:

- kompakte Gebäudeform
- extrem hohe Wärmedämmung
- hochwärmegedämmte Fenster mit optimierter Energiebilanz

7.1.3

- Minderung von Wärmebrückenverlusten durch sorgfältig ausgeführte Anschlussdetails
- winddichte Gebäudehülle
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- schnell regelbare, anpassungsfähige Heizsysteme mit hohem Wirkungsgrad

Beim energieautarken Nullenergiehaus kann zudem auf eine aktive Wind- und Sonnenenergienutzung nicht verzichtet werden.

AGC INTERPANE bietet für all diese innovativen Gebäudekonzepte geeignete Verglasungsprodukte an.

Exemplarisch genannt seien hier die hochwärmedämmenden Dreifachverglasungen von AGC INTERPANE, die vom Passivhaus Institut, Darmstadt, als „Passivhaus geeignete Komponente“ zertifiziert wurden.

Zertifikat

Zertifizierte Passivhaus Komponente
für kühl gemäßigtes Klima, gültig bis 31.12.2014

Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist
64283 Darmstadt
GERMANY

Kategorie: Verglasung
Hersteller: INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG
 37697 Lauenförde, Sohnrestr. 21, GERMANY
Produkt: iplus 3 LS und iplus 3 LST

Folgende Kriterien wurden für die Zuerkennung des Zertifikates geprüft:

Passivhaus Behaglichkeitskriterium:

U_g (EN 673) ≤ 0.80 W/(m²K) [1]

Begründung: In Passivhäusern sind bei normaler Raumhöhe keine Heizflächen an Außenbauteilen erforderlich. Um Diskonfort durch Strahlungsdruckminderung und durch Lufttaufähigkeit zu vermeiden, muß der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung nach oben begrenzt werden.

Passivhaus Energiekriterium:
für kühl gemäßigtes Klima

U_g [W/(m²K)] $- 1.6 \cdot g \leq 0$ [2]

Begründung: Glasflächen in wenig verschatteten Südfassaden müssen auch während der kurzen Heizzeit im Passivhaus (November - Februar) noch einen Netto-Wärmegeinn erzielen können.

Achtung: Bei Formel [2] handelt es sich um eine komponentenbezogene Größenabschätzung für kühl gemäßigtes Klima, welche die Energiebilanz im Haus nur im Spezialfall widerspiegelt. Im konkreten Gebäude muß die Energiebilanz mit dem „Passivhaus Projektierungs Paket“ oder thermischer Gebäudesimulation nachgewiesen werden. Der nach Formel [2] im linken Term stehende Wert darf nicht neben bzw. anstelle der unten ausgewiesenen zertifizierten U_g Werte verwendet werden.

Passivhaus bezogene Auflagen:
Für die Funktion innerhalb eines Passivhauses ist die Verglasung in einem Passivhaus geeigneten Fensterrahmen einzubauen. Am Glasrand ist ein geeigneter, thermisch getrennter Randverbund zu verwenden.

Thermische und solare Eigenschaften:

Verglasungsaufbau	U_g (EN 673) [W/(m ² K)]	g (EN 410) [-]
4/16/-/4/16/-/4 Ar 90%	0.69	0.61
4/16/-/4/16/-/4 Ar 90%	0.75	0.61
4/16/-/4/16/-/4 Ar 90%	0.69	0.63 *)
4/14/-/4/14/-/4 Ar 90%	0.75	0.63 *)

*) Außenrische mit hellem Folienfilm

www.passiv.de

0422903 - 04256103

**ZERTIFIZIERTE
KOMPONENTE**
Passivhaus Institut

7.1.4 Wintergärten

Ein komplexes System zur passiven Sonnenenergienutzung sind Wintergärten bzw. An- oder Vorbauten mit Glas. Sie werden in beheizte und unbeheizte Bauten unterteilt.

Diese Bauten demonstrieren eine praktizierte Erlebnisarchitektur. Zusätzlich bieten diese Systeme die Möglichkeit, die Sonnenenergie zur Verminderung des Heizwärmeverbrauchs von Gebäuden zu nutzen.

Durch die geeignete Auswahl von Materialien für die Wintergartenhülle und der Bauform können die Gestaltung und die Funktion optimal aufeinander abgestimmt werden. Die Baukörper sollten so gestaltet sein, dass an den Flächen mit hohem Strahlungsangebot verstärkt Sonnenenergie eingefangen, d. h. Glas angeordnet, wird. An den der Sonne abgewandten Flächen müssen die Wärmeverluste durch verbesserte Wärmedämmung minimiert werden. Hieraus ergibt sich eine kompakte Bauweise mit hohem Wärmedämmniveau.

Doch in den meisten Fällen ist die Orientierung des Wintergartens abhängig von der Lage des Bestandsbaus auf dem Grundstück. Wenn aber die Möglichkeit der Wahl besteht, sind die geplante Nutzung und die Ästhetik des Gesamtbildes wesentliche Entscheidungskriterien und sollten von Fachplanern von Anfang an begleitet werden.

Die Motivation für den Bau von Wintergärten beruht auf:

- der Verwirklichung eines attraktiven architektonischen Gestaltungselements,
- der Möglichkeit zur Schaffung eines Nutzraums, dessen Wert und Qualität individuell sehr unterschiedlich sein kann, z. B. vom unbeheizten Anbau bis hin zu einem besonders exklusiven, hellen zusätzlichen Aufenthaltsraum mit attraktiven Pflanzen, einem Arbeits- oder Hobbyraum oder einer

Pool-Einhausung mit unmittelbarem Sichtkontakt zur umgebenden Natur,

- der Steigerung des Wohnwerts und
- der Möglichkeit der Energieeinsparung. Die Energiegewinne bei unbeheizten Glasvorbauten werden gelegentlich überschätzt, die Energieverluste hingegen über beheizte Glasvorbauten unterschätzt. Die richtige Auswahl der Materialien (Rahmen/Glas) sind hier die entscheidenden Faktoren.

Somit erfüllen Wintergärten zahlreiche Funktionen, die zum Teil mit gestiegenem Umweltbewusstsein verknüpft sind.

Thermische Wirkung von Wintergärten

Die Wirkung von Wintergärten beruht auf den großen Glasflächen, wodurch entsprechend mehr Sonnenenergie eingefangen wird. Die Glashülle schafft eine Zone zwischen Raum- und Außenklima – die Pufferzone. Die Energieeinsparung durch die Pufferzone rührt von der geringeren Temperaturdifferenz zwischen Raum und Pufferzone gegenüber Raum- und Außenluft her.

Demnach ist ein verglaster Wintergarten immer eine vorgelagerte Pufferzone, unabhängig, ob die Sonne scheint oder nicht, ob Tag oder Nacht. Die Wirkung ist auch ohne Sonneneinstrahlung gegeben.

Durch die Pufferzone werden die Transmissions- und die Lüftungswärmeverluste verringert, sofern der Luftaustausch über die Pufferzone erfolgt. Hier sollte man auch in beheizt oder unbeheizt unterscheiden. Der Effekt Pufferzone trifft etwas mehr auf die unbeheizte Variante zu.

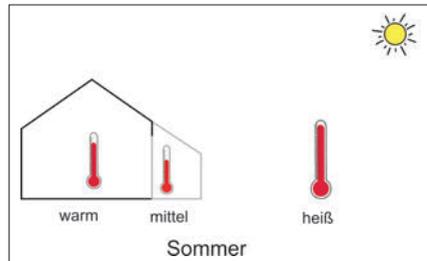
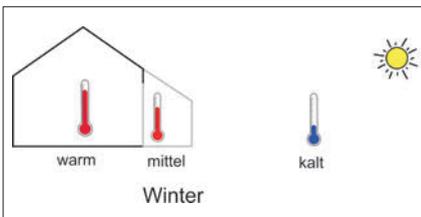


Bild 1 Klimatische Pufferzone Wintergarten

7.1.4

Gebäudeorientierung

In erster Linie hängt die Heizergieeinsparung durch Wintergärten von der Einbindung des Wintergartens in das Gebäudevolumen, von der Belüftung der dahinter befindlichen Räume und in ganz besonderer Weise von der Glasart ab. Die Gebäudeorientierung spielt insoweit eine Rolle, dass man bei der Planung, z. B. Südlage, zwar höchste Wärmegewinne erzielt, allerdings ohne ausreichenden Sonnenschutz dann auch über das Maß des Nutzbaren hinaus. Somit ist der Einfluss der Gebäudeorientierung ein wichtiger Aspekt der gesamten Planung.

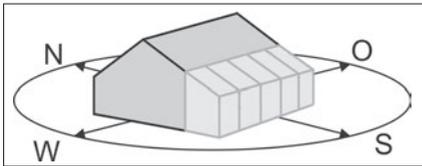


Bild 2 Gebäudeorientierung

Wärmespeicherfähigkeit

Die mögliche hohe Wärmespeicherfähigkeit im Wintergarten ist generell positiv zu sehen. Die einfallende kurzweilige Sonnenstrahlung wird vom Fußboden und den Wänden absorbiert und in Wärme umgesetzt. Allerdings gilt das in der Regel nur für schwere Materialien mit hoher Wärmekapazität, wie z.B. im Steinboden oder eventuell einer Klinkerwand. Ohne Wärmespeicherung kann es schnell zu einer Aufheizung kommen.

Dieser Wärmegewinn kann primär im Wintergarten selbst genutzt, aber auch als erwärmte Luft in anliegende Räume geleitet werden. Als Fußböden empfehlen sich aus Gründen der Wärmespeicherfähigkeit dunkle Plattenbeläge.

Bepflanzung von Wintergärten

Durch geeignete Auswahl der Bepflanzung kann eine ganzjährige „grüne“ Umgebung geschaffen werden – Wohnsommer. Um die Pflanzen vor tiefen Temperaturen zu schützen, genügt es im Allgemeinen, deren Wurzeln, d.h. das Erdreich, an extrem kalten Tagen mit Wärme zu versorgen.

Überhitzungsprobleme im Sommer

Der im Winter gewünschte Strahlungsgewinn von Sonnenenergie führt im Sommer bei großer Einstrahlungsintensität und hohen Außenlufttemperaturen häufig zu unbehaglich hohen Temperaturen im Wintergarten. Um ihn auch während dieser Jahreszeit nutzen zu können, ist es daher erforderlich:

• durch Sonnenschutzvorrichtungen und ggf. Laubbaumbepflanzung die eindringende Strahlungsenergie zu reduzieren und/oder

- durch geeignete Verglasung im Überkopfbereich mit niedrigem g-Wert, wie z. B. Sonnenschutzglas, die Aufheizung zu vermindern sowie
- durch wirksame Lüftungsvorrichtungen Wärme abzuführen.

Darüber hinaus können durch wärmespeicherfähige Massen eine Dämpfung der Temperaturschwankungen während des Tages und somit eine Absenkung der Maximalwerte erzielt werden.

Sonnenschutzmaßnahmen

Wegen der zum Teil geringen Dachflächenneigung kommen häufig Sonnensegel und Markisen zum Einsatz, die über Temperatur- und Strahlungssensoren automatisch gesteuert werden können. Ihre Wirksamkeit kann mit Hilfe des Abminderungsfaktors F_C gem. DIN 4108-2 beschrieben werden, der möglichst klein sein sollte.

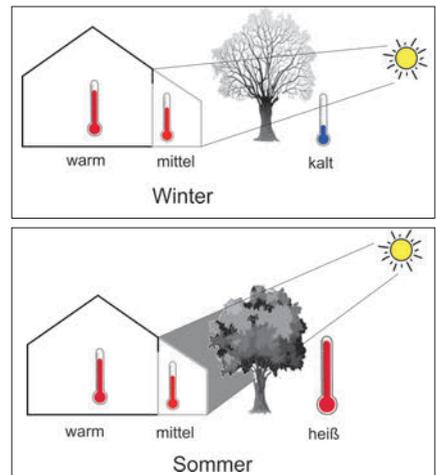


Bild 3 Sonnenschutzmaßnahmen

Im Winter kann die Sonne ungehindert ihre Wärme abgeben.

Im Sommer sorgen z. B. Laubbäume für Abschattung.

Als Sonnenschutz können speziell vor Wintergärten auch Laubbäume gepflanzt werden. Diese spenden im Sommer Schatten und Kühlung, nach dem Laubabfall im Herbst lassen sie dagegen die gewünschten Sonnenstrahlen hindurch.

Wärmeabfuhr durch Lüftung

Für die Wärmeabfuhr durch Lüftung sind ausreichende Zu- und Abluftöffnungen notwendig. Deren Flächen sollten groß genug sein, um möglichst zugfrei große Luftwechselraten (bis zu 50fachen Luftwechsel/Std.) zu erreichen. Die Lüftungsöffnungen sollen so angeordnet werden, dass eine Querbelüftung besteht.

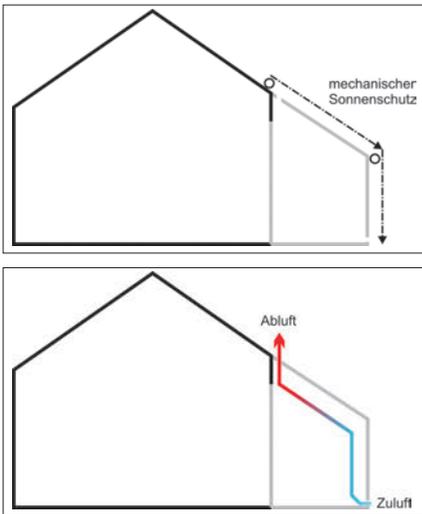


Bild 4 Vor Überhitzung schützen Zu- und Abluftöffnungen und mechanische Sonnenschutzvorrichtungen

Konstruktion und Werkstoffe

Entsprechend den sehr unterschiedlichen Nutzungswünschen „Gewächshaus oder Wohnzimmerqualität“ müssen an die Konstruktion verschiedene Anforderungen gestellt werden. Der Markt bietet heute Aluminium-, Holz-, Kunststoff und Holz-Aluminium-Konstruktionen an, die sich in ihrer technischen Ausführung, aber auch im Preis zum Teil erheblich unterscheiden können. Mittlerweile liegt auch umfassende und kompetente Literatur über Wintergärten in vielfältiger Form vor.

Wirtschaftlichkeit – Wohnwerterhöhung

Die Entscheidung für den Bau eines Wintergartens muss auf den individuell sehr unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten – zusätzlicher Wohnraum, grüne Oase, Gewächshaus – beruhen. Die durch den Wintergarten mögliche Heizenergieeinsparung sollte dabei im Hintergrund stehen. Allerdings sollte beachtet werden, dass ein schlecht wärmegeprägter Wintergarten, der beheizt wird, ein Energieverschwender ist. Wintergärten können je nach der Einstellung und den Wünschen des Nutzers zu einer enormen Wohnwertsteigerung beitragen.

Die Wärmedämmung eines Wintergartens wird entscheidend durch die Wärmedämmqualität der Verglasung bestimmt, die etwa 80% der äußeren Hülle umfasst. Wärmedämm-Isolierverglasungen mit einem niedrigen U_g -Wert, gekoppelt mit Sonnenschutz-Isolierverglasungen im Dachbereich, einem thermisch verbesserten Randverbund (um die Kondensatbildung in den Randbereichen zu minimieren) sollten in einem hochwertigen Wintergarten eingesetzt werden. Um Außenkondensat an den hochwärmedämmenden Verglasungen zu minimieren, kann man zusätzlich noch eine AF-Schicht auf die Außenseite aufbringen. Denn wer möchte schon vor außen beschlagener Scheibe beim Frühstück sitzen, auch wenn das ein Beweis besonders hoher Wärmedämmung ist (jplus ANTI-FOG Kap. 5.8.7).

Bauanzeige und Baugenehmigung

In so gut wie allen Fällen ist für diese Art von Anbauten eine Bauanzeige oder Baugenehmigung erforderlich. Verfahrensfreiheit ist nur in wenigen Bundesländern unter eingegrenzten Voraussetzungen festgelegt. Da keine bundeseinheitliche Regelung besteht, ist zu empfehlen, sich beim örtlichen Bauamt frühzeitig zu informieren.

Zusammenfassung

Wintergärten sind ein wesentliches, jedoch nicht alleiniges Element zur passiven Sonnenenergienutzung. Dabei ist der Wintergarten nicht für sich allein zu betrachten; vielmehr ist das System auf das gesamte Gebäudekonzept abzustimmen – aus Gründen der Architektur, der Nutzungsmöglichkeit, der Energieeinsparung und des sommerlichen Wärmeschutzes.

Die Wirkungsweise eines Wintergartens ist prinzipiell mit der eines Fensters vergleichbar. Durch die Vielfalt der Einflussgrößen lässt sich die Wirksamkeit aber nicht durch eine einfache Formel beschreiben.

7.1.5 U_g -Werte bei geneigten Flächen

7.1.5

Die auf der Basis der EN 673 berechneten U_g -Werte für Verglasungen basieren auf den in der Norm aufgeführten Referenzwerten (genormte Grenzwerte).

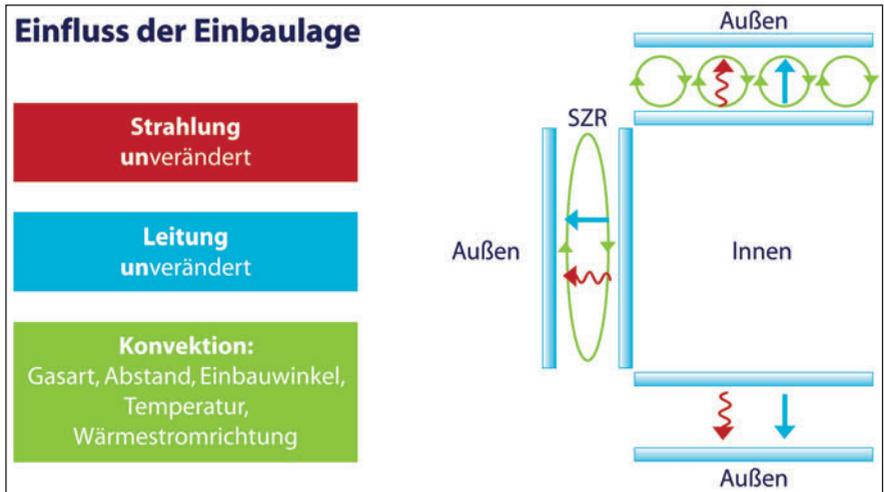
Bei der Anwendung der U-Werte von Verglasungen für die Bemessung von Gebäuden könnte die Verwendung von Referenzwerten nicht immer hinreichend genau sein.

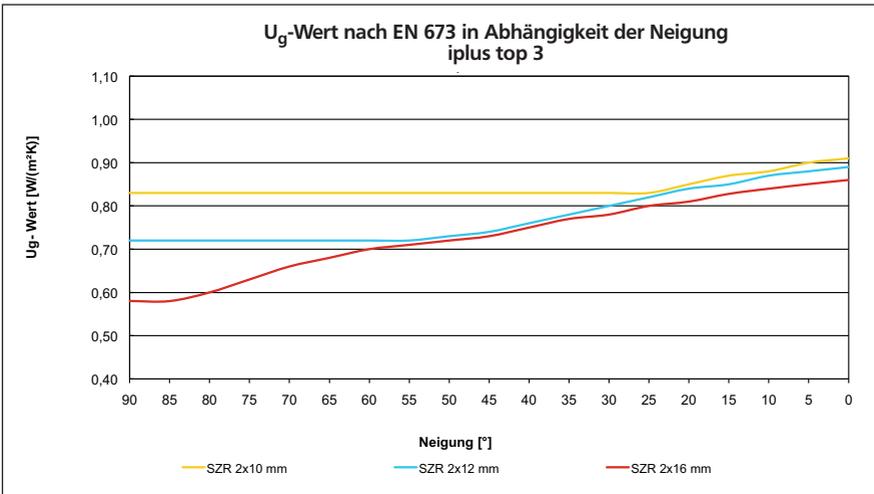
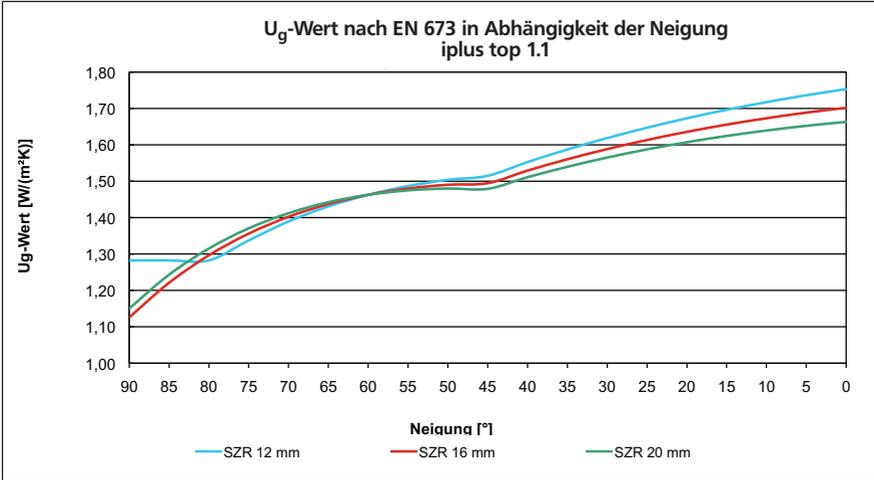
Bemessungs-U-Werte für die jeweilige Lage der Verglasung (z. B. Schrägverglasung mit Wärmestrom von unten nach oben) sind in der folgenden Tabelle unter Verwendung der Grenzwerte für diese Einbausituation dargestellt.

U_g -Werte für Schrägverglasungen nach EN 673

Einbauwinkel	U_g -Wert in $W/(m^2K)$			
	2fach-Isolierglas		3fach-Isolierglas	
	iplus top 1.1 (Argon)	iplus top 1.1 (Krypton)	iplus top 3 (Argon)	iplus top 3C (Krypton)
	4/16/4 Ar	4/12/4 Kr	4/12/4/12/4 Ar	4/12/4/12/4 Kr
90° (senkrecht)	1,13	1,07	0,72	0,59
75°	1,36	1,28	0,72	0,66
60°	1,46	1,37	0,72	0,69
45°	1,49	1,39	0,74	0,70
30°	1,59	1,48	0,80	0,76
15°	1,66	1,54	0,85	0,80
0° (waagrecht)	1,70	1,58	0,89	0,84

: kennzeichnet die Lage der Schicht(en)





7.1.6 Wärmebrücken am Fenster „Warme Kante“

7.1.6

Je besser die Wärmedämmung im Gebäudebereich wird, desto höher ist der prozentuale Anteil von Wärmebrücken an den Gesamtwärmeverlusten.

Wärmebrücken entstehen üblicherweise an den Schnittstellen unterschiedlicher Geometrien (Ecken, Kanten) und Materialien, z. B. Glas, Rahmen und Wandanschluss.

Heute stehen umfangreiche, fundierte Tabellenwerke zur Verfügung (z. B. Wärmebrücken-Atlas), die die energetischen Auswirkungen von Wärmebrücken quantifizieren.

Im Beiblatt 2 zu DIN 4108 sind Planungs- und Ausführungsbeispiele insbesondere auch für Fenster- und Türanschlüsse dargestellt.

Die Schnittstelle zwischen Isolierverglasung und Fensterrahmen ist eine klassische Wärmebrücke. Sie muss vom Planer nicht separat berücksichtigt werden, da sie bereits im Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters (U_{W}) enthalten ist (s. Kap. 3.3.1).

Sowohl der Fensterrahmen als auch der Isolierglas-Aufbau und der Randverbund sowie die Verglasungstechnik bestimmen gemeinsam die Größe der Wärmebrücke, die mit dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ (W/mK) gekennzeichnet wird.

Durch einen verbesserten Isolierglas-Randverbund, wie z. B. its, werden die Wärmeverluste im Fenster im Übergangsbereich zur Isolierglas-Kante reduziert, die raumseitige Oberfläche bleibt wärmer.

Neben Heizenergieeinsparungen wird auch die Gefahr der Tauwasser- und Schimmelbildung minimiert.

In der DIN EN ISO 10077-1 sind in den Tabellen E1 und E2 Ψ -Werte für metallische und wärmetechnisch verbesserte Systeme aufgeführt.

Eine U_{W} -Wert-Berechnung mit diesen „einfachen“ Ψ -Werten führt zu U_{W} -Werten, die auf der sicheren Seite liegen.

Unter dem Aspekt der wärmetechnischen Fensteroptimierung würde jedoch die hierzu notwendige detaillierte Einzelfallbetrachtung nach Teil 2 der DIN EN ISO 10077 viele Fensterhersteller vor eine nahezu unlösbare Aufgabe bei der Berechnung aller Fenstersystem-Varianten mit den in Frage kommenden Verglasungen und Abstandhaltersystemen stellen.

Deshalb hat sich die Verwendung von sogenannten repräsentativen Ψ -Werten eingebürgert.

Der Arbeitskreis Warme Kante des Bundesverbands Flachglas, hat im Frühjahr 2013 ein vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) gefördertes Forschungsprojekt abgeschlossen.

Die repräsentativen Ψ -Werte für alle relevanten, europäischen „Warme-Kante“-Systeme wurden auf der Basis einer messtechnisch ermittelten äquivalenten Wärmeleitfähigkeit des Abstandhalters inklusive Butyl und Trocknungsmittel für die jeweiligen Rahmensysteme berechnet. Die repräsentativen Ψ -Werte (s. Tabelle) können folglich für alle gängigen Fenstersysteme zur vereinfachten U_{W} -Wert-Ermittlung herangezogen werden.

Bisher wurden die Ψ -Werte aus den Einzelwerten der Abstandhalterkomponenten und Randverbundmaterialien berechnet. Da die Abstandhalter-Konstruktionen immer komplexer und auch filigraner wurden, stieß diese bisher praktizierte Methode an ihre Grenzen.

Ab den 1. Januar 2014 sind nur noch die Datenblätter gültig, bei denen die Ψ -Werte auf messtechnischer Basis ermittelt wurden. Diese repräsentativen Ψ -Werte gelten nur für Fenster und dürfen verwendet werden, wenn folgende Voraussetzungen eingehalten sind:

- Der U_f -Wert des Rahmenprofils liegt bei mindestens
 - 1,0 W/(m²K) für Holz-, Holz/Alu- oder Kunststoff-Rahmen
 - 1,3 W/(m²K) für Metallrahmen
- Glaseinstand mindestens 13 mm
- Dichtstoffrückenüberdeckung 3 mm Polysulfid
Die Ψ -Werte gelten auch für Polyurethan und Silikon.
- Bei außen freiliegendem Glasrand dürfen die Werte nicht verwendet werden.
- Glasdicken 4 mm
 - Bei dickeren Glasscheiben sind folgende Zuschläge zu berücksichtigen
 - 0,001 W/(mK) für jeden mm größerer Glasdicke der Außenscheibe
 - 0,002 W/(mK) für jeden mm größerer Glasdicke der Innenscheibe
 - keine Zuschläge bei Glasdickenänderungen der mittleren Scheibe bei Dreifach-Isolierglas

- U_g -Wert von 1,1 W/(m²K) (2-fach-Isolierglas) bzw. 0,7 W/(m²K) (3-fach-Wärmedämmglas)

± 0,003 W/(mK). Unterschiede in den Ψ -Werten von weniger als 0,005 W/(mK) sind daher nicht signifikant.

Abweichungen im U_g -Wert von 0,1 W/(m²K) wirken sich nur unwesentlich aus. Für höhere U-Werte von Verglasung und Rahmen liegen die Ψ -Werte auf der sicheren Seite.

Einen Ψ -Wert nur für die Isolierverglasung gibt es nicht!

Das Verfahren zur rechnerischen Ermittlung der Ψ -Werte hat eine allgemein akzeptierte Genauigkeit von

**Ψ -Werte [W/mK] Fenster
Arbeitskreis "Warme Kante" BF**

Abstandhalter	Hersteller	$U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (2fach ISO) Aufbau (mm) 4/16/4				$U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (3fach ISO) Aufbau (mm) 4/12/4/12/4				Stand
		Rahmenmaterial				Rahmenmaterial				
		Metall mit thr. Tr.	PVC	Holz	Holz/Metall	Metall mit thr. Tr.	PVC	Holz	Holz/Metall	
Nirotec 017	Lingemann	0.065	0.049	0.052	0.056	0.061	0.048	0.052	0.057	04/2013
Nirotec 015	Lingemann	0.062	0.048	0.050	0.054	0.058	0.047	0.050	0.055	04/2013
Nirotec EVO	Lingemann	0.047	0.038	0.038	0.042	0.042	0.037	0.037	0.040	04/2013
Chromatech (0,18)	Rolltech A/S	0.068	0.051	0.053	0.059	0.066	0.050	0.054	0.060	04/2013
Chromatech Plus (0,15)	Rolltech A/S	0.064	0.049	0.051	0.056	0.060	0.048	0.051	0.056	04/2013
Chromatech Ultra F	Rolltech A/S	0.048	0.039	0.039	0.043	0.043	0.037	0.038	0.041	04/2013
GTS	Almetal GmbH	0.081	0.047	0.049	0.053	0.057	0.046	0.049	0.053	04/2013
TGI-Spacer	Technoform	0.049	0.040	0.040	0.044	0.044	0.038	0.039	0.042	04/2013
TGI-Spacer M	Technoform	0.049	0.040	0.040	0.044	0.044	0.038	0.039	0.042	10/2013
Thermix TX.N plus	Ensinger GmbH	0.050	0.041	0.041	0.045	0.045	0.039	0.040	0.043	04/2013
Swisspacer	Vetrotech SGG	0.063	0.048	0.050	0.054	0.058	0.046	0.050	0.054	10/2008
Swisspacer V	Vetrotech SGG	0.037	0.033	0.032	0.034	0.033	0.031	0.030	0.032	12/2013
Swisspacer Ultimate	Vetrotech SGG	0.036	0.032	0.031	0.032	0.031	0.030	0.029	0.030	12/2013
Super Spacer Tri Seal	Edgetech	0.041	0.035	0.035	0.037	0.036	0.033	0.033	0.035	02/2014
Ködispace	Kömmerling	0.043	0.036	0.036	0.038	0.038	0.034	0.034	0.036	07/2013
WEP classic	Glaswerke Arnold	0.068	0.051	0.053	0.059	0.066	0.050	0.054	0.060	04/2013

Anmerkung: Der Ψ -Wert hängt von vielen Details ab

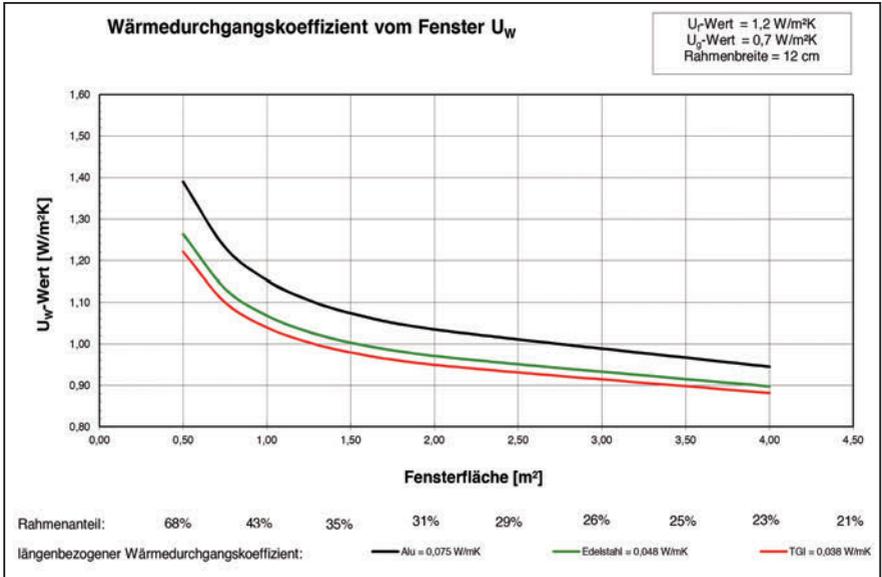
- Glaseinstand im Rahmen; - Konstruktion und Material vom Rahmenprofil; - vom Isolierglasrandverbund und dem Abstandhalter
- von den Abmessungen der Verglasungsdichtungen; - vom Isolierglasaufbau und der Dicke der Glasscheiben

Quelle: BF Arbeitskreis „Warme Kante“

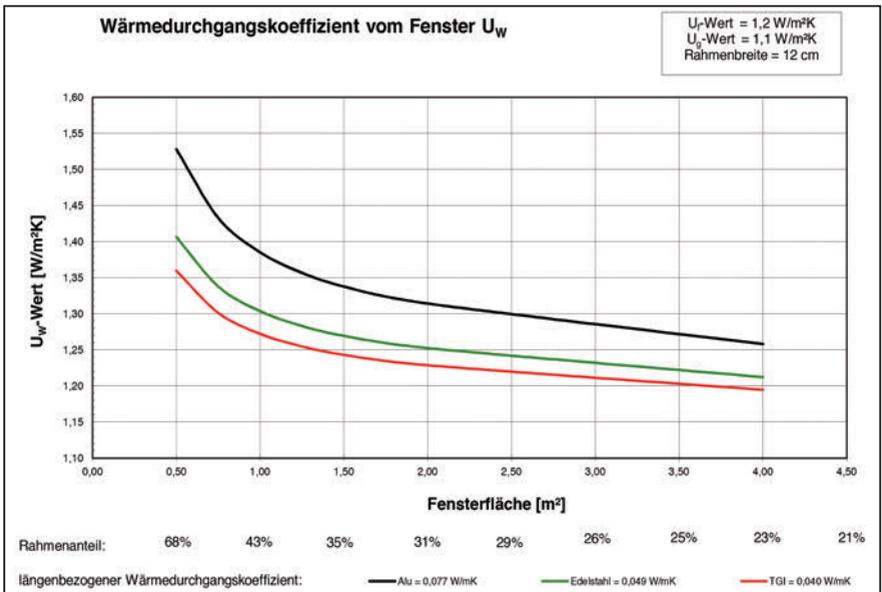
Die Berechnung ganzer Fenstereinheiten zeigt, dass durch den Einsatz thermisch verbesserter Randverbundsysteme eine Verbesserung des Fenster-U-

Wertes um 0,1 W/(m²K) eintritt. Der größere Einfluss aber ist die absolute Fenstergröße. Ein weiteres Plädoyer für große Fenster statt mehrerer kleiner.

7.1.6



Die Ermittlung des U_W -Wertes erfolgte nach DIN EN ISO 10 077-1, (s.Kap. 3.3.1)



Tieferer Glaseinstand

Der Glaseinstand von Isolierglas im Fensterrahmen wurde bisher lediglich unter dem Gesichtspunkt der Abdeckung des Randverbundes vor dem Sonnenlicht bewertet.

In der Regel beträgt der Glaseinstand $2/3$ der Glasfalzhöhe h .

Um die Wärmebrücken im Übergangsbereich von Glas und Rahmen zu vermindern, ist ein tieferer Glaseinstand anzustreben.

Berechnungen haben ergeben, dass ein Aluminium-Abstandhalter mit einem Glaseinstand von 30 mm einen Ψ -Wert liefert, der vergleichbar mit einem thermisch verbesserten Randverbund (its) bei normalem Glaseinstand ist.

Die Befürchtungen, dass ein tiefer Glaseinstand zu deutlich höheren thermischen Belastungen an der Glaskante führt, haben sich bei aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen nicht bestätigt (siehe Forschungsbericht HIWIN, Hochwärmedämmende Fenstersysteme: Untersuchung und Optimierung im eingebauten Zustand, Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Mai 2003).

7.1.7 Taupunkttemperatur und Behaglichkeit

7.1.7

Als Taupunkttemperatur wird die Temperatur der Luft bezeichnet, bei der die relative Luftfeuchte den Wert von 100 % erreicht. Sinkt die Lufttemperatur bei unverändertem Feuchtegehalt, fällt Tauwasser an.

Taupunkttemperaturen können an verschiedensten Stellen auftreten:

a) Taupunkttemperatur im SZR von Isolierglas

Eine neue Isolierglas-Einheit soll über eine Taupunkttemperatur im SZR von $< -60\text{ °C}$ verfügen. Diese Temperatur, die nach EN 1279 bestimmt wird, ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal und eine Grundvoraussetzung für eine lange Lebensdauer des Isolierglases.

b) Taupunkttemperatur der raumseitigen Scheibenoberfläche

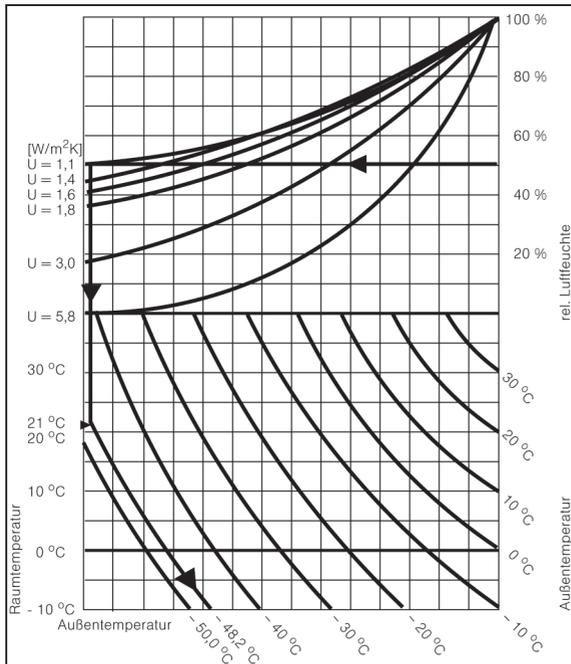
Zur Tauwasserbildung auf der *raumseitigen* Scheibenoberfläche der Isolierglas-Einheit kommt es unter folgenden Bedingungen:

- Warmluft kühlt plötzlich an einer kalten Scheibenoberfläche ab (warme Luft kann bekanntlich mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft),
- relativ kalte Luft wird mit Feuchtigkeit angereichert. Dies tritt sehr häufig in Küchen, Nassräumen und Schlafzimmern auf. In diesen Bereichen kommt es innerhalb kurzer Zeit zu dem lästigen Beschlag, weil die Luftfeuchtigkeit an den kalten Scheibenoberflächen kondensiert.

Die Kondensationsneigung kann durch den Einsatz von Warmglas, z. B. iplus top 1.1, erheblich gemindert werden, da durch den verbesserten U-Wert die raumseitige Scheibenoberflächentemperatur erhöht wird. Dies wird im Taupunkt diagramm deutlich.

Hohem Wasserdampfanfall ist durch sachgemäßes Lüften (Kap. 3.4) zu begegnen.

Taupunkt diagramm mit Beispiel



Aus dem Taupunkt diagramm lässt sich die Außentemperatur ermitteln, bei der eine Fensterscheibe auf der Raumseite beschlägt (= Taupunkt).

Eingezeichnetes Beispiel:

iplus top 1.1,
U-Wert $1,1\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,
Raumtemperatur $+21\text{ °C}$,
rel. Luftfeuchte 50 %.

Ergebnis:

Erst bei $-48,2\text{ °C}$ beschlägt die raumseitige Scheibe von iplus top 1.1.

c) Taupunkttemperatur der außenseitigen Scheibenoberfläche

Bei modernem Isolierglas mit sehr guter Wärmedämmung kann es auch auf der **außenseitigen** Scheibenoberfläche zu Kondensatbildung kommen. Sie tritt meistens am frühen Morgen bei hohem Feuchtegehalt der Außenluft auf.

In den Morgenstunden kann die Temperatur der Außenscheibe unter die Taupunkttemperatur absinken. Die Ursache besteht darin, dass nachts wegen der hohen Wärmedämmung der Isoliergläser die Außenscheiben stark abkühlen, d. h. die Innentemperatur greift bei Warmglas kaum noch auf die Außenscheibe über. Wenn dann die Temperatur der Außenluft schneller ansteigt als die der Außenscheibe, kann es zum Kondensieren kommen. Dieser physikalische Effekt, den man auch bei parkenden Autos beobachten kann, ist auf die verbesserte Wärmedämmung der modernen Isoliergläser zurückzuführen.

Allgemein kann man sagen, je niedriger der U_g -Wert, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Effekt auftreten kann.

Mit ANTI-FOG bietet AGC INTERPANE nun eine Beschichtung an, die den Außenbeschlag weitgehend unterbindet und somit auch in den Morgenstunden für eine freie Sicht sorgt. Diese farbneutrale, langlebige Beschichtung auf der Außenscheibe kann sowohl bei 2fach- als auch bei 3fach-Wärmefunktions-Isolierglas oder auch bei solaren Produkten aufgebracht werden.

Die Kondensatbildung, sowohl auf der Raum- als auch auf der Außenseite, ist physikalisch und klimatisch bedingt.

d) Taupunkttemperatur an Wärmebrücken

Durch konstruktive Notwendigkeiten sind in der Praxis stets Wärmebrücken anzutreffen, die durch die eingesetzten Materialien und/oder geometrische Einflüsse entstehen. Im Bereich dieser Wärmebrücken treten erhöhte Wärmeströme auf, die im Vergleich zu ungestörten Bauteilen niedrigere Oberflächentemperaturen aufweisen. Bei entsprechenden klimatischen Bedingungen kann sich an diesen kühleren Oberflächenzonen Tauwasser bilden.

e) Behaglichkeit

Die Behaglichkeit und somit auch das Wohlbefinden im Raum werden im Wesentlichen durch folgende Einflussgrößen bestimmt:

- Raumlufttemperatur
- Oberflächentemperaturen der raumumschließenden Flächen
- Luftgeschwindigkeit (Luftbewegung)
- relative Feuchte der Raumluft

Die Auswirkungen dieser Einflussgrößen auf das Behaglichkeitsempfinden des Einzelnen hängen im Wesentlichen wiederum auch von dessen Aktivität und Bekleidung ab. Im Idealzustand sollten die Temperaturen der raumumschließenden Oberflächen einander angeglichen sein.

Ein Raum wird als behaglich empfunden, wenn die Temperaturdifferenzen zwischen

- umschließender Oberfläche (z. B. Verglasung) und Raumluft weniger als 5 °C
- Fuß- bis Kopfhöhe weniger als 3 °C
- verschiedene Raumoberflächen weniger als 5 °C

betragen und die Luftbewegung im Raum niedrig ist (keine Zugscheinungen).

Die Oberflächentemperatur der Innenscheibe einer Verglasung steht bei gleichen klimatischen Verhältnissen in direkter Abhängigkeit zum U_g -Wert.

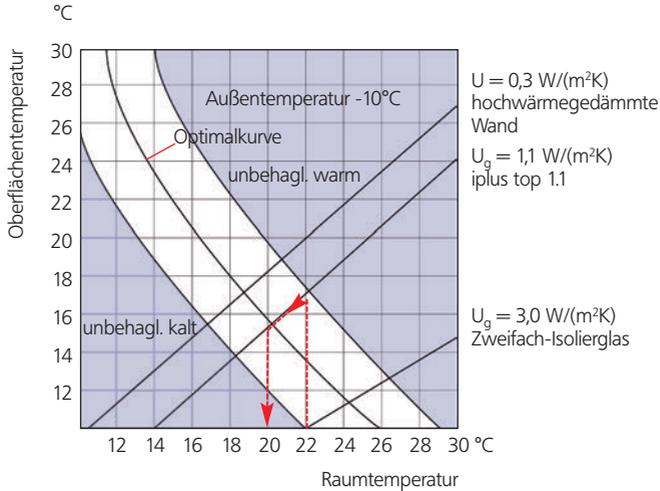
Durch Untersuchungen von Bedford und Liese wurde das auf der folgenden Seite stehende Behaglichkeitsdiagramm entwickelt.

Bei einer Raumtemperatur von + 22 °C liegt iplus top 1.1 bereits an der Grenze zum „unbehaglich“ warmen Raum. Durch Absenkung der Raumtemperatur um 2 K liegt iplus top 1.1 auf der Optimalkurve.

7.1.7

iplus top 1.1 und iplus top 3 vermeiden somit, dass durch Abstrahlung und Konvektion dem menschlichen Körper übermäßig Wärme entzogen wird. Dies erhöht die Behaglichkeit.

Neben der Steigerung von Wohnkomfort ist auch eine bessere Raumnutzung in Fensternähe (z. B. Wintergarten, Restaurationsbetriebe) gegeben.



Behaglichkeitsdiagramm nach Bedford und Liese

7.1.8 Pflanzenwachstum hinter Glas

7.1.8

Häufig besteht die irrige Meinung, dass beschichtete Verglasungen sich negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken können.

Dass es sich prinzipiell nicht so verhält, belegt eine Studie von Silke Hoffmann am Institut für Technik im Gartenbau und Landwirtschaft der Universität Hannover aus dem Jahr 1998.

Diese Studie ist mit 45 Seiten zu umfassend, um in diesem Handbuch komplett abgedruckt zu werden. Deshalb beschränken wir uns hier auf die Zusammenfassung, die in komprimierter Form die grundlegenden Aussagen darlegt.

Zusammenfassung

Die Untersuchung von Proben einiger Wärme- und Sonnenschutzgläser verschiedener Hersteller hat Unterschiede hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften ergeben. Sie differieren vor allem in ihrer Transmission für PAR. Dabei ist die PAR-Durchlässigkeit einiger Sonnenschutzgläser durchaus mit derjenigen von Wärmeschutzgläsern vergleichbar.

Die verminderte Transmission für blaue und hellrote Strahlung bezogen auf die Transmission für grüne Strahlung hat für das Pflanzenwachstum eher eine sekundäre Bedeutung. Bezogen auf den PAR-Bereich sind die prozentualen Anteile beider Bereiche mit der Strahlungszusammensetzung von herkömmlichem Gewächshausglas vergleichbar. Zudem zeigt das Aktionspektrum der Photosynthese für verschiedene Pflanzenarten, dass diese auch den grünen Strahlungsbereich nutzen. Die starke Absorption der Glä-

ser für dunkelrote Strahlung wirkt sich positiv auf die Morphologie der Pflanzen aus. Steigendes HR:DR-Verhältnis und Phytochrom-Gleichgewicht führen zu einer Minderung des Streckungswachstums, die Pflanzen bleiben kompakter. Die reduzierte Transmission für UV-Strahlung (UVA) hat keinen Einfluss auf die Photosyntheseleistung und damit auf das Pflanzenwachstum.

Berechnungen der PAR-Verfügbarkeit in Abhängigkeit von der Verglasung, dem Sonnenstand, der Bewölkung und dem Abstand vom Glas haben die primäre Bedeutung der Strahlungsquantität für das Pflanzenwachstum verdeutlicht. Wärme- und Sonnenschutzgläser mit einer gemessenen PAR-Transmission $< 45\%$ ($t_V < 50 - 55\%$) sind für den Einsatz zur Innenraumbegrünung eher ungeeignet, alle anderen Gläser sind bei Einhaltung eines möglichst geringen Abstandes vom Glas und einer geeigneten Pflanzenauswahl gut einsetzbar.

Zudem sind bei Einbau eines ausgewählten Glases der Neigungswinkel und der tägliche Verlauf des Sonnenstandes, also der Einfallswinkel der Globalstrahlung auf das Glas und die Ausrichtung zu einer bestimmten Himmelsrichtung bedeutsam für die Gesamttransmission. Auch Konstruktionsteile und andere schattengebende Elemente (z. B. größere Pflanzen) beeinflussen die den Pflanzen zur Verfügung stehende Lichtmenge im Abstand vom Glas.

Andere Wachstumsfaktoren, insbesondere Lüftung und Bewässerung spielen eine erhebliche Rolle für die Entwicklung der Innenraumbegrünung und müssen optimiert sein.

7.2 Glastechnik

7.2.1 Bemessung von Glas

7.2

Inhalt

- 1.1 Einführung
- 1.2 Konstruktionsregeln in Abhängigkeit der Anwendung
- 1.3 Übersicht über die zu führenden Nachweise
- 1.4 Das Teilsicherheitskonzept
- 1.5 Einwirkungen und ihre Einwirkungsdauer
- 1.6 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Ermittlung der Spannungen und Verformungen
- 1.7 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
- 1.8 Nachweis der Stoßsicherheit
- 1.9 Nachweis der Resttragfähigkeit
- 1.10 Vorgehen bei der Bemessung
- 1.11 Schrifttum zu Kap. 7.2.1

1.1 Einführung

Bauteile aus Glas, die im bauaufsichtlichen Bereich eingesetzt werden, müssen nach den eingeführten technischen Regelwerken dimensioniert und für die zu erwartenden Einwirkungen bemessen werden. Bisher basierte die Bemessung auf technischen Regeln, die sich im Wesentlichen auf die üblichen Anwendungsformen bezogen. Als Beispiel sind hier die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ zu nennen, die aufgrund der steigenden Anzahl von Zustimmungsanträgen bei den Obersten Baubehörden erarbeitet wurde. Mit der DIN 18008 [1] liegt ein neues Regelwerk vor, welches ein durchgängiges Konzept für die häufigsten Glasanwendungen beinhaltet.

Die DIN 18008 ersetzt die bisherigen gültigen Regelwerke im konstruktiven Glasbau. Die Glasbemessung wird hierdurch auf das Konzept der „Teilsicherheitsbeiwerte“ umgestellt, welches bei allen anderen Werkstoffen wie z.B. Stahl, Beton und Holz schon seit Jahren angewendet wird. Die bis dato gültigen Technischen Regeln und DIN-Normen zur Bemessung und Konstruktion von Verglasungen werden somit in einem Regelwerk zusammengefasst.

Bisher liegen folgende Teile der DIN 18008 vor:

Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen

Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen

Noch nicht abgeschlossen ist Teil 6, welcher die „Zusatzanforderungen an zu Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen betretbare Verglasungen“ beinhaltet. In Vorbereitung befindet sich ebenfalls ein Teil 7, welcher zukünftig „Sonderkonstruktionen“, wie z.B. gebogenes Glas oder aber auch Glasstützen, beschreiben wird. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die derzeit gültigen Regelwerke und die Struktur der DIN 18008 [1].

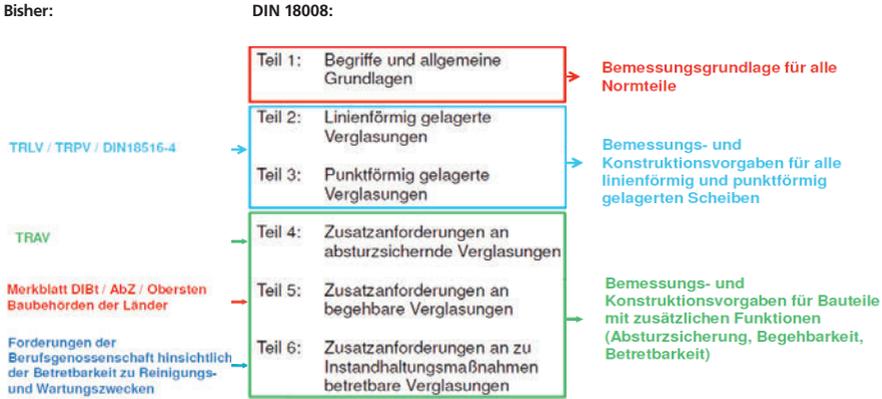


Abb. 1 Bisherige und zukünftige Regelwerke für das Bauen mit Glas

Alle Konstruktionen, deren Anwendungen beschrieben sind und für die auch konstruktive Anwendungsgrenzen definiert sind, werden voraussichtlich als bauaufsichtlich geregelt gelten. Es ist zu erwarten, dass das DIBt für alle anderen Anwendungen Regelungen wie z.B. Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (AbP) einführen wird.

Wesentliche konstruktive Randbedingungen wurden übernommen, teils wurden die Anwendungsgrenzen erweitert und neue Berechnungsmethoden, wie z.B. die rechnerische Simulation des Pendelschlagversuchs etabliert.

DIN 18008-1 ist die Grundlage für alle weiteren Normteile. Da im Teil 7 der Norm auch Regelungen für die Verwendung von Glasstützen, Glasträgern oder Glas als Element zur Aussteifung geplant sind, wird in Teil 1 die Gültigkeit nicht auf ausfachende Verglasungen beschränkt. Prinzipiell können mit Hilfe dieses Teiles der Norm jegliche Art von Glaskonstruktion wie z.B. befahrbare Gläser oder aber auch Aquarien, bemessen werden. Da jedoch alle weiteren Normteile diese Anwendungsbereiche nicht erfassen, gelten diese bauaufsichtlich als „nicht geregelt“ im Rahmen der DIN 18008. Diese Einschränkung bezieht sich insbesondere auf die angegebenen konstruktiven Randbedingungen wie Mindestglasaufbauten und Lagerungsbedingungen. Für eine ingenieurmäßige Betrachtung kann die DIN 18008 jedoch für beliebige Konstruktionen herangezogen werden.

Nach **Beachtung aller Vorgaben des Teils 1**, gelten dann die **Teile 2 bzw. 3 in Abhängigkeit der gewählten Lagerung** (linienförmig oder punktförmig), und **zusätzlich sind dann entsprechend dem Anwendungsbereich** (absturzsichernd, begehbar oder betretbar) weitere Zusatzanforderungen in den **Teilen 4, 5 und 6** festgelegt.

Eine Bemessung von gebogenen Glasscheiben ist prinzipiell mit den in den Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (AbZ) angegebenen Festigkeitswerten möglich, jedoch muss auch hier die Übertragbarkeit von konstruktiven Vorgaben für ebene Verglasungen beim Nachweis der Stoßsicherheit oder beim Nachweis der Resttragfähigkeit im Einzelfall überprüft werden, da diese Bedingungen durch Erfahrungen an Flachgläsern abgeleitet wurden. Ein Leitfaden zur Verwendung von gebogenem Glas liegt vom Bundesverband Flachglas [7] vor.

Ähnliches gilt auch für mit Punkthaltern gelagertes Isolierglas. Hier ist zudem zu beachten, dass die Ermittlung der inneren Lasten von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) auf die allgemeinen Formeln zurückzuführen ist [8, 9] und dies nicht mit dem vereinfachten Berechnungsformeln für ebene, rechteckige 2-fach-MIG nach DIN 18008-2 möglich ist.

In Tabelle 1 sind die wesentlichen Inhalte der einzelnen Normteile zusammengestellt, und Tabelle 2 enthält die wichtigsten Definitionen und Abkürzungen. Als Leitfaden für die Bemessung dient das Ablaufschema in Tabelle 15.

Tabelle 1 Wesentliche Inhalte der DIN 18008

Normteil	Wesentliche Inhalte
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Teil 1 enthält Berechnungsvorgaben und Konstruktionsbedingungen, die für alle weiteren Normteile gelten. Zu den Berechnungsvorgaben gehören z. B. auch die Lastansätze für Mehrscheiben-Isolierglas.
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</p> <p>Lagerung: Mindestens zwei gegenüberliegende Seiten sind mit mechanischen Verbindungsmitteln gegen positive (z. B. Windsog) und negative (z. B. Winddruck) Lasten eben, durchgehend und linienförmig gelagert.</p> <p>Definition von</p> <ul style="list-style-type: none"> – Horizontalverglasung ($\geq 10^\circ$ bezogen auf die Vertikale) – Vertikalverglasung ($< 10^\circ$ bezogen auf die Vertikale) <p>Diese Festlegung gilt auch für alle weiteren Normteile. Aus der Einbauneigung leiten sich auch die zulässigen Glasarten und Glasaufbauten ab, durch deren Festlegung das Gefährdungsrisiko bei einem unplanmäßigen Glasbruch minimiert werden soll (siehe Tabelle 14 Resttragfähigkeit).</p> <p>Für rechteckiges, ebenes 2-fach-MIG ist ein Berechnungsverfahren zur Ermittlung der klimatischen Beanspruchungen angegeben. Für gebogenes Glas, punktförmig gelagerte Scheiben oder 3-fach-MIG muss auf die Literatur [8, 9] oder geeignete Software zurückgegriffen werden.</p> <p>Linienförmig gelagerte „Structural Glazing“-Verglasungen können mit Hilfe der Teile 1 und 2 dimensioniert werden. Das gleiche gilt für die Wahl der Glasaufbauten für Horizontal- und Vertikalverglasungen. Aufgrund der besonderen Anforderungen der ETAG 002/EN 13022 [10, 11] sind alle konstruktiven Randbedingungen, die die Konstruktion betreffen, nicht übertragbar. Hier sind im Rahmen der Ausführung besondere Betrachtungen notwendig.</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfachverglasung</p> <p>Mögliche Lagerungsarten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tellerhalter mit zylindrischen Glasbohrungen 2. Klemmhalter am Rand oder Ecke ohne Bohrung 3. Kombination aus 1. und 2. auch mit linienförmiger Lagerung. <p>Die zulässigen Glasarten leiten sich aus der Einbauneigung und der Art der Lagerung ab. Auch hier steht das Gefährdungsrisiko infolge Glasbruch im Vordergrund (siehe Tabelle 15).</p>
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</p> <p>Die absturzsichernden Verglasungen werden in die Kategorien A, B und C eingeordnet. Diese Kategorien beziehen sich auf die Konstruktionsart.</p>

Normteil	Wesentliche Inhalte
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Verglasungen</p> <p>Zulässige Belastungen sind Personenlasten wie bei der Verwendung als Treppen, Podeste, Stege oder Abdeckungen von Lichtschächten.</p> <p>Die zulässigen Glasaufbauten sind in Abschnitt 1.8 angeben.</p>
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen	Dieser Normteil ist noch nicht fertiggestellt

Tabelle 2 Abkürzungen und Definitionen

Zusammenstellungen von Bezeichnungen und Abkürzungen	
FG	Floatglas
TVG	Teilvorgespanntes Glas
ESG	Einscheiben-Sicherheitsglas
ESG-H	Einscheiben-Sicherheitsglas mit fremdüberwachtem Heat-Soak-Test
VSG	Verbund-Sicherheitsglas
VG	Verbundglas
ED	Einwirkungsdauer
MIG	Mehrscheiben-Isolierglas
SZR	Scheibenzwischenraum
Kategorie A , B und C	Definitionen aus DIN 18008-4 zur Klassifizierung absturzsichernder Verglasungen
AbZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
AbP	Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
PVB-Folie	Polyvinylbutyral-Folie
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
ZIE	Zustimmung im Einzelfall

1.2 Konstruktionsregeln in Abhängigkeit der Anwendung

DIN 18008 gibt Konstruktionsregeln vor:

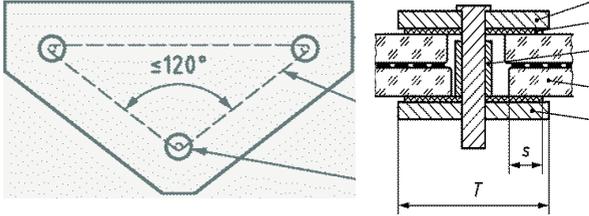
- welche teils allgemein gelten (siehe Teil 1),
- in Abhängigkeit der Lagerung einzuhalten sind (Teile 2 oder 3),
- oder aber entsprechend der Zusatzanforderungen in Abhängigkeit der Anwendung (Teile 4 und 5) zu erfüllen sind.

Diese Konstruktionsvorgaben, die teils über die allgemeinen Regeln des Glaserhandwerks und die Anforderungen der Produktnormen hinausgehen, sind in Tabelle 3 getrennt nach den Normteilen zusammengefasst. Diese Konstruktionsregeln beziehen sich noch nicht auf die Anforderungen, welche für den Nachweis der Resttragfähigkeit nach Tabelle 15 einzuhalten sind.

Tabelle 3 Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen

Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	<p><i>Anforderungen an die Konstruktion bzw. die Geometrie:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Lagerung unter Vermeidung lokaler Spannungsspitzen – Ausgleich von Toleranzen – Ecken und Ausschnitte müssen ausgerundet werden – durchgehende Glasbohrungen und Ausschnitte sind nur bei thermisch vorgespannten Gläsern zulässig – Breite von Stegen zwischen Bohrungen und Ausschnitten muss mindestens 80 mm betragen, sonst sind die Festigkeitswerte vom nicht thermisch vorgespanntem Basisglas zu verwenden – Zulässige Glasdicken: 3 bis 19 mm – Zwischenlagen müssen für die Anwendung dauerhaft sein. – Zwangsbeanspruchungen sind zu vermeiden oder aber rechnerisch zu berücksichtigen. <p><i>Anforderungen an die Glasprodukte, welche über die Produktnormen hinausgehen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Die zulässige Kantenverletzung bei ESG und TVG beträgt maximal 15 % bezogen auf die Scheibendicke. – Die typischen Bruchbilder müssen auch an Scheiben in Bauteilgröße nachgewiesen werden.
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<ul style="list-style-type: none"> – Mindestglaseinstand > 10 mm – Zulässige Durchbiegung der Unterkonstruktion < L/200 bezogen auf aufgelagerte Scheibenkante oder Rücksprache mit dem Glashersteller – fachgerechte Klotzung <p>Weitere konstruktive Vorgaben beziehen sich auf die Einbauneigung (Horizontal- oder Vertikalverglasungen) und zielen auf eine ausreichende Resttragfähigkeit ab. Die Forderungen hierzu sind in Tabelle 15 zusammengestellt.</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p><i>Tellerhalter (immer mit Bohrung):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Es muss immer Verbund-Sicherheitsglas aus einem thermisch vorgespannten Glas verwendet werden. Monolithische Scheiben oder Isolierglas-Scheiben sind nicht zulässig. Weitere Regeln bezüglich der Glasart in Abhängigkeit der Einbauneigung sind in Tabelle 15 für den Nachweis der Resttragfähigkeit angegeben. – Bohrungen: Es sind nur zylindrische Bohrungen mit einer geschliffenen oder höherwertigen Kante zulässig (Fasen 0,5 mm bis 1,0 mm, Kantenversatz nicht größer als 0,5 mm in der Bohrung). – Ränder: Einzelscheiben mindestens gesäumt, Kanten von Floatglas geschliffen – Punkthaltermaterial: Stahl, Aluminium oder nicht rostender Stahl (bauaufsichtlich verwendbar). Korrosionsbelastung ist bei der Planung zu berücksichtigen. <p>Punkthalteranzahl: mindestens drei Halter bei ausschließlich punktförmig gelagerten Scheiben</p>

Tabelle 3 Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Fortsetzung)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen (Fortsetzung)	 <p>– Mindestabmessung Tellerhalter $T = 50$ mm, Mindestglaseinstand $s = 12$ mm auch im verformten Zustand</p> <p>– Breite von Stegen zwischen Bohrungen und Rand mindestens 80 mm, eine Unterschreitung ist hier nicht zulässig</p> <p><i>Klemmhalter:</i></p> <p>– Die zulässigen Glasarten leiten sich aus der Einbausituation ab, siehe Tabelle 15.</p> <p>– Klemmfläche 1000 mm^2, Einstand $s = 25$ mm</p> <p>– Mindestdicke der Zwischenlage muss gewährleisten, dass es zu keinem Stahl-Glas-Kontakt kommt</p> <p>– Schrauben sind gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern</p> <p>– Abweichung Glasdicken bei VSG: Faktor 1,7</p> <p>– $d_{pVB} \geq 0,76$ mm</p> <p>– Bei Horizontalverglasungen sind Klemmhalter nur zur Sogsicherung verwendbar, wenn die Scheiben auf ein Linienlager gemäß Teil 2 aufgelegt sind (vgl. Tabelle 14).</p> <p>Eine Kombination aus Klemmhaltern und Punkthaltern bzw. eine Kombination mit linienförmigen Lagerungen entsprechend Teil 2 sind zulässig.</p>
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	<p>Die konstruktiven Anforderungen sind abhängig von der Kategorie der Absturzsicherung (A, B oder C). Für Konstruktionen mit nachgewiesener Stoßsicherheit (siehe Tabelle 13) liegen Angaben vor. Falls man hiervon abweicht, ist ein Nachweis der Stoßsicherheit durch Versuche erforderlich.</p> <p>Bei VSG gilt allgemein, dass die Dicken der Einzelscheiben nicht mehr als den Faktor 1,7 voneinander abweichen dürfen. Beispielhaft sind daher folgende Glaskombinationen in einem 2-fach-VSG möglich:</p> <p>4 mm + 6 mm, 5 mm + 8 mm, 6 mm + 10 mm usw.</p> <p><i>Beschreibung der Kategorie und zulässige Glasarten:</i></p> <p>Bei Kategorie A handelt es sich um raumhohe Verglasungen ohne lastabtragenden Holm.</p> <p>– Einfachverglasung muss aus VSG bestehen.</p> <p>– Für die stoßzugewandte Seite eines MIG darf nur VSG, ESG oder VG aus ESG verwendet werden.</p>

7.2.1

Tabelle 3 Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Fortsetzung)

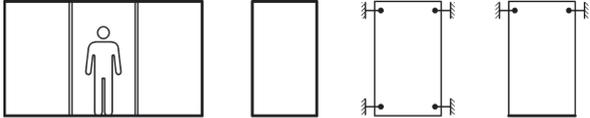
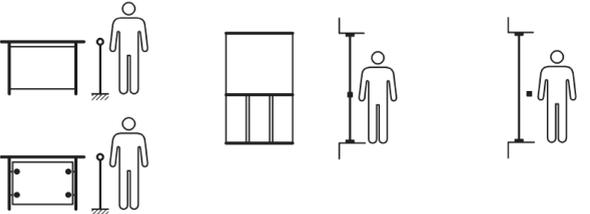
Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzichernde Verglasungen (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> - Mindestens eine Scheibe eines MIG muss ein VSG sein. - Bei einem Dreifach-Isolierglas darf sich hinter der angriffsseitigen ESG-Scheibe eine grob brechende Glasart befinden, wenn beim Pendelschlagversuch die angriffsseitige ESG-Scheibe nicht zu Bruch geht.  <p>Verglasungen der Kategorie B sind am Fußpunkt eingespannt. Die einzelnen Scheiben sind durch einen Handlauf verbunden. Der Handlauf kann auf der oberen Scheibekante oder durch Tellerhalter gem. dieser Norm befestigt werden. Bei Ausfall eines Brüstungselementes kann die Holmlast auf die Nachbarscheiben oder angrenzende Bauteile übertragen werden. Es darf nur VSG verwendet werden.</p>  <p>Verglasungen der Kategorie C werden nur ausfachend unterhalb eines lastabtragenden Holmes verwendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allseitig linienförmig gelagerte Scheiben der Kategorien C1 und C2 dürfen als Mono-ESG ausgeführt werden, sonst ist VSG zwingend erforderlich. - Bei Mehrscheiben-Isolierglas der Kategorien C1 und C2 gelten für die stoßzugewandte Seite die gleichen Regeln wie bei Kategorie A, für die anderen Scheiben dürfen alle nach Teil 2 und Teil 3 zulässigen Glasprodukte verwendet werden. - Kategorie C3 ist hinsichtlich der zulässigen Produkte wie eine Verglasung der Kategorie A zu behandeln, das gleiche gilt für die Zulässigkeit von grob brechenden Glasarten bei einem Dreifach-Isolierglas.  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> Kategorie C1 Kategorie C2 Kategorie C3 </p>

Tabelle 3 Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Fortsetzung)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	<p>Die Scheiben müssen ausreichend rutschsicher sein und in der Lage gesichert sein. Gegebenenfalls sind diese gegen Abheben zu sichern.</p> <p>Als Glasaufbau ist ein VSG aus mindestens drei Scheiben zu verwenden.</p> <p>Lastbegrenzung: Personenverkehr bei üblicher Nutzung und lotrechten Lasten von max. 5 kN/m²</p>
<p>¹⁾ Die DIN 18008 ist das maßgebende Regelwerk. Für die Planung und Bemessung sollte diese immer herangezogen werden.</p>	

1.3 Übersicht über die zu führenden Nachweise

Die Auslegung einer Glaskonstruktion beinhaltet nicht nur die Festlegung der statisch erforderlichen Glasdicke, sondern es müssen auch Nachweise geführt werden, die das Tragverhalten bei einem Stoß oder nach Glasbruch berücksichtigen.

Die DIN 18008 enthält nur Vorgaben bezogen auf das Glas sowie Punkthalter oder Klemmleisten. Die Unterkonstruktion sowie deren Anbindung an das Gebäude sind nach den entsprechenden Regelwerken nachzuweisen.

Beim **Nachweis** einer Verglasungskonstruktion ist nicht das Glas, sondern auch die **Glasbefestigung, die Unterkonstruktion sowie die Befestigung am Gebäude** zu betrachten. Hier gelten die einschlägigen technischen Regeln. Die DIN 18008 regelt hier nur Anforderungen an die direkte Glasbefestigung von punktförmig gelagerten und absturzsichernden Verglasungen.

Anmerkung: Häufig führt das Fehlen dieses Nachweises zu nicht unerheblichen Schäden an der Unterkonstruktion oder auch der Verglasung.

Der Nachweis im **Grenzzustand der Tragfähigkeit** (siehe Abschnitt 1.6) ersetzt den in den „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV) bekannten Nachweis der „zulässigen Spannungen“. Die „zulässigen Spannungen“ werden hier durch den Bauteilwiderstand R_d ersetzt, welcher in Abhängigkeit der Glasart, des Glasaufbaus und der Einwirkungsdauer der Lasten ermittelt wird. Grundlage ist das Teilsicherheitskonzept (siehe Abschnitt 1.4), welches schon seit vielen Jahren für alle im Bauwesen eingesetzten Bauprodukte verwendet wird.

Anmerkung: Für Anwendung des Teilsicherheitskonzeptes sind DIN EN 1990 [12] und DIN EN 1991 [13] und die zugehörigen nationalen Anhänge erforderlich. In den Teilen 1 und 2 der DIN 18008 wird derzeit noch Bezug genommen auf die Vorgängernormen (DIN 1055).

Der **Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** (siehe Abschnitt 1.7) ersetzt den in den TRLV [2] bekannten Verformungsnachweis. Auch hier gilt als Grundlage das Teilsicherheitskonzept (Abschnitt 1.4).

7.2.1

Der Baustoff Glas erfordert aufgrund der Sprödigkeit des Materials einen **Nachweis der Resttragfähigkeit** (siehe Abschnitt 1.9). DIN 18008-1 definiert hier drei Nachweismöglichkeiten:

1. Einhaltung konstruktiver Vorgaben
2. rechnerischer Nachweis im Fall von hinreichend vielen Glasscheiben oder
3. versuchstechnische Nachweise.

Welche Möglichkeit besteht, regeln die einzelnen Normteile (s. Tabelle 14 bzw. 15).

Anmerkung: Insbesondere die konstruktiven Vorgaben orientieren sich an Erfahrungswerten. Ein Sicherheitskonzept beruhend auf einer Wahrscheinlichkeitsbetrachtung (z.B. Wahrscheinlichkeit, dass es überhaupt zu einem Glasbruch kommt und der damit verbundenen Schadensfolge) wurde nicht aufgestellt. Genauso fehlen bislang Vorgaben für einen bundesweit einheitlichen Resttragfähigkeitsversuch, falls die konstruktiven Vorgaben nicht eingehalten werden.

Der **Nachweis der Stoßsicherheit** ist zusätzlich erforderlich für Glasbauteile, die einer Stoßbelastung in Form von auf oder gegen die Verglasung fallende Personen mit der Gefahr des Absturzes oder einer erhöhten Bruchgefahr durch herabfallende Gegenstände unterliegen. Ob ein Stoßnachweis erforderlich ist, regeln die einzelnen Normteile (Tabelle 13 bzw. 14).

Generell kann man hier zwischen einem harten oder einem weichen Stoß unterscheiden. DIN 18008 öffnet erstmals für bestimmte Glasanwendung die Möglichkeit, einen rechnerischen Nachweis für den weichen Stoß zu führen. Einzelheiten sind den einzelnen Normteilen zu entnehmen.

1.4 Das Teilsicherheitskonzept

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit beruhen auf dem sogenannten Teilsicherheitskonzept. Die Unsicherheiten auf der Materialseite werden hier durch einen Teilsicherheitsbeiwert γ_M berücksichtigt („Bauteilwiderstände R_d “), die Unsicherheiten auf der Lastseite und die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Schnee, Wind oder weiteren Beanspruchungen wird über Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q sowie Kombinationsbeiwerten ψ berücksichtigt („Einwirkungskombinationen E_d “). Die Vorgaben zur Berechnung der Bauteilwiderstände finden sich in den Bemessungsnormen für die einzelnen Baustoffe (hier die DIN 18008 für Glas), und die Kombinationsregeln zur Berechnung der Einwirkungskombination E_d sind im Basisdokument der DIN EN 1990 [12] enthalten.

Kombination für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen für den *Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit*:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Seltene (charakteristische) Kombination für den *Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit*:

$$E_{d,rare} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombination für außergewöhnliche Bemessungssituationen (z.B. *Ausfallszenarien*):

$$E_{dA} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Die relevanten ψ -Beiwerte sind in DIN 18008-1 angegeben, da z.B. Beiwerte für Klimlasten für Isolierglas hier neu festgelegt werden mussten (vgl. Tabelle 4).

Für eine Horizontalverglasung (VSG aus 2 x Floatglas) sind die relevanten Einwirkungskombinationen in Tabelle 16. beispielhaft angegeben. Weitere Beispiele finden sich in [15, 16] für verschiedene Anwendungen.

Tabelle 4 Kombinationsbeiwerte entsprechend DIN 18008 [1] und DIN EN 1990 [12]

Einwirkung	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klimalast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort und infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	0,6	0,5	0
Schnee > 1000 m ü. NN	0,7	0,5	0,2
Schnee < 1000 m ü. NN	0,5	0,2	0
Wind	0,6	0,2	0
Montagezwängungen	1,0	1,0	1,0
Holm- und Personenlasten	0,7	0,5	0,3

Tabelle 5 Teilsicherheitsbeiwerte entsprechend DIN EN 1990 [12]

Einwirkung	Last wirkt ungünstig	Last wirkt entlastend
Ständige Einwirkung G	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$
Veränderliche Einwirkung Q	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 1,0$
Außergewöhnliche Einwirkung	$\gamma_{GA} = 1,0$	$\gamma_{GA} = 1,0$

1.5 Einwirkungen und ihre Einwirkungsdauer

Die Einwirkungen von Bauteilen sind in der DIN EN 1991 und dem zugehörigen nationalen Anhang [13] geregelt. Diesem Regelwerk kann man die Wind- und Schneelasten sowie Verkehrslasten (z.B. für begehbare Scheiben oder absturzsichernde Verglasungen) entnehmen. Wie diese Einwirkungen entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit zu kombinieren sind, regelt dann DIN EN 1990 [12].

Neu ist für alle Einwirkungen, dass die DIN 18008 Einwirkungsdauern (ED) zuordnet, da hiervon die Beanspruchbarkeit eines nicht vorgespannten Glases abhängt. Dies bedeutet jedoch auch, dass bei einem nicht vorgespannten Glas die maßgebenden Einwirkungskombinationen für die Einwirkungsdauern ständig, mittel und kurz zu bestimmen sind und auch dann drei Nachweise (für jede Einwirkungsdauer) erforderlich werden.

Die festgelegten Einwirkungsdauern stehen in einem direkten Bezug zum Bruchmechanismus von nicht vorgespanntem Glas. Eine mittlere Beanspruchungsdauer beträgt hierbei bei ca. 27 Tage und eine kurze Beanspruchungsdauer 5 Minuten (Tabelle 6).

Bei Isolierverglasungen liegt die Besonderheit vor, dass im SZR innere Lasten in Form von klimatischen Beanspruchungen aus Änderungen der geodätischen Höhe zwischen Herstell- und Einbauort und den klimatischen Beeinflussungen durch Temperaturänderungen und Luftdruckänderungen auftreten.

Die wirksame klimatische Beanspruchung im SZR wird ausgehend vom isochoren Druck p_0 berechnet. Dieser bezieht sich auf einen abgeschlossenen SZR, dessen Volumen konstant bleibt. Der sogenannte Isolierglas-Faktor φ berücksichtigt dann die Verformbarkeit der Glasscheiben, so dass sich die wirksame Klimalast zu $p_0 \cdot \varphi$ ergibt. Bei großen, verformbaren Formaten spielt daher die Klimalast bei der Bemessung eine geringere Rolle als bei kleinen, steiferen Scheiben.

7.2.1

Die Lastansätze für die Klimlasten der TRLV [2] und das Berechnungsverfahren nach Feldmeier wurden in der DIN 18008 unverändert übernommen (Tabelle 7), jedoch wurde die Klimlast (physikalisch richtig) in zwei Lastanteile entsprechend der Einwirkungsauern aufgeteilt. Die Beanspruchungen infolge des geodätischen Höhenunterschiedes zwischen Herstell- und Einbauort ist als ständige Beanspruchung zu betrachten, wohingegen Druckänderungen im Scheibenzwischenraum aus Temperaturunterschieden und meteorologischen Luftdruckänderungen der mittleren Einwirkungsauer zugeordnet werden. Die Lastansätze müssen hier gegebenenfalls überprüft werden, da z. B. bei 3-fach-MIG oder hochabsorbierenden Beschichtungen durchaus von einer höheren Temperaturdifferenz ausgegangen werden kann; das Gleiche gilt auch für Scheiben, die in hohen geodätischen Höhen eingebaut werden. Die wirksame Klimbeanspruchung und die vorhandene Lastkopplung der äußeren Beanspruchungen aus Wind und Schnee können mit dem in DIN 18008-2 vorgegebenen Verfahren für rechteckige Zweifach-Isolierverglasungen berechnet werden. Für rechteckige Dreifach-Isolierverglasungen sind die Formeln z. B. in [14] zusammengestellt. Der Ansatz kann durch eine Berechnung des aufgespannten Volumens der Einzelscheiben auch für beliebige Formate oder gebogene Glasscheiben für die Ermittlung der Klimlasten und der Lastkopplung herangezogen werden.

Tabelle 6 Zuordnung der Einwirkungsauern

Einwirkung	Einwirkungsauer
Eigengewicht	ständig
Klimlast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort	ständig
Klimlast infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	mittel
Schnee	mittel
Wind	kurz
Holmlasten	kurz
Personenlasten bei Treppen und Podesten (DIN 18008-5)	kurz

Tabelle 7 Klimatische Beanspruchungen

Einwirkungskombination	Temperaturdifferenz ΔT	Änderung des atmosphärischen Luftdrucks Δp_{met}	Ortshöhendifferenz Δp_{geo}
„Sommer“	20 K	-2,0 kN/m ²	600 m
„Winter“	-25 K	4,0 kN/m ²	-300 m
Berechnung des isochoren Drucks: $p_o = \Delta p_{geo} - \Delta p_{met} + 0,34 \frac{kN}{K \cdot m^2} \cdot \Delta T$			

1.6 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Ermittlung der Spannungen und Verformungen

Nach DIN 18008-1 bzw. DIN EN 1990 lautet das Nachweisformat jetzt im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$E_d \leq R_d$$

und ersetzt den bisher üblichen „Spannungsnachweis“.

Bisher wurden im Glasbau die Streuungen auf der Last- und Materialseite in einem globalen Sicherheitsfaktor erfasst. In Abhängigkeit der Verwendung als Vertikal- oder Überkopfverglasung wurden dann die Spannungsnachweise mit den zulässigen Spannungen geführt. Dieses Verfahren implizierte indirekt die Tatsache, dass bei Überkopfverglasungen aus nicht thermisch vorgespannten Glasscheiben geringere zulässige Spannungen bei Dauerlasten in Form von Eigengewicht oder Lasten mit mittlerer Einwirkungsauer wie Schneelasten vorhanden sind. Beim Teilsicherheitskonzept berechnet sich der Bauteilwiderstand allein in Abhängigkeit der Einwirkungsauer (vgl. Tabelle 6), eine Unterscheidung in Vertikal- und Überkopfverglasungen wird nicht mehr vorgenommen, sondern es wird nur eine Unterscheidung gemacht in Horizontal- und Vertikalverglasungen mit Hinblick auf das Tragverhalten nach Glasbruch und die hiermit verbundenen Anforderungen an den Glasaufbau und die Konstruktion (vgl. Tabelle 15).

Die wesentlichen Einflussgrößen für die Berechnung von R_d sind (siehe auch Tabelle 8):

Glasant und Einwirkungsdauer: Generell wird zwischen thermisch vorgespannten Scheiben und nicht thermisch vorgespannten Scheiben unterschieden. Bei ersteren ist der Bauteilwiderstand unabhängig von der Einwirkungsdauer, bei nicht thermisch vorgespannten Scheiben müssen die Einwirkungsdaeuern „ständig“, „mittel“ und „kurz“ berücksichtigt werden. Für eine Biegebeanspruchung von thermisch nicht vorgespannten Glaskanten ist eine Abminderung des Bauteilwiderstandes erforderlich. Unabhängig vom Werkstoff darf der Bauteilwiderstand aufgrund der erhöhten Redundanz von Verbundglas um 10 % erhöht werden.

Art der Konstruktion: In Abhängigkeit der Konstruktionsart wurde ein sogenannter Konstruktionsbeiwert k_c eingeführt. Dieser Faktor passt das Sicherheitsniveau der DIN 18008-2 in der Form an, dass für alle linienförmig gelagerten Verglasungen, das bisher übliche Niveau für viele Anwendungsbereiche gehalten wird und keine dickeren oder höherfesten Glasscheiben notwendig werden.

Die DIN 18008 verweist hinsichtlich der charakteristischen Festigkeitswerte f_k auf die Produktnormen oder Zulassungen. Die wichtigsten charakteristischen Festigkeitswerte von zugelassen Flachglasprodukten sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Auf Basis des Bauteilwiderstandes R_d werden auch rechnerische Nachweise für Ausfallszenarien in Abhängigkeit der Anwendung gefordert. Diese Nachweise sind unter Abschnitt 1.9 „Nachweis der Resttragfähigkeit“ erläutert.

Beispielhaft sind in Tabelle 10 Bauteilwiderstände für ESG und TVG angegeben, Tabelle 11 bezieht sich auf Floatglas und unterscheidet hier unterschiedliche Einwirkungsdaeuern. Im Unterschied zur TRLV gibt es keine Erhöhungswerte mehr für z. B. kleinformatische Isolierglasscheiben.

Tabelle 8 Vorgaben der DIN 18008 für die Berechnung des Bauteilwiderstandes R_d der Spannungen und der Verformung

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Definition des Tragfähigkeitskriteriums R_d	
	<i>thermisch vorgespanntes Glas</i>	<i>nicht thermisch vorgespanntes Glas</i>
	$R_d = \frac{k_c \cdot f_k}{\gamma_M}$	$R_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M}$
	$\gamma_M = 1,5$	$\gamma_M = 1,8$
		k_{mod} in Abhängigkeit der Einwirkungsdauer: $k_{mod,ständig} = 0,25$ $k_{mod,mittel} = 0,4$ $k_{mod,kurz} = 0,7$
		Abminderungsfaktor Glaskante = 0,8
	Erhöhungsfaktor für VSG und VG = 1,1	
	Berechnung von Glasplatten: Die positiven Effekte einer geometrischen Nichtlinearität (wie z.B. bei Glasplatten) dürfen berücksichtigt werden. Da sich die vorliegenden Normteile alle auf Platten beziehen, liegt eine geometrisch lineare Betrachtung immer auf der sicheren Seite, nichtlineare Ansätze können herangezogen werden, wenn z. B. die Verformungsgrenzen überschritten werden.	

Tabelle 8 Vorgaben der DIN 18008 für die Berechnung des Bauteilwiderstandes R_d der Spannung und der Verformung (Fortsetzung)

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen (Fortsetzung)	Der Einfluss des Schubverbundes darf nach DIN 18008-1 nicht angesetzt werden. Zu ergänzen ist hier jedoch, dass bei der Verwendung von Verbundglas mit nachgewiesenem Schubverbund ein Schubverbund entsprechend Zulassung angesetzt werden darf. Die derzeit vorliegenden Zulassungen beziehen sich noch auf die TRLV und es sind hier zulässige Spannungen angegeben. Diese sind entsprechend der Einwirkungsdauer durch R_d zu ersetzen. Da bisher nur Schubsteifigkeiten für kurzzeitig wirkende Lasten in den abZ angegeben sind, dürfen diese folglich nur bei kurzzeitig wirkenden Einwirkungsdauern berücksichtigt werden. Ausgangspunkt ist immer die Schubsteifigkeit G, die dann Eingang findet in ein Sandwich-Rechenmodell. Die Verwendung von vereinfachten Berechnungsformeln (z.B. effektive Dicken oder „Shear transfer factors“) wird nicht empfohlen, da diese Formeln nur zum Teil den Größeneffekt der Platten berücksichtigen.
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	$k_c = 1,8$ ohne thermische Vorspannung $k_c = 1,0$ mit thermischer Vorspannung Kein statischer Nachweis ist erforderlich für allseitig linienförmig gelagerte Vertikalverglasungen aus Mehrscheiben-Isolierglas mit alleiniger Beanspruchung aus Wind, Eigengewicht und klimatischen Lasten mit folgenden Bedingungen: – Glaserzeugnis: Floatglas, TVG, ESG/ESG-H oder VSG aus diesen Produkten – Fläche $\leq 1,6 \text{ m}^2$ – Scheibendicke $d \geq 4 \text{ mm}$ – Differenz der Scheibendicken $\leq 4 \text{ mm}$ – Scheibenzwischenraum $\leq 16 \text{ mm}$ – Charakteristische Windlast $\leq 0,8 \text{ kN/m}^2$ Das erhöhte Bruchrisiko bei kleinen Isolierglas-Scheiben ist hier zu beachten.
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	$k_c = 1,0$ unabhängig von der Glasart Die Norm stellt Mindestanforderungen an ein Berechnungsmodell zur Abbildung der Punkthalter und der Verglasung. Hierzu gehören z. B. Konvergenzuntersuchungen und die Verwendung von Finiten-Elementen. Hierbei ist zu beachten, dass Grenzfallbetrachtungen „statisch verschieblich“ und „statisch unverschieblich“ in der Ebene erforderlich sind.
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	Zusätzlich zu Windlasten sind horizontale Verkehrslasten entsprechend der Nutzungskategorie nach DIN EN 1991 zu berücksichtigen. Diese Kategorien (A bis D) sind nicht mit den Kategorien A, B und C der Absturzsicherung zu verwechseln. Die Nutzungskategorie orientiert sich an der Art des Nutzung (Wohn-, Büro- oder Verkaufsfläche oder z. B. besondere Situationen wie Personenansammlungen) und nicht an der Art der Konstruktion (z. B. raumhohe Verglasung oder eingespannte Brüstungsverglasung).
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	Alle Scheiben werden als intakt angenommen. Die Belastung orientiert sich hier auch an der Nutzungskategorie nach DIN EN 1991-1-1 und DIN EN 1991-1-1/NA. Es ist ein Nachweis für eine Flächenlast q und eine Einzellast Q in ungünstiger Laststellung mit einer Lastverteilungsfläche von $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ zu führen. Bei Treppen und Podesten kann von einer kurzzeitigen Einwirkungsdauer mit $k_{\text{mod}} = 0,7$ für nicht thermisch vorgespannte Gläser ausgegangen werden, bei abweichenden Beanspruchungsdauern ist k_{mod} entsprechend anzupassen.

Tabelle 9 Charakteristische Festigkeiten entsprechend der Produktnormen

Produkt	Regelwerke	Charakteristische Festigkeit f_k
Floatglas	DIN EN 572-9; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.10	$45 \frac{N}{mm^2}$
TVG	abZ Z-70.3-55; DIN EN 1863-1	$70 \frac{N}{mm^2}$
TVG emailliert	abZ, Z-70.3-55, Emaille auf Zugseite; DIN EN 1863-1	$45 \frac{N}{mm^2}$
ESG	DIN EN 12150-1; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.12	$120 \frac{N}{mm^2}$
ESG emailliert	DIN EN 12150-1; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.12	$90 \frac{N}{mm^2}$
Ornamentglas	DIN EN 572-9; BRL A, Teil 1 lfd. Nr. 11.10	$25 \frac{N}{mm^2}$

Tabelle 10 Beispiel: Bauteilwiderstände für ESG und TVG

	ESG	TVG
Mono	$\frac{120}{1,5} = 80 \frac{N}{mm^2}$	$\frac{70}{1,5} = 46,7 \frac{N}{mm^2}$
VG oder VSG	$\frac{120}{1,5} \cdot 1,1 = 88 \frac{N}{mm^2}$	$\frac{70}{1,5} \cdot 1,1 = 51,3 \frac{N}{mm^2}$

Anmerkung: Auf den ersten Blick erscheinen die Werte höher als die gewohnten Werte der TRLV, jedoch ist eine direkte Vergleichbarkeit der Bauteilwiderstände nicht gegeben, da auch auf der Einwirkungsseite die Beanspruchungen durch die Teilsicherheitsbeiwerte erhöht werden.

Tabelle 11 Beispiel: Bemessungswerte des Tragwiderstandes $[R_d]$ für Floatglas mit $k_c = 1,8$

	ED	Float Plattenbeanspruchung	Float Kantenbeanspruchung
Mono	Ständig	$11,25 \frac{N}{mm^2}$	$9,00 \frac{N}{mm^2}$
	Mittel	$18,00 \frac{N}{mm^2}$	$14,40 \frac{N}{mm^2}$
	kurz	$31,50 \frac{N}{mm^2}$	$25,20 \frac{N}{mm^2}$
VG oder VSG	Ständig	$12,40 \frac{N}{mm^2}$	$9,90 \frac{N}{mm^2}$
	Mittel	$19,80 \frac{N}{mm^2}$	$15,90 \frac{N}{mm^2}$
	kurz	$34,70 \frac{N}{mm^2}$	$27,70 \frac{N}{mm^2}$

Anmerkung 1: Die Werte gelten nur für allseitig linienförmig gelagerte Vertikalverglasungen. Bei einer Kombination von Linienlagerung und Klemmhaltern müssen die Werte mit $k_c = 1,0$ berechnet werden.

Anmerkung 2: Diese Werte gelten auch für die Verwendung von Floatglas als MIG.

7.2.1

1.7 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

$$E_d \leq C_d$$

bezieht sich bei Glas auf eine Beschränkung der Durchbiegungen. Als Einwirkungskombination wird die seltene Kombination (siehe Abschnitt 1.4) verwendet. Das Gebrauchstauglichkeitskriterium hängt von der Art der Verglasung ab: In der Regel sind die Verformungen immer auf L/100 begrenzt, nur bei begehbaren Verglasungen gilt L/200 (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12 Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit in Abhängigkeit der Lagerung und der Verwendung

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Definition des Gebrauchstauglichkeitskriterium C_d als Verformungsnachweis
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Allgemein: $C_d = L/100$ (evtl. höhere Anforderungen der Isolierglas-Hersteller sind zu beachten)</p> <p>Alternativ bei Vertikalverglasungen: Nachweis, dass durch die Sehnenverkürzung eine Mindestauflagerbreite von 5 mm nicht unterschritten wird.</p> <p>Formel zu Berechnung der Sehnenlänge: $s = \sqrt{L^2 - \frac{16}{3} h^2}$ mit h Durchbiegung L Länge in Haupttragrichtung der Scheibe Sehnenverkürzung $\Delta s = L - s$</p> <p>Berechnung der Durchbiegung: Hier wird auf die Ausführungen in Tabelle 15 und Tabelle 8 hingewiesen.</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>$C_d = L/100$</p> <p>Falls bei Klemmaltern ein geringerer Glaseinstand und eine kleinere Klemmfläche gewählt werden als es die konstruktiven Vorgaben erfordern, ist ein Mindestglaseinstand von 8 mm auch im verformten Zustand zu gewährleisten (die Summe der Sehnenverkürzung ist nur einer Seite zuzurechnen).</p> <p>Anforderungen an das Rechenmodell: s. Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit</p>
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	Als Belastung sind hier zusätzlich zu den Windlasten auch Holmlasten anzusetzen.
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	Alle Glasschichten dürfen als intakt für diesen Nachweis angenommen werden. $C_d = L/200$

1.8 Nachweis der Stoßsicherheit

Ein Nachweis der Stoßsicherheit ist nur bei absturzsichernden, begehbaren und zu Instandhaltungszwecken betretbaren Verglasungen erforderlich. Er erfasst z. B. den Fall einer Person gegen eine Verglasung (z. B. Absturzsicherung) oder aber das Ausrutschen einer Person auf einer Verglasung (z.B. Begehbarkeit). Bei absturzsichernden Verglasungen geht man von einem weichen Stoß aus, für begehbare Verglasungen wird die Bruchgefahr durch harte Gegenstände betrachtet.

Die Verglasung wird zuerst im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit für die vorhandenen Lasten statisch nachgewiesen, im Anschluss daran erfolgt der Nachweis der Stoßsicherheit. Dieser Nachweis ist nicht nur alleine für die Verglasung, sondern auch für die unmittelbare Befestigung (z. B. Pressleisten) zu führen.

Die Vorgehensweisen entsprechend DIN 18008-4 und DIN 18008-5 sind in Tabelle 13 zusammengestellt. Insbesondere DIN 18008-4 erweitert das bisherige Vorgehen entsprechend TRAV, da für linienförmig gelagerte Verglasungen auch die Möglichkeit des rechnerischen Nachweises gegeben wird. Dieser bezieht sich jedoch nur auf das Glas; die unmittelbare Befestigung muss separat nachgewiesen werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfahrungswerte wurden die bekannten Tabellen der TRAV mit Konstruktionen, die eine nachgewiesene Stoßsicherheit, aufweisen erweitert. Die Randbedingungen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. Falls hier Abweichungen vorliegen, geben beide Normteile ein detailliertes Prüfverfahren vor. Es ist hier zu erwarten, dass dann auch für begehbare Verglasungen von Baubehörden ein AbP als Regelungsinstrument eingeführt wird.

Tabelle 13 Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung

Normteil	Nachweis der Stoßsicherheit
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	<p>Menschenanprall, weicher Stoß</p> <p>Nachweis von Glasaufbau und unmittelbarer Befestigung durch</p> <ul style="list-style-type: none"> a) experimentellen Nachweis nach Teil 4, Anhang A: Durch einen Versuch werden das Glas und die zugehörige Befestigung zusammen nachgewiesen oder durch b) Einhaltung der konstruktiven Bedingungen nach Teil 4, Anhang B: Dieser Nachweis bezieht sich nur auf das Glas! c) rechnerischen Nachweis nach Teil 4, Anhang C: Dieser Nachweis bezieht sich nur auf das Glas oder durch d) Nachweis der unmittelbaren Befestigung nach Teil 4, Anhang D. <p>Bei Scheiben schmaler als 300 mm der Kategorie A bzw. schmaler als 500 mm der Kategorien B und C ist kein Nachweis der Stoßsicherheit erforderlich.</p> <p>Zu beachten ist, dass durch b) und c) nicht die unmittelbare Befestigung nachgewiesen wird, hier ist dann entweder ein Nachweis nach a) oder d) zusätzlich erforderlich.</p> <p>Rechnerischer Nachweis: Das rechnerische Verfahren ist generell nur bei linienförmig gelagerten Verglasungen der Kategorien A oder C anwendbar. Die Anwendungsgrenzen sind in der Norm angegeben. Es steht ein vereinfachtes Handrechenverfahren zu Verfügung, oder aber es darf eine Simulation des Stoßvorganges durchgeführt werden.</p>

Tabelle 13 Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung (Fortsetzung)

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: linienförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen der Kategorien A und C nach DIN 18008-4 Anhang B.1								
Kat.	Typ	Lager	Breite [mm]		Höhe [mm]		Glasaufbau von der Angriffs- zur Absturzseite [mm]	Zeile
A	MIG	allseitig	500	1300	1000	2500	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	1
			1000	2000	500	1300	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	2
			900	2000	1000	3000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	3
			1000	2500	900	2000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	4
			1100	1500	2100	2500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	5
			2100	2500	1100	1500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	6
			900	2500	1000	4000	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	7
			1000	4000	900	2500	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	8
			300	500	1000	4000	4 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	9
	300	500	1000	4000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/4 ESG	10		
	Einfach	allseitig	500	1200	1000	2000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	11
			500	2000	1000	1200	6 FG/0,76 PVB/6 FG	12
			500	1500	1000	2500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	13
			500	2500	1000	1500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	14
			1000	2100	1000	3000	10 FG/0,76 PVB/10 FG	15
			1000	3000	1000	2100	10 FG/0,76 PVB/10 FG	16
			300	500	500	3000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	17
C1 und C2			MIG	allseitig	500	2000	500	1100
	500	1500			500	1100	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/6 ESG	19
	Einfach	allseitig	1000	bel.	500	1100	6 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	20
			500	2000	500	1100	5 FG/0,76 PVB/5 FG	21
			1000	bel.	500	800	6 FG/0,76 PVB/6 FG	22
			800	bel.	500	1100	5 ESG/0,76 PVB/5 ESG	23
			800	bel.	500	1100	8 FG/0,76 PVB/8 FG	24
			500	800	1000	1100	6 FG/0,76 PVB/6 FG	25
			500	1100	800	1100	6 ESG/0,76 PVB/6 ESG	26
500	100	800	1100	8 FG/1,52 PVB/8 FG	27			
C3	MIG	allseitig	500	1500	1000	3000	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	28
			500	1300	1000	3000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/12 ESG	29
	Einfach	allseitig	500	1500	1000	3000	5 FG/0,76 PVB/5 FG	30

MIG = Mehrscheiben-Isolierverglasung; SZR = Scheibenzwischenraum; FG = Floatglas; ESG = Einscheiben-Sicherheitsglas; PVB = Polyvinylbutyral-Folie; bel. = beliebig

Weitere Bedingungen: – Eine Abweichung von der Rechteckform ist zulässig.
 – Der Mindestglaseinstand bei zweiseitig linienförmig gelagerten Verglasungen beträgt 18 mm.
 – Der Mindestglaseinstand bei allseitig linienförmig gelagerten Verglasungen beträgt 12 mm.
 – Klemmleisten müssen aus Metall bestehen und hinreichend steif sein, der Verschraubungsabstand darf 300 mm nicht überschreiten. Das System muss hinsichtlich der Stoßsicherheit nach Teil 4-Anhang D.1 nachgewiesen sein.
 – Bohrungen und Ausschnitte in der Verglasung sind unzulässig.
 – Scheibenzwischenraum: $12 \text{ mm} \leq \text{SZR} \leq 20 \text{ mm}$.
 – Glas und Foliendicken dürfen überschritten werden.
 – Floatglas darf durch TVG ersetzt werden.
 – Festigkeitsreduzierende Emailierungen sind unzulässig.

Im Scheibenzwischenraum der oben angegebenen Zweiseiben-Isoliergläser dürfen ESG- oder ESG-H-Scheiben angeordnet werden.
 Anmerkung: Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

Tabelle 13 Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung (Fortsetzung)

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: punktförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen der Kategorien A und C nach DIN 18008-4 Anhang B.2			
Kat.	VSG-Aufbau [mm] mit $d_{pVB} = 1,52$ mm	Max. Abstand benachbarter Punkthalter in x-Rtg. [mm]	Max. Abstand benachbarter Punkthalter in y-Rtg. [mm]
A	2 x 10 TVG	1200	1600
	2 x 8 ESG	1200	1600
	2 x 10 ESG	1600	1800
	2 x 10 ESG	800	2000
C	2 x 6 TVG	1200	700
	2 x 8 TVG	1600	800
	2 x 6 ESG	1200	700
	2 x 8 ESG	1600	800

Weitere Bedingungen:

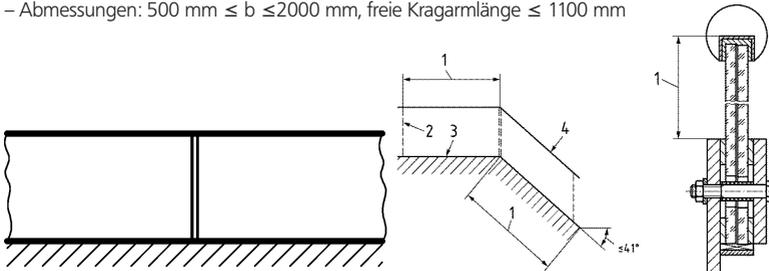
- Festigkeitsreduzierende Emaillierungen sind unzulässig.
- Die oben angegebenen Stützenraster werden eingehalten, die Größe der Scheiben ist nicht beschränkt.
- Tellerhalter nach Teil 3 mit $D_{\min} = 50$ mm, bei Achsabständen der Halter größer als 1200 mm $D_{\min} = 70$ mm.
- Nachweis der Stoßsicherheit der Halter nach DIN 18008-4 Anhang D.2.
- Bohrungen und Ausschnitte in der Verglasung sind unzulässig.

Anmerkung: Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: absturzsichernde Verglasungen der Kategorie B nach DIN 18008-4 Anhang B.3

Bedingungen:

- Ebene Glasscheiben.
- Bohrungen und Ausschnitte in der Verglasung sind neben den Bohrungen am Fußpunkt unzulässig.
- Festigkeitsreduzierende Emaillierungen sind unzulässig.
- VSG aus 2 x 10 mm ESG oder 2 x 10 mm TVG mit $d_{pVB} = 1,52$ mm
- Abmessungen: $500 \text{ mm} \leq b \leq 2000 \text{ mm}$, freie Kragarmlänge $\leq 1100 \text{ mm}$



Die Details bzgl. des Handlaufs und der Einspannkonstruktion sind der DIN 18008-4 zu entnehmen.

Anmerkung: Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

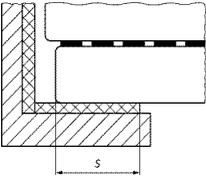
Tabelle 14 Vorgaben der DIN 18008-5 zum Nachweis der Stoßsicherheit und der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung

Normteil	Nachweis der Stoßsicherheit
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	Ausrutschen, Fall von Gegenständen, harter Stoß a) Bauteilversuche (siehe DIN 18008-5 Anhang A) b) Einhaltung von konstruktiven Randbedingungen (siehe DIN 18008-5 Anhang B)

Begehbare Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit nach DIN 18008-5			
Max. Länge [mm]	Max. Breite [mm]	VSG-Aufbau [mm] mit $d_{pVB} = 1,52$ mm	Mindestauflagertiefe s [mm]
1500	400	8 TVG / 10 FG / 10 FG	30
1500	750	8 TVG / 12 FG / 12 FG	30
1250	1250	8 TVG / 10 TVG / 10 TVG	35
1500	1500	8 TVG / 12 TVG / 12 TVG	35
2000	1400	8 TVG / 15 FG / 15 FG	35

Weitere Bedingungen:

- Für von der Rechteckform abweichende Verglasungen gelten die Abmessungen des umschließenden Rechtecks.
- Größere Scheiben dürfen verwendet werden, wenn diese durch kontinuierliche Zwischenstützungen unterteilt werden, sodass die oben genannten maximalen Abmessungen von jedem Feld eingehalten werden.
- Linienförmige Lagerung entsprechend Abbildung mit einem Schutz der Glaskanten gegen Stöße



- FG darf auch durch TVG ersetzt werden. Die oberste Scheibe darf auch in ESG oder ESG-H ausgeführt werden. Nur die oberste Scheibe darf eine festigkeitsreduzierende Oberflächenbehandlung aufweisen.
- Auflagerzwischenlagen: Silikon oder EPDM, dauerelastisch mit einer Shore-A-Härte von 60 bis 80, $d = 5$ mm bis 10 mm.

Anmerkung: Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

1.9 Nachweis der Resttragfähigkeit

Der Nachweis der Resttragfähigkeit betrachtet einen möglichen Bruch von Glasschichten, welcher beim spröden Werkstoff Glas auch ohne Vorankündigung durch Verformungen auftreten kann. Das Risiko von herabfallenden Glasscherben oder aber das Verletzungsrisiko wird hierdurch minimiert. Die Vorgaben orientieren sich an langjährigen Erfahrungen und in der Praxis bewehrten Konstruktionen.

Alle Normteile enthalten Vorgaben, die sich entweder auf konstruktive Vorgaben beziehen (z.B. zulässige Glasart oder Glasaufbau) oder aber zusätzliche rechnerische Nachweise für ein „Ausfallszenario“ erfordern. In Tabelle 14 sind diese Anforderungen getrennt nach den Normteilen zusammengefasst. Für eine linienförmige absturzsichernde Verglasungen müssen dann z.B. die Forderungen der DIN 18008-2 und DIN 18008-4 erfüllt werden.

Bisher wurde nur ein Resttragfähigkeitsversuch für begehbare Verglasungen in DIN 18008-5 definiert. Falls bei einer anderen Anwendung die konstruktiven Vorgaben nicht eingehalten werden, sind die Versuchsbedingungen mit den Obersten Baubehörden abzusprechen und eine Zustimmung im Einzelfall zu beantragen.

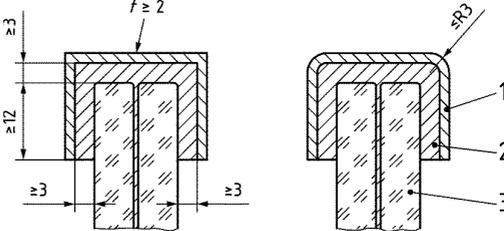
Tabelle 15 Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung

Normteil	Rechnerischer Nachweis „Ausfallszenario“, Versuche und zusätzliche konstruktive Regeln
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	–
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Horizontalverglasungen:</p> <p><i>Rechnerischer Nachweis</i> Horizontale Isolierverglasung: Nachweis der unteren Scheibe für den Ausfall der oberen Scheibe</p> <p><i>Konstruktive Vorgaben für Horizontalverglasungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –Einfachverglasungen oder untere Scheibe von Isolierverglasungen nur VSG aus Floatglas oder VSG aus teilvorgespanntem Glas oder Drahtglas –Bohrungen oder Ausschnitte dürfen ausreichende Resttragfähigkeit nicht beeinträchtigen. –VSG-Scheiben aus TVG darf Bohrungen im Bereich der Befestigung haben! –VSG-Scheiben mit einer Stützweite von mehr als 1,2 m sind allseitig zu lagern. $d_{PVB} \geq 0,76 \text{ mm}$ –bei Stützweite $L \leq 0,8 \text{ m}$ auch $d_{PVB} = 0,38 \text{ mm}$ zulässig –Drahtglas nur bei $L \leq 0,7 \text{ m}$, Glaseinstand mindestens 15 mm, Kanten müssen abtrocknen können! <p>Vertikalverglasungen (nur konstruktive Vorgaben):</p> <ul style="list-style-type: none"> –Einbauhöhe $> 4 \text{ m}$: grob brechende Glasarten müssen allseitig gelagert sein. ESG ist als ESG-H auszuführen (auch bei MIG)
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>Konstruktive Vorgaben für Horizontalverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> –Bei der Verwendung von Tellerhaltern ist nur eine VSG-Verglasung aus 2 x TVG (keine Isolierverglasung) zulässig. –Die Mindestdicke der Einzelscheiben beträgt 6 mm. –Die Mindestdicke der PVB-Folie beträgt $d = 1,52 \text{ mm}$. –Ausschnitte zwischen den Haltern sind nicht zulässig. –Der freie Rand darf höchstens 300 mm über die Halter auskragen. –Eine Kombination von Tellerhaltern und linienförmiger Lagerung ist zulässig, die genauen Regelungen sind DIN 18008-3 zu entnehmen. –Bei folgenden Systemen ist von einer ausreichenden Resttragfähigkeit auszugehen, unter der Voraussetzung, dass keine Zusatzanforderungen (z.B. Betretbarkeit zu Reinigungszwecken zu erfüllen sind):

Tabelle 15 Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung (Fortsetzung)

Normteil	Rechnerischer Nachweis „Ausfallszenario“, Versuche und zusätzliche konstruktive Regeln			
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen (Fortsetzung)	Tellerdurchmesser [mm]	Glasdicke TVG	Stützweite Richtung 1 [mm]	Stützweite Richtung 2 [mm]
	70	2 x 6	900	750
	60	2 x 8	950	750
	70	2 x 8	1100	750
	60	2 x 10	1000	900
	70	2 x 10	1400	1000
	<p>Punktförmige Klemmungen sind im Überkopfbereich nur in Kombination mit einer linienförmigen Lagerung für Druckbelastung zulässig. Die Klemmhalter wirken auf Sog, der maximale lichte Abstand beträgt 300 mm, die Klemmfläche je Halter muss größer sein als 1000 mm² und der minimale Glaseinstand beträgt 25 mm. Die Mindestglasaufbauten und maximalen Abstände der hier dargestellten Tabelle gelten dann entsprechend.</p> <p>Für reine Klemmhalter als Horizontalverglasung gibt es keine Regelungen, so dass hier eine ZIE mit Resttragfähigkeitsversuchen notwendig wäre!</p> <p>Konstruktive Vorgaben für Vertikalverglasungen: VSG aus ESG, ESG-H oder TVG (gebohrt oder geklemmt) Klemmhalter: ESG-H $d_{\min} = 6$ mm, MIG aus ESG-H, TVG, Floatglas oder VSG aus den zuvor genannten Produkten, VSG aus Floatglas Kombination aus linienförmig nach Teil 2 und punktförmig: Innenwinkel max. 120°</p>			
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	Rechnerischer Nachweis (nur für Kategorie B):			
	Außergewöhnliche Einwirkung im Sinne von DIN EN 1990 und DIN EN 1990/NA			
	Ausfall eines beliebigen Elementes der Glasbrüstung a) Ungeschützte Kanten: Szenario „komplette Glasscheibe fällt aus“ b) Geschützte Kanten: Szenario „eine Schicht der VSG-Scheibe fällt aus“			
Handlauf muss in der Lage sein, die Holmasten auf die Nachbarelemente, Endpfosten oder die Verankerung am Gebäude zu übertragen.				
Konstruktive Vorgaben:				
Kategorien A und C: Zugängliche freie Glaskanten müssen durch einen mechanischen Schutz („Kantenschutzprofil“) oder angrenzende Bauteile (Wände, Decken, benachbarte Scheiben, Abstand kleiner 30 mm) geschützt werden. Bei durch Tellerhalter gelagerten Scheiben darf hierauf verzichtet werden, da diese eine gute Resttragfähigkeit gewährleisten. In DIN 18008-4 Anhang D ist ein Kantenschutz beschrieben, falls hiervon abgewichen wird, enthält DIN 18008-4 Anhang E ein Prüfverfahren zur Überprüfung der Funktionalität eines Kantenschutzes.				

Tabelle 15 Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung (Fortsetzung)

Normteil	Rechnerischer Nachweis „Ausfallszenario“, Versuche und zusätzliche konstruktive Regeln
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen (Fortsetzung)	 <p>Die Anforderungen an den Kantenschutz können der DIN 18008-4 entnommen werden.</p>
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbbare Verglasungen	<p>Rechnerischer Nachweis: Außergewöhnliche Einwirkungskombination für den Fall, dass die obere Scheibe gebrochen ist.</p> <p>Resttragfähigkeitsnachweis:</p> <ol style="list-style-type: none"> Bauteilversuche (siehe Teil 5, Anhang A) Einhaltung von konstruktiven Randbedingungen (siehe Teil 5, Anhang B) Konstruktive Maßnahmen (z.B. durchsturzsichernde Zusatzkonstruktion, die ein Herabfallen von Glassplittern auf Verkehrsflächen verhindern).

1.10 Vorgehen bei der Bemessung

Anhand der Vorgehensweise in Tabelle 15 kann schrittweise eine Bemessung nach DIN 18008 erfolgen. Wie oben beschrieben beinhaltet diese Bemessung nicht die alleinige Ermittlung der statische erforderlichen Dicke, sondern auch Nachweise für die Stoßsicherheit und die Resttragfähigkeit.

Tabelle 16 Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008

	Vorgehen
Die Anwendung ist beschrieben: – Lagerung – Einbau – Zusatzanforderungen (Absturzsicherung, oder Betretbarkeit)	Festlegung der geltenden Normteile: – DIN 18008-1 ist immer gültig – DIN 18008-2 ist anzuwenden bei linienförmiger Lagerung, DIN 18008-3 gilt bei punktförmiger oder kombinierter Lagerung aus linienförmig und punktförmig. – Die weiteren Normteile sind dann bei Zusatzanforderungen wie z. B. Absturzsicherung oder Begehbarkeit zu beachten (DIN 18008-4 oder DIN 18008-5).
Wahl der Glasart und Auflagerbedingungen	Dimensionierung der Auflager und Wahl der Glasart nach – Tabelle 3: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze – Tabelle 13: Zusatzanforderungen für den Nachweis der Stoßsicherheit – Tabelle 14: konstruktive Regeln in Abhängigkeit der Einbauneigung für den Nachweis der Resttragfähigkeit

Tabelle 16 Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008 (Fortsetzung)

	Vorgehen
Belastung	<p>Eigengewicht g, Schnee s, Wind w und Verkehrslasten nach Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke [13]</p> <p>Klimalast bei MIG nach DIN 18008-1: Die Lastansätze sind evt. zu überprüfen (z.B. bei Verwendung in hohen geodätischen Höhen oder aber auch bei einer hohen Wärmeabsorption der Verglasung). Das vereinfachte Berechnungsverfahren nach DIN 18008-2 gilt nur bei rechteckigen 2-fach-MIG.</p>
<p>Möglichkeit A)</p> <p>Geometrisch lineare Berechnung der Spannungen und Verformungen</p>	<p><i>Lastaufteilung</i> Bei monolithischen Scheiben: nicht notwendig</p> <p>Bei Verbundglasscheiben: a) ohne Verbund: Aufteilung der Belastung entsprechend der Einzelsteifigkeit der Scheiben b) mit Verbund: keine Lastaufteilung, da die Scheibe als Paket mit vollem Verbund berechnet wird</p> <p>Bei Isolierglas-Scheiben: Grenzfallbetrachtung für ohne und vollen Verbund, Lastaufteilung nach DIN 18008-2 für rechteckige 2-fach-MIG oder sonst nach <i>Feldmeier</i> [8, 9].</p> <p><i>Einwirkungskombinationen</i> Für die einzelnen Lastanteile werden die Spannungen und Verformungen getrennt ermittelt und die Einwirkungskombinationen dann auf Basis der Spannungen und Verformungen berechnet. Falls es sich z.B. nur um Flächenlasten handelt, können auch vorab die Einwirkungskombinationen auf Basis der Belastungen berechnet werden.</p> <p>Bei nicht thermisch vorgespannten Glasscheiben müssen diese für die Einwirkungsdauern ständig, mittel und kurz ermittelt werden. Beispielhaft für ein Verbundglas im Überkopfbereich für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (vgl. Abschnitt 1.4 ff):</p> $E_d \text{ ständig} = 1,35 g$ $E_d \text{ mittel} = 1,35 g + 1,5 s$ $E_d \text{ kurz} = \max \begin{matrix} 1,35 g + 1,5 s + 1,5 \times 0,6 \times w_{\text{Druck}} \\ 1,35 g + 1,5 w_{\text{Druck}} + 1,5 \times 0,5 s \end{matrix}$
<p>Möglichkeit B)</p> <p>Geometrisch nichtlineare Berechnung der Spannungen und Verformungen</p>	<p>Bei einer nichtlinearen Berechnung müssen die Spannungen und Verformungen immer für die Einwirkungskombination auf Basis der Belastungen berechnet werden, da eine lineare Überlagerung der Lasten hier nicht möglich ist.</p>
<p>Berechnung der Bauteilwiderstände</p> <p>Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit</p>	<p>R_d wird gemäß Tabelle 8 berechnet:</p> $E_d < R_d$

Tabelle 16 Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008 (Fortsetzung)

	Vorgehen
Berechnung des Grenzkriteriums und Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	<p>C_d wird gemäß Tabelle 12 berechnet: $E_d < C_d$</p> <p>Falls der Nachweis der Verformungen berechnet mit linearer Plattentheorie nicht erfüllt wird, kann für die entsprechende Einwirkungskombination ein nichtlinearer Nachweis geführt werden. Eine lineare Überlagerung der Einzelteile ist hier nicht möglich, sondern die Spannungen und Verformungen sind bei gleichzeitigem Wirken aller Lastanteile zu berechnen. Bei MIG ist es sinnvoll, diesen Nachweis für das gesamte Scheibenpaket mit einer entsprechenden Software durchzuführen, da dann die Ermittlung der Klimlasten und die Lastkopplung auf Basis der nichtlinearen Berechnungstheorie erfolgen kann.</p>
Nachweis der Resttragfähigkeit	Falls neben der Einhaltung der konstruktiven Bedingungen aus Tabelle 15 noch einen rechnerischen Nachweis gefordert ist, ist dieser gesondert zu führen.
Nachweis der Stoßsicherheit	Falls die Konstruktion nicht durch nachgewiesene Glasaufbauten abgedeckt ist, muss ein Nachweis der Stoßsicherheit durch Versuche oder Berechnung geführt werden (vgl. Tabelle 13).

Schrifttum zu Kap. 7.2.1

- [1] DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln
- [2] Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV). DIBT 2006
- [3] Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV). DIBT 2006
- [4] Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV). DIBT 2003
- [5] Anforderungen an begehbare Verglasungen, Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren. DIBT-Mitteilungen 2/2001
- [6] Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzsicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten. HVBG Februar 2001
- [7] BF-Merkblatt 009/2011: Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen. Bundesverband Flachglas
- [8] Feldmeier, F.: Klimabelastung und Lastverteilung bei Mehrscheiben-Isolierglas. Stahlbau 06/2006
- [9] Feldmeier, F.: Bemessung von Dreifach-Isolierglas. Stahlbau 03/2011
- [10] ETAG 002: Leitlinie für Europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen.
- [11] DIN EN 13022: Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasungen
- [12] DIN EN 1990:2010-12 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1990/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
DIN EN 1990/NA/A1:2010-08 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Änderung A1
- [13] DIN EN 1991-1-1:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
DIN EN 1991-1-3:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten
DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
DIN EN 1991-1-4:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
- [14] Feldmann, M.; Kasper, R.; Langosch, K.: Glas für tragende Bauteile. Werner Verlag 2012
- [15] Kasper, R.; Piepłow, K.: DIN 18008 - Teil 1 und Teil 2 - Was ändert sich gegenüber der TRLV?
- [16] Kasper, R.; Piepłow, K.: DIN 18008 - Bemessungs- und Konstruktionsregeln für Bauprodukte aus Glas - Erfassung von Nutzlasten und Ausfallszenarien. Stahlbau 7/2012

7.2.2 Bedingt betretbare Verglasungen

7.2.2

Dachverglasungen, die z. B. zu Reinigungszwecken betreten werden müssen, sind entsprechend den Anforderungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften auszuführen.

Wir verweisen auf folgende Broschüre der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft BG BAU:

- „Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten“, GS-BAU-18, Ausgabe Februar 2001

Weitere Informationen:
www.bgbau.de

Vordimensionierung betretbarer Gläser zu Wartungs- und Reinigungszwecken

Gläser, die zu Wartungs- und Reinigungszwecken betretbar sind, müssen zusätzlich zu den Lastfällen Klima, Wind und Schnee statisch auf eine Punktlast 1,5 kN nachgewiesen werden. Als Wirkfläche gelten 100 mm x 100 mm. Die Punktlast ist dabei an ungünstigster Stelle anzunehmen. Bei Glastafeln, die auf Druckbelastungen vierseitig gelagert sind, ist die ungünstigste Stelle die Mitte der Glastafel. Bei zweiseitig auf Drucklasten gelagerten Glastafeln ist die ungünstige Position der Punktlast meistens in der Mitte des nicht gelagerten Scheibenrandes.

Zur Orientierung bzw. Vorkalkulation können aus unseren Glasdickentabellen geeignete Glasdicken entsprechend der Stützweite ermittelt werden. Die Glasdickentabellen berücksichtigen nur den Lastfall Punktlast in Scheibenmitte bei auf Drucklasten vierseitig gelagerten, rechteckigen Glastafeln.

Seitens des Anwenders ist zu überprüfen, ob die ermittelte Glasdicke auch für die anzusetzenden Wind- und Schneelasten ausreichend dimensioniert sind.

Die Tabellen ersetzen keine baustatische Berechnung.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		maximale Stützweite (kurze Kante b)							
		Isolierglas obere Scheibe (vierseitig auf Druck gelagert)				Isolierglas untere Scheibe (vierseitig auf Druck gelagert)			
		a/b ≤ 1,2		a/b > 1,2		a/b ≤ 1,2		a/b > 1,2	
Glasdicke (in mm)	ESG	VSG aus TVG	ESG	VSG aus TVG	VSG aus Float	VSG aus TVG	VSG aus Float	VSG aus TVG	
1	6	360	–	–	–	–	–	–	–
2	8	1200	–	1000	–	–	–	–	–
3	10	2100	–	1500	–	–	500	–	400
4	12	2800	450	2000	360	360	1100	–	800
5	16	–	1500	–	1100	1100	2000	850	1500
6	20	–	2600	–	2000	2400	2700	1700	2100

Tabelle 1: Vordimensionierung betretbarer Gläser zu Wartungs- und Reinigungszwecken, hier Isolierglas

	1	2	3	4	5
	maximale Stützweite (kurze Kante b)				
	Überkopfverglasung (Einfach) (vierseitig auf Druck gelagert)				
	a/b < 1,2		a/b > 1,2		
Glasdicke (in mm)	VSG aus Float	VSG aus TVG	VSG aus Float	VSG aus TVG	
1	6	–	–	–	–
2	8	–	–	–	–
3	10	–	–	–	–
4	12	–	450	–	360
5	16	390	1500	–	1100
6	20	940	2600	720	2000

Tabelle 2:
Vordimensionierung betretbarer Gläser zu
Wartungs- und Reinigungszwecken, hier
Einfachglas

Die Tabellen sind wie folgt anzuwenden:

Je nach Einbausituation, dem gewünschten Glastype und dem Seitenverhältnis ist eine Spalte der entsprechenden Tabelle auszuwählen. Anschließend ist in der ausgewählten Spalte die Zeile auszusuchen, bis die maximale Stützweite größer ist als die vorhandene Stützweite.

Beispiel:
Isolierglas betretbar zu Reinigungszwecken
B = 1000 mm x H = 1200 mm, vierseitig gelagert.

Untere Glastafel soll aus VSG aus Floatglas gefertigt werden

Für die Vordimensionierung der unteren Isolierglas-Tafel ist die Spalte 6 (Tabelle 1) zu wählen. In der Zeile 5 (Tabelle 1) ist die maximale Stützweite mit 1100 mm angegeben. Als VSG aus Floatglas ist also für den Lastfall Betretbarkeit zu Reinigungszwecken ein VSG 16/2 zu berücksichtigen. Anschließend ist vom Anwender noch zu prüfen, ob die ermittelte Glasdicke auch für vorhandenen Wind- und Schneelasten ausreichend ist.

7.3 Richtlinien und Merkblätter

7.3.1 Grundlagen Bauordnungsrecht

7.3

Einführung [u. a. 5]

Glas in der konstruktiven Anwendung ist eine noch relativ junge Disziplin. Wurde Glas bisher überwiegend als ausfachendes, raumabschließendes Element zum Schutz vor Wind und Regen eingesetzt, so wird es mittlerweile für Konstruktionen verwendet, die bisher vorwiegend anderen Materialien, wie z. B. Holz und Stahl, vorbehalten waren. Die vorhandenen Regelwerke und Normen für die Bemessung und Konstruktion sind unvollständig. Es ist demnach so, dass nicht alle Glasprodukte und Konstruktionen bauaufsichtlich geregelt sind. Daher ist die Kenntnis der grundlegenden Zusammenhänge im Bauordnungsrecht wichtig.

Rechtsgrundlage des Bauordnungsrechtes sind die Bauordnungen der Länder (Landesbauordnung – LBO). Die einzelnen LBOs basieren auf einer von der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) fortgeschriebenen Musterbauordnung (MBO) mit dem Ziel einheitlicher Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Länder im Bereich des Wohnungswesens, des Bauwesens und des Städtebaus. Darüber hinaus soll sie für einen einheitlichen Vollzug sorgen. Die MBO ist selbst kein Gesetz. Obwohl die LBOs von einer gemeinsamen MBO abgeleitet sind, können die bauordnungsrechtlichen Regelungen der einzelnen Bundesländer im Detail, insbesondere in Verfahrensfragen, voneinander abweichen.

Allerdings besteht keine Verpflichtung der Länder, ihre geltenden Bauordnungen zu ändern und der MBO anzupassen. Vielmehr bleibt es den Ländern grundsätzlich überlassen, ob und in welchem Umfang sie

die in der MBO vorgeschlagenen Regelungen aufgreifen und in ihren Bauordnungen umsetzen.

Entscheidend sind also die jeweiligen Bauordnungen der Länder und die dazu erlassenen Verordnungen.

Allgemeine Anforderungen, die sich in den jeweiligen LBOs wiederfinden, sind in §3 der MBO beschrieben:

Absatz (1) besagt:

„Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.“

Eine weitere Anforderung wird in Absatz (2) beschrieben:

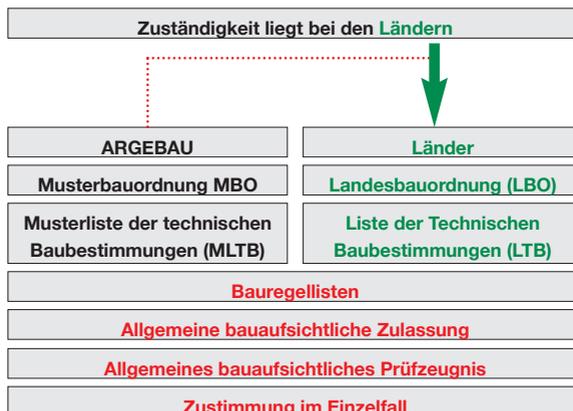
„Bauprodukte und Bauarten dürfen nur verwendet werden, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes erfüllen und gebrauchstauglich sind.“

In Absatz (3) heißt es u. a.:

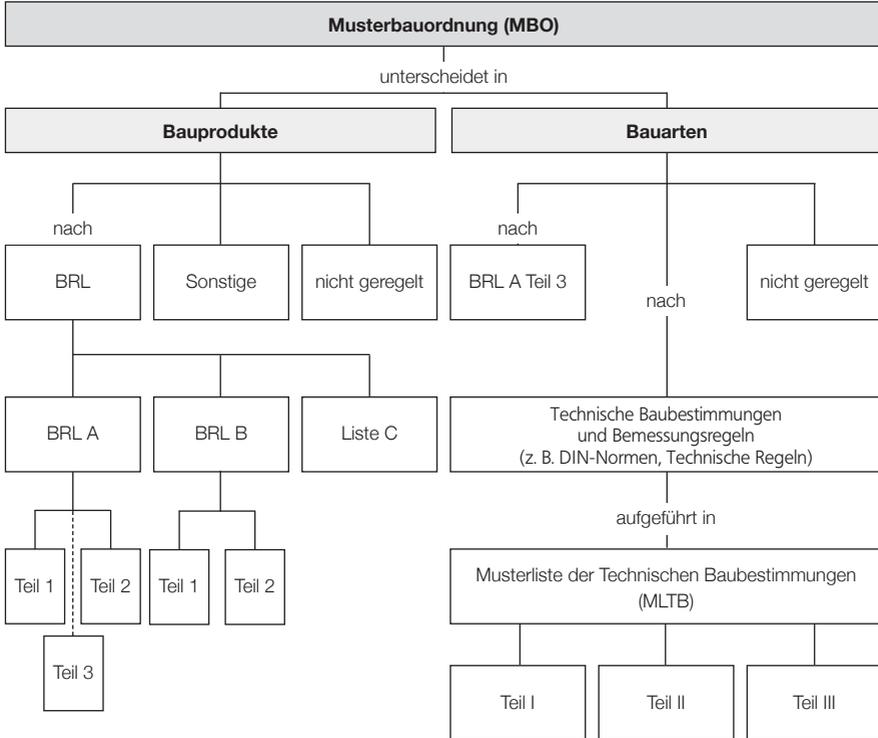
„Die von der obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten.“

Die MBO regelt also u. a. die Verwendung von Bauprodukten und Bauarten, um die genannten Anforderungen erfüllen zu können.

Folgende Darstellung soll einen Überblick geben, wie die Zuständigkeiten im Bauordnungsrecht geregelt sind.



Die nachfolgende Darstellung soll einen Überblick über den Regelungsinhalt der MBO in Bezug auf Bauprodukte und Bauarten geben. [2]



BRL A Teil 1: Geregelte Bauprodukte.

BRL A Teil 2: Nicht geregelte Bauprodukte, die anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nur ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis benötigen.

BRL A Teil 3: Nicht geregelte Bauarten, die anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nur ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis benötigen.

BRL B: Bauprodukte/Bauarten nach harmonisierten europäischen Normen mit CE-Kennzeichnung. Regelungsstand muss anhand Technischer Baubestimmungen überprüft werden.

Liste C: Bauprodukte, für die es weder Technische Baubestimmungen noch allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt und die für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Bedeutung haben. Verwendung wie geregelte Bauprodukte, aber ohne der Anforderung ein Ü Zeichen tragen zu müssen.

Sonstige Bauprodukte: Bauprodukte, für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt, die aber nicht in der BRL A Teil 1 geführt werden. Verwendung wie geregelte Bauprodukte.

Bauarten nach Technischen Baubestimmungen: Geregelte Bauarten.

Bauprodukte und Bauarten

7.3.1

Bauliche Anlagen sind unmittelbar mit dem Erdboden verbundene, aus Bauprodukten hergestellte Anlagen.

Baustoffe sind ungeformte und geformte Stoffe, die für die Herstellung von Bauteilen und Anlagen bestimmt sind. Ungeformte Stoffe sind z. B. Kies und Zement. Beispiele für geformte Stoffe sind künstliche Steine, Stahlträger oder Gussglas.

Bauteile sind aus Baustoffen hergestellte Gegenstände, die allein oder zusammen mit Baustoffen für die Herstellung baulicher Anlagen verwendet werden (z. B. Wände, Decken, Treppen oder Fenster).

Bauprodukte sind zum einen Bau, Bauteile und Anlagen, die zum dauerhaften Einbau in bauliche Anlagen bestimmt sind, und zum anderen aus Baustoffen und Bauteilen vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden (z. B. Fertiggarage, Silo). Im Glasbau bezeichnet die erste Definition sowohl die Basisprodukte aus Glas, wie beispielsweise Floatglas oder Gussglas aus Kalk-Natron-Silicatglas, als auch deren Veredlungsprodukte, wie zum Beispiel Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) oder Verbund-Sicherheitsglas (VSG).

Bauart ist Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen. Gemeint ist die konstruktive Art des Zusammenfügens von Baustoffen und/oder Bauteilen, z. B. im Mauerwerks-, Stahlbeton- oder Fassadenbau. In die zweite Definition für Bauprodukte fallen vorgefertigte Verglasungssysteme, das heißt werkseitig vormontierte Systeme, bestehend aus der Gshaltekonstruktion sowie der Verglasung, die im vormontierten Zustand auf die Baustelle geliefert und dort nur noch befestigt werden. Ein typisches Beispiel im konstruktiven Glasbau sind vorgefertigte absturzsichernde Verglasungen. [6]

Europarecht [1]

Im europäischen Recht ist zwischen dem Primärrecht und dem Sekundärrecht der Europäischen Union zu unterscheiden.

Das **Primärrecht** bildet die zentrale Rechtsquelle des Europarechts im engeren Sinne. Es besteht aus den zwischen den Mitgliedsstaaten geschlossenen Verträgen (auch Beitrittsverträge). Die Mitgliedsstaaten haben aber weiterhin die „verfassungsgebende Gewalt“. Die wichtigsten primärrechtlichen Verträge sind heute u. a. der Vertrag über die Europäische Union (EU-Vertrag) mit dazugehörigen Protokollen sowie späteren Änderungen und Ergänzungen.

Das Primärrecht enthält die grundlegenden Regelungen über die Funktionsweise der Europäischen Union. Das **Sekundärrecht** (vom Primärrecht abgeleitetes Recht) sind die auf Grundlage des Primärrechts von den Organen der Europäischen Union oder der Europäischen Atomgemeinschaft erlassenen Rechtsakte. Ein Rechtsakt ist eine Rechtshandlung, die auf Erzeugung einer Rechtsfolge abzielt (z. B. Rechtsakte, die gemäß einem Gesetzgebungsverfahren angenommen werden, sind Gesetzgebungsakte).

Das Sekundärrecht darf nicht gegen das Primärrecht verstoßen. Bei einem Verstoß gegen das Primärrecht kann der Europäische Gerichtshof Sekundärrecht für nichtig erklären.

Folgende Rechtsakte sieht Art. 288 des AEUV (Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union) vor:

Verordnung, allgemeine Regelung mit unmittelbarer innerstaatlicher Geltung; entspräche im staatlichen Recht einem Gesetz

Richtlinie, ist hinsichtlich des Zieles verbindlich, allgemeine Regelung, die von den Mitgliedsstaaten innerhalb einer bestimmten Frist in staatliches Recht umzusetzen ist; sie überlässt den Mitgliedsstaaten jedoch die Wahl der Form und der Mittel.

Beschlüsse, verbindliche Regelung im Einzelfall; eine Entscheidung ist nur für die darin bezeichneten Adressaten verbindlich; entspräche im staatlichen Recht einem Verwaltungsakt.

Empfehlungen und Stellungnahmen sind rechtlich nicht verbindlich

Der **freie Warenverkehr** ist eine der vier im Binnenmarkt der Europäischen Union garantierten Freiheiten. Seit Januar 1993 wurden die Kontrollen des Warenverkehrs innerhalb des Binnenmarktes abgeschafft, so dass die EU zu einem Raum ohne Grenzen wurde. Die Warenverkehrsfreiheit wird durch die Zollunion und das Verbot von mengenmäßigen Ein- und Ausfuhrbeschränkungen sowie Maßnahmen gleicher Wirkung begründet. Der freie Warenverkehr gilt für alle Waren aus den Mitgliedsstaaten sowie für diejenigen Waren aus dritten Ländern (u. a. Europäische Freihandelszone EFTA), die sich in den Mitgliedsstaaten im freien Verkehr befinden.

Neben dem freien Warenverkehr wurde beim Bauproduktengesetz (BauPG), das seinerzeit die Bauproduktenrichtlinie einführt, auch das Inverkehrbringen eines Bauproduktes in Deutschland geregelt. Auf-

grund europäischer Verträge darf der freie Warenverkehr zwischen den Mitgliedsstaaten keinen Beschränkungen unterliegen. Da mit der Einführung der EU-BauPVO auch das BauPG an Bedeutung verloren hat, wird in diesem auch nicht mehr das Inverkehrbringen erwähnt, da dieses zusätzliche Anforderungen stellen und somit zusätzliche Beschränkungen für andere Mitgliedsstaaten bedeuten würde. Davon betroffen sind aber nicht die Anwendung von Bauprodukten sowie deren Nachweise.

Die Bauproduktenrichtlinie und Bauproduktenverordnung [4, 8]

In Europa ist Ende 1988 die Bauproduktenrichtlinie (BPR) erlassen worden. Die Bauproduktenrichtlinie erfasst den freien Warenverkehr mit Bauprodukten, deren Inverkehrbringen und Verwendung.

Das Konzept der BPR sieht vor, nicht die technischen Einzelheiten eines Produktes oder einer Produktgruppe zu beschreiben; vielmehr solle sie die wesentlichen Anforderungen erfassen, die von dem Produkt oder der Produktgruppe zu erfüllen sind und die dann bei der Erarbeitung der technischen Spezifikationen berücksichtigt werden müssen.

Das „Endprodukt“ des Bauvorgangs ist das Bauwerk bzw. die bauliche Anlage. Bei der europäischen Harmonisierung geht es aber nicht um dieses „Endprodukt“.

Ziel der BPR (Richtlinie des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedschaft über Bauprodukte 89/106/EWG) ist eine Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften, die Bauprodukte betreffen. Die Bauprodukte können jedoch nicht aus sich heraus z. B. „standsicher“ sein. Vielmehr geht es um die Einbausituation: Welche Lasten hat z. B. der Träger aufzunehmen? In Bezug z. B. auf umweltschädigende Auswirkungen: Hängt der Einfluss des Produkts auch von der jeweiligen Verwendung ab? Können ggf. vorhandene gefährliche Substanzen oder Gase aus dem Produkt austreten oder ist dies aufgrund der Einbausituation nicht möglich, weil es versiegelt ist? Konsequenterweise richten sich die in der BPR genannten wesentlichen Anforderungen nicht an die Bauprodukte selbst, sondern an die Bauwerke, die aus den Produkten hergestellt werden. Hinsichtlich der Produkte wird verlangt, dass sie geeignet, also „brauchbar“, sein müssen, damit die Bauwerke die wesentlichen Anforderungen erfüllen können.

Die Fortschreibung der BPR ist die Bauproduktenverordnung (EUBauPVO). Diese ist vollständig am 01.07.2013 in Kraft getreten. Mit der Einführung der

EUBauPVO haben sich auch einige Begriffe geändert. So werden zukünftig die "wesentlichen Anforderungen" nach EUBauPVO in "Grundanforderungen" umbenannt. Nach Artikel 3 und Anhang I sind diese wie folgt.

1. mechanische Festigkeit und Standsicherheit,
2. Brandschutz,
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz,
4. Nutzungssicherheit,
5. Schallschutz sowie
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz.
7. Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen.

Sie werden in den Grundlagendokumenten detailliert beschrieben.

Die Verantwortung für die Regelungen für Entwurf, Bemessung und Ausführung der Bauwerke liegt nach wie vor in der Verantwortung der Mitgliedsstaaten. Sie haben damit auch die Möglichkeit und ggf. die Pflicht, Verwendungsregeln für die Produkte festzulegen. Sie tun dies unter Berücksichtigung der geografischen, klimatischen und lebensgewohnheitlichen Randbedingungen sowie der gegebenen und begründeten Schutzniveaus, die auf einzelstaatlicher, regionaler oder lokaler Ebene bestehen.

Die EUBauPVO sieht zwei Arten von technischen Spezifikationen vor, denen ein Bauprodukt entsprechen muss. Die harmonisierte Norm und Europäische Technische Bewertung (ETB), ehemals Europäisch Technische Zulassung (ETA- European Technical Approval). Entspricht ein Bauprodukt einer dieser technischen Spezifikationen muss für dieses eine Leistungserklärung erstellt werden.

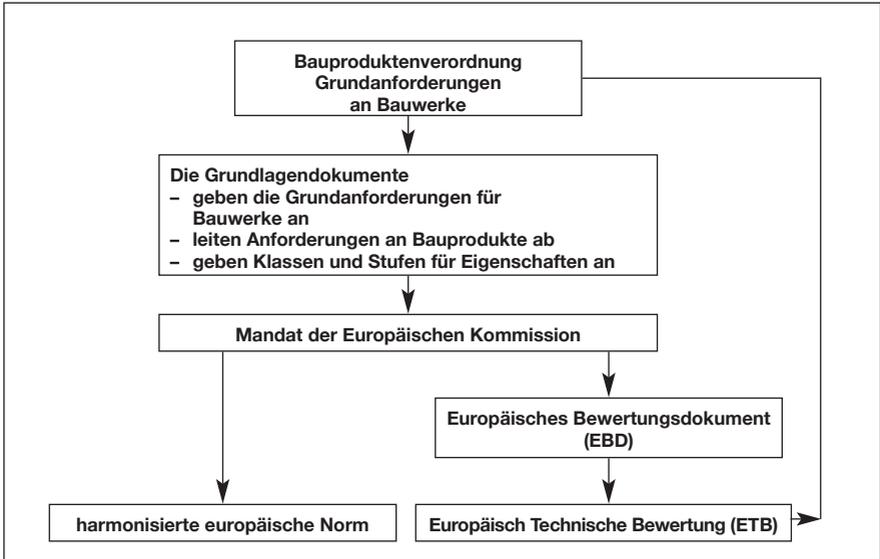
Grundlage für die Erarbeitung von harmonisierten Normen ist ein Normungsauftrag der Kommissionsdienste, ein „Mandat“, an die europäischen Normungsorganisationen CEN bzw. CENELEC.

Die Mandate enthalten einen allgemeinen Teil, der Grundlagen zur Bearbeitung des Auftrags beschreibt.

Die BPR wird zur Zeit überarbeitet, da es zahlreiche Probleme bei der praktischen Umsetzung gegeben hat. Im Rahmen einer verbesserten Rechtsetzung und einer Rechtsvereinfachung soll die BPR deshalb in eine Bauproduktenverordnung überführt werden.

7.3.1

Im folgenden Bild wird der Zusammenhang zwischen den wesentlichen Anforderungen an Bauwerke, den Grundlagendokumenten, den Mandaten der Europäischen Kommission für die Erarbeitung von technischen Spezifikationen und den technischen Spezifikationen selbst dargestellt.



Umsetzung der EUBauPVO [4, 8]

Wie bereits erwähnt, muss die BauPVO nicht mehr in nationales Recht umgesetzt werden. Sie gilt unmittelbar und hat den Status eines nationalen Gesetzes. Aufgrund dieser Tatsache hat das BauPG mit dem die ehemalige BPR in nationales Recht umgesetzt wurde, an Bedeutung verloren. Das BauPG vom 01.07.2013 enthält „lediglich“ noch Regelungen, soweit die EUBauPVO den nationalen Gesetzgebern eigene diesbezügliche Spielräume zugesteht, wie beispielsweise die Festlegung der Sprache, in der die Leistungserklärung erstellt werden muss. In Deutschland muss die Leistungserklärung in Deutsch erstellt werden.

Brauchbarkeit und Konformität [8]

Nach der EUBauPVO muss ein Bauprodukt brauchbar sein, damit es in den Verkehr gebracht und verwendet werden darf. Es ist brauchbar, wenn es den wesentlichen Anforderungen entspricht. Die Brauchbarkeit wird vermutet, wenn das Bauprodukt mit einer harmonisierten oder anerkannten Norm übereinstimmt. Existiert weder eine harmonisierte noch

anerkannte Norm oder weicht das Bauprodukt in einem oder mehreren wesentlichen Punkten ab, bedarf das Bauprodukt eines besonderen Brauchbarkeitsnachweises in Form einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA).

Die Brauchbarkeit ist hinsichtlich ihrer Konformität nachzuweisen. Es ist nachzuweisen, dass das Bauprodukt mit den maßgeblichen technischen Bezugsdokumenten (Norm oder Zulassung) übereinstimmt.

Brauchbarkeit und nachgewiesene Konformität berechnen und verpflichten den Hersteller oder seinen in der EU ansässigen Vertreter, das Bauprodukt mit CE-Kennzeichnung zu kennzeichnen. Eine Übersicht der Klassen und Stufen sind in der jeweiligen harmonisierten Norm genannt.

Auf Grund der föderalen Struktur und der entsprechenden Gesetzgebungskompetenzen war es darüber hinaus notwendig, die Regelungen über die Verwendung bzw. den Einbau der in Verkehr gebrachten Bauprodukte über die Bauordnungen der Länder umzusetzen.

Diese Umsetzung machte es notwendig, das Instrument der Bauregelliste zu schaffen.

Wie zuvor bereits beschrieben, liegt die Gesetzgebungskompetenz im Rahmen des Bauordnungsrechts und somit die Erstellung der LBO in den einzelnen Bundesländern.

Soweit die BPR jedoch Vorgaben für die Verwendbarkeit von Bauprodukten enthält, war – aufgrund des europäischen Bezuges – eine Umsetzung der Vorgaben in allen Ländern erforderlich, so dass insofern kein Entscheidungsspielraum der Länder verblieb. Daher ist der Regelungsgehalt der §§ 18 und folgende der MBO, die die Verwendbarkeit und den Nachweis der Verwendbarkeit von Bauprodukten regeln, in alle Landesbauordnungen eingeflossen.

Nach der MBO/den LBOs sind folgende Bauprodukte zu unterscheiden:

- Geregelte Bauprodukte
- Nicht geregelte Bauprodukte
- Sonstige Bauprodukte
- Nach dem BauPG oder weiteren Vorschriften zur Umsetzung anderer EU-Richtlinien in Verkehr gebrachte Bauprodukte, die die CE-Kennzeichnung tragen
- Vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Liste C bekannt gemachte Bauprodukte von untergeordneter baurechtlicher Bedeutung.

Bauregellisten

Die MBO/Landesbauordnungen schreiben vor, dass die von der obersten Bauaufsichtsbehörde der Länder durch öffentliche Bekanntmachung eingeführten technischen Regeln zu beachten sind. Das DIBt hat die Aufgabe, die technischen Regeln für Bauprodukte (und Bauarten) in den Bauregellisten A, B und C aufzustellen und im Einvernehmen mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder bekannt zu machen. Die Listen werden 1 x jährlich als Komplettausgabe vom DIBt veröffentlicht; zwischendurch gibt es überarbeitete Fortschreibungen. Die Bauregellisten A, B und C beinhalten unterschiedliche Teile mit unterschiedlichen Regelungsbereichen.

Bauregelliste A

In der Bauregelliste A Teil 1 werden Bauprodukte, für die es technische Regeln gibt (geregelte Bauprodukte), die Regeln selbst, die erforderlichen Übereinstimmungsnachweise und die bei Abweichung von den technischen Regeln erforderlichen Verwendbarkeitsnachweise, bekannt gemacht.

Glasprodukte werden in der BRL A Teil 1 im Abschnitt 11 aufgeführt. Die zugehörigen Anlagen 11.5 bis 11.11 enthalten weitere Bestimmungen, wie z. B. zum Nachweis der charakteristischen Biegezugfestigkeit. Da in den letzten Jahren im Bereich der geregelten Bauprodukte aus Glas ein Übergang von der nationalen Normung hin zur europäischen Normung stattfand, sind die Bauprodukte nach nationaler Normung aus der BRL gestrichen worden und durch ihre Äquivalente nach europäischer Normung ersetzt worden. Ein Beispiel für geregelte Bauprodukte aus Glas sind Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Silicatglas nach EN 572-9, wie z. B. Floatglas.

Die Bauregelliste A Teil 2 gilt für nicht geregelte Bauprodukte, die entweder nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die Sicherheit baulicher Anlagen dienen und für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt oder die nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden. Für die Verwendung ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich.

Für den Bereich Glasbau wird hier das Bauprodukt „Vorgefertigte absturzsichernde Verglasung nach TRAV“ geführt. Dies betrifft absturzsichernde Verglasungen, die nicht wesentlich von den Vorgaben der zugehörigen Technischen Baubestimmung (TRAV – Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen) abweichen und daher nach einem allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden können.

Die Bauregelliste A Teil 3 gilt entsprechend für nicht geregelte Bauarten. Diese benötigen wie die Bauprodukte aus Teil 2 der BRL A für die Verwendung ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (AbP). Der Anwender der Bauart muss bestätigen, dass sie entsprechend den Bestimmungen des AbP ausgeführt wurde und die verwendeten Bauprodukte ebenfalls den Angaben des Prüfzeugnisses entsprechen. Die Kriterien, die diese Bauarten beschreiben, sind die gleichen wie vorab bei den Bauprodukten nach Teil 2 der BRL A genannt. Für den konstruktiven Glasbau wird nur eine Bauart genannt, bei der diese Kriterien zutreffen: absturzsichernde Verglasungen nach TRAV, deren Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen experimentell nachgewiesen werden soll. Da es sich dabei um ein allgemein anerkanntes Prüfverfahren handelt, erfolgt die Zuordnung dieser nicht geregelten Bauart zum Teil 3 der BRL A.

7.3.1

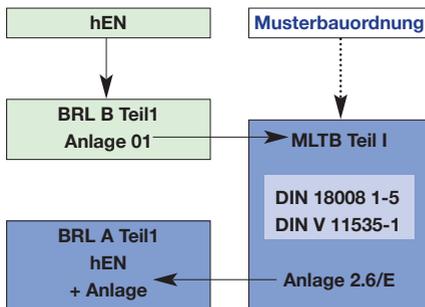
Bauregelliste B

In der Bauregelliste B werden Bauprodukte aufgenommen, die nach Vorschriften der Mitgliedsstaaten der EU – einschließlich deutscher Vorschriften – und der Vertragsstaaten des Abkommens über den europäischen Wirtschaftsraum zur Umsetzung von Richtlinien der EU in Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen und die die CE-Kennzeichnung tragen.

Die Bauregelliste B Teil 1 ist Bauprodukten vorbehalten, die aufgrund des EUBauPVO in Verkehr gebracht werden, für die es technische Spezifikationen und in Abhängigkeit vom Verwendungszweck Klassen und Leistungsstufen gibt. Darüber hinaus sind Anwendungsnormen und Anwendungsregelungen für Bauprodukte und Bausätze nach technischen Spezifikationen nach der BPR in der Liste der technischen Baubestimmungen enthalten.

In der Bauregelliste B Teil 2 werden Bauprodukte aufgenommen, die aufgrund anderer Richtlinien als der BPR in Verkehr gebracht werden, die CE-Kennzeichnung tragen und nicht alle wesentlichen Anforderungen nach dem BauPG erfüllen. Zusätzliche Verwendbarkeitsnachweise sind deshalb erforderlich.

Nachfolgende Grafik verdeutlicht, wie es trotz harmonisierter europäischer Normen (hEN) zu zusätzlichen Regelungen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten in Deutschland kommen kann. Somit kann neben der CE Kennzeichnung in Deutschland auch das Ü-Zeichen notwendig sein.

**Liste C**

In der Liste C werden nicht geregelte Bauprodukte aufgenommen, für die es weder technische Baubestimmungen noch Regeln der Technik gibt und die für die Erfüllung baurechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Anerkannte Regeln der Technik

Unter dem unbestimmten Rechtsbegriff der anerkannten Regeln der Technik werden technische Regelwerke verstanden, die wissenschaftlich erwiesen, theoretisch richtig, in Fachkreisen bekannt, die aufgrund fortdauernder Erfahrung weiterhin geeignet sind und die sich in der Praxis restlos durchgesetzt haben.

Stand der Technik

Der Stand der Technik entspricht einem Erkenntnisstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der die praktische Eignung der Maßnahme auf die angestrebten Ziele insgesamt gesichert erscheinen lässt. Dieser Entwicklungsstand ist aber noch nicht langjährig erprobt und meist nur Spezialisten bekannt.

Stand der Wissenschaft

Unter dem Stand der Wissenschaft versteht man technische Regelwerke, die wissenschaftlich nachgewiesen, experimentell erprobt, anwendungstechnisch aber nicht erprobt sind.

Bauprodukte und deren Verwendbarkeit

Unter Berücksichtigung der Bauregellisten ergeben sich folgende Regelungen zur Verwendbarkeit der einzelnen Kategorien von Bauprodukten:

Geregelte Bauprodukte und deren Verwendbarkeit

Geregelte Bauprodukte werden nach technischen Regeln hergestellt, die in Teil 1 der Bauregelliste A bekannt gemacht werden. Bauprodukte gelten auch noch als „geregelt“, wenn sie nur unwesentlich von den technischen Regeln der Bauregelliste A Teil 1 abweichen.

Geregelte Bauprodukte entsprechen den in der Bauregelliste A bekannt gemachten technischen Regeln. Für sie ist stets ein Übereinstimmungsnachweis zu führen.

Die Art des Übereinstimmungsnachweises,

- ÜH Übereinstimmungserklärung des Herstellers,
- ÜHP Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauprodukts durch eine anerkannte Stelle oder
- ÜZ Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle,

wird in der Bauregelliste A für das jeweilige Bauprodukt vorgegeben.

Den Abschluss des Übereinstimmungsverfahrens bildet die Kennzeichnung des Bauproduktes mit dem Ü-Zeichen.

Nicht geregelte Bauprodukte und deren Verwendbarkeit

Von nicht geregelten Bauprodukten ist dann auszugehen, wenn die Bauprodukte entweder wesentlich von den in der Bauregelliste A Teil 1 enthaltenen technischen Regeln abweichen oder wenn es für sie keine derartigen technischen Regeln gibt (Bauregelliste A Teil 2).

Nicht geregelte Bauprodukte bedürfen daher eines besonderen Verwendbarkeitsnachweises. Das Bauordnungsrecht sieht folgende Verwendbarkeitsnachweise vor:

- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt (§ 18 MBO)
- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (§ 19 MBO)
- Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde (§ 20 MBO)

Nicht geregelte Bauprodukte bedürfen einer Bestätigung, dass sie mit den allgemeinen technischen Zulassungen, den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen oder den Zustimmungen im Einzelfall übereinstimmen (§ 22 Abs. 1 MBO). Die Bestätigung der Übereinstimmung kann durch eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers (§ 23 MBO) oder durch ein Übereinstimmungszertifikat (§ 24 MBO) erfolgen. Den Abschluss des Übereinstimmungsverfahrens bildet die Kennzeichnung des Bauproduktes mit dem Ü-Zeichen.

Sonstige Bauprodukte und deren Verwendbarkeit

Unter sonstigen Bauprodukten werden Bauprodukte verstanden, die für die Erfüllung der bauaufsichtlichen Anforderungen nicht von besonderer sicherheitsrelevanter Bedeutung sind, für die technische Vorschriften technisch-wissenschaftlicher Vereinigungen, fachspezifischer Institutionen und Ingenieur-Verbände als allgemein anerkannte Regeln der Technik zwar bestehen, deren Aufnahme in die Bauregelliste A aber von der Bauaufsicht nicht als notwendig angesehen wird. Die Landesbauordnungen fordern für diese Bauprodukte keine Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise.

Bauarten

Wie oben bereits beschrieben, fordert die MBO die Beachtung der technischen Regeln für die Erstellung von Bauarten, die in den technischen Baubestimmungen bekannt gemacht werden.

Technische Baubestimmungen präzisieren, wie technisch zu verfahren ist, damit sichergestellt ist, dass bauliche Anlagen nicht die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen gefährden. Alle darüber hinausreichenden Vorgaben, etwa zugunsten einer weiteren Qualitätssteigerung oder anderweitiger Schutzziele, können baurechtlich nicht gefordert werden und sind gegebenenfalls ausdrücklich von der Einführung auszunehmen.

Die Technischen Baubestimmungen müssen von allen am Bau Beteiligten bei Planung, Berechnung und Ausführung von baulichen Anlagen beachtet werden. Technische Baubestimmungen können beispielsweise bestimmte DIN-Normen, Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAFStb), Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbau (DASt) und Technische Regeln der ARGEBAU sein. Technische Regeln werden zu Technischen Baubestimmungen im Sinne der Landesbauordnungen, indem sie entweder über die „Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB)“ oder über die vom DIBt veröffentlichte Bauregelliste (BRL) bekannt gemacht werden. Eine DIN-Norm mit bautechnischem Inhalt ist deshalb nicht automatisch eine Technische Baubestimmung. Der Umfang der Technischen Baubestimmungen ist im Sinne des Begriffs „anerkannte Regeln der Technik“ nicht abschließend.

Verwendbarkeit von Bauarten

Nicht geregelte Bauarten, d. h. Bauarten, die von Technischen Baubestimmungen wesentlich abweichen oder für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt, dürfen bei der Errichtung baulicher Anlagen nur angewendet werden, wenn für sie

- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) oder
- eine Zustimmung im Einzelfall (Z.i.E)

erteilt worden ist. An Stelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung genügt ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (AbP), wenn die Bauart nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die

7.3.1

Sicherheit baulicher Anlagen dient oder nach einem allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden kann. Bauarten, deren Verwendbarkeit durch ein AbP nachgewiesen werden kann, sind in der Bauregelliste A Teil 3 aufgelistet. Für Bauarten ist wie für Bauprodukte ein Übereinstimmungsnachweis zu erbringen, es entfällt jedoch die Notwendigkeit der Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen.

Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB)

Die LTB wird auf Basis einer durch die Gremien der ARGEBAU in der Regel jährlich erstellten Musterliste von den Ländern bekannt gemacht.

Die Liste der Technischen Baubestimmungen enthält technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile, deren Einführung als Technische Baubestimmungen auf der Grundlage des § 3 Abs. 3 MBO/LBO erfolgt. Technische Baubestimmungen sind allgemein verbindlich, da sie nach § 3 Abs. 3 MBO beachtet werden müssen. Es werden nur die technischen Regeln eingeführt, die zur Erfüllung der Grundsatzanforderungen des Bauordnungsrechts unerlässlich sind. Die Bauaufsichtsbehörden sind allerdings nicht gehindert, im Rahmen ihrer Entscheidungen zur Ausfüllung unbestimmter Rechtsbegriffe auch auf nicht eingeführte, allgemein anerkannte Regeln der Technik zurückzugreifen. Soweit technische Regeln durch die Anlagen in der Liste geändert oder ergänzt werden, gehören auch die Änderungen und Ergänzungen zum Inhalt der Technischen Baubestimmungen. Anlagen, in denen die Verwendung von Bauprodukten (Anwendungsregelungen) nach harmonisierten europäischen Normen nach der Bauproduktenrichtlinie geregelt ist, sind durch den Buchstaben „E“ kenntlich gemacht.

Gibt es im Teil I der Liste keine technischen Regeln für die Verwendung von Bauprodukten nach harmonisierten Normen und ist die Verwendung auch nicht durch andere allgemein anerkannte Regeln der Technik geregelt, können Anwendungsregelungen auch im Teil II Abschnitt 5 der Liste enthalten sein. Europäische technische Zulassungen enthalten im Allgemeinen keine Regelungen für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile, in die die Bauprodukte eingebaut werden. Die hierzu erforderlichen Anwendungsregelungen sind im Teil II Abschnitte 1 bis 4 der Liste aufgeführt. Im Teil III sind Anwendungsregelungen für Bauprodukte und Bausätze, die in den Geltungsbereich von Verordnungen nach § 17 Abs. 4 und § 21 Abs. 2 MBO fallen (zur Zeit nur die Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten, durch Nachweise nach der Muster-

bauordnung (WasBau-PVO) aufgeführt. Die technischen Regeln für Bauprodukte werden nach § 17 Abs. 2 MBO) in der Bauregelliste A bekannt gemacht. Sofern die in Spalte 2 der Liste aufgeführten technischen Regeln Festlegungen zu Bauprodukten (Produkteigenschaften) enthalten, gelten vorrangig die Bestimmungen der Bauregellisten.

Im Text der LTB kann bei einzelnen Regeln auf zusätzlich mitgeltende Anlagen verwiesen werden. In den Anlagen zur LTB können beispielsweise bestimmte Teile von Normen von der Einführung ausgenommen, zusätzliche Anforderungen erhoben, Erleichterungen festgelegt oder Druckfehler korrigiert sein. Es ist daher zwingend erforderlich, neben dem Text der aufgeführten Regeln (Normen, Richtlinien usw.) auch ggf. mitgeltende Anlagen zu beachten.

Teil I: Technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile.

Teil II: Anwendungsregelungen für Bauprodukte und Bausätze nach europäischen technischen Zulassungen und harmonisierten Normen nach der Bauproduktenrichtlinie.

Die technischen Regeln für Bauprodukte werden nach §17 Abs.2 der MBO bzw. der entsprechenden LBO ebenfalls vom DIBT in der Bauregelliste A bekannt gemacht.

Beispiel:

Anlage 2/1

1. Bis zu einer Einbauhöhe von 8 m über Gelände sind entweder Typ I oder Typ II zu verwenden.

Ab einer Einbauhöhe von 8 m sind geklebte Glasstrukturen nach Typ I zu verwenden. Die Verwendung von Glasstrukturen nach Teil 2 der Leitlinie, bei denen die Glasplatten mit beschichtetem Aluminium verklebt werden, ist nur bis zu einer Einbauhöhe von 8 m über Gelände und nur unter Verwendung von Typ I zulässig.

2. Die Anwendung des Bauprodukts Silikonklebstoff in geklebten Glasstrukturen bedarf einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Bauart.

Teil III: Anwendungsregelungen für Bauprodukte und Bausätze nach europäischen technischen Zulassungen und harmonisierten Normen nach der Bauproduktenrichtlinie im Geltungsbereich von Verordnungen nach § 17 Abs. 4 und § 21 Abs. 2 MBO.

Wesentliche Anwendungsnormen und -regeln für das Bauen mit Glas nach MLTB Teil I

DIN 18516-4: Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Einscheiben-Sicherheitsglas; Anforderungen, Bemessung, Prüfung Februar 1990

Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV) August 2006

Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) Januar 2003

Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV) August 2006

DIN V 11535-1: Gewächshäuser; Ausführung und Berechnung Februar 1998
zusätzlich zu den TRLV, TRAV und TRPV gelten die Anlagen 2.6/1, 2.6/6 E und 2.6/10

Anlage 2.6/1

Zu den Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV)

Bei Anwendung der technischen Regeln ist Folgendes zu beachten: Die Technischen Regeln brauchen nicht angewendet zu werden für:

- Dachflächenfenster in Wohnungen und Räumen ähnlicher Nutzung (z. B. Hotelzimmer, Büroräume) mit einer Lichtfläche (Rahmen-Innenmaß) bis zu 1,6 m,
- Verglasungen von Kulturgewächshäusern (siehe DIN V 11535: 1998-02),
- alle Vertikalverglasungen, deren Oberkante nicht mehr als 4 m über einer Verkehrsfläche liegt (z. B. Schaufensterverglasungen), mit Ausnahme der Regelung in Abschnitt 3.3.2.

Anlage 2.6/10

Zu den Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV)

Bei Anwendung der Technischen Regeln ist Folgendes zu beachten:

1. Zu Abschnitt 1.1

Der 1. Spiegelstrich wird wie folgt ersetzt: „- Vertikalverglasungen nach den Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“, veröffentlicht in den DIBt-Mitteilungen 3/2007 (TRLV), an die wegen ihrer absturzsichernden Funktion die zusätzlichen Anforderungen nach diesen technischen Regeln gestellt werden.

2. Zu Tabelle 2

Die in den Zeilen 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 18, 20 und 28 der Tab. 2 aufgeführten Mehrscheiben-Isoliergläser dürfen ohne weitere Prüfung als ausreichend stoßsicher angesehen werden, wenn sie um eine oder mehrere ESG- oder ESG-H Scheiben im Scheibenzwischenraum ergänzt werden.

Schrifttum zu Kapitel 7.3.1

- [1] Kuhn, Niemöller in "Rechtlicher Kommentar" in „Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften“, Institut für Fenstertechnik e.V. - IFT -, Rosenheim, Fraunhofer IRB Verlag, 1. Auflage 2009
- [2] Weller, Krampe, Reich, Glasbau-Praxis – Konstruktion und Bemessung, Beuth Verlag GmbH, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage 2013
- [3] MBO, Fassung November 2002, Änderungen Oktober 2008
- [4] M. Springborn, Inverkehrbringen und Verwendung von Bauprodukten – die Bauproduktenrichtlinie und ihre Umsetzung, DIBt-Mitteilungen 1/2008
- [5] Weller, Härth, Tasche, Unnewehr, Detail Praxis - Konstruktiver Glasbau, Edition Detail, 1. Auflage 2008
- [6] Ernst, Schneider, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Bauen mit Glas, 1. Auflage 2002
- [7] ARGEBAU, MLTB - Teil I
- [8] Niemöller, Harr in „Rechtlicher Kommentar“ in "Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften“, Institut für Fenstertechnik e.V. - IFT -, Rosenheim, Fraunhofer IRB Verlag, 3. Auflage 2013 [

7.3.2 Hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus ESG

7.3.2

Brüstungsplatten für hinterlüftete Außenwandkonstruktionen bei senkrechtem oder geneigtem Einbau sind gemäß DIN 18516-4 zu bemessen. Es gelten folgende zulässige Biegezugspannungen:

Zusätzlich zur Bemessung über die zulässige Biegezugspannung müssen die Durchbiegungen (f) der freien Scheibenkante (zweiseitige Lagerung) und der Scheibenmitte geprüft werden.

$$f \leq l_{\max} / 100$$

Zeichenerklärung

l_{\max} = die längste Scheibenkante bei vierseitiger Lagerung bzw. die freie Stützweite bei zwei- und dreiseitiger Lagerung.

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) aus	zul. Biegezugspannung σ_{zul} (in N/mm ²)
Spiegelglas	40
Fensterglas, Gussglas	30
emailliertem Glas, wenn die Emaillierung direkt auf der Glasfläche und	
– in der Zugzone liegt	25
– in der Druckzone liegt	40

Die tabellierten Werte dürfen nur dann zur Berechnung herangezogen werden, wenn die Brüstungsplatten einer Eigenüberwachung der Hersteller bzw. Fremdüberwachung durch eine amtliche Materialprüfungsanstalt unterzogen wurden.

7.3.3 Gebogene Verglasungen

BF-Merkblatt 009 / 2011



Bundesverband
Flachglas

7.3.3

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Beteiligte Firmen: Döring Glas GmbH & Co KG, Cricursa, Edgetech, HS München, Labor für Stahl- und Leichtmetallbau, FINIGLAS Veredelungs GmbH, Flachglas Wernberg GmbH, Flintermann, Freericks Glasveredelung, glasid ag, Gretsch-Unitas GmbH, Guardian Thalheim GmbH, Hero Glas, Interpane Glasindustrie AG, IB KRAMER - Tragwerksplanung FEM-Berechnungen, RWTH Aachen, Ingenieurbüro Scheideleer, Technische Beratung, Statik & Dynamik, SCHOTT, Sencoglas Holding GmbH, Tambest, WMG Group Cork / Irland

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

www.bundesverband-flachglas.de



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

BF-Merkblatt 009 / 2011

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2	8.0 Visuelle Qualität	8
2.0 Geltungsbereich	3	9.0 Toleranzen	9
3.0 Herstellung und Geometrie	3	10.0 Bemessung	13
4.0 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften	5	10.1 Statische Besonderheiten im Vergleich zu ebenen Glasscheiben	13
4.1 Allgemeines	5	10.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern	13
4.2 Thermisch gebogenes Glas	5	10.3 Berechnungsgrundlagen	13
5.0 Bauprodukte	6	10.4 Gebrauchstauglichkeit	14
5.1 Allgemeines	6	10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung	14
5.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float)	6	10.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion	14
5.3 Gebogenes Einscheiben-Sicherheitsglas (gb-ESG)	6	11.0 Lagerung und Transport	14
5.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	6	12.0 Verglasung	15
5.5 Gebogenes Verbund- und Verbund-Sicherheitsglas (gb-VG, gb-VSG)	6	12.1 Allgemeines	15
5.6 Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas (gb-MIG)	6	12.2 Konstruktive Hinweise	15
5.7 Gestaltung mit gebogenem Glas	7	12.3 Erforderliche Falzbreite	15
6.0 Bauphysik	7	13.0 Klotzung	15
6.1 Allgemeines	7	13.1 Definitionen	16
6.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz	7	14.0 Aufmaß	17
6.3 Schallschutz	7	15.0 Literatur	17
7.0 Sicherheit mit Glas	8	16.0 Ansprechpartner in den Bundesländern zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall (ZIE)	18
7.1 Sondersicherheitsverglasungen	8	17.0 Normen, Regelwerke und Richtlinien	19
7.2 Verkehrssicherheit	8	18.0 Weiterführende Literatur	20
7.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse	8		

1.0 Einleitung

Die Anwendung von Glas in der Gebäudehülle erfreut sich zunehmender Beliebtheit bei Planern und Bauherren gleichermaßen. Die Entwicklung des Baustoffs Glas in den letzten Dekaden hat gezeigt, dass der Anwendung kaum noch Grenzen gesetzt werden. Dem Planer und Bauherrn kann ein großes Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Somit entstehen multifunktionale, geometrisch komplexe Fassaden, deren Umsetzung nicht nur plane, sondern auch gebogene Verglasungen erfordert.

Die Realisierung der ersten Glasfassaden erfolgte nahezu ausschließlich mit planen Verglasungen. Auch die Forschung hat sich in den letzten Jahrzehnten überwiegend auf diese Verglasungsarten fokussiert. Die Anwendung von gebogenem Glas war eher selten. Durch die Fortentwicklung der Produktionsprozesse und der weiteren Veredelungstechniken, z. B. Funktionsbeschichtungen für Wärmedämmung und Sonnenschutz, wurden die Anwendungsbereiche von planem und gebogenem Glas größer.

Dieser Leitfaden soll nun dem Anwender (Architekten, Planer, Ausführenden) eine Orientierung bei der Verwendung von gebogenem Glas, sowohl in der Planungs- und Entwurfsphase, als auch bei der Ausführung bieten und ihm notwendige Hinweise bei wichtigen Fragestellungen geben. Es werden baurechtliche Grundlagen beschrieben und Hinweise für die Glasbemessung sowie für die Verglasung gege-

ben. Des Weiteren werden die Grundlagen für die Beurteilung der visuellen Qualität von gebogenem Glas erläutert und Angaben zu möglichen Toleranzen gemacht. Darüber hinaus werden auch Hinweise zum Transport und zum Einbau gegeben.

Bei über diesen Leitfaden hinausgehenden Fragen bzw. im Einzelfall sollte Rücksprache mit den Herstellern bzw. Fachplanungsbüros gehalten werden.

2.0 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für thermisch gebogenes Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken).

Für spezielle Anwendungen, z. B. im Schiffsbau, als Yachtglas oder im Möbelbau, ist bezüglich der möglichen Produkte und Toleranzen sowie der visuellen Qualität, etc. mit den Herstellern dieser Produkte Rücksprache zu halten.

3.0 Herstellung und Geometrie

Seit Beginn des modernen Glasbiegens für die Anwendung als Architekturglas – Mitte des 19. Jahrhunderts in England – hat sich das Herstellungsprinzip warm gebogener Gläser nicht wesentlich verändert. In der Regel kommt das in Abb. 1 dargestellte Prinzip des Schwerkraftbiegens zur Anwendung. Hierbei wird der plane Floatglas-Rohling auf eine Biegeform aufgelegt und in einem Biegeofen auf 550 bis 620 °C erwärmt. Nach dem Erreichen des Erweichungsbereiches sinkt der Rohling infolge der Schwerkraft in die Biegeform ein oder legt sich in Falle einer konvexen Biegeform über diese. Die anschließende Abkühlphase entscheidet über die Eigenschaften des Endproduktes.

Zur Herstellung von gebogenem Floatglas muss der Abkühlprozess sehr langsam erfolgen, in der Regel mehrere Stunden, um ein nahezu eigenspannungsfreies und schneidbares Endprodukt zu erhalten.

Demgegenüber erhält man durch schnelles Abkühlen ein thermisch teil- oder vollvorgespanntes gebogenes Glas. Der Herstellprozess thermisch vorgespannter, gebogener Gläser hat sich durch die Weiterentwicklung der Maschinenteknik verändert. Moderne Biegeöfen zur Herstellung thermisch vorgespannter Gläser arbeiten mit beweglichen Biegeformen, die den erwärmten Rohling von beiden Seiten in die gewünschte Form bringen und auch während des Vorspannens in dieser halten. Das Biegen und Abkühlen erfolgt hier in derselben Ofeneinheit.

So einfach das Prinzip des Glasbiegens an sich ist, so schwierig und anspruchsvoll ist die praktische Umsetzung. Das Gelingen eines Biegeprozesses hängt von vielen Parametern ab. Neben den geometrischen Randbedingungen haben auch Beschichtungen und das verwendete Basisglas (z.B. Eisenoxidarmes Glas „Weißglas“) einen wesentlichen Einfluss auf die entscheidenden Produktionsphasen des Aufheizens und Abkühlens. Natürlich sind auch die Erfahrung des Biegebetriebes und die technischen Eigenschaften der eingesetzten Biegeöfen von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Endproduktes.

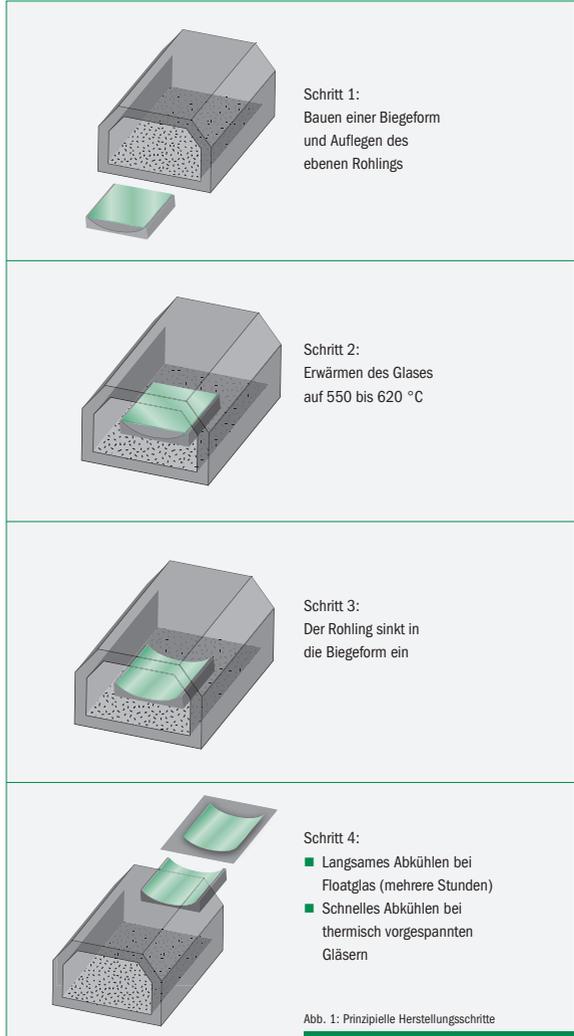
Die Umsetzbarkeit der gewünschten Biegegeometrie mit dem gewählten Glasaufbau – eventuell mit Beschichtung – sind daher auch herstellerabhängig, weshalb grundsätzliche Angaben zu möglichen Biegeradien und Glasaufbauten nur eingeschränkt möglich sind. Prinzipiell lässt sich jedoch sagen, dass aufwändige Geometrien, wie sphärische Biegungen, in der Regel nur als Floatglas möglich sind.

Wird gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (VG oder VSG) benötigt, können die Einzelscheiben beim Floatbiegeprozess gemeinsam auf die Biegeform gelegt werden. Hierdurch sind die Toleranzen der Einzelscheiben meist deutlich geringer, als bei VSG aus thermisch vorgespanntem gebogenem Glas, da die Scheiben in diesem Fall nur einzeln hergestellt werden können.

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

BF-Merkblatt 009 / 2011

Bei der Herstellung gebogener Scheiben wird grundsätzlich zwischen schwach gebogenen Verglasungen mit einem Krümmungsradius über zwei Metern und stark gebogenen Gläsern mit kleineren Krümmungsradien unterschieden. Zudem wird zwischen einachsrig (zylindrisch) gebogenem Glas und doppelachsrig (sphärisch) gebogenem Glas differenziert. Das Verfahren der thermischen Biegung erlaubt die Umsetzung sehr kleiner Biegeradien. Die exakten Werte sind herstellerabhängig, jedoch können Radien bis zu 100 mm möglich sein, bei Glasdicken über 10 mm bis etwa 300 mm.



4.0 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften

4.1 Allgemeines

Grundsätzlich ist zwischen Regelwerken bzw. Normen für die Produkte (Eigenschaften) und für die Anwendung zu unterscheiden. Während in Produktnormen Vorschriften zur Herstellung und Angaben zu den technischen Eigenschaften von Produkten gemacht werden, behandeln auf die Anwendung bezogene Normen und Richtlinien konstruktive Anforderungen und beschreiben die erforderlichen Nachweise zur Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit eines Bauproduktes oder einer Bauart in einer baulichen Anlage.

Produktnormen finden bundesweit einheitlich Eingang in die Bauregellisten (BRL) A, B und C, die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Übereinstimmung mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder bekannt gemacht werden.

Normen und Richtlinien für die Anwendung werden dagegen in jedem Bundesland in den jeweiligen Listen der technischen Baubestimmungen separat bekannt gemacht. Hier kann also nicht von einer bundesweit einheitlichen Regelung ausgegangen werden, sondern es ist im jeweiligen Bundesland zu prüfen, welche Bestimmungen aktuell gültig sind.

4.2 Thermisch gebogenes Glas

Thermisch gebogenes Glas ist nicht in den Bauregellisten A, B und C enthalten. Somit handelt es sich hierbei im baurechtlichen Sinne um ein nicht geregeltes Bauprodukt. In diesem Fall kann die Verwendbarkeit nur über eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) oder durch eine Europäisch Technische Zulassung (European Technical Approval – ETA) nachgewiesen werden. Liegt keiner der genann-

ten Verwendbarkeitsnachweise vor, so ist die Beantragung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bei der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes oder einer von dort gegebenenfalls autorisierten Stelle erforderlich.

Die zur Zeit in allen Bundesländern eingeführten „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV) [1] und die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ (TRAV) [2] regeln die konstruktiven Vorschriften und erforderlichen Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise prinzipiell auch für gebogene Vertikalverglasungen.

Die TRLV stellen mit den enthaltenen Regelungen zu verwendbaren Glasarten, den konstruktiven Anforderungen, Hinweisen zur Glasbemessung, usw. eine Grundlage der TRAV dar.

Für gebogenes Glas ist eine AbZ erforderlich, in welcher die Produkteigenschaften und der Anwendungsbereich angegeben werden. Gebogene Vertikalverglasungen (ohne gegen Absturz sichernde Funktion) können dann ohne Weiteres nach den TRLV bemessen werden. Umfasst der Anwendungsbereich der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung die TRLV, so kann das gebogene Glas auch zur Herstellung absturzsichernder Verglasungen nach den TRAV verwendet werden. Hinsichtlich des Verwendbarkeits- bzw. Anwendbarkeitsnachweises gelten dann zusätzlich die Bestimmungen der BRL A Teil 2 bzw. Teil 3. Danach ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (AbP) vorgesehen.

In der zukünftigen Glasbemessungsnorm DIN 18008, werden Konstruktionen mit gebogenen Gläsern nicht geregelt. Auch

die Anwendung gebogener, linienförmig gelagerter Vertikalverglasungen, die derzeit in den TRLV geregelt sind, werden darin nicht mehr beschrieben. Die Anwendung des Bauproduktes „gebogenes Glas“ ist dann nur über eine Zulassung (AbZ oder ETA) oder eine ZiE möglich.

Die in den TRLV angegebenen zulässigen Biegezugspannungen sowie das Bemessungsverfahren für die Berücksichtigung der Klimalasten können nicht für die Bemessung gebogener Verglasungen verwendet werden. Es gelten grundsätzlich die Festlegungen der Produktzulassungen (AbZ).

Die Nachweise der Stoßsicherheit nach Tabelle 2 der TRAV gelten nicht für gebogenes Glas.

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

5.0 Bauprodukte

5.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die verschiedenen gebogenen Bauprodukte gemäß den europäischen Produktnormen für plane Gläser aufgeführt. Ergänzend dazu werden die Unterschiede bzw. Besonderheiten für gebogene Gläser aufgezeigt.

Um planes von gebogenem Glas zu unterscheiden und die Produkte hinsichtlich ihrer Eigenschaften gegeneinander abzugrenzen, wird die Abkürzung gb (gebogen) als Ergänzung zu den bekannten Abkürzungen für Bauprodukte aus Glas eingeführt.

5.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float)

Das Ausgangsprodukt für gebogenes Floatglas (gb-Float) wird in EN 572-2 beschrieben. Demnach ist Floatglas ein planes, durchsichtiges, klares oder gefärbtes Kalk-Natronsilicatglas mit parallelen und feuerpolierten Oberflächen, hergestellt durch kontinuierliches Aufgießen und Fließen über ein Metallbad.

Darüber hinaus sind auch andere Basisglaserzeugnisse nach EN 572, z. B. Ornamentglas, Drahtglas, Drahtspiegelglas, Profilbauglas, als gebogenes Produkt herstellbar. Hier ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen. Die Normen für diese Produkte beziehen sich ebenfalls nur auf planes Glas.

5.3 Gebogenes Einscheiben-Sicherheitsglas (gb-ESG)

Die Produktnorm EN 12150-1 beschreibt nur planes ESG. Jedoch wird im informativen Teil dieser Norm (Anhang B) folgendes formuliert:

„Gebogenem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas angewandt werden.“

5.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)

Die Produktnorm EN 1863-1 beschreibt nur planes TVG. Jedoch wird im informativen Teil dieser Norm (Anhang B) folgendes formuliert:

„Gebogenem teilvorgespanntem Kalknatronglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes teilvorgespanntes Kalknatronglas angewandt werden.“

Es ist zu beachten, dass vor allem das Bruchbild von planem TVG nicht exakt auf gebogenes TVG übertragbar ist. In Deutschland ist für TVG und VSG aus TVG eine AbZ erforderlich.

5.5 Gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (gb-VG oder gb-VSG)

Die Produktnorm EN 14449 beschreibt nur planes VG und VSG.

Für die Anwendung in Deutschland muss VSG aber zusätzlich den Anforderungen nach BRL A Teil 1, Ifd. Nr. 11.14 entsprechen. Somit ist VSG ein Bauprodukt mit Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) nach BRL oder aus anderen Zwischenschichten, deren Verwendbarkeit nachgewiesen ist. Welche Zwischenschicht, außer PVB, für gebogenes VSG verwendet werden darf, ist der entsprechenden AbZ zu entnehmen.

VG dagegen ist ein Bauprodukt mit sonstigen Zwischenlagen, deren Eigenschaften nicht nach BRL oder einer AbZ nachgewiesen sind.

5.6 Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas (gb-MIG)

Die Produktnorm EN 1279 ist eingeschränkt für gebogenes MIG anzuwenden. Im Teil 1 der EN 1279 wird in Abschnitt 4.6 folgendes formuliert:

„Einheiten mit einem Biegeradius > 1000 mm stimmen mit dieser Norm überein, ohne die zusätzlichen Prüfungen für gebogene Prüfkörper durchlau-

fen zu haben. Einheiten mit einem Biegeradius von 1000 mm oder weniger stimmen mit dieser Norm überein, wenn zusätzlich gebogene Prüfkörper mit dem gleichen oder kleineren Biegeradius den Anforderungen zur Wasserdampfdiffusion in EN 1279-2 entsprechen. Die Prüfkörper sollten mit der Biegeachse parallel zur längsten Seite gebogen sein.“

Grundsätzlich kann auch 3-fach-Isolierglas als gebogene Verglasung ausgeführt werden. Allerdings ist hier bezüglich der Machbarkeiten (Größe, Glasaufbauten, Glasarten, technische Werte, etc.) und Toleranzen mit den Herstellern Rücksprache zu halten.

5.7 Gestaltung mit gebogenem Glas

Grundsätzlich ist die Gestaltung von gebogenem Glas mit z. B. Emaillierungen, Sieb- oder Digitaldruck, bedruckten Folien, Sandstrahlung, Fusing, Teilbeschichtungen möglich.

Daraus resultierende Eigenschaften sind individuell von Fall zu Fall zu bestimmen und die Machbarkeiten und Toleranzen mit den Herstellern zu klären.

6.0 Bauphysik

6.1 Allgemeines

Die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) formuliert Vorgaben, die den Energieverbrauch von Gebäuden verringern und den Einsatz von erneuerbaren Energien erhöhen soll. Auf europäischer Ebene werden hierzu in der EPBD Mindestanforderungen gestellt, die in den einzelnen Mitgliedsstaaten entsprechend geändert oder angepasst werden können. Das bedeutet, dass u.a. Anforderungen an den zulässigen Primärenergiebedarf eines Gebäudes gestellt werden. Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die die nationale Umsetzung der EU Richtlinie darstellt, werden an das Bauteil Fenster und Fassade, u.a. Anforderungen an die Wärmedämmung und den sommerlichen Wärmeschutz gestellt.

6.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz

Die genannten Anforderungen müssen von gebogenen und planen Verglasungen gleichermaßen erfüllt werden. Zum Einsatz kommen hier möglicherweise Wärmedämm- und Sonnenschutzbeschichtungen. Neben den funktionalen Anforderungen sind vor allem bei Sonnenschutzbeschichtungen auch die ästhetischen Anforderungen (z. B. Reflexion des beschichteten Glases, Farbgebung durch die Beschichtung oder auch Glassubstrat) wichtig.

Für die Festlegung der optischen Eigenschaften sollte vor allem bei größeren Objekten von Anfang an mit Mustern in Bauteilgröße gearbeitet werden, um die zu erwartende optische Qualität mit dem Hersteller abstimmen zu können. Eine erste Produktfestlegung kann aber auch mit sogenannten "Handmustern" mit in der Regel einer Größe von 200 x 300 mm erfolgen.

Welche Beschichtungsmöglichkeiten hier in Abhängigkeit der Geometrie, des Glasaufbaus, der Größe, etc. gegeben sind, muss im Einzelfall mit dem Hersteller des gebogenen Glases geklärt werden. Eine pauschale Festlegung auf erreichbare U_g -Werte, g -Werte, etc. ist aufgrund der Vielzahl der zuvor genannten Parameter nicht möglich. Die Angabe von U_g -Werten sowie der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennwerte erfolgt in der Regel für plane Verglasungen mit gleichem Glasaufbau. Die Ermittlung erfolgt nach EN 673 und EN 410.

6.3 Schallschutz

Die Messung des Schalldämmwertes erfolgt nach EN ISO 140 und die Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes nach EN ISO 717. Die Messung wird an planen Verglasungen der Größe 1,23 x 1,48 m durchgeführt.

Die Übertragbarkeit auf gebogene Verglasungen ist nur bedingt möglich, da die abstrahlende Oberfläche größer ist als bei in der Größe vergleichbaren, planen Scheiben. Hier ist eine Prüfung bei einem geeigneten Prüfinstitut zu empfehlen.

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

7.0 Sicherheit mit Glas

7.1 Sondersicherheitsverglasungen

Anforderungen an die Durchwurf-, Durchbruch-, Durchschuss- und Sprengwirkungshemmung müssen sowohl von planen als auch gebogenen Verglasungen erfüllt werden. Ob jede der genannten Anforderungen – unter Berücksichtigung der Fenster- und Fassadenkonstruktion – erfüllt werden kann und die Übertragbarkeit von Prüfverfahren für plane Verglasungen möglich ist, muss im Einzelfall mit dem Hersteller bzw. einem Prüfinstitut geklärt werden.

7.2 Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheit bedeutet, dass unter der üblichen und angemessenen Nutzung einer Verglasung das Unfallrisiko abgeschätzt und durch bauliche Maßnahmen angepasst wird.

Gemeint ist die Sicherheit von Verglasungen, die an Verkehrs- bzw. Aufenthaltsflächen angrenzen, d. h. das Bauteil Glas darf durch die Einwirkung zwar brechen, aber herabfallende Bruchstücke dürfen nicht zu gefährlichen Verletzungen führen.

Die Verantwortung zur Minimierung des Unfallrisikos obliegt dem Auftraggeber, Bauherrn, etc.. Die sicherheitsrelevanten Anforderungen sind durch den Planer zu stellen bzw. vorab zu prüfen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Die Sicherheitsanforderungen müssen bei entsprechender Anwendung auch von gebogenen Verglasungen erfüllt werden.

7.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse

Die Forderung nach Verkehrssicherheit lässt sich für den Glasbereich mit einem funktionierenden Verglasungssystem und der Verwendung von Sicherheitsglas erfüllen.

Es sind die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und die Berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGR) zu beachten.

Allgemein wird auf die Schrift BGI/GUV-I 669 der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung verwiesen. Gemäß dieser Schrift erfüllen folgende Glasarten die Sicherheitsanforderungen und können als Sicherheitsglas verwendet werden:

- ESG und ESG-H
 - VSG sowie
 - lichtdurchlässige Kunststoffe mit vergleichbaren Sicherheitseigenschaften.
- Gemeint sind hier allerdings plane Verglasungen.
- Gebogenes Glas kann gegebenenfalls als Sicherheitsglas verwendet werden, wenn der Nachweis der geforderten Eigenschaften erbracht wird.

Bei ESG ist dies u. a. das Bruchbild sowie bei VSG die Eigenschaften der Zwischenlage nach BRL und gegebenenfalls Reststrahlungsfähigkeit. Diese Eigenschaften müssen mit einer AbZ oder im Rahmen einer ZiE bescheinigt werden.

Bei UVV/GUV Vorschriften ist gegebenenfalls im Einzelfall mit dem Versicherungsträger bezüglich der Verwendung der Produkte Rücksprache zu halten.

Es muss also sichergestellt sein, dass die Glaskonstruktion für die vorgesehene Anwendung geeignet ist. Jeder einzelne Einsatzbereich muss die Anforderungen an die Sicherheit erfüllen.

8.0 Visuelle Qualität

Grundsätzlich gilt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ [3]. Zusätzlich in den in Abschnitt 3 der Richtlinie genannten Fehlerzulässigkeiten sind bei gebogenem Glas Einbrände, Beschichtungsfehler und Flächenabdrücke zulässig.

Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung und aus einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht.

Die Durchsicht und der Farbeindruck werden durch die Biegung des Glases beeinflusst, weil die Reflexion gebogener Gläser aufgrund optischer Gesetzmäßigkeiten stets eine andere ist, als bei planem Glas. Das Reflexionsverhalten wird durch folgende Kriterien beeinflusst:

- die Eigenreflexion des Basisglases
- Beschichtungen
- Biegeradius
- Große Biegewinkel (z. B. über 90°)
- Tangentiale Übergänge (s. Abb. 7)
- Glasdicke

Es wird die Anfertigung von Musterscheiben empfohlen, um einen ersten Eindruck der optischen Qualität und des visuellen Eindrucks zu erhalten.

9.0 Toleranzen

Die nachfolgend genannten Toleranzen gelten für zylindrisch gebogenes Glas. Die Toleranzen der Tabelle 1 sind für eine maximale Kantenlänge von 4000 mm und einen maximalen Biegewinkel von 90° festgelegt.

Bei darüber hinausgehenden Abmessungen ist mit dem Hersteller Rücksprache zu halten. Die angegebenen Toleranzen sind für alle Kantenbearbeitungen anzuwenden. Die Qualität der Kantenbearbeitung ist mindestens gesäumt. Alle anderen Kantenbearbeitungen sind vor Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren.

Für Sonderanwendungen, z. B. im Schiffsbau als Yachtglas oder im Möbelbau, sind die Toleranzen mit dem Hersteller zu vereinbaren.

Alle angegebenen Toleranzen beziehen sich auf die Glaskanten.

	Glasdicke (T)	Floatglas	ESG	VG/VSG*	2-fach Isolierglas	
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	≤ 12 mm	+/- 2	+/- 2	+/- 2	+/- 2	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	> 12mm	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	≤ 12 mm	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	> 12mm	+/- 4	+/- 4	+/- 4	+/- 4	mm
Konturtreue (PC)**	-	+/- 3 mm/m Absolutwert: min. 2 mm, max. 4 mm		+/- 3 mm/m Absolutwert: min. 2 mm, max. 5 mm		
Geradheit der Höhenkante (RB)	≤ 12 mm	+/- 2	+/- 2	+/- 2	+/- 2	mm je lfm.
Geradheit der Höhenkante (RB)	> 12 mm	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3	mm je lfm.
Verwindung (V) ***	-	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3	mm je lfm.
Kantenversatz (d)**** ≤ 5 m ²	-	-	-	+/- 2	+/- 3	mm
Kantenversatz (d)**** > 5 m ²	-	-	-	+/- 3	+/- 4	mm
Lage der Lochbohrung	-	-	EN 12150	EN 12150	-	mm
Glasdickentoleranz	-	EN 572	EN 572	-	-	mm

* Bei VG/VSG ist die Glasdicke die Summe der Einzelglasdicken ohne Zwischenlage. Die Toleranzen gelten für VG/VSG aus Floatglas, ESG oder TVG.

** Bei gebogenem Glas ist stets mit tangentialen Übergängen sowie Aufwölbungen der Abwicklungskanten zu rechnen.

*** Bezogen auf die längsten Kanten der Verglasungseinheit.

**** Bezogen auf die Höhen- und Abwicklungskante; die Angabe ist für alle Kantenbearbeitungen gültig; der Versatz für Lochbohrungen bei VG und VSG richtet sich nach dieser Toleranz.

Tabelle 1: Toleranzen

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

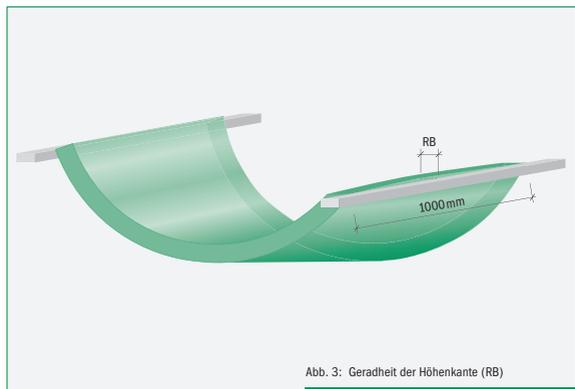
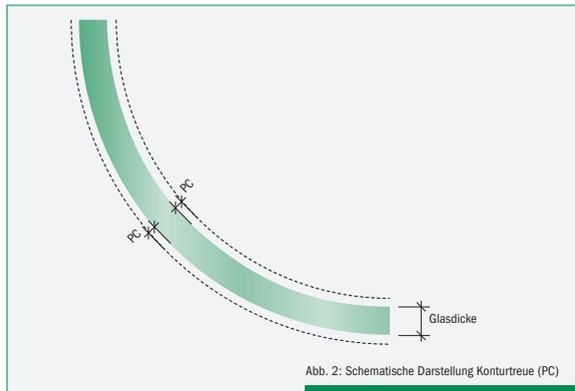
BF-Merkblatt 009 / 2011

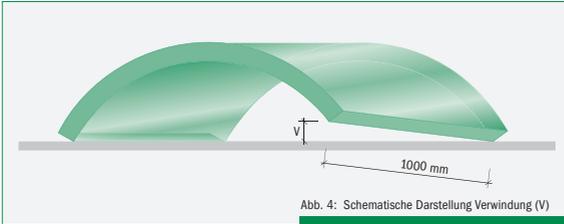
Örtliche Verwerfung

Die Angaben der Produktnormen für planes ESG und TVG können nicht unbedingt auf gebogenes Glas übertragen werden, da diese u. a. von der Glasgröße, der Geometrie sowie der Glasdicken abhängig sind. Im Einzelfall sind diese Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen.

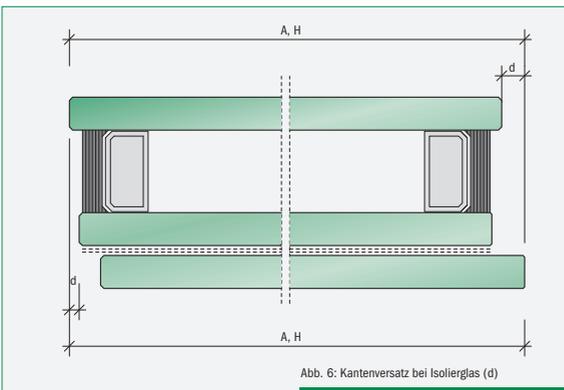
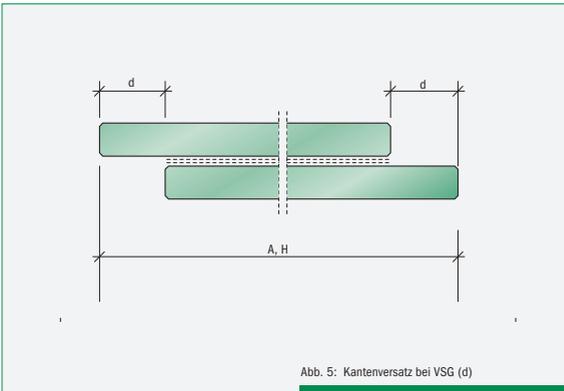
Konturtreue (PC)

Konturtreue bezeichnet die Genauigkeit einer Biegung. Alle Kanten der Kontur werden um 3 mm nach innen/außen versetzt. Die Biegekонтur darf nicht mehr als dieses Maß von der Soll-Kontur abweichen (s. Abb. 2). Bei der Prüfung der Konturtreue darf das Glas innerhalb dieser Soll-Kontur gemittelt werden.



**Verwindung (V)**

Verwindung beschreibt die Genauigkeit der Parallelität der Höhenkanten im gebogenen Zustand. Die Verwindung darf bei gebogenem Glas max. ± 3 mm je lfm. (gerade Kante) betragen (s. Abb. 4). Hierfür muss das Glas mit den Höhenkanten auf eine plane Oberfläche gelegt und dann geprüft werden (konvexe Lage bzw. N-Lage).



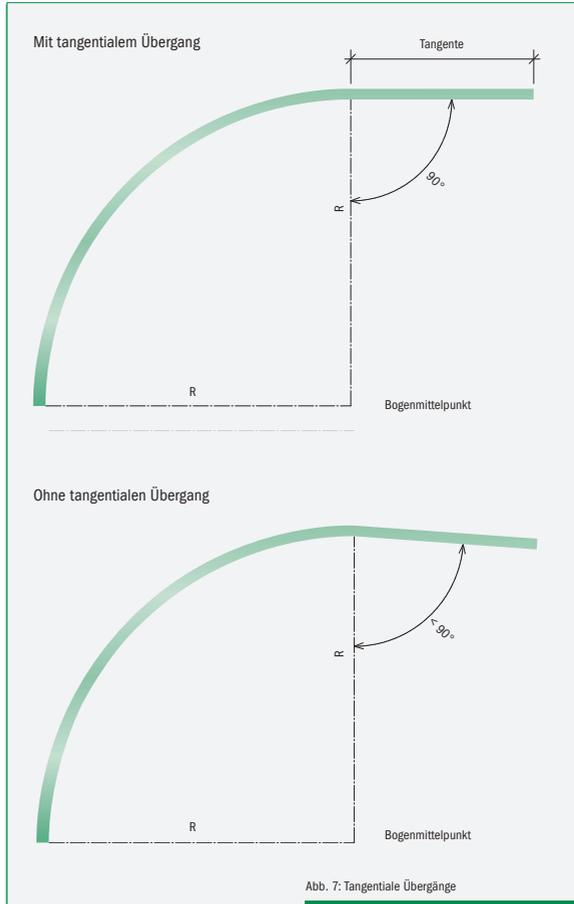
7.3.3

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

BF-Merkblatt 009 / 2011

Tangentiale Übergänge

Eine Tangente ist eine Gerade, die eine gegebene Kurve in einem bestimmten Punkt berührt. Die Tangente steht senkrecht zum zugehörigen Radius. Ohne einen tangentialen Übergang ist das Glas geknickt! Dies ist zwar technisch möglich, jedoch nicht empfehlenswert. Am Knickpunkt entstehen größere Toleranzen als an einem tangentialen Übergang.



10.0 Bemessung

10.1 Statische Besonderheiten im Vergleich zu ebenen Glasscheiben

Schalentragwirkung des gebogenen Glases

Die Berechnung der Spannungen und Verformungen bei gebogenen Glastafeln sind mit einem geeigneten Finite-Elemente-Modell nach der Schalentheorie durchzuführen. Dieses muss in der Lage sein, die Geometrie der Scheibe, insbesondere die Krümmung, darzustellen. Eine vereinfachte Berechnung der gebogenen Glastafeln als plane Glastafel führt zwangsläufig zu falschen Spannungen und Verformungen.

Bei der Festlegung der notwendigen Glasdicke kann sich die Krümmung, je nach Lagerungsbedingung bei Einfachverglasungen (monolithisch, VG und VSG), günstig auswirken, da die Schalentragwirkung berücksichtigt werden kann.

10.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern

Bei Isolierglasscheiben ist die Berücksichtigung der Glaskrümmung zwingend notwendig, da es durch die höhere Biegesteifigkeit zu sehr hohen klimatischen Lasten (inneren Lasten) kommen kann. Der Vorteil durch die Schalentragwirkung der gebogenen Einzelgläser ist bei der Ausführung als Isolierglas nicht so groß wie in der Anwendung als Einfachglas.

Ein statischer Nachweis dieser hohen Beanspruchungen ist nur unter Ansatz der Glaskrümmung möglich. Die Klimalasten dürfen nicht nach den TRLV [1] bestimmt werden, da diese aus der Plattentheorie für ebene Glasscheiben abgeleitet sind.

Gebogene Isolierglaseinheiten mit planen Ansatzstücken sind in der Dimensionierung besonders zu betrachten, da der plane Teilbereich deutlich biegeweicher ist, als der gebogene Bereich.

Die Belastung des Isolierglas-Randverbundes ist durch die höheren Klimalasten bei gebogenem Isolierglas im Vergleich zu planem Isolierglas größer. Die Ausbildung des Randverbundes ist entsprechend durchzuführen. Das kann wiederum Auswirkungen auf die Randverbundbreite bzw. den erforderlichen Glaseinstand haben. Dies ist bereits bei der Planung und Konstruktion zu beachten.

10.3 Berechnungsgrundlagen

Charakteristische Biegezugfestigkeiten

Für ebene Glasscheiben sind die charakteristischen Biegezugfestigkeiten in den Produktnormen oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (z. B. bei TVG) festgelegt. Die Anwendung von gebogenen Glasscheiben ist bisher nur möglich, wenn eine ZIE erteilt oder ein Produkt mit einer AbZ verwendet wird. Sind in einer AbZ zulässige Spannungen definiert, können diese direkt zur Bemessung herangezogen werden. Werden charakteristische Werte angegeben, ist wie im Falle der Verwendung von Werten aus Versuchen zu verfahren.

Bei der Verwendung eines gebogenen Glases ohne AbZ sollten, in Abstimmung mit der obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes, die, der Bemessung zu Grunde liegenden charakteristischen Biegezugfestigkeiten des jeweiligen Herstellers, ermittelt bei einem Prüfinstitut, bestätigt werden.

Grundlage hierfür ist eine fundierte statistische Auswertung von Versuchen mit entsprechend ausreichend großer Probenzahl (z. B. 20 Stück). Eine Beschreibung der Versuchsdurchführung erfolgt in [4] und [5].

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Die Versuche sollten mit auf das Objekt übertragbaren Probekörpern durchgeführt werden. Die Versuchsplanung und -durchführung ist bereits bei der Zeitplanung und Kostenkalkulation im Rahmen der Planungsphase zu berücksichtigen.

Für eine Vorbemessung können die charakteristischen Biegezugfestigkeiten f_k nach Tabelle 2 verwendet werden. Auf Basis des globalen Sicherheitskonzeptes der TRLV [1] können die zulässigen Biegezugspannungen ingenieurmäßig mit einem Sicherheitsbeiwert in Anlehnung an die TRLV ermittelt werden.

Im Einzelfall ist dieses Vorgehen mit der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes abzustimmen.

10.4 Gebrauchstauglichkeit

10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung

Die Durchbiegung der gebogenen Verglasung ist so zu beschränken, dass ein Herausrutschen aus den Glasauflegern sicher verhindert wird und die Gebrauchstauglichkeitskriterien erfüllt werden.

10.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion

Die Vorgaben für plane Verglasungen sind nicht auf gebogene Verglasungen zu übertragen, da geringe Verformungen der Unterkonstruktion wesentlich größere Auswirkungen auf gebogene Scheiben haben, als bei vergleichbaren ebenen Glasscheiben. Daher ist das Verhalten der Unterkonstruktion bei der statischen Bemessung unbedingt zu berücksichtigen.

Glasart	f_k (N/mm ²)	
	Glasfläche	Glaskante
Gebogenes Floatglas (gb-Float)	40	32
Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	55	55
Gebogenes vorgespanntes Glas (gb-ESG)	105	105

Tabelle 2: Charakteristische Biegezugfestigkeiten in Anlehnung an [4]

11.0 Lagerung und Transport

Die Verglasungseinheiten müssen entsprechend ihrer Geometrie spannungsarm stehend gelagert und transportiert werden. Die Vorgaben des Herstellers sind zu beachten.

Die Unterlagen und Abstützungen gegen Kippen dürfen keine Beschädigungen des Isolierglas-Randverbundes oder des Glases hervorrufen.

Die Verglasungseinheiten dürfen auch nicht kurzzeitig auf hartem Untergrund, wie z. B. Beton- oder Steinböden, abgesetzt werden.

Beim Manipulieren und Einsetzen dürfen der Randverbund und die Glaskanten nicht beschädigt werden, da auch kleine Kantenbeschädigungen der Scheiben, die nicht sofort erkennbar sind, möglicherweise die Ursache für späteren Glasbruch sein können.

Generell sind die Verglasungseinheiten vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.

Alle Verglasungseinheiten sind vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

Der Transport schwerer Verglasungseinheiten muss so durchgeführt werden, dass alle Einzelscheiben gleichmäßig gehalten werden. Das kurzzeitige Anheben der Verglasungseinheit an nur einer Scheibe zum Manipulieren und Einsetzen ist möglich und sollte mit geeigneter Ausrüstung erfolgen.

Beim Transport von Isolierglas in oder über größere Höhen über NN ist wegen der möglichen Druckunterschiede des Scheibenzwischenraumes zum Umgebungsklima (abhängig von der Höhe über NN des Herstellungsortes) die Verwendung eines Druckausgleichventils möglicherweise erforderlich. Dies ist bei der Bestellung beim Glashersteller anzugeben.

12.0 Verglasung

12.1 Allgemeines

Die für plane Verglasungen formulierten Verglasungsrichtlinien sind im Grundsatz auch für gebogene Verglasungen anzuwenden. Aufgrund des besonderen Verhaltens von gebogenem Glas sind ergänzende Hinweise der Hersteller zu beachten.

12.2 Konstruktive Hinweise

Aufgrund seiner hohen Steifigkeit sind die Toleranzen des gebogenen Glases (s. Kap. 9) bei der Konstruktion unbedingt zu berücksichtigen, um einen zwängungsfreien Einbau und Lagerung sicherzustellen.

Die zwängungsfreie Lagerung ist erforderlich, um Glasbruch oder, bei Verwendung von gebogenem Mehrscheiben-Isolierglas, auch Überbeanspruchungen des Randverbundes zu vermeiden. Zudem können nicht zwängungsfreie Lagerungen zu optischen Beeinträchtigungen führen.

Die Unterkonstruktion muss den besonderen Anforderungen für gebogene Verglasungen entsprechen. Hierzu sind ausreichend dimensionierte Falze bei Rahmen- oder Fassadenkonstruktionen erforderlich.

12.3 Erforderliche Falzbreite

Mindestens erforderliche Falzbreite = (Gesamtglasdicke + Toleranz aus Kontur-treue) + 6 mm

Glasdicken sind als Nennmaße zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Vorgaben der DIN 18545 [6] zu beachten.

Zusätzlich sind Toleranzen der Unterkonstruktion zu berücksichtigen.

Es wird die Ausführung von Fenster- und Fassadensystemen mit Nassversiegelung empfohlen.

Die Hersteller von gebogenem Glas sollten frühzeitig in die Planung mit einbezogen werden, um die Besonderheiten der gebogenen Gläser konstruktiv mit berücksichtigen zu können. Dies ist im Besonderen auch für den Einsatz im konstruktiven Glasbau notwendig.

13.0 Klotzung

Die Grundprinzipien der Klotzung sind in [7] beschrieben. Die Klotzung muss die Last der Verglasungseinheit sicher in die Unterkonstruktion einleiten. Die Verglasungseinheiten übernehmen in der Regel keine Lasten aus der Konstruktion. Sollen planmäßig Lasten aus der Konstruktion übernommen werden, ist dies in der statisch-konstruktiven Planung zu berücksichtigen. Es sollte auch Rücksprache mit dem Glashersteller oder Systemgeber gehalten werden.

Bei allen Systemen mit gebogenen Gläsern ist der umlaufende Dampfdruckausgleich sowie eine dauerhafte Entwässerung sicher zu stellen. Die Klotzung selbst ist eine Planungsaufgabe und sollte vor der Ausführung der Montage erfolgen.

Der mittig gesetzte Distanzklotz (s. Abb. 8) dient der Stabilisierung und verhindert das Abkippen der Verglasung während der Montage. Dieser muss nach der Fixierung der Verglasung wieder entfernt werden.

Gebogenes Einfachglas oder Isolierglaseinheiten im senkrechten Einbau müssen wie plane Scheiben geklotzt werden. Bei System 1 wird das Glasgewicht auf die untere gebogene Glaskante über die Tragklötze an die Rahmenkonstruktion und dann weiter an die Haltekonstruktion abgeleitet (s. Abb. 8).

Bei abweichenden Einbausituationen, z. B. geneigte Verglasungen, ist der Hersteller bzw. Planer zu kontaktieren.

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

BF-Merkblatt 009 / 2011

Bei System 2 wirken Glasgewicht und Windlast verteilt auf den Glasrand (s. Abb. 9).

Dies muss bei der Auflagerung besonders berücksichtigt werden. Die Ausführungen stellen lediglich eine Auswahl möglicher Situationen dar. Bei anderen wie z. B. sphärischer Biegung, eingelassenen Profilen im Isolierglasrandverbund oder einer Anwendung im konstruktiven Glasbau ist immer Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Für gebogene Verglasungen werden zusätzlich folgende Klotzempfehlungen gegeben:

Die Tragklotzung muss so ausgeführt werden, dass sich die Verglasung im Gleichgewicht befindet und nicht kippen kann. Dazu müssen die Tragklötze so angeordnet werden, dass die Verbindung der beiden Mittelpunkte der Verglasungsklötze die Schwerpunktlinie der Verglasung schneiden. Am Schwerpunkt wird das Eigengewicht der Verglasung in die Konstruktion abgetragen.

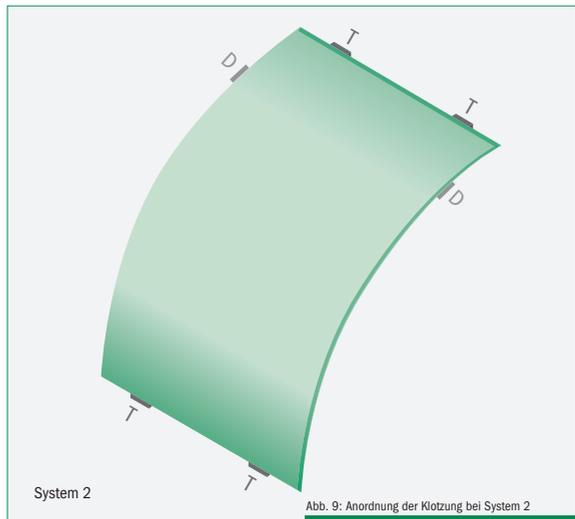
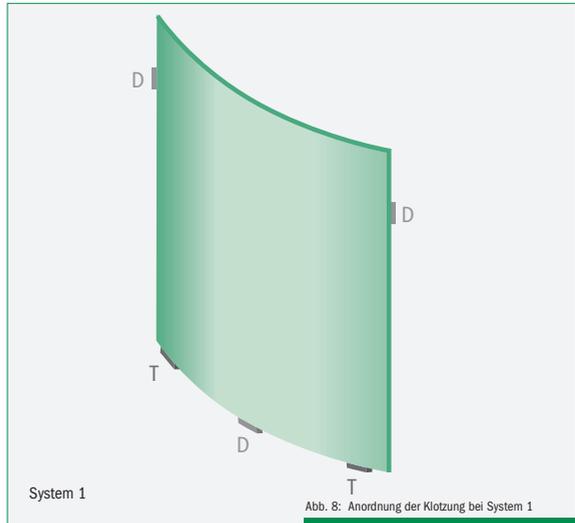
Die Lage ist abhängig von der Geometrie, der Größe und dem Glasaufbau.

Die Lage der Tragklötze muss bei der Bemessung der Unterkonstruktion berücksichtigt werden.

13.1 Definitionen

T = Tragklotz, leitet das Gewicht der Verglasungseinheit ab. Klötze bestehend aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte und einer tragfähigen Unterlage.

D = Distanzklotz, sichert den Abstand zwischen Glaskante und Falzgrund. Klötze ebenfalls aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte. Das Gewicht wird nur von den Tragklötzen aufgenommen. Der Abstand zur Glasecke sollte dem Regelabstand von 100 mm entsprechen.



14.0 Aufmaß

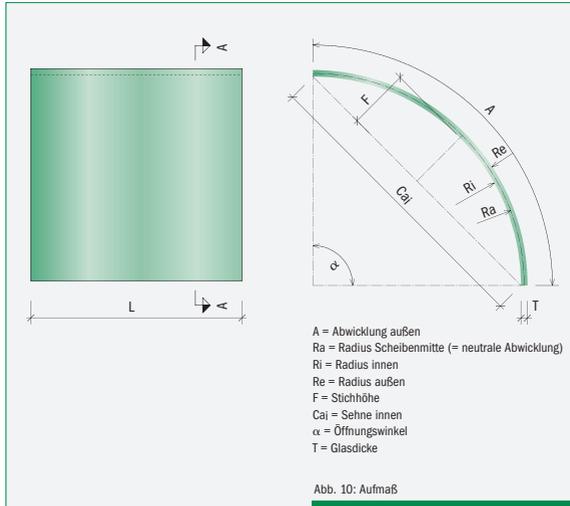
Um das gewünschte Endprodukt herzustellen, ist bei gebogenem Glas ein äußerst genaues Aufmaß und die Angabe unterschiedlicher Informationen zu Abmessungen, etc. sehr wichtig.

Bei zylindrisch gebogenen Gläsern sind, unabhängig von der geplanten Glasart, zur Ermittlung einer technisch machbaren und kostengünstigen Lösung unbedingt die nachstehend aufgeführten Parameter anzugeben.

Hierzu gehört die Angabe von mindestens zwei der nachstehend genannten Werte:

- Abwicklung
- Biegeradius
- Stichhöhe (innen oder außen)
- Öffnungswinkel.

Außerdem ist die Länge der geraden Kante sowie die Anzahl der Scheiben anzugeben.



15.0 Literatur

- [1] TRLV:2006-08 - Technische Regeln zur Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [2] TRAV:2003-01 - Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [3] Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen. Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf, 05/2009
- [4] Bucak, Ö., Feldmann, M., Kasper, R., Bues, M., Illguth, M.: Das Bauprodukt „warm gebogenes Glas“ – Prüfverfahren, Festigkeiten und Qualitätssicherung. Stahlbau Spezial (2009) - Konstruktiver Glasbau, S. 23 - 28
- [5] Ensslen, F., Schneider, J., Schula, S.: Produktion, Eigenschaften und Tragverhalten von thermisch gebogenen Floatgläsern für das Bauwesen – Erstprüfung und werkseigene Produktionskontrolle im Rahmen des Zulassungsverfahrens. Stahlbau Spezial (2010) – Konstruktiver Glasbau, S. 46 - 51
- [6] DIN 18545: Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 1: Anforderungen an Glasfalze. Beuth-Verlag, Berlin, 02/1992
- [7] Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3: Verklotzung von Verglasungseinheiten. Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf, 7. Auflage, 2009

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

BF-Merkblatt 009 / 2011

16.0 Ansprechpartner in den Bundesländern zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

Stand: 08.12.2010

Baden-Württemberg

Dipl.-Ing. Steffen Schneider
Regierungspräsidium Tübingen
Referat 27, Landesstelle für Bautechnik
Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen
Tel: +49 (0) 711 126-1995
steffen.schneider@rpt.bwl.de

Bayern

BOR Dipl.-Ing. Hubertus Wambsganz
Oberste Baubehörde im Bayerischen
Staatsministerium des Innern
Franz-Josef-Strauß-Ring 4
80539 München
Tel: +49 (0) 89 2192 3369
hubertus.wambsganz@stmi.bayern.de

Berlin

Dr.-Ing. Gerhard Espich
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
Württembergische Straße 6
10707 Berlin
Tel: +49 (0) 30 90139-4375
gerhard.espich@senstadt.berlin.de

Brandenburg

Dr.-Ing. Frank Gellner
Landesamt für Bauen und Verkehr
Außenstelle Cottbus
Gulbener Straße 24, 03046 Cottbus
Tel: +49 (0) 3342 4266 3500
frank.gellner@LBV.Brandenburg.de

Dipl.-Ing. Türk Schellenberg
Landesamt für Bauen und Verkehr
Außenstelle Cottbus
Gulbener Straße 24, 03046 Cottbus
Tel: +49 (0) 3342 4266 3501
tuerk.schellenberg@LBV.Brandenburg.de

Bremen

Dipl.-Ing. Peter Habedank
Der Senator für Umwelt, Bau,
Verkehr und Europa
Contrescarpe 72, 28195 Bremen
Tel: +49 (0) 421 361-5263
peter.habedank@bau.bremen.de

Hamburg

Herr Oliver Brune
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Stadthausbrücke 8, 20355 Hamburg
Tel: +49 (0) 40 42840 - 2204
oliver.brune@bsu.hamburg.de

Frau Martina Menze

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Stadthausbrücke 8, 20355 Hamburg
Tel: +49 (0) 40 42840 - 2212
martina.menze@bsu.hamburg.de

Herr Martin Rücker

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Stadthausbrücke 8, 20355 Hamburg
Tel: +49 (0) 40 42840 - 2275
martin.ruecker@bsu.hamburg.de

Hessen

BD Dr.-Ing. Dieter Pohlmann
Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
Tel: +49 (0) 611 815-2959
dieter.Pohlmann@hmvwl.hessen.de

Dipl.-Ing. Brigitte Schneider

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
Tel: +49 (0) 611 815-2954
brigitte.schneider@hmvwl.hessen.de

Mecklenburg-Vorpommern

Z. Zt. N N
Ministerium für Verkehr, Bau und Landes-
entwicklung Mecklenburg-Vorpommern
Schloßstraße 6-8, 19053 Schwerin
Tel: +49 (0) 385 588-0 (Zentrale)
poststelle@vm.mv-regierung.de

Niedersachsen

Herr Dipl.-Ing. Holger Winkler
Niedersächsisches Ministerium
für Soziales, Frauen, Familie,
Gesundheit und Integration
Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2
30159 Hannover
Tel: +49 (0) 511 120 -2921
holger.winkler@ms.niedersachsen.de

Nordrhein-Westfalen

Dipl.-Ing. Andreas Plietz
Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Bauen, Wohnen und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen
Referat X A 4 Bautechnik, Bauphysik
Jürgensplatz 1, 40219 Düsseldorf
Tel: +49 (0) 211 3843-6219
andreas.plietz@mwebwv.nrw.de

Rheinland-Pfalz

Dipl.-Ing. Hermann Hoegner
Ministerium der Finanzen
des Landes Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 5
55116 Mainz
Tel: +49 (0) 6131 164-277
hermann.hoegner@fm.rlp.de

Saarland

Dipl.-Ing. Robert Becker
Ministerium für Umwelt, Energie
und Verkehr
- Oberste Bauaufsicht -
Keplerstraße 18, 66117 Saarbrücken
Tel: +49 (0) 681 501-4231
r.becker@umwelt.saarland.de

Sachsen

Herr Frank Christian Kutzer
Landesstelle für Bautechnik
Braustraße 2, 04013 Leipzig
Tel: +49 (0) 341 9773929
frankchristian.kutzer@dl.sachsen.de

Sachsen-Anhalt

Herr Rolf Schneider
Ministerium für Landesentwicklung und
Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt
Turmschanzenstraße 30
39114 Magdeburg
Tel: +49 (0) 391 567-3548
r-schneider@mlv.sachsen-anhalt.de

Schleswig-Holstein

Herr Gerhard Behrendt
Innenministerium des Landes
Schleswig-Holstein
Düsternbrooker Weg 92
24105 Kiel
Tel: +49 (0) 431 988-3330
gerhard.behrendt@im.landsh.de

Thüringen

Dr.-Ing. Helmut Bietz
Thüringer Ministerium für Bau,
Landesentwicklung und Verkehr
Abteilung 2
Steigerstraße 24, 99096 Erfurt
Tel: +49 (0) 361 37-91 222
helmut.bietz@tmblv.thueringen.de

Fachliche Anfragen/Beiträge:

Herr Reinhard Sommer
Thüringer Landesverwaltungsamt
Weimarplatz 4, 99423 Weimar
Tel: +49 (0) 361 3773-7962
reinhard.sommer@tlwa.thueringen.de

**17.0 Normen, Regelwerke
und Richtlinien**

EN ISO 140-3: Akustik – Messung der
Schalldämmung in Gebäuden und von
Bauteilen – Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen

EN 356: Glas im Bauwesen – Sicherheits-
sonderverglasung – Prüfverfahren und
Klasseneinteilung des Widerstandes gegen
manuellen Angriff

EN 357: Glas im Bauwesen – Brand-
schutzverglasungen aus durchsichtigen
oder durchscheinenden Glasprodukten –
Klassifizierung des Feuerwiderstandes

EN 410: Glas im Bauwesen – Bestimmung
der lichttechnischen und strahlungsphysi-
kalisches Kenngrößen von Verglasungen

EN 572: Glas im Bauwesen – Basis-
erzeugnisse aus Kalk-Natronsilikatglas

EN 673: Glas im Bauwesen – Bestim-
mung des Wärmedurchgangskoeffizienten
(U-Wert) – Berechnungsverfahren

EN ISO 717-1: Akustik – Bewertung der
Schalldämmung in Gebäuden und von
Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung

DIN 1055: Einwirkungen auf Tragwerke

EN 1063: Glas im Bauwesen – Sicher-
heitssonderverglasung – Prüfverfahren
und Klasseneinteilung für den Widerstand
gegen Beschuss

EN 1096: Glas im Bauwesen – Beschich-
tetes Glas Hochbau – Fugendichtstoffe –
Einteilung und Anforderungen von Dich-
tungsmassen

EN 12150: Glas im Bauwesen – Ther-
misch vorgespanntes Kalknatron-Einschei-
bensicherheitsglas

EN 1863: Glas im Bauwesen – Teilvorge-
spanntes Kalknatronglas

EN ISO 12543: Glas im Bauwesen – Ver-
bundglas und Verbund-Sicherheitsglas

EN 14179: Glas im Bauwesen – Heißgela-
gertes thermisch vorgespanntes Kalkna-
tron-Einscheibensicherheitsglas

EN 14449: Glas im Bauwesen – Verbund-
glas und Verbund-Sicherheitsglas

DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemess-
ungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18032: Sporthallen – Hallen und
Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung

DIN 18361: Verglasungsarbeiten

EN 20140: Akustik – Messung der Schall-
dämmung in Gebäuden und von Bauteilen

BF Richtlinien

- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen
Qualität von Glas für das Bauwesen
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen
Qualität von emaillierten und sieb-
bedruckten Gläsern
- Materialverträglichkeit rund um das
Isolierglas
- Kompass für geklebte Fenster
- Richtlinie zum Umgang mit Mehr-
scheiben-Isolierglas

7.3.4 Umwehungen mit Glas

7.3.4

Sicherheitsvorrichtungen, die Menschen vor Gefahren und Verletzungen z. B. durch Absturz, Hinunter- oder Hineinfallen schützen sollen, werden allgemein als Umwehungen bezeichnet. Umwehungen im Sinne von Verordnungen, Vorschriften und Regelwerken sind Innen- und Außenbauteile wie Geländer, Brüstungen oder Ähnliches.

Landesbauordnungen

Von den Landesbauordnungen werden die Anforderungen an die Umwehungen festgelegt. Es wird die Höhe der Umwehungen in Abhängigkeit von der Absturzhöhe geregelt.

In den nachfolgenden Tabellen aus der TR 18 des Bundesinnungsverbands des Glaserhandwerks Hadamar, sind die Anforderungen der einzelnen Bundesländer aufgeführt.

Für absturzsichernde Verglasungen liegt die „TRAV“ (Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen) des DIBt vor. Sie regelt den Geltungsbereich, die verwendbaren Glasprodukte, Anwendungsbedingungen, die Einwirkungen sowie den Nachweis der Tragfähigkeit unter statischen und stoßartigen Einwirkungen.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 18008 Teil 1 und Teil 4 verliert die TRAV ihre Gültigkeit, s. Ausführungen unter Kap. 7.2.1.

Tabelle A: Absturzhöhen und Brüstungshöhen nach Landesbauordnungen und Versammlungsstättenverordnungen

	Absturzhöhe, ab der eine Umwehrung notwendig ist	Höhe der Umwehrung	Höhe der Fensterbrüstung	Absturzhöhe, ab der eine Umwehrung notwendig ist	Höhe der Umwehrung
Musterbauordnung § 38 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	0–12 m: mind. 0,80 m, über 12 m mind. 0,90 m	Muster-Versammlungsstättenverordnung § 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Bundesland	gem. LBC			gem. Versammlungsstättenverordnung des Landes	
Baden-Württemberg § 3 „Umwehrungen“ der Allg. Ausführungsverordnung (LBOAVO) (zu § 16 Abs. 1 LBO)	1 m	Mind. 0,90 m, 0,80 m sind zulässig bei einer Tiefe der Umwehrung von mind. 0,20 m	Mind. 0,90 m, 0,80 m sind zulässig bei einer Tiefe der Umwehrung von mind. 0,20 m	§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“ 0,20 m	mind. 1,10 m*
Bayern Art. 36	50 cm	Ausreichend hoch und fest		§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Berlin § 36 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	momentan nur über MVS-Stätt geregelt	mind. 1,10 m*
Brandenburg § 33 „Umwehrungen und Abdeckungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	1–12 m: mind. 0,90 m über 12 m mind. 1,10 m	§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m
Bremen § 38 „Umwehrungen“	1 m	Mind. 1 m über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	0–12 m: mind. 0,80 m über 12 m mind. 0,90 m	§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m
Hamburg § 36 „Umwehrungen und Brüstungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m sofern Brüstungstiefe \geq 15 cm	§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Hessen § 35 „Umwehrungen“	1 m	1 bis 12 m Absturzhöhe: a) bei Wohngebäuden und bei anderen baulichen Anlagen, die keine Arbeitsstätten sind: 0,90 m b) bei Arbeitsstätten: 1,00 m über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Mecklenburg-Vorpommern § 38 „Umwehrungen und Abdeckungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: 1,10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschränkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*

* Sonderregelungen für Brüstungen vor Sitzplatzreihen und bei bestimmter Tiefe der Brüstungen beachten!

Niedersachsen § 4 „Umwehrungen“ der Allgemeinen Durch- führungsverordnung zu NBauO zu § 23 NBauO	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschrankungen und Schutzvor- richtungen“, 0,20 m	mind. 1,10 m*
Nordrhein-Westfalen § 41 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschrankungen und Schutz- vorrichtungen“ der Sonderbauverord- nung	mind. 1,10 m*
Rheinland-Pfalz § 38 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Umwehrungen“, 0,20 m	mind. 0,90 m
Saarland § 38 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschrankungen und Schutz- vorrichtungen“	mind. 1 m*
Sachsen § 38 „Umwehrungen und Abdeckungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschrankungen und Schutz- vorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Sachsen-Anhalt § 37 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschrankungen und Schutz- vorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Schleswig-Holstein § 39 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschrankungen und Schutz- vorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Thüringen § 36 „Umwehrungen“	1 m	Von 1 bis 12 m Absturzhöhe: 0,90 m, über 12 m Absturzhöhe: „10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	momentan nur über MVSlättV gere- gelt	mind. 1,10 m

* Sonderregelungen für Brüstungen vor Sitzplatzreihen und bei bestimmter Tiefe der Brüstungen beachten!

Quelle: TR 18 Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar, 4. Auflage 2012.

7.3.5 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

7.3.5



BUNDESVERBAND
FLACHGLAS E.V.,
TROISDORF



BUNDESVERBAND DER
JUNGLASER UND
FENSTERBAUER E.V.,
HADAMAR



BUNDESINNUNGS-
VERBAND DES
GLASERHANDWERKS,
HADAMAR



BUNDESVERBAND
GLASINDUSTRIE E.V.,
DÜSSELDORF

VERBAND
FENSTER + FASSADE,
FRANKFURT AM MAIN

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

Diese Richtlinie wurde erarbeitet von:

- Technischen Beirat im Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar
- Technischen Ausschuss des Bundesverband Flachglas, Troisdorf.

Stand: Mai 2009

1. Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken). Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfgrundsätzen mit Hilfe der in der Tabelle nach Abschnitt 3 angegebenen Zulässigkeiten.

Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende lichte Glasfläche. Glaserzeugnisse in der Ausführung mit beschichteten Gläsern, in der Masse eingefärbten Gläsern, Verbundgläsern oder vorgespannten Gläsern (Einscheiben-Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 3 beurteilt werden.

Die Richtlinie gilt nicht für Glas in Sonderausführungen, wie z. B. Glas mit eingebauten Elementen im Scheibenzwischenraum (SZR) oder im Verbund, Glaserzeugnisse unter Verwendung von Ornamentglas, Drahtglas, Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), Brandschutzverglasungen, und nicht transparenten Glaserzeugnissen. Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen.

Die Bewertung der visuellen Qualität der Kanten von Glaserzeugnissen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Bei nicht allseitig gerahmten Konstruktionen entfällt für die nicht gerahmten Kanten das Betrachtungskriterium Falzzone. Der geplante Verwendungszweck ist bei der Bestellung anzugeben.

Für die Betrachtung von Glas in Fassaden in der Außenansicht sollten besondere Bedingungen vereinbart werden.

2. Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die **Durchsicht** durch die Verglasung, d. h. die Betrachtung des Hintergrundes und nicht die Aufsicht maßgebend. Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein.

Die Prüfung der Verglasungen gemäß der Tabelle nach Abschnitt 3 ist aus einem Abstand von mindestens 1 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht, vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung.

Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden.

Eine eventuelle Beurteilung der Außenansicht erfolgt im eingebauten Zustand unter üblichen Betrachtungsabständen. Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

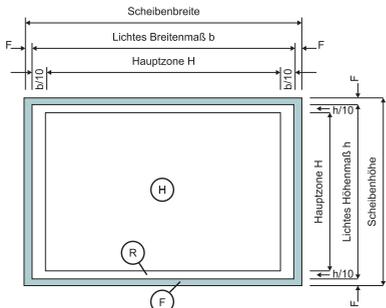
7.3.5

3. Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glaserzeugnissen für das Bauwesen

Tabelle aufgestellt für Floatglas, ESG, TVG, VG, VSG, jeweils beschichtet oder unbeschichtet sowie deren Kombination zu Zweischeiben-Isolierglas

Zone	Zulässig pro Einheit sind:
F	Außenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbundbreite nicht überschreiten.
	Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.
	Punkt- und flächenförmige Rückstände sowie Kratzer uneingeschränkt.
R	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.: Scheibenfläche ≤ 1 m ² : max. 4 Stück à < 3 mm Ø Scheibenfläche > 1 m ² : max. 1 Stück à < 3 mm Ø je umlaufenden m Kantenlänge
	Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR): Scheibenfläche ≤ 1 m ² : max. 4 Stück à < 3 mm Ø Scheibenfläche > 1 m ² : max. 1 Stück à < 3 mm Ø je umlaufenden m Kantenlänge
	Rückstände (flächenförmig) im SZR: max. 1 Stück ≤ 3 cm ²
	Kratzer: Summe der Einzellängen: max. 90 mm – Einzellänge: max. 30 mm
	Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt
H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.: Scheibenfläche ≤ 1 m ² : max. 2 Stück à < 2 mm Ø 1 m ² < Scheibenfläche ≤ 2 m ² : max. 3 Stück à < 2 mm Ø Scheibenfläche > 2 m ² : max. 5 Stück à < 2 mm Ø
	Kratzer: Summe der Einzellängen: max. 45 mm – Einzellänge: max. 15 mm
	Haarkratzer: nicht gehäuft erlaubt
	max. Anzahl der Zulässigkeiten wie in Zone R
R+H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. von 0,5 bis < 1,0 mm sind ohne Flächenbegrenzung zugelassen, außer bei Anhäufungen. Eine Anhäufung liegt vor, wenn mindestens 4 Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. innerhalb einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von ≤ 20 cm vorhanden sind.

Hinweise:
 Beanstandungen ≤ 0,5 mm werden nicht berücksichtigt. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.
Zulässigkeiten für Dreifach-Wärmedämmglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG):
 Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Glaseinheit und je Verbundglaseinheit um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.
Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG:
 1. Die lokale Welligkeit auf der Glasfläche – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf 0,3 mm bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten.
 2. Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf nicht größer als 3 mm pro 1000 mm Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nenndicke < 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.



- F = Falzzone:**
 der optisch abgedeckte Bereich im eingebauten Zustand (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)
- R = Randzone:**
 umlaufend 10 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße (weniger strenge Beurteilung)
- H = Hauptzone:**
 (strenge Beurteilung)

4. Allgemeine Hinweise

Die Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die visuelle Qualität von Glas im Bauwesen dar. Bei der Beurteilung eines eingebauten Glaserzeugnisses ist davon auszugehen, dass außer der visuellen Qualität ebenso die Merkmale des Glaserzeugnisses zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Eigenschaftswerte von Glaserzeugnissen, wie z. B. Schalldämm-, Wärmedämm- und Lichttransmissionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten, Kombinationen sowie durch den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabelle nach Abschnitt 3 uneingeschränkt anwendbar ist. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

4.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

4.1.1 Eigenfarbe

Alle bei Glaserzeugnissen verwendeten Materialien haben rohstoffbedingte Eigenfarben, welche mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Aus funktionellen Gründen werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein. Schwankungen des Farbeindrucks sind aufgrund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden.

4.1.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Eine derartige Bewertung kann nicht Gegenstand dieser Richtlinie sein. (Weitere Informationen dazu finden sich in dem VFF Merkblatt „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen“)

4.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit außerhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterrahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein. Diese Merkmale können sichtbar werden, wenn der Isolierglas-Randverbund konstruktionsbedingt an einer oder mehreren Seiten nicht abgedeckt ist.

Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der/des Abstandhalter(s) zur geraden Glaskante oder zu weiteren Abstandhaltern (z. B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Grenzkantenlänge von 2,5 m insgesamt 4 mm, bei größeren Kantenlängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischeiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters bis zur Grenz-Kantenlänge von 3,5 m 4 mm, bei größeren Kantenlängen 6 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

Besondere Rahmenkonstruktionen und Ausführungen des Randverbundes von Isolierglas erfordern eine Abstimmung auf das jeweilige Verglasungssystem.

4.1.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

Durch klimatische Einflüsse (z. B. Isolierglaseffekt) sowie Erschütterungen oder manuell angeregte Schwingungen können zeitweilig bei Sprossen Klappergeräusche entstehen.

Sichtbare Sägeschnitte und geringfügige Farbablösungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

4.1.5 Außenflächenbeschädigung

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 3 beurteilt werden.

Im übrigen gelten u. a. folgende Normen und Richtlinien:

- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- VOB/C ATV DIN 18 361 „Verglasungsarbeiten“
- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte
- Merkblatt zur Glasreinigung, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V. u. a.
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V. u. a.

und die jeweiligen technischen Angaben und die gültigen Einbauvorschriften der Hersteller.

4.1.6 Physikalische Merkmale

Von der Beurteilung der visuellen Qualität ausgeschlossen ist eine Reihe unvermeidbarer physikalischer Phänomene, die sich in der lichten Glasfläche bemerkbar machen können, wie:

- Interferenzerscheinungen
- Isolierglaseffekt
- Anisotropien
- Kondensation auf den Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)
- Benetzbarkeit von Glasoberflächen

4.2 Begriffserläuterungen

4.2.1 Interferenzerscheinungen

Bei Isolierglas aus Floatglas können Interferenzen in Form von Spektralfarben auftreten. Optische Interferenzen sind Überlagerungserscheinungen zweier oder mehrerer Lichtwellen beim Zusammentreffen auf einen Punkt.

Sie zeigen sich durch mehr oder minder starke farbige Zonen, die sich bei Druck auf die Scheibe verändern. Dieser physikalische Effekt wird durch die Planparallelität der Glasoberflächen verstärkt. Diese Planparallelität sorgt für eine verzerrungsfreie Durchsicht. Interferenzerscheinungen entstehen zufällig und sind nicht zu beeinflussen.

4.2.2 Isolierglaseffekt

Isolierglas hat ein durch den Randverbund eingeschlossenes Luft-/Gasvolumen, dessen Zustand im Wesentlichen durch den barometrischen Luftdruck, die Höhe der Fertigungsstätte über Normal-Null (NN) sowie die Lufttemperatur zur Zeit und am Ort der Herstellung bestimmt wird. Bei Einbau von Isolierglas in anderen Höhenlagen, bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdruckes (Hoch- und Tiefdruck) ergeben sich zwangsläufig konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen.

Auch Mehrfachspiegelungen können unterschiedlich stark an Oberflächen von Glas auftreten.

Verstärkt können diese Spiegelbilder erkennbar sein, wenn z. B. der Hintergrund der Verglasung dunkel ist.

Diese Erscheinung ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit.

4.2.3 Anisotropien

Anisotropien sind ein physikalischer Effekt bei wärmebehandelten Gläsern, resultierend aus der internen Spannungsverteilung. Eine abhängig vom Blickwinkel entstehende Wahrnehmung dunkelfarbiger Ringe oder Streifen bei polarisiertem Licht und/oder Betrachtung durch polarisierende Gläser ist möglich.

Polarisiertes Licht ist im normalen Tageslicht vorhanden. Die Größe der Polarisation ist abhängig vom Wetter und vom Sonnenstand. Die Doppelbrechung macht sich unter flachem Blickwinkel oder auch bei im Eck zueinander stehenden Glasflächen stärker bemerkbar.

4.2.4 Kondensation auf Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)

Kondensat (Tauwasser) kann sich auf den äußeren Glasoberflächen dann bilden, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft (z. B. beschlagene PKW-Scheiben).

Die Tauwasserbildung auf den äußeren Oberflächen einer Glasscheibe wird durch den U_g -Wert, die Luftfeuchtigkeit, die Luftströmung und die Innen- und Außentemperatur bestimmt.

Die Tauwasserbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzirkulation, z. B. durch tiefe Laibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, Jalousetten sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper, mangelnde Lüftung o. ä. gefördert.

Bei Isolierglas mit hoher Wärmedämmung kann sich auf der witterungsseitigen Glasoberfläche vorübergehend Tauwasser bilden, wenn die Außenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte außen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

4.2.5 Benetzbarkeit von Glasoberflächen

Die Benetzbarkeit der Glasoberflächen kann z. B. durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermaserungen, Vakuumsaugern, durch Dichtstoffreste, Silikonbestandteile, Glättmittel, Gleitmittel oder Umwelteinflüsse unterschiedlich sein. Bei feuchten Glasoberflächen infolge Tauwasser, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden.

© 2009 by Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, 65589 Hadamar, und Bundesverband Flachglas e.V., 53840 Troisdorf. Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gern zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Bundesinnungsverbandes des Glaserhandwerks oder des Bundesverband Flachglas e.V. ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

7.3.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

7.3.6



Bundesverband
Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf



Fachverband
Konstruktiver Glasbau e.V.
Aachener Straße 1019a
50858 Köln

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

Stand: März 2014

1.0 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von keramischen Farben als Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden. Diese Richtlinie gilt nicht für farbiges Glas nach EN 16477 oder anderweitig bedruckte Gläser. Bauordnungsrechtliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht behandelt.

Die im Abschnitt der 3. „Prüfung“ genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben. Auch so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet. Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktive und visuelle Anforderung bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität sowie Farbfreiheit der Kante (für freistehende Kanten wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Kante ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisolierverglas (MIG) oder VG/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

Sind emaillierte Gläser zu VSG oder MIG verbunden, wird jede emaillierte Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheiben).

2.0 Verfahren/Hinweise/Begriffe

2.1 Allgemeines

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG, ESG-H und TVG) umschließt der Glasfluss die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem Brennprozess ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

Die Farben sind so gewählt, dass sie sich bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 – 620 °C innerhalb weniger Minuten mit der Oberfläche verbinden. Dieses Temperaturfenster ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben und verschiedenen Farben nicht immer exakt reproduzierbar einzuhalten.

Darüber hinaus ist auch die Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Sieb- bzw. Digitaldruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag. Die Deckkraft ist zusätzlich abhängig von der gewählten Farbe.

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragsarten vollflächig oder teilflächig emailliert werden. Die Emaillierung wird in der Regel auf die von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder mehr) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Witterungsseite) werden spezielle Farben verwendet. Die keramischen Farben (Email) sind weitestgehend kratzfest und bedingt säureresistent; Licht- und Haftbeständigkeit entsprechen der Haltbarkeit keramischer Schmelzfarben.

Bei vollflächiger Emaillierung mit transluzenten Farben ist eine Wolkenbildung möglich. Diese Merkmale können bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transluzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebracht Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

Bei der Verwendung von metallischen Farben, ist darauf zu achten, dass diese nicht Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Anwendung dieser Farben, ist mit dem Hersteller abzustimmen.

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten zum u.a. Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes zu beachten. U. a. EN 1096 und/oder die zuvor genannten Richtlinien für Glas im Bauwesen. Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt.

2.2 Verfahren

2.2.1 Rollercoating-Verfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgeführt, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige homogene vollflächige Farbverteilung gewährleistet. Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze aus der Nähe zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von der Vorderseite (durch das Glas betrachtet) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel **nicht** für den Durchsichtbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Es kann ein so genannter „Sternenhimmel“ (sehr kleine Fehlstellen) in der Emaille entstehen.

Verfahrensbedingt ist ein „Farbüberschlag“ an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel farbfrei. Die Einbausituation ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen. Optional kann das Aufbringen der Emailfarbe mittels Sprühpistole geschehen.

2.2.2 Gießverfahren

Die Glastafel läuft horizontal durch einen so genannten „Gießschleier“ wobei die Oberfläche vollflächig mit Farbe bedeckt wird. Durch Verstellen der Farbmenge und der Durchlaufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch die Möglichkeit, dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Anwendungen für den Durchsichtbereich sind unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen.

Der „Farbüberschlag“ an den Kanten ist wesentlich größer als beim Rollercoating-Verfahren und nur mit hohem Aufwand zu vermeiden. Werden farbfreie Sichtkanten gewünscht, muss dies bei der Bestellung angegeben werden.

2.2.3 Siebdruckverfahren

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Verfahren ist hierbei ein voll- oder teilflächiger Farbauftrag möglich. Auf einem horizontalen Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einer Rakel auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages durch die Maschenweite des Siebes und den Fadendurchmesser beeinflusst wird. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Rollercoating- und Gießverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend.

Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe leichte Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende leichte Schleierstellen.

Die Scheibenkanten bleiben beim Siebdruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Mit diesem Verfahren können Mehrfarbdrucke realisiert werden. Zum Beispiel ein so genannter Doppel-Siebdruck, bei dem je nach betrachteter Oberfläche zwei unterschiedliche Farben erkennbar sind. Toleranzen, z. B. zur Deckungsgleichheit, sind mit dem Hersteller zu klären.

Das Bedrucken ausgewählter Ornamentgläser ist möglich, aber immer mit dem Hersteller abzuklären.

2.2.4 Digitaldruckverfahren

Die keramische Farbe wird mit einem Verfahren, dessen Prinzip einem Tintenstrahldrucker ähnlich ist, direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages variieren kann. Der Farbauftrag ist dabei dünner als beim Rollercoating-, Gieß- oder Siebdruckverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend. Eine hohe Druckauflösung bis zu 360 dpi ist derzeit möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Die Scheibenkanten bleiben beim Digitaldruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Die Druckkanten sind in Druckrichtung exakt gerade und quer zur Druckrichtung leicht gezahnt. Farbsprühnebel entlang der Druckkanten kann auftreten. Bei Punkt-, Loch- und Textmotiven zeigen die Druckkanten eine Zahnung, die ebenso wie der Farbsprühnebel nur aus geringer Entfernung zu erkennen ist.

Das Digitaldruckverfahren ist vor allem für komplexe mehrfarbige Rasterdesigns oder Bilder, weniger für einfarbige, vollflächige Bedruckungen geeignet.

3.0 Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Aufsicht durch das Glas auf die Emaillierung maßgebend, dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen, opaken Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Bei der Anwendung als VG/VSG ist bei der Lage- und Designtoleranz gegebenenfalls noch die Toleranz resultierend aus dem Versatz zu beachten.

Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so genannten „Moiré“ kommen. Der Moiré-Effekt (von frz. moirer „moirieren; marmorieren“) macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen feinen Rastern durch zusätzliche scheinbare grobe Raster bemerkbar. Deren Aussehen ist den sich ergebenden Mustern ähnlich, die Mustern aus Interferenzen ähnlich sind. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt. (s. Grafik im Anhang)

Werden Bedruckungen zur Abdeckung, z. B. von Profilen von geklebten Fassaden, verwendet, kann es bei sehr hellen Farben, zu einem Durchscheinen der Konstruktion kommen. Es sind hier geeignete Farben zu verwenden.

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillierung des sichtbaren Bereichs im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Glases wird die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ herangezogen.

7.3.6

Fehlerarten / Toleranzen für emailierte Gläser

Zulässige punktförmige Stellen im Email*	Ø 0,5 – 1,0 mm max. 3 Stück/m ² , mit Abstand ≥ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge
Wolken **	unzulässig
Wasserflecken	unzulässig
Farbüberschlag an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, sonst nicht. Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante: <ul style="list-style-type: none"> • Im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig • Im Gießverfahren zulässig • Im Siebdruckverfahren nicht zulässig • Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nähe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.
Unbedruckter Glasrand	Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig
Email-Lagetoleranz (a) s. Abb. 1 ***	Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm Scheibengröße ≤ 3000 mm: ± 3,0 mm Scheibengröße > 3000 mm: ± 4,0 mm
Toleranz der Abmessungen bei Teilemailierung (b) s. Abb. 1	Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich: ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 1	in Abhängigkeit der Größe Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich: ≤ 30 mm ± 0,8 mm ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 500 mm ± 1,2 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 2000 mm ± 2,5 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von ΔE ≤ 5 mm (Float) bzw. ΔE ≤ 4 mm (Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel 4).

* Fehler ≤ 0,5 mm („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt. Die Ausbesserungen von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess bzw. mit organischem Lack nach dem Vorspannprozess ist zulässig. Organischer Lack darf nicht im Bereich der Randabdichtung von Isolierglas verwendet werden.

** Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moiré-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

*** Die Email-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller abzustimmen ist.

Tabelle 1

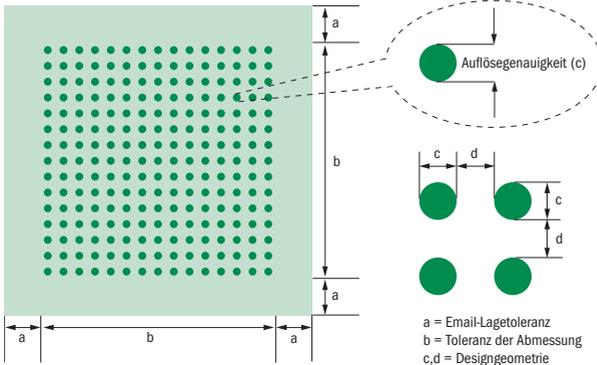


Abbildung 1
Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern

Für geometrische Figuren oder so genannte Lochmasken unter 3 mm Größe oder Verläufe von 0 – 100 % gelten folgende Anmerkungen:

- Werden Punkte, Linien oder Figuren dieser Größe in geringem Abstand aneinandergereiht, so reagiert das menschliche Auge sehr sensibel.
- Toleranzen der Geometrie oder des Abstandes im Zehntelmillimeter-Bereich fallen als grobe Abweichungen auf.
- Diese Anwendungen müssen in jedem Fall mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Die Herstellung eines 1:1 Musters ist zu empfehlen.

4.0 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können.

Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbumterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

4.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eisenarme Gläser usw.) abhängt, führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emaillierung (Emaillierung Position 2). Zusätzlich kann dieses Glas mit unterschiedlichen Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Strukturgläsern. Farbabweichungen bei der Emaillierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farberstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

4.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, die durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Oberfläche, Glaskörper) auf die Farbe auftreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes mehr oder weniger je nach Einfallswinkel. Die auf die Farbe auftreffenden „Spektralfarben“ werden von der Farbe (Farbpigmenten) teilweise reflektiert bzw. absorbiert. Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle und Ort der Betrachtung sowie Hintergrund unterschiedlich.

4.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farbunterschied deutlich wahrgenommen wird, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen.

Toleranzen für die Farbgleichheit von Bedruckungen auf Glas sollten so gewählt werden, dass ein Betrachter unter normalen Bedingungen kaum Farbabweichungen feststellen kann. Eine normative Festlegung gibt es nicht.

Die Toleranzen stellen einen Kompromiss zwischen Produktivität und dem Anspruch an den optischen Eindruck der Isolierglaseinheiten in einem Gebäude mit normaler Einbausituation dar.

Entsprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand, Umgebungsfarbe, Farbneutralität und Reflexionsgrad der Oberfläche sind die Toleranzwerte nur als Orientierung zu verwenden. Alle Umstände sollten vor Ort, beim entsprechenden Objekt individuell bewertet werden – insbesondere das Objekt in seiner spezifischen Umgebung.

Farben werden zur Fertigungskontrolle im CIE L*a*b*-System objektiv dargestellt, wobei die normierte Bezugslichtart D65 und ein Beobachtungswinkel von 10° zugrunde gelegt werden.

Die angestrebte Lage im a, b Farbkoodinatenystem, wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit, unterliegen fertigungsbedingt geringen Schwankungen. Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen.

Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe in Abstimmung mit dem Kunden. Dafür zu Grunde liegende Messwerte sind mit glasspezifischen Farbmessgeräten und unter gleichen Bedingungen zu bestimmen (gleiches Farbsystem, gleiche Lichtart, gleiche Geometrie, gleicher Beobachter). Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Rohstoffverfügbarkeit usw.)
- Herstellung eines 1:1 Produktionsmusters und Freigabe durch den Kunden
- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen
- Die Bestellung von großen Mengen einer gleichen Farbe innerhalb eines Auftrags sollte einmal und nicht in Teil-Bestellungen erfolgen.

5.0 Sonstige Hinweise

Die sonstigen Eigenschaften der Produkte sind den nationalen bauaufsichtlichen Vorschriften und den geltenden Normen zu entnehmen, insbesondere der:

- DIN EN 12150
- DIN EN 1863
- DIN EN 14179
- DIN EN 14449

Emaillierte Gläser können nur in Ausführung Einscheibensicherheitsglas (ESG oder ESG-H) oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist **nicht** zulässig.

Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe eingesetzt oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt normgerecht.

Emaillierte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

7.3.7 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

BF-Merkblatt 007 / 2010



Bundesverband
Flachglas

7.3.7

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

Inhaltsverzeichnis

1.0 Geltungsbereich	2
2.0 Prüfgrundsätze	2
3.0 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen	4
4.0 Rollosysteme und Plisseesysteme	9
5.0 Allgemeine Hinweise	12
6.0 Besondere Hinweise	12

1.0 Geltungsbereich

1.1 Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von im Scheibenzwischenraum eingebauten beweglichen und starren Systemen wie Lamellen, Folien, Lichtlenkprofile, Plissee usw. mit allen sichtbaren Teilen. Die Beurteilung der MIG erfolgt nach den einschlägigen Richtlinien und Normen.

1.2 Die Beurteilung der visuellen Qualität der eingebauten Systeme erfolgt entsprechend der nachfolgenden Prüfgrundsätze und Prüfkriterien wie Betrachtungswinkel, Betrachtungsflächen, Zulässigkeiten und jeweiligen Besonderheiten der einzelnen Systeme. Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende raumseitige Sichtfläche der integrierten Systeme.

1.3 Weitere Richtlinien und Normen

- DIN 18073 „Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen“
- EN 13120 „Abschlüsse innen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“

2.0 Prüfgrundsätze

Vorbemerkungen

- Geräusche, die durch das Öffnen bzw. Kippen von Fenstern und durch Fahrbewegungen entstehen, sind technisch bedingt und stellen keinen Mangel dar
- Beurteilungskriterien gelten nur für waage- und lotrecht ausgerichtete Anlagen
- Der Bereich Lamellenabstand zum Abstandhalter ist kein visuelles Kriterium
- Abnutzungserscheinungen sind nicht Gegenstand der visuellen Qualität

2.1 Lamellensysteme

Maßgeblich bei der Prüfung sind bei Lamellensystemen die sichtbaren Oberflächen der Lamellen, des Kopfprofils und des Fuß- oder Endprofils, die Lage der Lamellen in der oberen und unteren Endlage (keine Teilflächen, wie halb herunter gefahrene Behänge). Bei seitlich gehaltenen Systemen (z. B. über Spannschnüre) erfolgt eine Beurteilung der Lamellenprofile bezüglich der Oberfläche und der seitlichen Halterungen.

2.2 Foliensysteme - Plissésysteme

Bei Folien- und Plissésystemen sind die Oberflächen und ihr Erscheinungsbild hinsichtlich Wellen- und Faltenbildung in ihrer oberen und unteren Endlage sowie die Einzelteile zu beurteilen.

2.3 Prüfkriterien

2.3.1 Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung von innen laut nachfolgender Tabelle 1 entspricht. Die Betrachtung von außen erfolgt grundsätzlich in einem Abstand von größer 2,0 m. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Lamellen bzw. Folien einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume

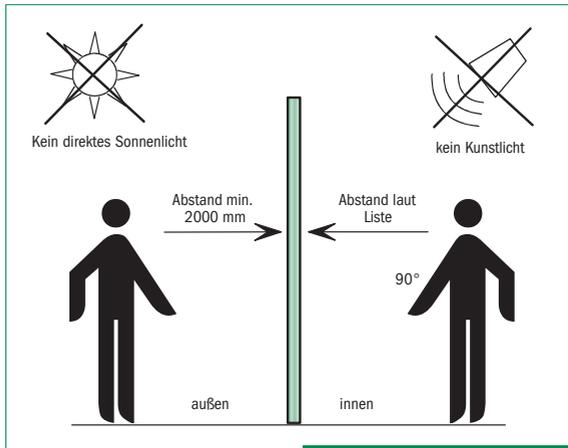
vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. Die Prüfungsvoraussetzungen gelten für die obere und untere Endlage. Ein nur teilweise geschlossenes System kann nicht bewertet werden, da hier keine Funktion im Sinne der Anforderungen von Sonnen-, Sicht- und Blendschutz besteht.

2.3.2 Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

Produkt	Betrachtungswinkel	Abstand zur Betrachtungsfläche
Jalousiesystem	90°	1,5 m
Foliensystem*	90°	2,0 m
Lichtlenksystem*	90°	2,0 m
Seitlich eingespanntes Lamellensystem	90°	1,5 m

*Tabelle gilt nur für Systeme mit diffuser Reflexion

(Tabelle 1)

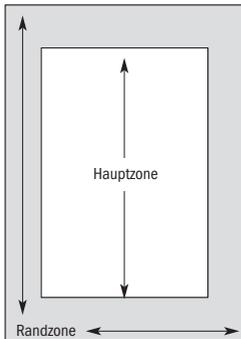


Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

2.4 Betrachtungsflächen

Die zu beurteilende Fläche wird aufgeteilt in

- Randzone = 10 % der Randfläche aus dem jeweiligen Breiten- und Höhenmaß (weniger strenge Beurteilung)
- Hauptzone = von der Flächenmitte aus verbleibende Sichtfläche bis zur Randzone (strenge Beurteilung)



3.0 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen

3.1 Erkennbare Oberflächenabweichungen

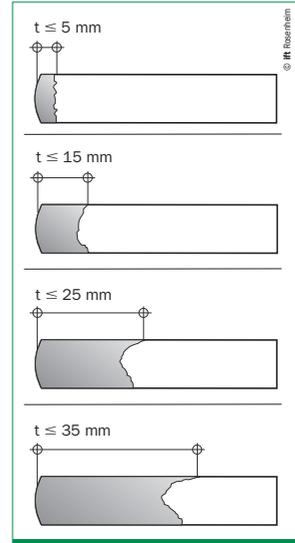
3.1.1 Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Runterfahren kann technisch bedingter Abrieb

im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugsschnüre- und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände bzw. Verfärbungen erfolgt nach den Tabellen 2, 3, 4 und 5.

Beurteilungskriterium	Beurteilung
Verfärbung der Lamellenenden durch Abrieb	nach Tabelle 5
Abriebspuren im SZR	bedingt zulässig nach Tabelle 5
Rückstände: z.B. Butyl auf den Lamellen	bedingt zulässig nach Tabelle 5

(Tabelle 2)

Beispiel



(Tabelle 3)



Farbe der Lamelle Farbe der Verschmutzung	Kontrast
	0 - 20 %
	20 - 40 %
	40 - 60 %
	60 - 80 %
	80 - 100 %

© HT Rosenheim

(Tabelle 4)

3.1.2 Punkte, Einschlüsse, Flecken, Beschichtungsfehler etc. werden wie folgt bewertet:

Zulässig sind pro m² Fläche
 Randzone: max. 4 Stück $\varnothing \leq 3$ mm
 Hauptzone: max. 2 Stück $\varnothing \leq 2$ mm

3.1.3 Kratzer in der Haupt- und Randzone
 Haarkratzer kaum sichtbar, nicht gehäuft erlaubt, wenn deren Summe der Einzellängen nicht größer als 30 mm ist.

Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

Tiefe der Verfärbung	Kontrast				
	0 - 20 %	20 - 40 %	40 - 60 %	60 - 80 %	100 %
t ≤ 5 mm	OK	OK	OK	OK	OK
t ≤ 15 mm	OK	OK	OK	OK	nein
t ≤ 25 mm	OK	OK	OK	nein	nein
t ≤ 35 mm	OK	OK	nein	nein	nein
> 35 mm	nein	nein	nein	nein	nein

© HT Rosenheim

(Tabelle 5)

7.3.7

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

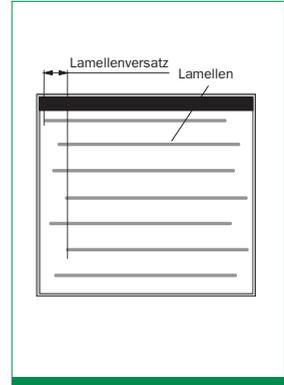
3.2 Zulässiger Lamellenversatz

- Der Lamellenversatz wird von den beiden maximal versetzten Lamellen einer Scheibe beurteilt
- Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Richtlinie keine Gültigkeit

Scheibenbreite von	bis	Maximaler Lamellenversatz
0	1000	6
1001	2000	8
2001		10

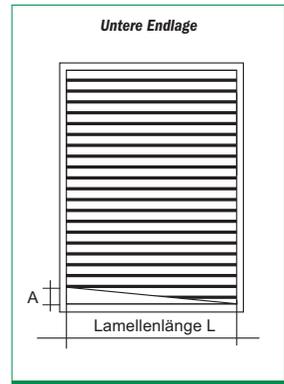
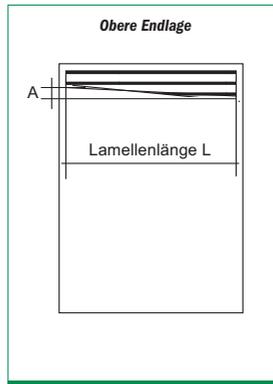
Masse in mm

(Tabelle 6)



3.3 Abweichung von der Rechtwinkligkeit / Schiefhang

Die maximal zulässige Abweichung A von der Rechtwinkligkeit in der oberen und unteren Endlage beträgt 6 mm pro Meter Lamellenlänge L, maximal jedoch 15 mm.



3.4 Zulässige Abweichung von der Form

3.4.1 Zulässige Verdrehung / Verzerrung

<p>Verdrehung/Verzerrung (EN 13120):</p> <p>Winkelablenkung V zwischen dem einen Ende der Lamelle und dem anderen Ende</p>	<p>2 mm/m</p>
<p>Lokale Verzerrung</p>	<p>Im Bereich der Stanzung zulässig</p>

(Tabelle 7)

3.4.2 Zulässige Durchbiegung

Die Beurteilung der Durchbiegung von Lamellen wird in geschlossener Behangstellung beurteilt.

<p>Durchbiegung D (EN 13120):</p> <p>Endstab: 4 mm Lamelle (gemessen in geschlossener Behangstellung)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Länge der Lamellen in m</th> <th>Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$L \leq 1,5$</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>$1,5 < L \leq 2,5$</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>$2,5 < L \leq 3,5$</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>$L > 3,5$</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Länge der Lamellen in m	Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm	$L \leq 1,5$	5	$1,5 < L \leq 2,5$	10	$2,5 < L \leq 3,5$	15	$L > 3,5$	20
Länge der Lamellen in m	Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm										
$L \leq 1,5$	5										
$1,5 < L \leq 2,5$	10										
$2,5 < L \leq 3,5$	15										
$L > 3,5$	20										
<p>Säbelförmigkeit Lamelle C (EN 13120):</p>	<p>L = Länge der Lamelle $C = \frac{1}{2} L^2$</p>										

(Tabelle 8)

7.3.7

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

3.5 Zulässige Abweichung beim unvollständigen Wenden von Lamellen

2 % der Gesamtanzahl der Lamellen. Die Lamellen dürfen beim Abfahren so hängen bleiben, dass sie erst beim Wenden der Lamellen in die vorgesehene Position klappen. Ein dauerhaftes Hängenbleiben der Lamellen ist unzulässig.

3.6 Minimaler Schließwinkel

Der Schließwinkel von Lamellensystemen muss der Systembeschreibung entsprechen. Der minimale Schließwinkel sollte 45° betragen, wenn nichts anderes angegeben ist.

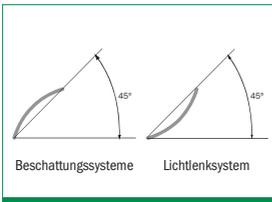
3.7 Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

- solange diese auf vor angegebene Toleranzen der Einzelbauteile zurückzuführen sind,
- die sonstigen Toleranzen der Jalousien eingehalten werden

Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen können unter anderen entstehen durch:

- ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen
- Schließwinkeltoleranzen



3.8 Schließwinkeltoleranzen in der Fläche

Beurteilt werden:

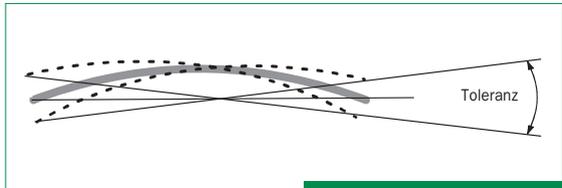
- der Durchschnittswert von 3 aufeinanderfolgenden Lamellen
- bei den Behanghöhen 90 %, 50 % (Mitte), 10 %

Die maximale Winkelabweichung in Bezug auf die Behangmitte darf hierbei betragen:

Systeme	bis zu einer Höhe von	ab einer Höhe von	Toleranz
Beschattungssysteme	1000 mm		± 8°
		1001 mm	± 12°
Lichtlenksysteme	1000 mm		± 10°
		1001 mm	± 12°

(Tabelle 9)

3.9 Genauigkeit des Öffnungswinkels von Lamellensystemen, welche nur einseitig schließen



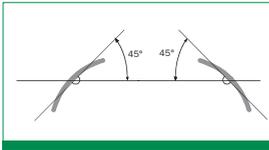
Nach maximaler Öffnung des Lamellensystems dürfen die Lamellen im mittleren Höhendrittel einer senkrechten Scheibe von der waagrechten nach der folgenden Tabelle abweichen:

Scheibenhöhe in mm		Toleranz
ab	bis	
	1000	± 7°
1001	2000	± 8°
2001	3000	± 9°
3000		± 10°

(Tabelle 10)

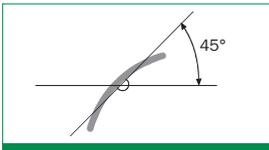
3.10 Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen richtet sich nach DIN 18 073 und muss mindestens 90° um die Längsachse betragen.



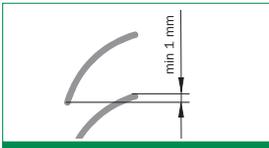
3.11 Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen wird nur auf die schließende Seite bewertet und muss hierbei mindestens 45° um die Längsachse betragen.



3.12 Überdeckung der Lamellen

Die einzelnen Lamellen müssen bei maximalem Schließwinkel um mindestens 1 mm überdecken.



3.13 Lamellenschluss

Bei geschlossenem Behang und waagrechttem Blickwinkel (90° zum Behang) darf keine direkte Durchsicht möglich sein.

4.0 Rollosysteme und Plisseesysteme

4.1 Erkennbare Oberflächenfehler

(die zu beurteilende Behangfläche richtet sich nach Punkt 2.3)

Randzone: 1. Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände Beschichtungsfehler etc.

Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$, max. 4 Stck. à $\leq 3 \text{ mm}$

Scheibenfläche $\geq 1 \text{ m}^2$, max. 4 Stck. / m^2 à $\leq 3 \text{ mm}$

2. Kratzer

Summe der Einzellängen max. 90 mm

Einzellänge max. 30 mm

Hauptzone: 1. Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände Beschichtungsfehler etc.

Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$, max. 2 Stck. à 2 mm

Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$, max. 3 Stck. à 2 mm

Scheibenfläche $> 2 \text{ m}^2$, max. 5 Stck. à 2 mm

2. Kratzer

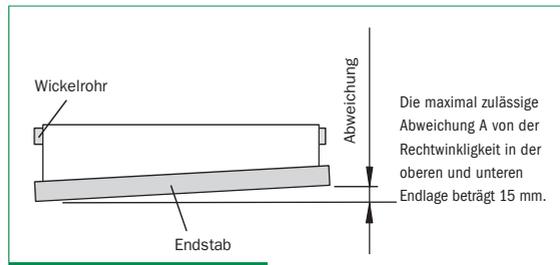
Summe der Einzellängen max. 45 mm

Einzellänge max. 15 mm nicht gehäuft.

4.2 Abweichung von der Rechtwinkligkeit

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden in folgenden Positionen beurteilt

- obere Endlage (Rollo / Plissee geöffnet)
- untere Endlage (Rollo / Plissee geschlossen)



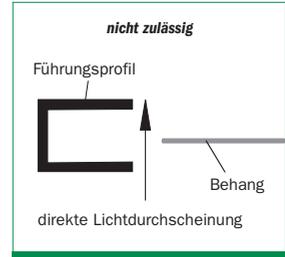
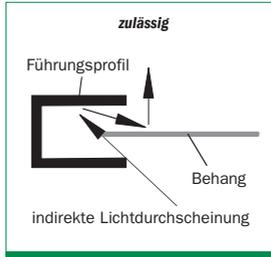
Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

4.3 Wellen- und Faltenbildung

Wellen und Falten stellen keinen Mangel dar, solange diese die Funktion des Systems nicht beeinträchtigen

4.4 Lichtdurchscheinungen

- Direkte Lichtdurchscheinungen (Lichtdurchgang, ohne Behinderung durch den Behang usw.) sind nicht erlaubt
- Indirekte Lichtdurchscheinungen (z.B. über Reflexionen) sind zulässig

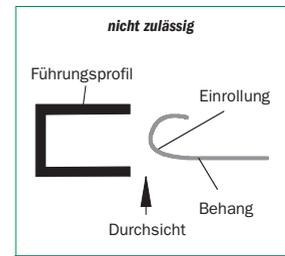
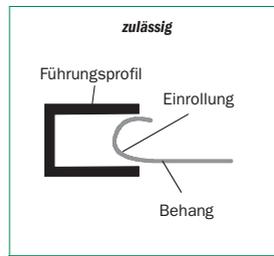
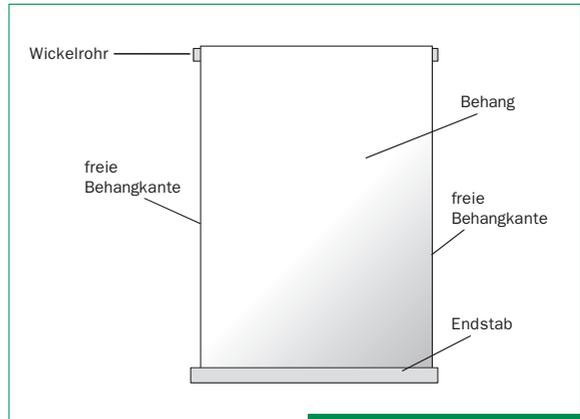


4.5 Einrollungen von freien Behangkanten

Als freie Behangkante wird eine Schnittkante bezeichnet, welche an keinem anderen Bauteil (Endstab, Wickelrohr, usw.) befestigt ist.

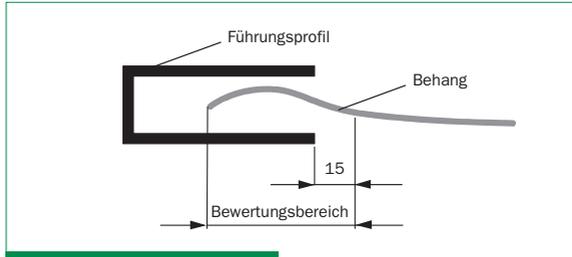
Eine Einrollung von freien Behangkanten ist erlaubt wenn

- es bei rechthwinkligem Betrachtungswinkel zu keinen direkten Lichtdurchscheinungen kommt
- die Funktion des Rollos hierdurch nicht gestört ist



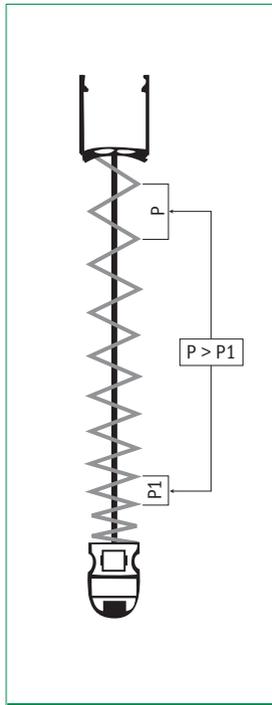
4.6 Behangveränderung im Bereich von Führungen

Behangveränderungen, wie z. B. Abrieb im Bereich von Führungen sind zulässig, wenn sich die Durchsicht um nicht mehr als 20 % ändert.



4.7 Plisseesysteme

Aufgrund des Eigengewichtes des Stoffes, wechselt der Verlauf der Faltenbreite zwischen den ersten und letzten Falten. Dieses Phänomen ist bei Behängen mit Höhen von mehr als 1 m spürbarer als bei kleineren Behängen. Der Unterschied des Verlaufs ist kein Reklamationsgrund, denn er ist in den Eigenschaften des Stoffes begründet. Die ersten Falten tendieren natürlich dazu, auch aufgrund der Einwirkung von Wärme, leicht abzuflachen, wodurch die Faltung jedoch erhalten bleibt. Der Stoff muss bei jedem Hebevorgang ein ordentliches Zusammenlegen der Falten gewährleisten.



5.0 Allgemeine Hinweise

Diese Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der visuellen Qualität von Lamellen, Rollo und Plisseesystemen im MIG dar. Bei der Beurteilung sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass außer der visuellen Qualität ebenso die wesentlichen Merkmale des Produkts zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Ein Gleichlauf von mehreren Elementen kann nicht gewährleistet werden.

6.0 Besondere Hinweise

6.1. Bei allen Systemen kann aus technischen Gründen links und/oder rechts des Kopfprofils ein sichtbarer Spalt entstehen. Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und sind kein Grund zur Beanstandung.

6.2. Die einzelnen Lamellen werden durch sogenannte Leiterkordeln in ihrer Lage fixiert. Diese Leiterkordeln können systembedingt ihre Lage verändern. Ferner erfolgt die Auffaltung dieser Leiterkordeln nicht regelmäßig.

6.3. Bei allen Systemen können Abdeckungen auf den Glasoberflächen eingesetzt werden. Diese Abdeckungen können beispielsweise aus Emaille oder Folien auf Glas bestehen. Sie sind nicht Gegenstand einer Bewertung durch diese Richtlinie und müssen gesondert betrachtet werden.

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Systeme im SZR' beim Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Unter Mitwirkung von: ift Rosenheim

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

7.3.8 Planungshilfe: Integrierte, bewegliche Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas für Architekten, Planer und Verarbeiter

BF-Merkblatt 011 /2012



Bundesverband
Flachglas

7.3.8

***Planungshilfe: Integrierte, bewegliche Systeme
im Mehrscheiben-Isolierglas
für Architekten, Planer und Verarbeiter***

Planung, Leistung und Bewertung von ISiM (Integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas)

ISiM werden in verschiedensten Ausführungen seit über 20 Jahren erfolgreich eingesetzt und haben sich bereits vielfach im Dauerbetrieb bewährt.

Durch die Integration eines Sonnenschutzsystems in eine Isolierglaseinheit ergeben sich zusätzliche positive Effekte gegenüber den Einzelsystemen.

Vorteile gegenüber außenliegenden Beschattungssystemen und raumseitigen Blendschutzsystemen:

- Keine zusätzlichen Reinigungskosten für das Sonnenschutzsystem
- Wartungsfreiheit
- Einfache Integrierbarkeit bei denkmalgeschützten Gebäuden
- Keine lästigen Windgeräusche
- Variabler Sicht-, Blend- und Sonnenschutz
- Kombinierbarkeit mit z. B. Brandschutz, Schallschutz

Entscheidend für einen langjährigen und störungsfreien Einsatz von ISiM am Bau ist das Wissen um die Gebrauchstauglich-

keit, die Einsatzgebiete und die Möglichkeiten dieser Systeme. Bei der Bewertung des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes erlangen die Eigenschaften von ISiM einen besonderen Stellenwert: Grundsätzlich wird ein niedriger U_g -Wert gefordert. Beim winterlichen Wärmeschutz ist ein möglichst hoher Gesamtenergiedurchlassgrad (g -Wert) gewünscht, beim sommerlichen Wärmeschutz dagegen ist ein an die Kühllast angepasster (reduzierter) g_{total} -Wert erforderlich.

Für die Planung von Gebäuden spielt die Frage nach dem Gesamtenergieverbrauch (Primärenergiebedarf) eine immer größere Rolle. Neben der Heizenergie im Winter schlagen die Klimatisierung im Sommer und die Ausleuchtung der Räume besonders zu Buche. Daher ist eine intelligente Gestaltung der Glasflächen für den späteren Energieverbrauch von entscheidender Bedeutung.

Die Komplexität der Thematik macht eine verständliche Erläuterung für den Planer notwendig, da der Spielraum des Energieertrages durch beweglichen Sonnenschutz (Abschirmung im Sommer – Öffnung im Winter) am größten ist.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) regelt in Verbindung mit neuesten Normen die Einhaltung von Grenzwerten für den sommerlichen Wärmeschutz. Die Berechnung des Sonneneintragskennwertes gemäß EnEV basiert auf den hier beschriebenen Grundprinzipien.

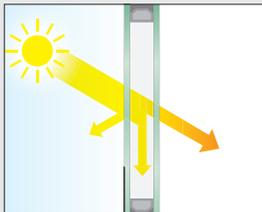
Grundlagen

Für den sommerlichen Wärmeschutz muss die gesamte Sonnenstrahlung als Grundlage genommen werden. Lichttransmissions-, Lichtreflexions- und Lichtabsorptionsgrad berücksichtigen nur 45 % des Sonnenspektrums und sind für die Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes nicht ausreichend.

Entscheidend für den sommerlichen Wärmeschutz sind drei Begriffe:

Transmission

Strahlungstransmissionsgrad

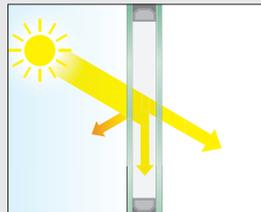


Transmission - τ_g

Wie viel Strahlung tritt durch ein Bauteil hindurch. 0 bis 100 % oder 0 bis 1.

Reflexion

Strahlungsreflexionsgrad

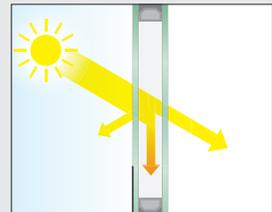


Reflexion - ρ_g

Wie viel Strahlung wird durch ein Bauteil zurückgeworfen. 0 bis 100 % oder 0 bis 1.

Absorption

Strahlungsabsorptionsgrad



Absorption - α_g

Wie viel Strahlung wird aufgenommen und erwärmt das Bauteil. 0 bis 100 % oder 0 bis 1.

(Bild 1)



Bundesverband
Flachglas

BF-Merkblatt 011 /2012

Wie viel Sonnenenergie kommt im Rauminnen an?

Die Kenngröße zur Berechnung des Gesamtenergieeintrags durch ein Bauteil ist der g -Wert.

Beispiel:

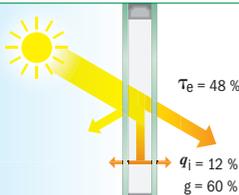
Die Sonne strahlt auf ein 1 m^2 großes Fenster. Die Strahlungsenergie beträgt in unserem Fall 800 W/m^2 . Der g -Wert von Zwei- bzw. Dreifach-Isolierglasscheiben mit Wärmedämmschicht liegt in einem Bereich zwischen 0,49 bis 0,63. In unserem Beispiel 0,60 bzw. 60%.

Daraus ergibt sich der folgende Energieeintrag durch das Glas:

$$800 \text{ W/m}^2 \times 1 \text{ m}^2 \times 0,60 = 480 \text{ W}$$

Je kleiner der g -Wert, desto weniger Energie dringt in den Raum ein.

T_e = Strahlungstransmissionsgrad
 q_i = sek. Wärmeabgabegrad innen
 g = Gesamtenergie durchlassgrad



(Bild 2)

Sonnenschutz kann den Energieeintrag reduzieren

Gesamtenergie durchlassgrad g_{total}

Der Gesamtenergie durchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz g_{total} kann vereinfacht nach folgender Gleichung berechnet werden.

$$g_{\text{total}} = g \times F_c$$

g_{total} = Gesamtenergie durchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz

g = Gesamtenergie durchlassgrad der Verglasung

F_c = Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen

Ein beweglicher Sonnenschutz bietet die Möglichkeit einstellbare g_{total} -Werte zu erreichen, die zwischen dem g -Wert der Isolierglasscheibe und dem g_{total} -Wert des Gesamtsystems liegen.

Abminderungsfaktor F_c

Diese Eigenschaft ist in der DIN 4108 Teil 2 als Abminderungsfaktor F_c definiert. Der Abminderungsfaktor F_c kann zwischen 0 (theoretisch bester Sonnenschutz) und 1 (kein Sonnenschutz) schwanken. Je kleiner F_c , desto wirksamer ist der Sonnenschutz, desto geringer der Energieeintrag. Der F_c -Wert gibt das Verhältnis zwischen dem Energie durchlassgrad durch ein Fenster mit Sonnenschutz und ohne Sonnenschutz an. Ein für ein ISiM ermittelter F_c -Wert variiert auf Grund des Beschichtungstyps und dessen Position im Mehrscheiben-Isolierglas.

Beispiel:

2fach Wärmedämmglas
 g -Wert Verglasung 0,60
 g_{total} -Wert 0,12

$$F_c = \frac{g_{\text{total}}}{g} = \frac{0,12}{0,60} = 0,20$$

Beispiel:

3fach Wärmedämmglas
 g -Wert Verglasung 0,60
 g_{total} -Wert 0,08

$$F_c = \frac{g_{\text{total}}}{g} = \frac{0,08}{0,60} = 0,13$$

In DIN 4108-2 finden sich in Tabelle 8 F_c -Werte für zwischenliegende Systeme von 0,65 bis 0,90 je nach Farbe und Transparenz. Diese Werte liegen extrem auf der sicheren Seite und sind als Maximalwerte zu verstehen. Unter der Fußnote b dieser Tabelle wird die Empfehlung ausgesprochen, bei zwischen den Scheiben liegenden Sonnenschutzvorrichtungen eine genaue Ermittlung durchzuführen, da sich erheblich günstigere Werte ergeben können (siehe Beispiele Bild 3, 4, 5 und 6).

Planung, Leistung und Bewertung von ISiM (Integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas)

Wirksamkeit von variablen ISiM

Der große Vorteil von beweglichen Sonnenschutzsystemen ist, dass die Wirksamkeit (Abminderungsfaktor F_c oder g_{total}) je nach Situation variabel verändert werden kann. Dies ist auch mit Blick auf die Tageslichtnutzung ein entscheidender Vorteil. Wird der Sonnenschutz so gesteuert, dass immer genug Licht in den Raum tritt, um auf künstliche Beleuchtung verzichten zu können, eröffnet sich ein zusätzliches Sparpotenzial.

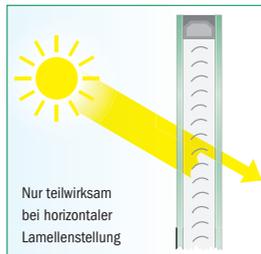
Das Tageslicht liefert pro Watt bis zu 4x mehr Helligkeit als Kunstlicht und verringert so zusätzlich die Kühllasten bei gleicher Beleuchtungsstärke.

Für die Praxis ergibt sich deshalb eine komplexere Betrachtung:

Die Wirksamkeit des Sonnenschutzes hängt in diesem Beispiel von der gewählten Lamellenstellung ab, also vom entsprechenden Nutzerverhalten (siehe Bild 3 und 4).

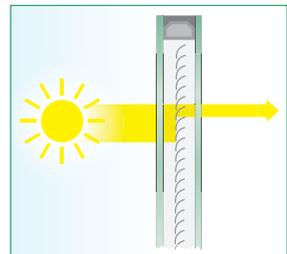
Zum Anderen verändern sich die Werte mit dem Lauf der Sonne und dem damit verbundenen Strahlungseinfallswinkel (siehe Bild 5 und 6). Je steiler die Sonne steht, desto geringer ist der g_{total} -Wert.

Beispiel: $g_{\text{total}} = 0,36$
bei geöffneter Lamelle



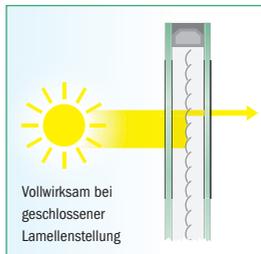
(Bild 3)

Beispiel: Lamelle Silber; Winkel 45°
 $g_{\text{total}} = 0,33$ bei 0° Sonnenwinkel



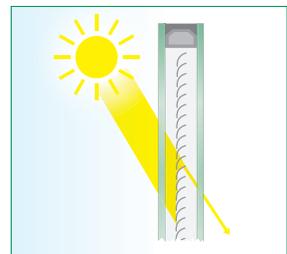
(Bild 5)

Beispiel: $g_{\text{total}} = 0,12$
bei geschlossener Lamelle



(Bild 4)

Beispiel: Lamelle Silber; Winkel 45°
 $g_{\text{total}} = 0,08$ bei 60° Sonnenwinkel



(Bild 6)

Produkteigenschaften

ISIM

ISIM tragen zur Reduzierung des Energiedurchlassgrades (g-Wert) im Sommer bei, indem die Solarenergieeinträge verringert, der Blendschutz gegen direktes Licht geregelt und so eine angenehmere Raumatmosphäre geschaffen wird. Integrierte Systeme tragen auch im Winter zu einem gemütlicheren Wohnklima bei, da die Überlagerung mehrerer Ebenen (Glas und Behang) den Wärmedurchgang (U-Wert) verringern. Dies ist auch zu Nachtzeiten oder zu manchen Tageszeiten im Winter, wenn das Sonnenlicht für die Raumbeleuchtung nicht mehr unerlässlich ist, ein wesentlicher Aspekt.

Hinweise für einen Glasaufbau

Immer häufiger kommen mittlerweile kombinierte Dreifach-Isoliergläser mit Wärmedämm-/Sonnenschutzschicht auf Ebene 2 und Wärmedämmschicht auf Ebene 5 zum Einsatz, bei denen folglich der Behang zwischen zwei beschichteten Glasebenen angeordnet ist. Ein Anstieg der Behangtemperatur – insbesondere der Lamellen – ist dadurch

unvermeidlich, wobei die Temperatur jedoch konstruktionsbedingt gewisse Grenzwerte nicht überschreiten darf. Die Lamellen reduzieren den Durchgang der Sonnenenergie, wandeln einen Teil davon in Wärme um und geben diese teilweise an den Innenraum weiter. In Absprache mit dem Systemhersteller ist die Wahl der Beschichtungsebenen abzustimmen, um den Temperaturanstieg zu begrenzen. Wichtig ist daher die richtige Wahl, sowohl des zu verwendenden Gestyps, als auch der Farbe der Jalousielamellen deren Strahlungsabsorption möglichst niedrig sein sollte.

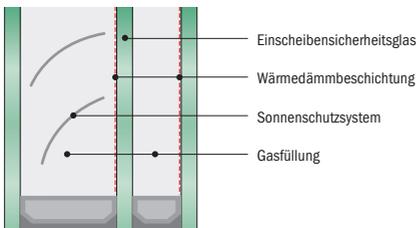
Die Position des Behangs – d. h. die Entscheidung in welchem Scheibenzwischenraum der Behang beispielsweise bei Dreifach-Verglasungen angeordnet wird – ist daher von grundlegender Bedeutung. Es empfiehlt sich der Einbau des Behangs im äußeren Scheibenzwischenraum, d. h. zwischen den Ebenen 2 und 3. Die Lage der Beschichtungen sollte vorzugsweise auf den Ebenen 3 und 5 vorgesehen werden (siehe Bild 7).

Technische Werte des Gesamtsystems können bei den Herstellern angefragt werden.

Bedingt durch Klimabelastungen können sich die Scheiben verformen und den Scheibenzwischenraum reduzieren. Ergänzend zu den statischen Lastannahmen nach den geltenden Normen (Wind-, Verkehrs-, Klimabelastungen) sind in Abhängigkeit der Elementabmessungen, die systemspezifischen Mindestabstände des SZR zur Sicherstellung der beweglichen Funktion zu beachten. Steuerungsfunktionen können, neben der Glasdimensionierung, bei ungünstigen klimatischen Bedingungen (z. B. niedrigen Außentemperaturen) die Gebrauchstauglichkeit unterstützen.

Farbgebung von Behängen

Während beim Einsatz von ISIM im Innenbereich (z. B. Trennwände) die Farbauswahl nach gestalterischen Gesichtspunkten erfolgen kann, empfiehlt sich in der Außenfassade die Farbauswahl auf Oberflächen mit geringen Absorptionen (helle Farbtöne) zu beschränken.



(Bild 7)

Planung, Leistung und Bewertung von ISiM (Integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas)

Produkttypen

1. Was ist ein Jalousiesystem?

Unter Jalousiesystem ist ein Behang zu verstehen, welcher aus verstellbaren Aluminiumlamellen besteht, deren Verstellung die Regelung des Lichteinfalls und eingehender Solarstrahlung ermöglicht. Die Lamellen sind hierbei mit den Funktionen Heben, Senken und Wenden versehen. Die Funktionen Beschattung und Sichtschutz sind somit nach Bedarf regelbar.

1.1. Bedienungsmöglichkeiten

Die Bewegung der Lamellen ermöglicht einen raschen Wechsel von Abdunkelung bei geneigter Lamellenstellung bis zur völligen Raumerhellung bei horizontaler Lamellenstellung. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten für die Ansteuerung des Jalousiesystems, die im Wesentlichen auf zwei Kategorien zurückgeführt werden können: elektrisch und manuell.

Die manuelle Betätigung erfolgt über Schnur, Stab, Kette, Kurbel usw.. Die elektrische Betätigung kann z. B. über folgende Varianten erfolgen: Einzel- oder Gruppensteuerungen, Infrarot-Fernsteuerungen, Temperatur- oder Sonnenwächter, Zeitschaltuhren und BUS-Systeme. Unterschiedlichste Schaltungen und Kombinationen sind möglich.

1.2. Farbpalette der Lamellen-Jalousie

Neben Standardfarben sind fast alle RAL-Töne als Sonderfarben möglich (siehe Hinweis Seite 5).

1.3. Sonderanwendungen

Sonderkombinationen, spezielle Einsatzmöglichkeiten, Sonderformen, Glaskombinationen mit Wärme- und Sonnenschutz sowie Fassadengläsern sind ebenso möglich wie siebbedruckte und sandgestrahlte

Gläser. Weitere Einsatzbereiche sind: Schallschutz, Sicherheits- und Angriffschutz, Brandschutz, Laser- und Röntgenschutz, Modellscheiben (Sonderformen).

2. Was ist ein Rollosystem?

Unter Rollosystem ist ein auf- und abwickelbarer Stoff- / Folienbehang zu verstehen, der je nach verwendetem Material unterschiedliche Sonnenschutzmöglichkeiten bietet. Dieses Behangmaterial wird über eine sichtbare oder in einem Kopfprofil integrierte Welle gewickelt.

Rollos bestehen aus metallbeschichteten Polyesterfolien oder Stoffen mit einer möglichst reflektierenden Oberfläche zur Außenseite. Rollos können auf und ab bewegt werden. Die Verglasung mit Rollo ist sowohl in der Vertikalen als auch im Überkopfbereich möglich.

2.1. Bedienungsmöglichkeiten

Auch bei Rollos gibt es manuelle und elektrische Antriebsmöglichkeiten für die Behangbewegung.

2.2. Sonderanwendungen

Die Laufrichtung ist bei vielen Rollos frei wählbar, von oben nach unten oder von unten nach oben.

Sonderkombinationen, spezielle Einsatzmöglichkeiten, Sonderformen, Glaskombinationen mit Wärme- und Sonnenschutz- sowie Fassadengläsern sind ebenso möglich wie siebbedruckte und sandgestrahlte Gläser. Weitere Einsatzbereiche sind: Schallschutz, Sicherheits- und Angriffschutz, Brandschutz, Laser- und Röntgenschutz, Modellscheiben (Sonderformen).

Nicht-transparente Behänge können zum Sichtschutz bzw. zur Abdunkelung verwendet werden.

3. Was ist ein Plisseebhang?

Unter Plisseebhang ist ein Stoff- / Folienbehang zu verstehen, dessen Material horizontal vorgefaltet ist und ziehharmonikaartig zu einem Paket zusammengefaltet und geöffnet wird. Die Sonnenschutzwirkung hängt vom verwendeten Material ab. Die Maße der Faltung sind variabel.

3.1. Bedienungsmöglichkeiten

Das Heben und Senken des Behangs kann manuell oder über einen Motor erfolgen.

3.2. Sonderanwendungen

Sonderkombinationen, spezielle Einsatzmöglichkeiten, Sonderformen, Glaskombinationen mit Wärme- und Sonnenschutz sowie Fassadengläsern sind ebenso möglich wie siebbedruckte und sandgestrahlte Gläser. Weitere Einsatzbereiche sind: Schallschutz, Sicherheits- und Angriffschutz, Brandschutz, Laser- und Röntgenschutz, Modellscheiben (Sonderformen).

Dauerfunktion und Langlebigkeit

Die Gebrauchstauglichkeit von ISiM ist nach den normativen Vorgaben und Anforderungen sowie der Prüfrichtlinie VE 07/2 des IfT Rosenheim nachgewiesen.

Die Merkblätter des BF bieten weiterführende Informationen zu ISiM.

- BF-Merkblatt 005/2009
Verarbeitungsrichtlinien Sonnenschutzsysteme im Scheibenzwischenraum – Einbau im Isolierglas
- BF-Merkblatt 007/2010
Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas
- BF-Merkblatt 008/2010
Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

BF-Merkblatt 011 / 2012

Bundesverband
Flachglas

Beispielhafte herstellerunabhängige Funktionswerte

System	Jalousie		Plissee		Rollo			
Größe/Fläche *								
Min. Breite	400	400	400	400	350	350	350	350
Min. Höhe	400	400	400	400	400	400	400	400
Max. Fläche	4,5 m ²	4,5 m ²	4,5 m ²	4,5 m ²	2,4 m ²	2,4 m ²	2,4 m ²	2,4 m ²
Max. Breite	2500	2500	2500	2500	1300	1300	1300	1300
Max. Höhe	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2700	2700
Funktionen **								
Heben / Senken	■	■	■	■	■	■	■	■
Drehen / Wenden	■	■						
Technische Eigenschaften								
U_g-Wert nach EN 673, in W/m ² K ε _s Wärmedämmschicht 0,03 Sonnenschutz oben	1,2	0,7	1,2	0,7	1,1	0,6	1,2****	0,7****
g-Wert_{Glas} nach EN 410 ε _s Wärmedämmschicht 0,03 Sonnenschutz oben	0,60	0,50	0,60	0,50	0,60	0,50	0,55	0,47
g_{total}-Wert *** nach EN 13363-2, Jalousie geschlossen, Lamellenfarbe silber, abhängig vom Sonnenhöhenwinkel	0,12 - 0,08	0,08 - 0,06						
g_{total}-Wert *** nach EN 13363-2 Folie geschlossen, abhängig vom Folientyp					0,12 - 0,03	0,11 - 0,03	0,12 - 0,03	0,11 - 0,03
g_{total}-Wert *** nach EN 13363-2 Plissee geschlossen abhängig vom Plisseestoff			0,12 - 0,07	0,09 - 0,07				

* Die produktspezifischen Minimal- und Maximalabmessungen sind projekt- und herstellerbezogen abzustimmen

** In Abhängigkeit von Größe und Seitenverhältnis können sich systembedingte Einschränkungen in der Funktion ergeben

*** In Abhängigkeit des verwendeten Materials können sich systembedingte Abweichungen in den Werten ergeben

**** Werte sind abhängig vom Neigungswinkel

Alle Werte und Eigenschaften von ISIM sind herstellerbezogen anzugeben

7

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Systeme im SZR' beim Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf
Telefon: 0 22 41 / 87 27-0 · Telefax: 0 22 41 / 87 27-10 · info@bundesverband-flachglas.de · Internet: www.bundesverband-flachglas.de

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf
Telefon (02241) 8727-0
Telefax (02241) 8727-10
info@bundesverband-flachglas.de

7.3.9 Reinigung von Glas

BF-Merkblatt 012 / 2012



Bundesverband
Flachglas

7.3.9

Reinigung von Glas

Reinigung von Glas

1.0 Einführung

Glas verträgt viel – aber nicht alles!

Glas als Teil der Fassade unterliegt der natürlichen und baubedingten Verschmutzung. Normale Verschmutzungen, in angemessenen Intervallen fachgerecht gereinigt, stellen für Glas kein Problem dar. In Abhängigkeit von Zeit, Standort, Klima und Bausituation kann es aber zu einer deutlichen chemischen und physikalischen Anlagerung von Verschmutzungen an die Glasoberfläche kommen, bei denen die fachgerechte Reinigung besonders wichtig ist.

Dieses Merkblatt soll Hinweise geben zur Verhinderung und Minimierung von Verschmutzungen während der Lebensdauer und zur fachgerechten und zeitnahen Reinigung von verschiedenen Glasoberflächen.



2.0 Reinigungsarten

2.1 Während des Baufortschritts

Grundsätzlich ist jede aggressive Verschmutzung im Laufe des Baufortschritts zu vermeiden. Sollte dies dennoch vorkommen, so müssen die Verschmutzungen sofort nach dem Entstehen vom Verursacher mit nicht-aggressiven Mitteln rückstandsfrei abgewaschen werden.

Insbesondere Beton- oder Zementschlämme, Putze und Mörtel sind hochalkalisch und führen zu einer Verätzung und somit zu einer Beschädigung des Glases (Blindwerden), falls sie nicht sofort mit reichlich Wasser abgespült werden. Staubige und körnige Anlagerungen müssen fachgerecht, jedoch keinesfalls trocken entfernt werden. Der Auftraggeber ist auf Grund seiner Mitwirkungs- und Schutzpflichten verantwortlich, das Zusammenwirken der verschiedenen Gewerke zu regeln, insbesondere nachfolgende Gewerke über die notwendigen Schutzmaßnahmen in Kenntnis zu setzen.

Eine Minimierung von Verschmutzungen kann durch einen optimierten Bauablauf und durch separat beauftragte Schutzmaßnahmen, wie z. B. das Anbringen von Schutzfolien vor die Fenster bzw. Fassadenflächen erreicht werden.

Die so genannte Erstreinigung hat die Aufgabe, die Bauteile nach der Fertigstellung des Bauwerks zu reinigen. Sie kann nicht dazu dienen, alle während der gesamten Zeit des Baufortschritts angefallenen Verschmutzungen zu beseitigen.

2.2 Während der Nutzung

Um die Eigenschaften der Gläser über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte, auf die jeweilige Verglasung abgestimmte Reinigung in geeigneten Intervallen Voraussetzung.

3.0 Reinigungsvorschriften für Glas

3.1 Allgemeines

Die folgenden Hinweise zur Reinigung treffen für alle am Bau verwandten Glas-erzeugnisse zu. Bei der Reinigung von Glas ist immer mit viel sauberem Wasser zu arbeiten, um einen Scheuereffekt durch Schmutzpartikel zu vermeiden. Als Handwerkszeuge sind zum Beispiel weiche, saubere Schwämme, Leder, Lappen oder Gummiabstreifer geeignet. Eine pflegliche Behandlung der Glasreinigungs-werkzeuge ist eine weitere Voraussetzung, um Glasschäden zu vermeiden. Für Glas, Dichtungen und Rahmen sind separate Reinigungswerkzeuge zu verwenden. Unterstützt werden kann die Reinigungswirkung durch den Einsatz weitgehend ph-neutraler Reinigungsmittel oder handelsüblicher Haushalts-Glasreiniger. Handelt es sich bei den Verschmutzungen um Fett oder Dichtstoffrückstände, so kann für die Reinigung auf handelsübliche Lösungsmittel wie Spiritus oder Isopropanol zurückgegriffen werden. Von allen chemischen Reinigungsmitteln dürfen alkalische Laugen, Säuren und fluoridhaltige Mittel generell nicht angewendet werden.

Der Einsatz von spitzen, scharfen metallischen Gegenständen, z. B. Klängen oder Messern, kann Oberflächenschäden (Kratzer) verursachen. Ein Reinigungsmittel darf die Oberfläche nicht erkennbar angreifen. Das so genannte „Abklängen“ mit dem Glashobel zur Reinigung ganzer Glasflächen ist nicht zulässig. Werden während der Reinigungsarbeiten durch die Reinigung verursachte Schädigungen der Glasprodukte oder Glasoberflächen bemerkt, so sind die Reinigungsarbeiten unverzüglich zu unterbrechen und die zur Vermeidung weiterer Schädigungen notwendigen Informationen einzuholen.



BF-Merkblatt 012 / 2012

3.2 Besonders veredelte und außenbeschichtete Gläser

Die nachfolgend genannten besonders veredelten und außenbeschichteten Gläser sind hochwertige Produkte. Sie erfordern eine besondere Vorsicht und Sorgfalt bei der Reinigung. Schäden können hier stärker sichtbar sein oder die Funktion stören. Gegebenenfalls sind vor allem bei außenbeschichteten Produkten auch gesonderte Empfehlungen der einzelnen Hersteller zur Reinigung zu beachten. Die Reinigung der Glasoberfläche mit dem „Glashobel“ ist nicht zulässig.

■ Als Außenbeschichtungen (Position 1 = Wetterseite) werden einige Sonnenschutzgläser ausgeführt. Diese sind oftmals erkennbar an einer sehr hohen Reflexion auch im sichtbaren Bereich. Sonnenschutzgläser sind vielfach auch zugleich thermisch vorgespannt, vor allem bei Fassadenplatten oder Sonnenschürzen.

■ Auf der Außen- oder Innenseite von Verglasungen können ferner reflexionsmindernde Schichten (Anti-Reflexschichten) angebracht sein, die naturgemäß schwierig erkennbar sind.

■ Einen Spezialfall stellen außen- oder innenliegende Wärmedämmschichten dar. Bei besonderen Fensterkonstruktionen (Kasten- oder Verbundfenster) können diese Schichten ausnahmsweise nicht zum Scheibenzwischenraum des Isolierglases zeigen. Mechanische Beschädigungen dieser Schichten äußern sich meist streifenförmig als aufliegender Abrieb, auf Grund der ein wenig raueren Oberfläche.

■ Schmutzabweisende/selbstreinigende Oberflächen sind optisch kaum erkennbar. Nutzungsbedingt sind diese Schichten meist auf der der Witterung zugewandten Seite der Verglasung angeordnet.

Mechanische Beschädigungen (Kratzer) bei selbstreinigenden Schichten stellen nicht nur eine visuell erkennbare Schädigung des Glases dar, sondern können auch zu einem Funktionsverlust an der geschädigten Stelle führen. Silikon- oder Fettablagerungen auf diesen Oberflächen sind ebenfalls zu vermeiden. Deshalb müssen insbesondere Gummiabstreifer silikon-, fett- und fremdkörperfrei sein.

■ Einscheibensicherheitsglas (ESG) wie auch teilvorgespanntes Glas (TVG) ist nach gesetzlichen Vorschriften dauerhaft gekennzeichnet und kann mit den zuvor genannten Beschichtungen kombiniert sein. Die Oberfläche von ESG ist durch den thermischen Vorspannprozess im Vergleich zu normalem Floatglas verändert. Dabei führt die eingebrachte Oberflächenspannung unter Umständen dazu, dass Beschädigungen stärker sichtbar werden als in nicht vorgespannten Gläsern (z. T. auch zeitverzögert).

3.3 Weitere Hinweise

Die Anwendung tragbarer Poliermaschinen zur Beseitigung von Oberflächenschäden kann zu einem nennenswerten Abtrag der Glasmasse führen. Optische Verzerrungen, die als „Linseneffekt“ erkennbar sind, können hierdurch hervorgerufen werden und führen zu einer Reduzierung der Festigkeit. Der Einsatz von Poliermaschinen ist insbesondere bei den genannten veredelten und außenbeschichteten Gläsern nicht zulässig.

Übrigens:

Glasoberflächen können ungleichmäßig benetzbar sein, was z. B. auf Abdrücke von Aufklebern, Rollen, Fingern, Dichtungsfresten, aber auch Umwelteinflüsse zurückzuführen ist. Dieses Phänomen zeigt sich nur, wenn die Scheibe feucht ist, also auch beim Reinigen der Scheiben.





Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Sicherheitsglas' im Bundesverband Flachglas e. V. • Mülheimer Straße 1 • D-53840 Troisdorf

Unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar • Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V., Troisdorf • Verband Fenster und Fassade, Frankfurt

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

7.3.10 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

BF-Merkblatt 003 / 2008 - Änderungsindex 1 - Mai 2009



Bundesverband
Flachglas

7.3.10

Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2
2.0 Dreifach-Wärmedämmgläser	3
2.1 Aufbau von Dreifach-Wärmedämmgläsern	3
2.2 Standardprodukte	3
2.3 Erreichbare U-Werte	3
2.4 Erreichbare g-Werte	3
2.5 Bilanz-U-Werte	3
2.6 Spezielle Beschichtungen	3
3.0 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit	4
3.1 Scheibenzwischenraum und Scheibenformat (Fläche, Seitenverhältnis)	4
3.2 Rückenüberdeckung	4
3.3 Glasdimensionierung	4
3.4 Beschichtungsebenen	4
3.5 Sonderfunktionen	4
3.5.1 Sicherheit (Überkopferglasungen, Absturzsicherung)	4
3.5.2 Schallschutz	4
3.5.3 Sonnenschutz	4
4.0 Verglasungsvorschriften	5
4.1 Klotzung	5
4.2 Vergrößerter Glaseinstand	5
5.0 Weitere Merkmale	5
5.1 Außenkondensation	5
5.2 Isolierglaseffekt	6
5.3 Optische Qualität	6
5.3.1 Eigenfarbe	6
5.3.2 Randverbund und Sprossen	6

1.0 Einleitung

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist das wichtigste Regelwerk der Bundesregierung in Deutschland im Bestreben nach einem effizienten Einsatz von Energie in Neubauten und im Gebäudebestand. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) des Jahres 2007 diente der Umsetzung der Energieeffizienzrichtlinie der Europäischen Union. Die 2009 verabschiedete Novellierung dieser Energieeinsparverordnung (EnEV) verschärft das Anforderungsniveau für den Energiebedarf um 30 %.

Um diesen zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine Vielzahl von Innovationen – auch im Bereich Glas, Fenster und Fassade – erforderlich. Ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften von Fenstern und Fassaden wird dabei der Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern in einem weit größeren Umfang sein, als dies bisher der Fall ist.

Der Bundesverband Flachglas e. V. und seine Mitglieder unterstützen das Bestreben der Bundesregierung für einen noch effizienteren Umgang mit der begrenzten Ressource Energie nachdrücklich. Dreifach-Wärmedämmgläser sind seit weit mehr als 10 Jahren auf dem Markt eingeführt und bewährte Produkte, die aber bislang nur in sehr begrenzten Anwendungen eingesetzt wurden.

Die Produktion von Dreifach-Wärmedämmgläsern in einem weit größeren Umfang als bisher hat enorme Auswirkungen auf die Fertigungstechnologie und die dabei einzuhaltenden Qualitätsmaßstäbe.

Der stark erweiterte Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern in Fenster und Fassade erfordert, dass dabei eine Vielzahl von Aspekten erkannt und beachtet werden muss. Dieser Leitfaden hat die Aufgabe, wichtige Fragen anzusprechen, deren Beachtung den Herstellern und den Verarbeitern von Dreifach-Wärmedämmgläsern unbedingt empfohlen wird.

Das Verkleben von Dreifach-Wärmedämmglas in Rahmenprofilen ist nicht Gegenstand dieses Leitfadens.

2.0 Dreifach-Wärmedämmgläser

2.1 Aufbau von Dreifach-Wärmedämmgläsern

Mit Dreifach-Wärmedämmgläsern werden U_g -Werte erreicht, die deutlich unterhalb von $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegen. Dazu muss der Aufbau eines solchen Dreifach-Wärmedämmglases zwei hochwärmedämmende Beschichtungen enthalten, von denen jeweils eine zu jedem Scheibenzwischenraum (SZR) hin zeigt. Außerdem ist eine Edelgasfüllung in beiden Scheibenzwischenräumen notwendig.

2.2 Standardprodukte

Für Standardprodukte müssen die benötigten Rohstoffe und Halbzeuge in großer Menge verfügbar sein. Krypton oder gar Xenon als Füllgase zur Erreichung niedrigerer U_g -Werte sind nicht in den Mengen verfügbar, dass sie bei einem Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern als Standardprodukt Verwendung finden könnten. In der Regel wird daher Argon zum Einsatz kommen.

Als Standardaufbau wird ein Dreifach-Wärmedämmglas mit einem Glasaufbau 4/12/4/12/4, mit zwei hochwärmedämmenden Beschichtungen (Low-E) auf den Ebenen 2 und 5 sowie mit einer Argonfüllung in beiden Scheibenzwischenräumen empfohlen.

2.3 Erreichbare U-Werte

Ein Dreifach-Wärmedämmglas mit einem Aufbau 4/12/4/12/4, mit zwei hochwärmedämmenden Beschichtungen (Low-E) des Emissionsvermögens $\epsilon_n \sim 0,03$ (Stand der Technik) und mit einer Argonfüllung (Gasfüllgrad 90 %) in beiden Scheibenzwischenräumen erreicht bei der Berechnung nach DIN EN 673 einen U_g -Wert von $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ohne weitere Maßnahmen zur Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften ergeben sich daraus gemäß EN 10077-1: 2006, Tabelle F.1 für Fenster mit verschiedenen Rahmenkonstruktionen die folgenden U_w -Werte:

- $U_f = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Mögliche Maßnahmen zu einer weiteren Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften einer Fensterkonstruktion sind zum Beispiel:

- Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften der Rahmenprofile
- Einsatz von Wärmedämmglas mit wärmetechnisch verbessertem Randverbund (sogenannte 'Warme Kante')
- Wärmetechnische Verbesserung des Verglasungssystems durch z. B. einen vergrößerten Glaseinstand.

2.4 Erreichbare g-Werte

Mit dem eben beschriebenen Standardprodukt für ein Dreifach-Wärmedämmglas wird ein Gesamtenergiedurchlassgrad (g -Wert) von etwa 50 % bzw. etwa 0,50 erreicht, der je nach den im Einzelfall verwendeten Basisgläsern und beschichteten Gläsern geringfügig variieren kann.

2.5 Bilanz-U-Werte

Ausschlaggebend für das Energiesparen mit einem Dreifach-Wärmedämmglas bzw. dem Bauteil Fenster ist letztlich die Bilanz aus Wärmeverlusten (beschrieben durch den U-Wert) und solaren Wärmegegewinnen (beschrieben durch den g-Wert).

Die Bilanz-U-Werte für ein Fenster können berechnet werden nach:

$$U_{w,eq} = U_w - S \cdot g$$

Die Koeffizienten S für die solaren Wärmegegewinne hängen ab von der Himmelsrichtung, in die ein Dreifach-Wärmedämmglas bzw. ein Fenster eingebaut wird. Gemäß DIN-V 4108-6 werden dafür die folgenden Zahlenwerte verwendet:

- S = $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Südorientierung
- S = $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Ost-/Westorientierung
- S = $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Nordorientierung

Mit diesen Zahlenwerten werden für das beschriebene Standardprodukt eines Dreifach-Wärmedämmglases bei einem U-Wert des Fensterrahmens $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ und einem Fenster-U-Wert $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (vgl. Kapitel 2.3) etwa die folgenden Bilanz- U_g -Werte erreicht, die wiederum je nach den im Einzelfall verwendeten Basisgläsern und beschichteten Gläsern geringfügig variieren können:

- $U_{w,eq} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Südorientierung
- $U_{w,eq} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Ost-/Westorientierung
- $U_{w,eq} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Nordorientierung

2.6 Spezielle Beschichtungen

Mit Hilfe von speziell für den Einsatz in Dreifach-Wärmedämmgläsern optimierten Beschichtungen wird im beschriebenen Standard-Glasaufbau ein U_g -Wert von $0,7 - 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ und ein g-Wert von etwa 60 % bzw. etwa 0,60 erreicht. Die zuvor genannten Fensterwerte (siehe Punkt 2.3 und 2.5) ändern sich dann entsprechend.

3.0 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit

3.1 Scheibenzwischenraum und Scheibenformat (Fläche, Seitenverhältnis)

Die Belastung für das System steigt mit der Größe des Scheibenzwischenraumes (Isolierglaseffekt, vgl. Kapitel 5.2). Zwei Scheibenzwischenräume von Dreifach-Wärmedämmgläsern addieren sich in ihrer Wirkung mindestens so, dass sie wie ein durchgehender Scheibenzwischenraum anzusehen sind. Welche Belastungen sich daraus für die Gläser und für den Randverbund ergeben, hängt vom Format ab. Kleine, schmale Scheiben (Seitenverhältnis 1:3) zeigen die höchste Belastung für Glas und Randverbund.

Für Standardanwendungen von Dreifach-Wärmedämmgläsern im Fenster sind Scheibenzwischenräume von 2 x 12 mm als technisch sinnvolles Maß anzusehen. Kleinere Scheibenzwischenräume führen (bei Verwendung von Argon als Füllgas) zu höheren U_g -Werten; größere Scheibenzwischenräume zu stärkeren Belastungen für Glas und Randverbund.

3.2 Rückenüberdeckung

Die mechanischen Belastungen für den Randverbund sind bei Dreifach-Wärmedämmgläsern höher. Aus diesem Grund sollte die Rückenüberdeckung, insbesondere bei schmalen Formaten, erhöht werden.

3.3 Glasdimensionierung

Grundsätzlich gelten alle Normen und Richtlinien wie bei Zweischeiden-Isolierglas. Wegen der erwähnten höheren Belastung sollten spezielle Fragestellungen zur Glasdimensionierung mit Hilfe von Statik-Software wie der vom BF mit herausgegebenen Branchenlösung GLASTIK beantwortet werden. Belastungserhöhende Faktoren sind z. B. asymmetrische Glasaufbauten oder die Verwendung von Sondergläsern, Verbundgläsern (VG) und Verbundsicherheitsgläsern (VSG) und hoch absorbierenden Gläsern. Ornament- oder Drahtglas weist zudem eine geringere mechanische Festigkeit auf als Floatglas. Bei der Verwendung von Ornamentglas und hoch absorbierendem Glas als mittlere Scheibe ist ein Vorspannen empfehlenswert.

3.4 Beschichtungsebenen

Es wird empfohlen, die Beschichtungen auf den beiden äußeren Scheiben zu den Scheibenzwischenräumen hin anzuordnen (Schichtseiten 2 und 5). Ein Vorspannen der unbeschichteten mittleren Scheibe zu Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ist dann im Allgemeinen nicht erforderlich.

Wenn – z. B. zur Beeinflussung des g -Wertes des Dreifach-Wärmedämmglases – eine Beschichtung auf der mittleren Scheibe vorliegt (Schichtseiten 3 und 5 bzw. 2 und 4), muss die mittlere Scheibe in der Regel vorgespannt werden.

3.5 Sonderfunktionen

Die Erfahrungswerte von zweischeibigen Isoliergläsern können nicht ohne Weiteres auf Dreifach-Wärmedämmgläser übertragen werden. Kombinationen mit Sonderfunktionen wie Sicherheit (Überkopfverglasungen, Absturzsicherung), Schallschutz, Sonnenschutz etc. stellen besondere Anforderungen.

3.5.1 Sicherheit (Überkopfverglasungen, Absturzsicherung)

Die Technischen Regeln für linienförmige und absturzsichernde Verglasungen TRLV und TRAV erwähnen Dreischeiden-Wärmedämmgläser nicht ausdrücklich. Nach Auffassung des Bundesverband Flachglas gelten damit die allgemein für 'Mehrscheiden-Isoliergläser' formulierten Anforderungen ebenso für Dreischeiden- wie für Zweischeiden-Isoliergläser.

Angriffhemmende Verglasungen (durchwurf-, durchbruch-, durchschuss- und sprengwirkungshemmende Verglasungen) und Verglasungen für den Brandschutz sind im Einzelfall abzustimmen.

3.5.2 Schallschutz

Schallschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämmgläser kombinieren. Bei den für Schalldämmgläser typischen, asymmetrischen Aufbauten steigt die Belastung der dünneren äußeren Glastafel signifikant an. Deswegen ist bei Kantenlängen bis ca. 70 cm ein Vorspannen zu Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) empfehlenswert.

3.5.3 Sonnenschutz

Sonnenschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämmgläser kombinieren. Gegenüber zweischeibigen Sonnenschutz-Isoliergläsern verändern sich dadurch die licht- und strahlungsphysikalischen Eigenschaften.



4.0 Verglasungsvorschriften

Wie bei Zweifach-Isoliergläsern gelten die Grundforderungen, die z.B. in der 'Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas' des BF zu finden sind: Schutz vor andauernder Feuchtigkeitseinwirkung (Dampfdruckausgleich), Schutz vor direkter UV-Einstrahlung (alternativ: UV-beständiger Randverbund), Materialverträglichkeit, Einsatz in bauüblichen Temperaturbereichen und zwängungsfreier Einbau. Rahmenkonstruktionen müssen für die Aufnahme des Dreifach-Wärmedämmglases geeignet sein. Für Mängel, die infolge Nichtbeachtung dieser Grundforderungen außerhalb des Einflussbereiches des Isolierglasherstellers auftreten, hat dieser nicht einzustehen.

Die Technische Richtlinie Nr. 17 des Glaserhandwerks 'Verglasung mit Isolierglas' ist zu beachten.

4.1 Klotzung

Die funktionalen Eigenschaften der Verglasungsklotze müssen während der gesamten Nutzungsdauer erhalten bleiben. Um dies sicher zu stellen, müssen sie ausreichend dauerdruckstabil, alterungsbeständig und in ihrer Verträglichkeit geeignet sein.

Bei der Klotzung ist darauf zu achten, dass die Trag- und Distanzklotze gerade und parallel zur Kante der Verglasungseinheit angeordnet werden. Der Klotz muss die volle Dicke der Verglasungseinheit aufnehmen und somit die Eigenlast aller drei Scheiben abtragen. Der Klotz darf bei Systemen mit freiem Falzraum den Dampfdruckausgleich nicht behindern. Der Klotz darf keine Absplitterungen an den Glaskanten verursachen. Scherbelastungen des Randverbundes sind zu minimieren.

Die Technische Richtlinie Nr. 3 des Glaserhandwerks 'Klotzung von Verglasungseinheiten' ist zu beachten.

4.2 Vergrößerter Glaseinstand

Ein vergrößerter Glaseinstand für Dreifach-Wärmedämmgläser ist im Hinblick auf das durch thermisch induzierte Spannungen verursachte Glasbruchrisiko bei gut wärmedämmenden Rahmensystemen als akzeptabel anzusehen (Forschungsvorhaben HIWIN Teilprojekt B: Untersuchungen zur Glasbruchgefahr durch erhöhten Glaseinstand, Abschlussbericht April 2003, ift Rosenheim und Passivhaus Institut Darmstadt).

5.0 Weitere Merkmale

5.1 Außenkondensation

Für jedes Isolierglas gilt: Je geringer der Wärmedurchgang – je kleiner der U_g -Wert –, desto wärmer wird die raumseitige Scheibe und desto kälter wird die Außenscheibe. Das gilt natürlich auch für Dreifach-Wärmedämmgläser. Außerdem steht die Außenscheibe im direkten 'Strahlungsaustausch' mit dem Himmel. Je nach individueller Einbausituation führt dieser Strahlungsaustausch – besonders in klaren Nächten – zu einer starken zusätzlichen Abkühlung der Außenscheibe. Unterschreitet die Temperatur der äußeren Scheibenoberfläche dabei die Temperatur der angrenzenden Außenluft, ist die Bildung von Kondensat und in besonderen Fällen sogar Eisbildung auf der äußeren Scheibenoberfläche die Folge. Dieser Vorgang ist in der Natur allgemein als die Bildung von Tau oder Reif bekannt. Durch die Erwärmung der Außenscheibe zusammen mit der Außenluft zum Beispiel durch die Morgensonne wird das Kondensat wieder verschwinden. Dieses Phänomen ist nicht etwa eine Fehlfunktion, sondern vielmehr ein Zeichen für den hervorragenden Wärmedämmwert des Dreifach-Wärmedämmglases.

Wegen der noch besseren Wärmedämmung von Dreifach-Wärmedämmgläsern muss damit gerechnet werden, dass die Bildung von Kondensat auf der äußeren Scheibenoberfläche häufiger auftritt als bei den bisher üblichen Zweifach-Wärmedämmgläsern. Zur Vermeidung von Irritationen bei Kunden und Verbrauchern ist es zu empfehlen auf dieses Phänomen im Vorfeld aufmerksam zu machen.

5.2 Isolierglaseffekt

Die 'Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen', die u. a. vom Bundesverband Flachglas herausgegeben wird, beschreibt in Abschnitt 4.2.2 den 'Isolierglaseffekt', durch den sich bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdrucks konkave oder konvexe Wölbungen

der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen ergeben. Durch das in zwei Scheibenzwischenräumen eingeschlossene, größere Gasvolumen kann sich dieser Effekt bei Dreifach-Wärmedämmgläsern verstärkt zeigen.

5.3 Optische Qualität

5.3.1 Eigenfarbe

Die 'Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen' beschreibt in Abschnitt 4.1.1 die Eigenfarbe aller Glaserzeugnisse, speziell auch beschichteter Gläser. Durch das Vorhandensein einer dritten Glasscheibe und einer zweiten Beschichtung kann die Eigenfarbe von Dreifach-Wärmedämmgläsern deutlicher erkennbar sein als die von zweischiebigen Isoliergläsern.

5.3.2 Randverbund und Sprossen

Die Verwendung von Sprossen in Dreifach-Wärmedämmglas ist möglich; es wird empfohlen, die Anordnung auf einen Scheibenzwischenraum zu begrenzen.

Optische Beeinträchtigungen (siehe 'Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen'), wie zum Beispiel geringer Versatz der Abstandhalter oder der Sprossen bei Anordnung in beiden Scheibenzwischenräumen, haben keinen Einfluss auf die Funktionalität des Dreifach-Wärmedämmglases und sind nicht vollständig auszuschließen

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf · Deutsche Hutchinson GmbH, Eschborn · E C I European Chemical Industries Ltd., Essen · Fenzi S.p.A., I - Tribiano · Flachglas MarkenKreis GmbH, Gelsenkirchen · Glas-Fandel GmbH & Co. KG, Bittburg · Glas Trösch GmbH SANCO Beratung, Nördlingen · Gretsch-Unitas Baubeschläge GmbH, Ditzingen · Guardian Flachglas GmbH, Thalheim · Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V., Troisdorf · H. B. Fuller Window GmbH, Lüneburg · IGK Isolierglasklebstoffe GmbH, Hasselroth · Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde · Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg · Kömmerling GmbH, Pirmasens · mkt GmbH, Alsdorf · Pilkington Deutschland AG, Gladbeck · Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH, Aachen · Semooglas Holding GmbH, Westerstedde

Unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar · Fachverband Glas Fenster Fassade Baden-Württemberg, Karlsruhe · Institut für Fenster-technik, Rosenheim · Verband der Fenster- und Fassadenhersteller, Frankfurt

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gern zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

7.3.11 Kompass für geklebte Fenster

BF-Merkblatt 001 / 2007 - Änderungsindex 1 - Oktober 2010



Bundesverband
Flachglas

7.3.11

Kompass für geklebte Fenster

Schwerpunkt Glas, Dicht- und Klebstoffe

Kompass für geklebte Fenster

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
1.0 Systembeschreibung	3
1.1 Systemgeber	3
1.2 Isolierglasaufbau	3
1.2.1 Glas	3
1.2.2 Abstandhalter	3
1.2.3 Primär- / Sekundärdichtstoff	3
1.3 Klebstoffsystem	3
2.0 Systeme	4
2.1 Darstellung der Systeme	4
2.2 Dampfdruckausgleich / Entwässerung	5
2.3 Eignungsprüfung der Komponenten	5
3.0 Allgemeine Bedingungen / Voraus- setzungen	5
3.1 Klimatische Bedingungen	5
3.2 Mechanische Beanspruchung	5
3.3 Wärme- / Schall- / Sonnenschutz / Sicherheit / Brandverhalten	5
3.4 Sonstige Bedingungen	5
4.0 Verträglichkeit	6
5.0 Adhäsionsverhalten	7
6.0 Qualitätssicherung	7
7.0 Reparaturfähigkeit	7
8.0 Gewährleistung	7
9.0 Normen und Regelwerke	7

Einleitung

Dieses Merkblatt ist unter Mitarbeit und in Abstimmung mit relevanten Industrien und Verbänden erarbeitet worden, somit bietet es einen weit reichenden Überblick über Anforderungen des gesamten Systems „geklebtes Fenster“.

Im Fassadenbau, der Automobil- oder in der Luftfahrtindustrie – Klebtechnik ist hier seit vielen Jahren bekannt und heute nicht mehr wegzudenken.

Auch im Fensterbau erfreut sich die Klebtechnik zunehmender Aufmerksamkeit. Grundprinzip ist hier, die Steifigkeit des Glases auszunutzen und durch eine statisch wirksame Klebung zwischen Flügelrahmen und Glas bzw. Isolierglas (MIG) das Fenster als Verbundelement zu versteifen und setzungsfrei zu gestalten.

Neben möglichen Vorteilen, die die Klebtechnik bieten kann, müssen die Fensterkonstruktionen und die einzelnen Funktionsträger ganzheitlich betrachtet werden. Das Isolierglas ist eine der wesentlichen Komponenten, die bei geklebten Verglasungssystemen unter Umständen zusätzliche Belastungen erfahren kann, die sich aus dem entsprechenden Fenstersystem ergeben.

Geklebte Fenstersysteme sind dabei so definiert, dass die Isolierglascheibe im geschlossenen Zustand des Fenster mindestens zweiseitig linienförmig gelagert ist, und somit ein Absturz der Scheibe verhindert wird.

Dieses Merkblatt behandelt geklebte Verglasungen im Fensterbau unter dem Aspekt der Langzeitfunktion und Gebrauchstauglichkeit des Gesamtsystems „Fenster“ mit besonderem Schwerpunkt auf dem Isolierglas. Mechanische, statische oder dynamische Belastungen auf den Randverbund, Verträglichkeitsaspekte, Randverbundaufbau, Adhäsion der Klebstoffe, Fugendimension, Feuchtigkeitseinflüsse im Falz, Glasoberflächenschutz bei Außenbeschichtungen etc. sind nur einige Faktoren, die Einfluss auf die Dauerhaftigkeit und somit die Langzeitfunktion der Fensterkonstruktion haben können.

Dieses Merkblatt enthebt den Fenstersteller nicht von der Verantwortung, die geklebte Fensterkonstruktion ganzheitlich und in enger Abstimmung insbesondere mit den Herstellern von Isolierglas, Klebstoff, Rahmenmaterial und Beschlag unter Berücksichtigung bestehender Normen und Richtlinien zu entwickeln. Es soll ihm vielmehr auf einige wichtige Aspekte hinweisen, die im Rahmen einer solchen ganzheitlichen Entwicklung zu berücksichtigen sind.



1.0 Systembeschreibung

1.1 Systemgeber

Der Begriff „System“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass nur ein abgestimmtes und geprüftes System verwendet werden darf. Hierzu liegt vom Systemgeber eine entsprechende Systembeschreibung vor, die u.a. in Bezug auf folgende Punkte erfüllt werden muss:

- Systemzeichnung
- Profile
- Verstärkungen
- Dichtungen
- Verglasungen
- Klotzungen
- Beschläge
- Verbindungen
- Öffnungsarten
- Fertigungshinweise
- Transport und Lagerung
- Montage
- Pflege und Reparaturhinweise
- Rückverfolgbarkeit der Komponenten (Kennzeichnung)
- Systemänderungen

Eine Überprüfung der Wiederverwertbarkeit (Recycling) ist empfehlenswert.

1.2 Isolierglasaufbau

1.2.1 Glas

Das Glas kann in diesem Fall Rahmenlasten übernehmen. Hierfür muss es, abhängig von der jeweiligen Konstruktion, entsprechend ausreichend dimensioniert werden.

Lasten wie Eigen-, Wind- und Verkehrslasten werden über die Baukonstruktion abgeleitet.

Die Regelwerke des DIBt und relevante Normen für das Fenster müssen beachtet werden (siehe auch Punkt 9.0).

Auf dieses besondere System bezogen, müssen im Hinblick auf das Glas / Laminate folgende Punkte beachtet werden:

- UV- Belastung
- Feuchtebelastung
- Materialverträglichkeit
- Zusätzliche mechanische Lasten
- Kantenbearbeitung / freie Glaskante
- Scherbelastung

1.2.2 Abstandhalter

Die Eignung des Abstandhaltersystems muss für diesen Einsatz vorliegen. Seine Funktion muss entsprechend nachgewiesen sein.

1.2.3 Primär- und Sekundärdichtstoff

Die dauerhafte Funktion der Primär und Sekundärdichtung muss sichergestellt sein. Besondere Einflüsse von gegebenenfalls auftretender UV-Strahlung, Feuchtebelastung und oder zusätzlich auftretende Scherkräfte sowie die Verträglichkeit (siehe Literaturverzeichnis) aller in Kontakt kommenden Komponenten, müssen berücksichtigt werden.

Bei mechanisch nicht gesicherten Systemen (z.B. ohne Glashalleisten) muss der bei diesen Systemen höher belastete Randverbund hinsichtlich Winddruck- und Windsoglasten nach dem Stand der Technik dimensioniert werden. Das kann z.B. Einfluss auf die Höhe der Rückenüberdeckung und die Wahl der Materialien haben.

1.3 Klebstoffsystem

Die Auswahl des Klebstoffsystems richtet sich nach dem Fenstersystem und den sich daraus ergebenden Beanspruchungen (siehe auch 2.0). Die Randbedingungen in der Klebevariante, hinsichtlich Temperatur-, UV-, und Feuchtebelastung, können nachhaltig die Dauerhaftigkeit beeinflussen. Die Wahl des Klebstoffsystems muss dies berücksichtigen (siehe auch 2.0). Die dauerhafte Klebeverbindung ist nach dem Stand der Technik nachzuweisen.

Die Klebefuge ist entsprechend dem Fenstersystem, den auftretenden Belastungen sowie den Rahmenmaterialien zu dimensionieren.

Kompass für geklebte Fenster

2.0 Systeme

2.1 Darstellung der Systeme – Bild 1: Zulässige Klebpositionen und Verglasungssysteme

	Gruppe K Mit konventioneller mechanischer Lastabtragung über Klötze	Gruppe L Ohne konventionelle mechanische Lastabtragung Klebesysteme und Dichtstoff übernehmen vollständig die Lastabtragung
Klebposition		
Position 1		
Position 2		
Position 4		
Falzgrund		
Beispiele für Lösungen mit 3fach Wärmedämmglas		
Kombinationen		



BF-Merkblatt 001 / 2007 – Änderungsindex 1 – Oktober 2010

2.2 Dampfdruckausgleich /

Entwässerung

Der umlaufende Dampfdruckausgleich muss dauerhaft sichergestellt sein. Die eingebrachten Entwässerungs- / Dampfdruckausgleichsöffnungen müssen der üblichen Dimensionierung entsprechen und ihre Funktion erfüllen

2.3 Eignungsprüfung der Komponenten

Die Qualität der einzelnen Komponenten muss durch einen Eignungsnachweis sichergestellt sein.

Des Weiteren muss die Identität der verwendeten Komponenten nachgewiesen sein.



Die links gezeigten Abbildungen sind Prinzip-Darstellungen, die die grundsätzlichen Möglichkeiten einer geklebten Verbindung darstellen. Anhand der aufgezeigten Prinzipien lassen sich die jeweils resultierenden Lasteinleitungen ableiten. Bei kombinierten Lösungen muss der sich daraus ergebende zusätzliche Spannungszustand ggf. zusätzlich betrachtet werden.

3.0 Allgemeine Bedingungen

3.1 Klimatische Bedingungen

Neben den üblichen und einschlägig bekannten Klimabelastungen und mechanischen Beanspruchungen des Isolierglases sowie der Verklebung im Rahmen, sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Auftretende Scherkräfte durch unterschiedliche temperaturbedingte Ausdehnung der eingesetzten Materialien
- Eventuell höhere Temperatur- und UV-Belastung des Randverbundes und der Verklebung
- Eventuell veränderter Isothermenverlauf – dadurch möglicher Kondensatbfall an ungewöhnlichen Stellen (z.B. Randverbund, Verklebung)
- Eventuell veränderte Falzausbildung, dadurch behinderter Dampfdruckausgleich

3.2 Mechanische Beanspruchung

Die Annahmen der Lasten sind entsprechend der bekannten Normen und Regelwerke zu beachten. Darüber hinaus sind zusätzliche Beanspruchungen aus statischen und dynamischen Lasten möglich und entsprechend zu berücksichtigen wie z.B.:

- Ableiten des Eigengewichtes, sowohl über den Randverbund des Isolierglases als auch über die Verklebung zwischen Glas und Rahmen
- Verwindungen in der Glasebene in Abhängigkeit von Konstruktion und Format

- Eventuelles Kriechverhalten der Klebstoffe bei Gläsern ohne mechanische Lastabtragung
- Punktuelle Lasteinleitung durch die Beschläge und Scherkräfte auf den Randverbund
- Lasten aus der Nutzung
- Lastableitung von Wind-/Soglasten im geschlossenen Zustand über mindestens zweiseitig linienförmige Lagerung
- Fehlnutzung

Die besonderen Lasteinwirkungen auf die Verglasung, den Randverbund und die Verklebung sind systemabhängig zu beurteilen (siehe auch 2.0).

Der Randverbund von Isolierglaseinheiten, die nach EN 1270 in Vorkohr gebraucht werden, darf nicht zur Lastabtragung des Eigengewichts über einzelne Scheiben herangezogen werden (z.B. Klotzung). Wenn der Isolierglasrandverbund zur Verklebung (z.B. Falzgrundverklebung) herangezogen wird, wird der Randverbund zusätzlich beansprucht. Diese Lasten müssen berücksichtigt werden.

3.3 Wärme- / Schall- / Sonnenschutz / Sicherheit / Brandverhalten

Die je nach vorgesehener Anwendung zusätzlichen Anforderungen sind gegebenenfalls gesondert nachzuweisen.

3.4 Sonstige Bedingungen

Die Kantenbearbeitung bzw. der Kantenschutz ist systembezogen zu berücksichtigen.

Kompass für geklebte Fenster

4.0 Verträglichkeit

Die Verträglichkeit von Materialien muss für den jeweiligen Anwendungsfall nachgewiesen werden (siehe Punkt 9.0), d.h. die verarbeiteten Komponenten müssen im Gesamtsystem ihre Funktion dauerhaft erfüllen wie z. B.:

füllen wie z. B.:

- Rahmenmaterial
- Primär- und Sekundärdichtstoff Isolierglas
- Abstandhalter Isolierglas
- Material Verglasungsklötze

- Dichtprofile / Füllprofile
- Verglasungsdichtstoffe
- Klebstoff
- Klebebänder
- Glaslamine
- Beschichtungen oder Folien auf Glas

Beispiel für die Darstellung einer Verträglichkeitsmatrix

	Klebesystem	Reinigungsmittel	Primer	Klebstoff	PVC-U	Glaslamine	Sekundärdichtstoff	Primärdichtstoff	Abstandhalter	Dichtlippe a	Dichtlippe i	Profilbeschichtungen	Klötze
Klebesystem													
Reinigungsmittel													
Primer													
Klebstoff													
PVC-U													
Glaslamine													
Sekundärdichtstoff													
Primärdichtstoff													
Abstandhalter													
Dichtlippe a													
Dichtlippe i													
Profilbeschichtungen													
Klötze													

Tabelle 1: Beispiele zum Kontakt der verschiedenen Werkstoffe

Kennzeichnung: d = direkter Kontakt, i = indirekter Kontakt, 0 = kein Kontakt

Bei Veränderungen der Systeme muss die Verträglichkeit erneut nachgewiesen sein.



BF-Merkblatt 001 / 2007 – Änderungsindex 1 – Oktober 2010

5.0 Adhäsionsverhalten

Die Haftung zwischen Flügelrahmen und Klebung muss dauerhaft sein (siehe 1.0). Bei der Klebung auf Glas ist insbesondere auf die Haftung beim Verkleben auf beschichteten und / oder emaillierten Oberflächen zu achten. Hierzu muss Rücksprache mit dem Glashersteller gehalten werden.

6.0 Qualitätssicherung

Um einen kontinuierlichen Qualitätsstandard sicherzustellen, wird das Erstellen von Prüfplänen für eingehende Materialien, Herstellungsprozesse und Fertigungsendprüfungen empfohlen.

7.0 Reparaturfähigkeit

Die Möglichkeiten der Reparatur müssen in der Systembeschreibung enthalten sein. Im Reparaturfall müssen die Funktionsfähigkeit aller Komponenten und deren Verträglichkeit sichergestellt sein. Dazu muss über eine entsprechende Kennzeichnung die Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Komponenten sichergestellt sein.

8.0 Gewährleistung

Der Lieferant der geklebten Fensterkonstruktion, in der Regel der Fensterbauer, steht für sein Gewerk, wie es die Gesetzgebung vorgibt, in der Gewährleistung.

9.0 Normen und Regelwerke

Die nachstehenden Normen und Regelwerke gelten in ihrer jeweils aktuellen und alle Teile umfassenden Ausführung.

- DIN EN 356
Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderversuch – Prüfverfahren und Klassifizierung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
- DIN EN 572
Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
- DIN 1055
Einwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1006
Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas
- DIN EN 1279
Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isoliertglas
- DIN EN 1627 – 1630
Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung
- DIN EN 1863-2
Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas
- DIN 4102
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- DIN 4108
Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
- DIN 4109
Schallschutz im Hochbau
- DIN 5034
Tageslicht in Innenräumen
- DIN EN ISO 10077
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen
- DIN EN 12150
Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
- DIN EN 12412
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens
- DIN EN 12488
Glas im Bauwesen – Verglasungsrichtlinien – Verglasungssysteme und Anforderungen für die Verglasungen
- DIN EN ISO 12543
Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
- DIN EN 12758
Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung
- DIN EN 13022
Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasung
- DIN EN 13501
Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
- DIN EN ISO 13788
Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren
- DIN EN 14179
Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
- DIN EN 15434
Glas im Bauwesen – Produktnorm für lastübertragende und / oder UV-beständige Dichtstoffe
- DIN 18361
VOB Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Verglasungsarbeiten
- DIN 18545
Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen

BF-Merkblatt 001 / 2007 – Änderungsindex 1 – Oktober 2010

- Technische Richtlinie des Glaserhandwerks 3 „Klebung von Verglasungseinheiten“
- Technische Richtlinie des Glaserhandwerks 17 „Verglasen mit Isolierglas“
- Merkblatt Bundesverband Flachglas „Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas“
- Güte- und Prüfbestimmungen, RAL – GZ 716/1, Abschnitt III Anhang A: „Verklebte Verglasungen in PVC Rahmenkonstruktionen“
- Ift Rosenheim, VE-08 / 1 Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme

- GUV – SI 8027
Mehr Sicherheit bei Glasbruch
- VdS 2163
Einbruchhemmende Verglasungen
- VdS 2270
Alarmgläser
- VDI 2719
Schalldämmung von Fenstern
- RAL - GZ 520
Mehrscheiben-Isolierglas; Gütesicherung
- EnEV Energieeinsparverordnung

Alle DIN EN Normen können bezogen werden über:
Beuth-Verlag GmbH (Alleinverkaufsrecht)
10772 Berlin
Telefon (030) 2601-2260
Telefax (030) 2601-1260
Internet www.beuth.de
eMail postmaster@beuth.de

Erläuterungen
VDI – Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf
GUV = Gemeinde Unfall-Versicherung / Bundesverband der Unfallkassen, München
VdS = VdS Schadenverhütung GmbH, Köln
DIBt = Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Bundesverband Flachglas e.V., Gütegemeinschaft Kunststoff-Fenstersysteme, Institut für Fenstertechnik e.V., Verband fenster- und Fassadenhersteller, BÜFA-Glas GmbH & Co. KG, Deutsche Hutchinson GmbH, Dow Corning GmbH, Fenzl SpA (I), Glas Trösch GmbH, Gretsch-Unitas Baubeschläge GmbH, H.B. Fuller Window GmbH, Isolair Glas Beratung GmbH, Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, Pilkington Deutschland AG, Rolltech A/S (DK), Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH

Unter der Initiative des: Bundesverband Flachglas e.V., Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf · Telefon: 0 22 41 / 87 27-0 · Telefax: 0 22 41 / 87 27-10 · info@bundesverband-flachglas.de · Internet: www.bundesverband-flachglas.de

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

www.bundesverband-flachglas.de



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße
53840 Troisdorf
Telefon (0224) 8727-0
Telefax (0224) 8727-10
info@bundesverband-flachglas.de

7.3.12 Kompass „Warme Kante“ für Fenster

BF-Merkblatt 004 / 2008 – Änderungsindex 1 – Juli 2013



Bundesverband
Flachglas

7.3.12

Kompass 'Warme Kante' für Fenster

Kompass 'Warme Kante' für Fenster

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2
2.0 Was ist 'Warme Kante'?	2
3.0 Datenblätter ,Psi-Werte Fenster' ..	6
3.1 Datenblätter-Überarbeitung	
April 2013	6
3.2 U_w -Werte für Fenster	7
3.3 Anwendung der repräsentativen	
Psi-Werte	8
3.4 Anwendung der äquivalenten	
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{\text{eq},2B}$	9
4.0 Der Arbeitskreis 'Warme Kante' ..	10
4.1 Die Mitglieder	10
4.2 Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit ..	11
4.3 Ausblick	11
5.0 Literatur	12

1.0 Einleitung

Dieser Kompass ‚Warme Kante‘ resultiert aus der Tätigkeit des BF-Arbeitskreises ‚Warme Kante‘. Zusammen mit der Erstauflage von Datenblättern mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster erschien er erstmals im Jahr 2008.

Im Frühjahr 2013 wurde ein weiteres vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) gefördertes Forschungsvorhaben des Arbeitskreises ‚Warme Kante‘, durchgeführt am ift Rosenheim und an der Hochschule Rosenheim, erfolgreich abgeschlossen. Als Resultat ergab sich eine neue messtechnische Grundlage für die BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘. Dies machte die grundlegende Neugestaltung des Kompasses erforderlich.

Neben der Vermittlung von Grundlagen zur warmen Kante und einer Vorstellung der bisherigen Ergebnisse aus dem Arbeitskreis soll der Kompass insbesondere als Leitfaden für die korrekte Nutzung der BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ dienen.

2.0 Was ist 'Warme Kante'?

Isolierglas besteht aus zwei oder mehr Glasscheiben. Der Abstand der Scheiben wird durch ein am Scheibenrand umlaufendes Abstandhalterprofil vorgegeben. So entsteht der Scheibenzwischenraum, auf dem die grundlegende Dämmwirkung von Isolierglas beruht.

Zusammen mit einer Primärdichtung aus Butyl und einem Sekundärdichtstoff auf Polysulfid-, Polyurethan- bzw. Silikonbasis oder Hotmelt bildet der trockenmittelbefüllte Abstandhalter den seit vielen Jahren bewährten zweistufigen Isolierglas-Randverbund (Abb. 1 und 2).

Seit Einführung des heute als Standard geltenden organischen Randverbundes für Isolierglas im Jahr 1959 wurden Hohlprofile aus Stahl und in späteren Jahren aus Aluminium als Abstandhalter verwendet. Nachteil dieser Materialien ist ihre hohe Wärmeleitfähigkeit. In einen Isolierglas-Randverbund eingebaut, bildet das Aluminiumprofil eine sehr gut wärmeleitende Verbindung zwischen Innen- und Außenscheibe. Dadurch entstehen in Fenstern lineare Wärmebrücken von erheblichem Ausmaß.

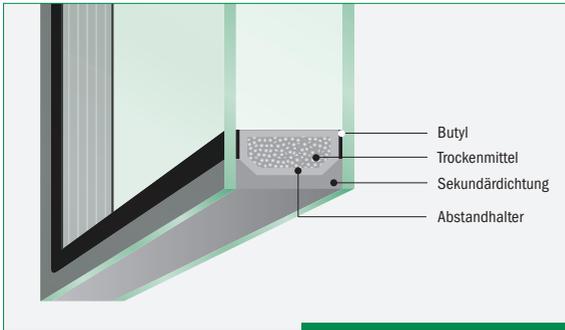


Abb. 1: Schematischer Aufbau von
Zweifach-Isolierglas

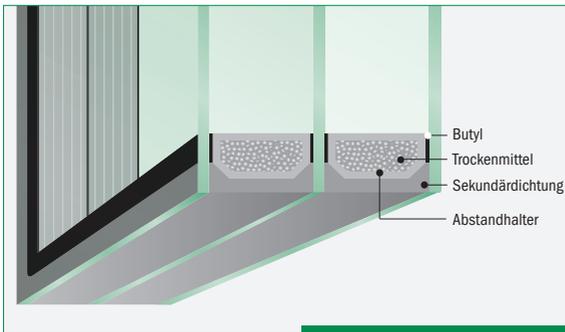


Abb. 2: Schematischer Aufbau von
Dreifach-Isolierglas

Kompass 'Warme Kante' für Fenster

Durch konventionelle Isolierglas-Abstandhalter aus Aluminium oder Stahl entstehen in Fenstern und Fassaden unerwünschte Wärmebrücken.

In beheizten Gebäuden sind Wärmebrücken für den Verlust wertvoller Heizenergie verantwortlich. Durch den Wärmestrom über die Wärmebrücke nach draußen sinkt die raumseitige Oberflächentemperatur, was das Risiko von Tauwasser- und Schimmelbildung erhöht (Abb. 3 und 4). Im Umkehrfall, bei klimatisierten Gebäuden, führen konventionelle Isolierglas-Abstandhalter zu mehr Energieverbrauch für die Kühlung.

Mit Funktionsbeschichtungen und Edelgasfüllungen im Scheibenzwischenraum haben moderne Mehrscheiben-Wärmedämmgläser inzwischen eine wärmetechnische Leistungsfähigkeit erreicht, die transparente, lichtdurchflutete Gebäude von hoher Energieeffizienz möglich macht. Wärmebrücken sind in solchen Gebäuden aus Gründen des Klimaschutzes und der Wirtschaftlichkeit absolut unerwünschte Störstellen.

'Warme Kante' ist die Kurzbezeichnung für wärmetechnisch verbesserten Isolierglas-Randverbund

Bereits in den neunziger Jahren kamen erste wärmetechnisch verbesserte Abstandhaltersysteme auf den Markt. Durch Einsatz von Materialien mit deutlich geringerer Wärmeleitfähigkeit als Aluminium können die Wärmeverluste im Randbereich einer Isolierglasscheibe mehr als halbiert werden. Das spart wertvolle Heizenergie, minimiert das Tauwasserrisiko und verbessert die U-Werte von Fenstern und Fassaden. Diese wärmetechnische Verbesserung des Isolierglas-Randverbunds nennt man 'Warme Kante'.



Abb. 3: Durch den Aluminium-Abstandhalter im Isolierglas kann am Rand der Glasscheibe leicht Tauwasser entstehen.



Abb. 4: Längerfristig droht dadurch Schimmelbildung, was nicht nur aus hygienischen Gründen inakzeptabel ist.

Edelstahl hat eine mehr als zehnfach geringere Wärmeleitfähigkeit als Aluminium. Da Edelstahl-Abstandhalter außerdem mit viel geringeren Wandstärken auskommen, sind sie wärmetechnisch deutlich besser als Profile aus Aluminium oder Stahl. Werden darüber hinaus Profilbereiche durch Kunststoff ersetzt oder dient der Edelstahl in extrem dünner Ausführung nur noch als reine Diffusionssperre, lassen sich die Werte weiter optimieren. Andere Systeme gehen fertigungstechnisch neue Wege und verzichten völlig auf Metall.

Dem Markt steht inzwischen eine Vielzahl von langjährig in der Praxis bewährten Warme-Kante-Systemen zur Verfügung.

'Warme Kante' bedeutet mehr Energieeffizienz für Fenster und Fassaden

Kaum eine Wärmebrücke lässt sich so einfach beseitigen wie diejenige, die vom Aluminium-Abstandhalter im Übergangsbereich von Glas zu Rahmen verursacht wird. Für eine vergleichbare Verbesserung des U_W -Wertes eines Fensters muss an anderer Stelle – z. B. im Rahmenbereich – erheblich mehr Aufwand betrieben werden. Zur Abgrenzung der warmen Kante von konventionellen Abstandhaltern findet sich eine ebenso einfache wie eindeutige Definition in den relevanten Normen (Abb. 5): Für Fenster im Anhang E der DIN EN ISO 10077-1 [1] und für Vorhangfassaden gleichlautend im Anhang B der Norm DIN EN ISO 12631 [3].

Material	Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m·K)	Material	Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m·K)
Aluminium	160	Polysulfid	0,4
Stahl	50	Molekularsieb	0,1
Nichtrostender Stahl	17	Polycarbonat	0,2
Glas	1	PVC	0,17

Tabelle 1: Beispiele für die Wärmeleitfähigkeit von Materialien nach DIN EN ISO 10077-2 Anhang A [2]. Da es „drauf ankommt, was man daraus macht“, lässt sich aus diesen reinen Materialkennwerten alleine keine Aussage zur wärmetechnischen Leistungsfähigkeit eines Bauteils ableiten.

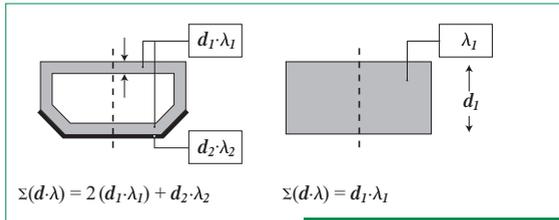


Abb. 5: Ein Abstandhalter ist dann wärmetechnisch verbessert, wenn er das Kriterium $\Sigma(d \cdot \lambda) \leq 0,007$ erfüllt. Die Abbildung zeigt, wie dieses Merkmal bei Abstandhaltern bestimmt wird.

Kompass 'Warme Kante' für Fenster

3.0 Datenblätter ,Psi-Werte Fenster'

3.1 Datenblätter-Überarbeitung April 2013

Im April 2013 wurden die Datenblätter ,Psi-Werte Fenster' grundlegend überarbeitet. Die repräsentativen Psi-Werte für Fenster basieren jetzt auf einer messtechnischen Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter.

Pro Warme-Kante-System gibt es ein Datenblatt. Die aktuellen Datenblätter können auf der Homepage des BF kostenlos heruntergeladen werden. Nur dort freigeschaltete Datenblätter haben zum jeweiligen Zeitpunkt Gültigkeit.

Download-Adresse für die aktuell gültigen BF-Datenblätter ,Psi-Werte Fenster':
www.bundesverband-flachglas.de/shop/kostenfreie-downloads/bf-datenblaetter/datenblaetter.html

Die Datenblätter ,Psi-Werte Fenster' sind nur für Fenster anwendbar. Für Fassaden gibt es kein vergleichbares Hilfsmittel, sie müssen nach DIN EN ISO 12631 [3] behandelt werden.

April 2013 – Nr.X – Änderungsindex X
ARBEITSKREIS 'WARME KANTE'

Datenblatt Psi-Werte Fenster

auf Basis messtechnischer Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter

Produktname	Abstandhalter Bauhöhe in mm	Material	Dicke d in mm
Quadratisch	X	Edelstahl	X

	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
Vertikal angeordnet Höhe des Abstandhalters in mm U _{0,1} in W/m ² K	 0,0XX	 0,0XX	 0,0XX	 0,0XX
Horizontal angeordnet Breite des Abstandhalters in mm U _{0,1} in W/m ² K	 0,0XX	 0,0XX	 0,0XX	 0,0XX

Typische Maßzahl SZR	Scheibenzwischenraum (SZR) in mm Für alle SZR verwendbar	λ_{Kante} in W/mK Box 1 - h ₁ = X mm	Box 2 - h ₂ = X mm
	0,XX	0,XX	0,XX

Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit wurde nach der R-Richtlinie WA 17/1 "Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter" = Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung" ermittelt. Die damit berechneten repräsentativen linearen Wärmeübergangskoeffizienten (repräsentative Psi-Werte) gelten für typische Rahmenprofile und Verglasungen für die Ermittlung des Wärmeübergangskoeffizienten U₀ von Fenstern. Sie wurden unter den in der R-Richtlinie WA 08/2 "Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter - Teil 1: Ermittlung des repräsentativen Psi-Wertes für Fenster" festgelegten Rahmenbedingungen (Rahmenprofile, Verglasung, Gaseinstand, Rückenabdeckung, Primär- und Sekundärdichtung) ermittelt. Diese Richtlinie regelt auch den Gültigkeitsbereich und die Anwendung der repräsentativen Psi-Werte. Zur Vermeidung von Rundungfehlern wurden die Psi-Werte im Datenblatt auf 0,001 W/mK angegeben. Das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der Psi-Werte hat eine Genauigkeit von ± 0,003 W/mK. Unterschiede von weniger als 0,005 W/mK sind nicht signifikant. Weitere Informationen sind dem Merkblatt 004/2008 "Kompass 'Warme Kante' für Fenster" des Bundesverbandes Flachglas zu entnehmen.

Ermittlung der Rahmenwerte durch:
Hochschule Bochum

Abb. 6: Layout der Datenblätter ,Psi-Werte Fenster'

3.2 U_w -Werte für Fenster

Gemäß DIN EN ISO 10077-1 setzt sich der Wärmedurchgangskoeffizient U_w eines Fensters aus den flächenbezogenen Einzelwerten der Verglasung U_g und des Rahmens U_f sowie dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_g für den Übergangsbereich von Rahmen und Glas zusammen (Abb. 7). Der Wärmedurchgangskoeffizient U_g des Glases bezieht sich auf die ungestörte Mitte des Glases und der U_f -Wert des Rahmens auf den Rahmen ohne Verglasung [1].

Wo Glas und Rahmen aneinander grenzen, ergibt sich eine geometrische und materialbedingte Wärmebrücke. Der Ψ_g -Wert beschreibt die zusätzlichen Wärmeverluste in diesem Bereich. Sie werden hauptsächlich durch die Wärmeleitung über den Isolierglas-Randverbund verursacht.

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f}$$

Abb. 7: Formel zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von Fenstern [1]

Die repräsentativen Psi-Werte erleichtern die Ermittlung des U_w -Wertes von Fenstern.

	Einheit	Bezeichnung	Herkunft
U_g	W/(m ² ·K)	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung	(1) berechnet nach EN 673
U_f	W/(m ² ·K)	Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens	(1) berechnet nach DIN EN ISO 10077-2 oder (2) aus Anhang D der DIN EN ISO 10077-1 entnommen oder (3) gemessen nach DIN EN 12412-2
Ψ_g	W/(m·K)	Linearer Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmen-Glas-Übergangsbereichs	(1) berechnet nach DIN EN ISO 10077-2 oder (2) aus den Tabellen im Anhang E der DIN EN ISO 10077-1 entnommen oder (3) repräsentative Ψ -Werte thermisch verbesserter Abstandhalter gemäß [4] Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘

Tabelle 2: Wege zur Bestimmung der Eingangsdaten für den U_w -Wert von Fenstern

Es gibt mehrere Wege, um zu den Eingangsdaten für die U_w -Wert-Berechnung zu gelangen (Tabelle 2). Im Rahmen ihres Anwendungsbereichs bieten die Psi-Datenblätter eine vergleichsweise einfache und pragmatische Lösung für die Ψ_g -Werte. Sie sind präziser und auf jeden Fall vorteilhafter als die pauschalieren Werte aus dem Anhang E der DIN EN ISO 10077-1. Bei den Tabellenwerten aus der Norm wird nicht zwischen Warme-Kante-Systemen unterschiedlicher Leistungsfähigkeit differenziert, entsprechend ungünstig fallen sie aus [1].

Alternativ kann das ganze Fenster nach DIN EN ISO 12567-1 mit dem Heizkastenverfahren gemessen werden.

Die Norm DIN EN ISO 10077-2 lässt in ihrem Anhang C ausdrücklich zu, dass repräsentative Ψ -Werte thermisch verbesserter Abstandhalter auf der Grundlage repräsentativer Profilschnitte sowie repräsentativer Glaseinheiten festgelegt werden können [2]. Das Verfahren hierfür wird in den ift-Richtlinien WA-08/2 und WA-17/1 beschrieben [4, 5]. In der Richtlinie WA-08/2 ist darüber hinaus die Verwendung der repräsentativen Ψ -Werte bei der Ermittlung von U_w -Werten geregelt.

Kompass 'Warme Kante' für Fenster

3.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte

Gemäß ift-Richtlinie WA-08/2 müssen Fensterhersteller bei der Herstellerdeklaration des U_w -Wertes ihrer Fenster für die Verwendung der BF-Datenblätter 'Psi-Werte Fenster' folgende Vorgaben beachten [4]:

- Der tatsächliche Glaseinstand muss mindestens 13 mm betragen.
- Der U_f -Wert des Rahmenprofils ist bei Holz-, Holz/Alu- oder Kunststoff-Rahmen größer oder gleich $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ und bei Metallfenstern größer oder gleich $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.
- Bei außen freiliegendem Glasrand dürfen die repräsentativen Ψ -Werte nicht verwendet werden.

Sind die Glasscheiben dicker als 4 mm, müssen die repräsentativen Ψ -Werte mit folgenden Zuschlägen erhöht werden:

- Pro mm größerer Glasdicke der Außenscheibe um $0,001 \text{ W}/(\text{mK})$
- Pro mm größerer Glasdicke der Innenscheibe um $0,002 \text{ W}/(\text{mK})$

Die Glasdicke der mittleren Scheibe bei Dreifach-Aufbauten ist nicht relevant. Für Fenster, die obige Vorgaben nicht erfüllen, muss der individuelle Ψ -Wert für jede Glas-Rahmen-Kombination detailliert gemäß DIN EN ISO 10077-2 berechnet werden [2]. Alternativ ist die Verwendung der vergleichsweise unvoreilhaftesten Tabellenwerte aus DIN EN ISO 10077-1 möglich [1].

Auf den Datenblättern 'Psi-Werte Fenster' wird für das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der Ψ -Werte eine Genauigkeit von $\pm 0,003 \text{ W}/(\text{mK})$ angegeben. Diese Toleranzangabe soll darauf hinweisen, dass die dritte Nachkommastelle der Ψ -Werte nicht überbewertet werden darf.

Die auf den Datenblättern 'Psi-Werte Fenster' angegebenen Toleranzen dürfen keinesfalls vor der Verwendung von den repräsentativen Psi-Werten abgezogen werden



3.4 Anwendung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$

Im unteren Bereich der Datenblätter sind jeweils sogenannte Two-Box-Modell-Kennwerte angegeben.

Beim Two-Box-Modell wird das detaillierte Abstandhaltermodell mit seiner individuellen Geometrie und den verschiedenen Materialien durch ein Rechteck (Box) mit der Breite des Scheibenzwischenraums (SZR) und derselben Höhe wie das detaillierte Abstandhaltermodell (h_2) ersetzt. Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ dieses Rechtecks muss zum gleichen Wärmestrom führen wie eine Berechnung des detailliert modellierten Abstandhalters (Abb. 8). Die Methodik des Two-Box-Modells ist in der ift-Richtlinie WA-08/2 ausführlich dargestellt [4].

Durch die vereinfachte Modellierung ist das Two-Box-Modell eine enorme Erleichterung für Vielrechner.

Ist die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ einmal ermittelt, können für indi-

viduelle Fensterberechnungen nach DIN EN ISO 10077-2 [2] zur Modellierung des Isolierglas-Randverbunds einfach zwei Rechtecke verwendet werden: Für den Sekundärdichtstoff Box 1 und für den Abstandhalter inklusive Trockenmittel und Butyl die Box 2. Wichtig ist dabei, dass die Bauhöhen der Rechtecke den tatsächlichen Bauhöhen von Dichtstoff und Abstandhalter entsprechen. Der geringfügige Einfluss der SZR-Breite auf die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ eines Abstandhaltersystems kann dabei vernachlässigt werden.

Die Bauhöhe h_2 des jeweiligen Warmkante-Systems ist zusammen mit der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit auf den Psi-Datenblättern aufgeführt.

Ursprünglich wurde die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ eines Abstandhalters über die Forderung nach gleichem Wärmestrom aus der detaillierten Berechnung abgeleitet. Im Gegensatz dazu wurden die $\lambda_{eq,2B}$ -Werte auf den Psi-Datenblättern jetzt messtechnisch ermittelt.

Dabei wurden trockenmittelbefüllte, butylierte Abstandhalterprofile dicht gepackt zwischen zwei Glasscheiben in der Plattenapparatur gemessen.

Eine detaillierte Erläuterung des Messverfahrens findet sich in der ift-Richtlinie WA 17/1 [5]. Es wurde im Rahmen des vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) geförderten Forschungsvorhabens 'Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern' in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis 'Warme Kante' durch das ift Rosenheim und die Hochschule Rosenheim entwickelt.

Der ausführliche Forschungsbericht sowie eine Kurzversion stehen auf der Homepage des ift Rosenheim zum kostenlosen Download zur Verfügung (www.ift-rosenheim.de > Geschäftsfelder > Forschung) [6, 7].

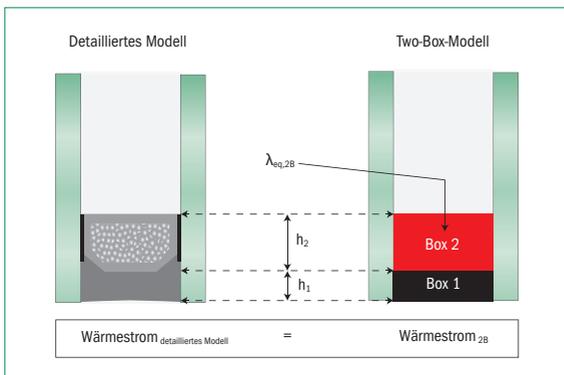


Abb. 8: Schematische Darstellung des Two-Box-Modells

Kompass 'Warme Kante' für Fenster

4.0 Der Arbeitskreis 'Warme Kante'

4.1 Die Mitglieder

Der Arbeitskreis 'Warme Kante' ist ein Unterausschuss des Technischen Ausschusses beim Bundesverband Flachglas. Die Teilnehmer des Arbeitskreises sind Mitglieder und Fördermitglieder des BF. Wissenschaftlich begleitet wird der Arbeitskreis durch Prof. Dr. Franz Feldmeier, Hochschule Rosenheim und Herrn Norbert Sack, ift Rosenheim.

Im Arbeitskreis sind alle führenden Hersteller von Warme-Kante-Systemen für Isolierglas sowie die Glasindustrie vertreten:

- | | |
|---|--|
|  | Allmetal GmbH Abstandhalter für Isolierglas, Wiedemar, D |
|  | Ensinger GmbH Niederlassung Ravensburg, Ravensburg, D |
|  | Glas Trösch Holding AG, Bützberg, CH |
|  | Glaswerke Arnold GmbH & Co. KG Werk II, Merkendorf, D |
|  | Helmut Lingemann GmbH & Co., Wuppertal, D |
|  | Ingrid Quel Beratungsbüro für warme Kante und Glas, Herrenberg, D |
|  | Isolar Glas-Beratung GmbH, Kirchberg/Hunsrück, D |
|  | Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, Pirmasens, D |
|  | Nedex Chemie Deutschland GmbH, Moers, D |
|  | Quanex Building Products Inc. Edgetech Europe GmbH, Heinsberg, D |
|  | Roltech A/S Abstandhalter für Isolierglas, Hjørring, DK |
|  | Sanco Beratung Glas Trösch GmbH, Nördlingen, D |
|  | Schollglas Holding- und Geschäftsführungs-GmbH, Barsinghausen, D |
|  | Technoform Glass Insulation GmbH, Lohfelden, D |
|  | Vetrotech Saint Gobain (International) AG Swisspacer Kreuzlingen, CH |

Das aktuelle Mitgliederverzeichnis kann auf der Homepage des BF eingesehen werden.



4.2 Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit

Der Arbeitskreis 'Warme Kante' existiert bereits seit 1998. Er kann auf eine Vielzahl von bemerkenswerten Ergebnissen zurückblicken.

Im Juli 1999 wurde der Abschlussbericht des ift Rosenheim zum ersten Forschungsvorhaben Warm Edge vorgelegt [8]. Dabei wurden erstmals Abstandhaltersysteme mit Berechnungen unter identischen Randbedingungen verglichen. Die Ergebnisse bildeten die Grundlage für eigene, systembezogene Psi-Werte-Tabellen der Systemhersteller.

In einem zweiten Forschungsvorhaben für das Deutsche Institut für Bautechnik wurden 2002 bis 2003 die wichtigsten Einflüsse auf die Psi-Werte in verschiedenen Rahmenmodellen nach DIN EN ISO 10077-2 rechnerisch untersucht und mit experimentellen Ergebnissen verglichen. An diesem Projekt waren insgesamt 6 Prüfinstitute und Rechenstellen sowie 8 Industriepartner beteiligt [9].

Um die Branche und Verbraucher vor Produkten zu schützen, die eine wärmetechnische Verbesserung am Isolierglas-Randverbund nur vortäuschen, wurde im Arbeitskreis eine Definition für wärmetechnisch

verbesserten Randverbund entwickelt. Diese Definition wurde zunächst in die DIN V 4108-4:2004-07, Anhang C, aufgenommen, fand dann aber rasch Aufnahme in der Europäischen Normierung (siehe DIN EN ISO 10077-1, Anhang E sowie DIN EN ISO 12631, Anhang B [1, 3]).

Nachdem die Rahmenmodelle der ersten Forschungsprojekte nicht mehr zeitgemäß erschienen, wurden 2007 bis 2008 in einem dritten Forschungsvorhaben zunächst vier neue Rahmenmodelle entwickelt, die für ihre Klasse repräsentativ waren und deren U_f-Werte den Stand der Technik darstellten. Anschließend wurden in diesen Rahmenmodellen mit Zweifach- und Dreifach-Isolierglas die repräsentativen Ψ-Werte der einzelnen Warme-Kante-Systeme berechnet und in Form der Datenblätter 'Psi-Werte Fenster' veröffentlicht. Dieses Projekt wurde der Branche mit dem BF-Symposium 'Warme Kante' am 23.4.2008 in Hanau vorgestellt.

Für die Erstellung von Datenblättern 'Psi-Werte Fenster' wurden im Arbeitskreis 'Warme Kante' Regularien festgelegt, die neben dem Procedere für die Ermittlung der Werte auch die erforderlichen Systemnachweise zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit bestimmen.

4.3 Ausblick

Der Arbeitskreis widmet sich weiterhin der Erarbeitung brauchbarer Methoden für die Bewertung und Berücksichtigung des wärmetechnischen Verbesserungspotentials, das die warme Kante bietet. Mit Hilfe der geschaffenen Gütekriterien für die repräsentativen Psi-Werte soll das Thema 'Warme Kante' gefördert und für dauerhaft seriöse und verlässliche Darstellung im Markt gesorgt werden. Unterstützt wird dies durch gemeinsame Pressearbeit und Marketingaktionen.

5.0 Literatur

- [1] DIN EN ISO 10077-1:2010
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Allgemeines
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [2] DIN EN ISO 10077-2:2012
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [3] DIN EN ISO 12631:2013
Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [4] ift-Richtlinie WA-08/2
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 1: Ermittlung des repräsentativen Ψ -Wertes für Fenster Rahmenprofile
Rosenheim, ift Rosenheim, Juli 2013
- [5] ift-Richtlinie WA-17/1
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 2: Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung
Rosenheim, ift Rosenheim, Februar 2013
- [6] Kurzbericht Äquivalente Wärmeleitfähigkeit Warme Kante
Rosenheim, ift Rosenheim, Dezember 2012
- [7] Abschlussbericht Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern
Rosenheim, ift Rosenheim, Dezember 2012
ISBN 978-3-86791-339-3 – ift Rosenheim
- [8] Forschungsvorhaben Warm Edge, ift Rosenheim, Abschlussbericht Juli 1999
- [9] Psi-Wert Fenster, Forschungsvorhaben Qualitätskriterien für die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_g (Psi-Wert) des Übergangs Rahmen-Glasrand-Glas und Vergleich mit experimentellen Daten
Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, April 2003
Fraunhofer IRB Verlag, 2003, ISBN 3-8167-6526-2

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Warme Kante' beim Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Unter Mitwirkung von: Fachhochschule Rosenheim · ift Rosenheim

Redaktionelle Inhalte erstellt durch: Ingrid Quel Beratungsbüro für warme Kante und Glas · www.warmedgeconsultant.com

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

7.3.13 Einsatzempfehlungen für Sicherheitsglas im Bauwesen

Merkblatt V.05 des Verbands der Fenster- und Fassadenhersteller e. V., Ausgabe September 2009

7.3.13

Inhalt

1	Einführung	3
2	Geltungsbereich	4
3	Begriffsbestimmungen	4
4	Sicherheitsglas	5
4.1	Allgemeine Eigenschaften	5
4.2	Glasarten	6
5	Regelwerke für Sicherheitsglas im Bauwesen	6
5.1	Gesetzliche Grundlagen	6
5.1.1	LBO, LTB und Bauregelliste	7
5.1.2	Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) mit Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR) und Berufsgenossenschaftliche-Regeln (BGR)	7
5.1.3	Versammlungsstättenverordnung (VStättV)	7
5.1.4	Schulbau-Richtlinie – (SchulbauR)	7
5.1.5	Krankenhausbauverordnung (KhBauVO)	7
5.2	Normen und Richtlinien	7
5.2.1	Technische Regeln des DIBT	8
5.2.2	Richtlinien der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV)	8
5.2.3	Technische Richtlinien des Glaserhandwerks	8
5.2.4	Normen	9
6	Bemessung von Sicherheitsglas	9
7	Einsatzempfehlungen für bestimmte Anwendungen	10
7.1	Vertikalverglasungen ohne Absturzsicherung	10
7.2	Horizontal-/ Überkopfverglasungen	12
7.3	Absturzsichernde Verglasungen	13
7.4	Verglasungen in Gebäuden spezieller Nutzung	15
7.5	Verglasungen im Innenausbau ohne Absturzsicherung	16
7.6	Sicherheitssondergläser	18
7.7	Konstruktiver Glasbau	18
Anhang 1:	Literatur, Bezugsquellen	20
Anhang 2:	Liste der Obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder	21

1 Einführung

Bauen mit Glas erfreut sich sehr großer Beliebtheit. Die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten und die enormen Fortschritte in der Veredelung von Glas und von Glaskombinationen führten in den letzten 20 Jahren zu immer breiterer Anwendung.

Breitere Glasanwendung

Heute prägen aufwändige Glaskonstruktionen nicht nur die Gebäudehülle, sondern ganze Innenwandbereiche in Verkaufsgalerien und Passagen bis hin zu Trennwandanlagen und Türen im Wohnungsbau. Entsprechend vielfältig sind die Anforderungen für Vertikal- und Horizontalverglasungen.

Der Einsatz von Glas erfordert auch die Beurteilung der Sicherheit zum Verletzungsschutz von Personen. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, für bestimmte Anwendungsfälle Sicherheitsgläser einzusetzen.

Schutz von Personen

Dies findet sich für Glas als Bauprodukt und dessen Anwendung in vielfältigen Regeln von Gesetzgeber und Unfallversicherungsträgern wieder.

Dieses Merkblatt soll eine Hilfestellung für die praktische Anwendung dieser Regeln geben, in denen die Verwendung von Glas mit Sicherheitsfunktion gefordert wird. Mehrere Regelwerke, die sich mit der Anwendung von Sicherheitsglas im Bauwesen befassen, befinden sich derzeit in der Erarbeitung und Überarbeitung. Das Merkblatt wird daher zu gegebener Zeit fortgeschrieben.

2 Geltungsbereich

Die Einsatzempfehlungen dieses Merkblattes beziehen sich auf Sicherheitsgläser im Bauwesen. Die Empfehlungen ersetzen nicht die geltenden Vorschriften, sondern geben Hinweise auf deren notwendige und zweckmäßige Berücksichtigung für die Anwendung von Sicherheitsglas. Die Empfehlung behandelt insbesondere die Verwendung von Sicherheitsglas im öffentlich zugänglichen Bereich.

Vorschriften sind Grundlage

Für den unregulierten öffentlichen Bereich und den Privatbereich wird eine sinngemäße Berücksichtigung nahe gelegt. In diesem Fall ist eine besondere Vereinbarung erforderlich.

Vereinbarung für unregulierten Bereich nötig

Eine sinngemäße Berücksichtigung gilt auch für Ersatzverglasungen.

Behandelt werden im Besonderen Einsatzbereiche von Sicherheitsgläsern in der Innen- und Außenanwendung, wie z. B. in der Fassade oder als Horizontalverglasung in Glasdächern, bei Glaswänden, Umwehrungen, Geländern, Aufzugverglasungen und vergleichbaren Einsatzbereichen.

wesentliche Einsatzbereiche von Sicherheitsgläsern

Die als Sondersicherheitsgläser bezeichneten Verglasungen zur Angriffshemmung (z. B. Einbruch-, Durchschuss-, Sprengwirkungshemmung) werden der Vollständigkeit halber erwähnt, hier aber nicht ausführlich behandelt.

Nicht behandelt werden Sicherheitsgläser im Möbel- und Aquarienbau sowie anderen Sonderbereichen.

Besondere Leistungsmerkmale von Glas, wie Brandschutz, Schallschutz und Wärmeschutz werden nicht unter dem Begriff Sicherheitsglas im Sinne dieses Merkblattes verstanden.

Unter Berücksichtigung der vielfältigen und unterschiedlichen Anforderungsprofile innerhalb und außerhalb Europas wird der Anwendungsbereich auf die Bundesrepublik Deutschland und die hier geltenden Anwendungsvorschriften begrenzt.

Anwendung für Deutschland

3 Begriffsbestimmungen

Unter **Vertikalverglasung** wird eine Glasscheibe oder ein Verglasungselement verstanden, das nicht mehr als 10° gegen die Vertikale geneigt ist.

Vertikalverglasung

Horizontalverglasungen beginnen ab einer Neigung der Glasflächen $> 10^\circ$ zur Vertikalen. Für Horizontalverglasungen gelten besondere Sicherheitsvorschriften hinsichtlich der auszuwählenden Glasart (meist VSG), um die Resttragfähigkeit nach Bruch zu gewährleisten und bei der Bemessung der Konstruktion.

Horizontalverglasung
(auch Überkopfverglasung)

Absturzsichernde Verglasungen sind im Bereich von Brüstungen und Geländern mit einer Mindestabsturzhöhe in der Regel von 1 m (Abweichungen je Bundesland möglich, z. B. Bayern 0,50 m) vorzusehen. Wesentliche Anforderung ist der Nachweis der Tragsicherheit bei Anpralllasten von Personen gegen die Glaskonstruktion. In der Regel kommt VSG zur Anwendung.

Absturzsichernde Verglasungen

Begehbare Verglasungen werden als Trittstufen von Treppen, Teilbereichen von Decken, Podesten oder Fußgängerbrücken eingesetzt. Neben der Aufnahme der statischen Einwirkungen, ist eine ausreichende Resttragfähigkeit nach Bruch erforderlich, die nur durch mindestens 3-scheibiges VSG erfüllt werden kann. Aus Sicherheitsgründen wird die oberste Deckschicht in das Tragkonzept nicht mit einbezogen.

Begehbare Verglasungen

Betretbare Verglasungen unterscheiden sich gegenüber begehbaren Verglasungen dadurch, dass lediglich ein beschränkter Zugang zum Betreten einer Person zu Reinigungs- und Wartungszwecken gegeben ist. Die Anforderungen sind gegenüber begehbaren Verglasungen weniger streng.

Betretbare Verglasungen

Tragkonstruktionen aus Glas als Stützen, Träger oder Schwerter setzen besondere Sicherheitsbetrachtungen bei der Auswahl der Verglasung und bei der Bemessung voraus. Es kommt ausschließlich VSG, vorwiegend aus ESG oder TVG, zur Anwendung.

Konstruktiver Glasbau

Resttragfähigkeit ist die Eigenschaft einer Glaskonstruktion über einen bestimmten Zeitraum vom Glasbruch bis zum vollständigen Versagen unter Eigengewicht und Zusatzlast nicht durchzubrechen, oder sich aus der Auflagersituation zu lösen. Diese Beurteilung ist für Tragkonstruktionen aus Glas, begehbare Verglasungen und Horizontalverglasungen von Bedeutung.

Resttragfähigkeit

4 Sicherheitsglas

4.1 Allgemeine Eigenschaften

Glas als sehr harter, widerstandsfähiger und gleichzeitig spröder Werkstoff bricht u. U. bei hoher mechanischer oder thermischer Belastung. Durch Weiterverarbeitung kann es besondere Sicherheitseigenschaften erhalten. Sicherheitsglas bricht beim Überschreiten seiner Belastungsgrenze derart, dass eine Gefährdung für Personen gemindert oder möglichst ausgeschlossen wird. Die Art der Weiterverarbeitung richtet sich nach der zu erwartenden Beanspruchung.

Sicherheitsglas vermindert das Verletzungsrisiko

Unter Sicherheitsgläsern werden solche Gläser verstanden, die durch besondere Behandlung wie thermisches Vorspannen oder Laminieren, definierte sicherheitsrelevante Eigenschaften erhalten. Sicherheitsgläser werden auch als bruchssichere oder bruchhemmende Gläser bezeichnet (s. z. B. GUV-SI 8027).

- Als Sicherheitsglas gelten in Deutschland offiziell ausschließlich Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG und ESG-H) sowie Verbund-Sicherheitsglas (VSG) nach gültiger Bauregelliste.
- Daneben gibt es Gläser mit produktspezifischen Sicherheitseigenschaften, wie etwa Gießharz-Verbundgläser, Brandschutz-Verbundgläser und Gläser mit aufgeklebten Folien. Erforderliche Sicherheitseigenschaften dieser Gläser sind durch entsprechende Prüfungen nachzuweisen und werden in diesem Merkblatt nicht detailliert behandelt.
- Keine Sicherheitseigenschaften haben hingegen normales Floatglas, Profilauglas mit und ohne Drahteinlage, alle Ornamentgläser, teilvorgespanntes Glas (TVG) und Draht(spiegel)glas in monolithischer Form.

Glastypen

Sicherheitsglas ist ein Bauprodukt, mit dem Verletzungs- und Angriffsschutz bei richtiger und zweckmäßiger Anwendung verbunden ist. Sicherheit bei Glas bedeutet: Schutz von Personen und Sachen gegen Einwirkung von außen, sowie Schutz von Personen bei Glasbruch.

Verletzungs- und Angriffsschutz

Unter Schutz von Personen und Sachen wird der Schutz und die Hemmung gegen Durchbruch, Angriff wie Einbruch und Durchschuss bis zu Sprengwirkungsschutz verstanden sowie Schutz bzw. die Sicherung vor Absturz. Unter Schutz von Personen bei Glasbruch wird der Schutz von Personen bei Glasbruch gegen Verletzungen durch herabfallende oder umstürzende Glasbauteile sowie vor Schnittverletzungen an Glassplittern verstanden.

Die Verwendung von Sicherheitsglas bedeutet nicht, dass ein Verletzungsrisiko völlig ausgeschlossen ist. Das Verletzungsrisiko wird wesentlich minimiert. Eine absolute Sicherheit und der Ausschluss jeden Schadens sind nicht möglich.

Restrisiko

4.2 Glasarten

- Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas (EN 12150) zeichnet sich durch weit erhöhte Belastbarkeit bei thermischer und bei stumpfer mechanischer Belastung aus. Bei übermäßiger Beanspruchung zerbricht es in kleine und kleinste Krümel, vorwiegend stumpfkantig, teils scharfkantig, manchmal ineinander verhakt, insbesondere bei dicken Gläsern und bei zusätzlicher Emaillierung. Die Glaskrümel bergen eine geringere Verletzungsgefahr als unvorgespanntes Glas.
- Wie ESG, jedoch einem zusätzlichen, genormten Heißlagerungstest (EN 14179) unterworfen. In Deutschland gelten verschärfte Anforderungen an den Heißlagerungstest, die in der Bauregelliste A Teil 1 Lfd.-Nr. 11.13 mit Anlage 11.11 festgelegt sind. Ein Nachweis erfolgt mit einem Übereinstimmungszertifikat durch anerkannte Zertifizierungsstelle (ÜZ).
- Die thermische Teilvorspannung bewirkt eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen thermische und mechanische Beanspruchung, wenn auch nicht so hoch wie bei ESG, und zeigt ein Bruchbild ähnlich einem normal gekühlten üblichen Floatglas. Daher kann TVG (EN 1863) als Einzelscheibe kein Sicherheitsglas sein; als VSG hingegen ist es oftmals das ideale Sicherheitsglas. Für die Verwendung von TVG als VSG größer 1,0 m² Fläche ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich (s. MLTB I Lfd.-Nr. 2.6.6 Anlage 2.6/6 E).
- Zwei oder mehrere Glastafeln werden mittels einer PVB-Verbundfolie laminiert (EN 14449 und Bauregelliste A Teil 1 Lfd.-Nr. 11.14 mit Anlage 11.8). Die Glastafeln sind zumeist Floatglasscheiben. Im Falle eines Glasbruchs bleiben die Glasbruchstücke an der Folie hängen und bieten somit eine geringere Verletzungsgefahr und eine hohe Resttragfestigkeit. Die Glastafeln können aber auch aus jeweils ESG oder TVG oder deren Kombination bestehen. Gerade bei VSG aus zweimal TVG ist die Resttragfestigkeit besonders ausgeprägt. Bei VSG aus zweimal ESG ist sie jedoch praktisch nicht vorhanden, sofern beide Scheiben des Verbundes beschädigt sein sollten.
- Gießharz-Verbundgläser und alle anderen Verbundscheiben mit nicht aus PVB bestehenden Verbundmaterialien in oder auf dem Glas (EN 14449 und Bauregelliste A Teil 1 Lfd.-Nr. 11.15 mit Anlage 11.9) bieten gewisse Sicherheitseigenschaften. Dies gilt besonders bei höherwertigen, vielschichtig laminierten Brandschutzgläsern. Sie können aber oft nicht das Sicherheits-Niveau eines VSGs erreichen. Einen Sonderfall stellen Verbundgläser mit einlamierten Kunststoffplatten und andere dar. Sicherheitseigenschaften von Verbundgläsern müssen durch Prüfungen separat nachgewiesen werden. Um als VSG anerkannt zu werden, ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich.
- Drahtgläser (EN 572-3 und -6) werden heute nicht mehr als Sicherheitsglas für den hier behandelten Geltungsbereich eingesetzt. Das eingebettete Drahtgeflecht ist ein (gestalterisch interessanter) Fremdkörper in der Mitte der Glastafel, der seine Festigkeit herabsetzt. Bei mäßiger Beanspruchung hält das Drahtgeflecht die Glasbruchstücke zusammen.

ESG/
Einscheiben-Sicherheitsglas

ESG-H / Heißgelagertes ESG

TVG / Teilvorgespanntes Glas

VSG / Verbund-Sicherheitsglas

VG / Verbundgläser

Drahtglas und Drahtspiegelglas

5 Regelwerke für Sicherheitsglas im Bauwesen

Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht der relevanten Regelwerke. In Abschnitt 7 werden beispielhaft die jeweiligen Anforderungen für Sicherheitsglas dargestellt.

5.1 Gesetzliche Grundlagen

Die nachfolgenden gesetzlichen Grundlagen und Anforderungen sind in jedem Fall anzuwenden. Je nach Anwendungsfall nehmen diese Bezug auf die in 5.2 genannten Normen und Richtlinien.

5.1.1 LBO, LTB und Bauregelliste

Die jeweils geltende Landesbauordnung (LBO) ist gesetzliche Grundlage für das deutsche Baurecht und benennt die an bauliche Anlagen gestellten Anforderungen. Sie wird als Musterbauordnung (MBO) gemeinsam von den zuständigen Behörden der Bundesländer erarbeitet und im Wesentlichen einheitlich bekannt gemacht.

Die von der obersten Baurechtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen bekannt gemachten Technischen Regeln sind in der "**Liste der Technischen Baubestimmungen**" (LTB) des jeweiligen Bundeslandes zusammengefasst. Sie basiert auf der von allen Ländern im Grundsatz gebilligten Musterliste, die i. w. einheitlich und zeitlich verzögert umgesetzt wird. Die Musterliste wird laufend aktualisiert.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) macht im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde für Bauprodukte, in der **Bauregelliste (BRL)** die technischen Regeln bekannt, die zur Erfüllung der an bauliche Anlagen gestellten Anforderungen erforderlich sind. Die Bauregelliste wird laufend aktualisiert.

Bauordnung

Technische Baubestimmungen

Bauregelliste

5.1.2 Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) mit Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR) und Berufsgenossenschaftliche-Regeln (BGR)

Sie erfassen Regelungen zum Schutz von Arbeitnehmern. Zu beachten sind insbesondere:

- ASR 8/4 „Lichtdurchlässige Wände“
- ASR 10/5 „Glastüren, Türen mit Glaseinsatz“, bzw.
- Arbeitsstättenregel ASR A 1.6 „Fenster, Oberlichter, Wände, Dächer“
- Arbeitsstättenregel ASR A 1.7 „Türen, Tore“

Derzeit erfolgt eine Umstellung von Arbeitsstätten-Richtlinien auf Arbeitsstättenregeln. Die bestehenden Arbeitsstätten-Richtlinien gelten bis zur Bekanntmachung entsprechender Arbeitsstättenregeln durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales fort. Sie verlieren jedoch spätestens am 24. August 2010 ihre Gültigkeit. Die Arbeitsstätten-Richtlinien können dann nur noch als Orientierung zur Konkretisierung der Verordnung herangezogen werden.

BG-Regeln konkretisieren die gesetzlichen Vorgaben (z. B. BGR 202 „Arbeiten in Verkaufsstellen“)

Arbeitnehmer

5.1.3 Versammlungsstättenverordnung (VStättV)

Vorschriften für den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten und Sportstätten. Berücksichtigung von Gefahrenpotentialen durch Menschenansammlung.

Menschenansammlung

5.1.4 Schulbau-Richtlinie – (SchulbauR)

Regelungen zum Schutz von Kindern und Jugendlichen in schulischen Einrichtungen.

Kinder und Jugendliche in Schulen

5.1.5 Krankenhausbauverordnung (KhBauVO)

Vorschriften für den Bau und Betrieb von Krankenhäusern.

Krankenhäuser

5.2 Normen und Richtlinien

Nachfolgende Veröffentlichungen sind teilweise aufgrund gesetzlicher Anforderungen einzuhalten und geben darüber hinaus für ihren Anwendungsbereich die allgemein anerkannten Regeln der Technik wieder.

5.2.1 Technische Regeln des DIBt**TRLV**

Die Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen regeln Vertikal-, Horizontal- und begehbbare Verglasungen. Die Fassung August 2006 wurde in den DIBt Mitteilungen 3/07 veröffentlicht.

Linienförmig gelagerte Verglasung

TRAV

Die Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen, Fassung Januar 2003, beschreiben die Anforderungen, Anwendungsbedingungen und die Nachweisführung bei absturzsichernden Verglasungen. Das VFF-Merkblatt V.01: 2003-06 "Absturzsichernde Verglasungen" erläutert ausführlich die TRAV.

Absturzsichernde Verglasung

TRPV

Die Technischen Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerten Verglasungen, Fassung August 2006, beschreiben die Anforderungen, Anwendungsbedingungen und die Nachweisführung bei punktförmig gelagerten Vertikal- und Horizontalverglasungen.

Punktförmig gelagerte Verglasung

5.2.2 Richtlinien der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV)**Mehr Sicherheit bei Glasbruch**

Diese GUV-Informationen behandeln besondere Maßnahmen zur Verhütung von Verletzungen bei Glasbruch.

GUV-SI 8027

Unfallverhütungsvorschrift Schulen

Vorschrift für die schülergerechte Gestaltung von Schulen.

GUV-V S 1

Richtlinien für Kindergärten – Bau und Ausrüstung

Die Richtlinien sind anzuwenden auf Bauteile, Einrichtungsgegenstände und Außenanlagen in Aufenthaltsbereichen, die Kindern in Kindergärten bestimmungsgemäß zugänglich sind.

GUV-SR 2002

Sportstätten

Diese GUV-Information behandelt die Sicherheit im Schulsport.

GUV-SI 8044

Sicherheitsregeln für Bäder

Diese Sicherheitsregeln sind anzuwenden auf Bau, Ausrüstung und Betrieb von Hallenbädern, Freibädern, und medizinischen Bädern.

GUV-R 1/111

Gefährdungs- und Belastungs-Katalog Verwaltung, Büroräume

Diese GUV-Information unterstützt den Arbeitgeber bei der Gefährdungsbeurteilung vor Ort im Unternehmen.

GUV-I 8713

Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes

In diese GUV-Information sind die wichtigsten Vorschriften und Normen im Krankenhaus, die arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse, die Informationen von Fachgesellschaften, Unfallverhütungsvorschriften und die Erfahrungen der Unfallversicherungsträger zusammengestellt.

BGI/GUV-I 8681

5.2.3 Technische Richtlinien des Glaserhandwerks**Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Verkehrsbereichen**

Hinweise zum Einsatz von Glas in Verkehrsbereichen.

TR 8

5.2.4 Normen

- EN 12600: 2003-04** „Glas im Bauwesen - Pendelschlagversuch - Verfahren für die Stoßprüfung und die Klassifizierung von Flachglas“
Diese Norm beschreibt die Pendelschlagprüfung, die auch für verschiedene Konstruktionen angewendet wird. Pendelschlagversuch
- DIN 18516-4: 1990-02** „Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Einscheiben-Sicherheitsglas; Anforderungen“
Die Norm betrifft die Verwendung hinterlüfteter Einscheiben-Sicherheitsverglasungen. Nach LTB und TRLV ist hierfür ESG-H zu verwenden. Außenwandbekleidungen aus ESG
- DIN 18008** „Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln“
Diese Norm befindet sich derzeit in Erarbeitung. Teil 1: „Begriffe und allgemeine Grundlagen“ und Teil 2: „Linienförmig gelagerte Verglasungen“ sind im Juli 2009 als Entwürfe veröffentlicht worden. Weitere Teile für punktgehaltene, absturzsichernde, begehbare sowie für Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen betretbare Verglasungen sind in Vorbereitung. Die Norm ist vorgesehen als Ersatz für die in Kapitel 5.2.1 genannten Technische Regeln des DIBt und ist noch nicht anzuwenden. Norm mit Bemessungs- und Konstruktionsregeln in Vorbereitung
- EN 356**
Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung - Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff Sicherheitssondergläser gegen manuellen Angriff
- EN 1063**
Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung - Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss Sicherheitssondergläser gegen Beschuss
- EN 1627**
Fenster, Türen, Abschlüsse - Einbruchhemmung - Anforderungen und Klassifizierung Einbruchhemmende Konstruktionen
- EN 1522**
Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschusshemmung - Anforderungen und Klassifizierung Durchschusshemmung
- EN 13123**
Fenster, Türen und Abschlüsse - Sprengwirkungshemmung: Anforderungen und Klassifizierung - Teil 1: Stoßrohr und – Teil 2: Freilandversuch Sprengwirkungshemmung
- EN 13541**
Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung - Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen Sprengwirkung Sicherheitssondergläser gegen Sprengwirkung
- DIN 18032-3**
Die Normenreihe DIN 18032 beschreibt Anforderungen an Sporthallen. Teil 3 behandelt den Nachweis der Ballwurfsicherheit. Hierbei werden Prüfungen z. B. mittels eines Handballes und eines Hockeyballes durchgeführt. Ballwurfsicherheit in Sporthallen

6 Bemessung von Sicherheitsglas

Aus den Lastfällen, Konstruktionsarten, Verwendungszweck und Anforderungen an die Funktion ergibt sich die erforderliche Glasdicke und Glasart. So ist z. B. ein Merkmal aller punktförmigen Befestigungssysteme die hohe Spannungskonzentration im Glas im Bereich der Punkthalter, so dass der Einsatz von vorgespanntem Glas in der Regel erforderlich ist. Glasdicke und Glasart

Das Tragverhalten von Glas im Bauwesen entspricht dem einer Platte bzw. Scheibe. Die Glasränder werden meist linienförmig gelagert und durch Glasleistensysteme mit einer Tragkonstruktion verbunden. Die Lastabtra Glas als Ausfachung

7.3.13

gung kann auch durch eine Verklebung oder Punktlagerung erfolgen.

Grundsätzlich ist wie für die Anwendung von Glas im Hochbau allgemein eine rechnerische Bemessung durch einen Fachingenieur oder zumindest fachlich kompetente Person notwendig. Die im Abschnitt 5.2.1 aufgeführten Regelwerke sind dafür maßgeblich. Auch wenn die Bauaufsicht für bestimmte Einsatzbereiche auf Nachweise zur Bemessung verzichtet, sollten diese Regeln beachtet werden. Darüber hinaus werden in den Regelwerken konstruktive Vorgaben für die jeweilige Anwendung gemacht.

Bemessung

Für linienförmig gelagerte absturzsichernden Verglasungen ist überwiegend VSG mit mindestens 0,76 mm PVB-Folie zu verwenden. Dabei ist in der Regel die VSG-Scheibe bei Mehrscheiben-Isoliergläsern der Angriffsseite (meistens innen) zuzuwenden (Ausnahme: VSG außen/ESG innen). Die Glasdicke sollte aus mindestens 2x4mm Floatglas, ESG oder TVG bestehen.

Vertikalverglasung zur Absturz-sicherung

Für linienförmig gelagerte Horizontalverglasungen (z. B. Wintergärten, Balkonüberdachungen) muss VSG mit mindestens 0,76 mm PVB-Folie verwendet werden. Dabei sollte die Glasdicke aus mindestens 2x4mm Floatglas oder TVG bestehen. Die besonderen statischen Erfordernisse sind zu berücksichtigen.

Horizontalverglasung

Für den konstruktiven Glasbau (Glas statisch tragend verwendet) stehen keine bauaufsichtlich eingeführten Regelwerke zur Verfügung. Hier ist bei der Verwendung von Glas besonders auf die Gefährdungsmöglichkeit von Menschen oder auch Sachschäden zu achten. Die Planung und Ausführung solcher Glasanwendungen kann nur in enger Zusammenarbeit mit einem Fachplaner und der zuständigen Baubehörde (s. Anhang 2) erfolgen.

Konstruktiver Glasbau

7 Einsatzempfehlungen für bestimmte Anwendungen

Detaillierte Anforderungen an den Glasaufbau und die Bemessung der Gläser ergeben sich aus den jeweiligen Regelwerken und werden hier im Einzelnen nicht benannt (s. Abschnitt 6).

Liegen ggf. zusätzliche Anforderungen, zum Beispiel aus Brandschutzgründen oder objektspezifischen Erfordernissen vor, so sind diese zusätzlich zu beachten.

Legende zu den nachfolgenden Tabellen:

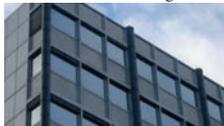
Markierung des Feldes (Farbe)	Bedeutung
	Mindestens geforderte Glasart (grelles grün).
	Empfohlene Glasart (grün-gelb gestreift).
	Alternativ verwendbare Glasart (gelb).
	Nicht zulässige Glasart (Indigoblau)

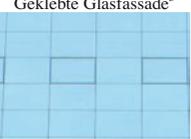
Als Abkürzungen werden verwendet:

EG = Einfachglas, MIG = Mehrscheiben-Isolierglas,

abZ = Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, ZiE = Zustimmung im Einzelfall

7.1 Vertikalverglasungen ohne Absturz-sicherung

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Fenster über Brüstungshöhe 							

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Schaufenster 							Aufgrund fehlender Regelung wird eine Mindest-Glasstärke 10 mm Floatglas bzw. 12 mm VSG empfohlen
Niveaugleiche Verglasung ³ 							z. B. Fenstertür, Haustür (für Einbruchhemmung s. Kap. 7.6)
Lärmschutzwand 							TRLV, ZTV-Lsw 06
Ganzglastüranlage 							BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202), bzw. ArbStättV mit ASR 10/5
Außenwandbekleidung 							DIN 18516-4 Verwendung von VSG nur mit abZ oder ZiE
Geklebte Glasfassade ³ 	innen						ETAG 002 „Structural Sealant glazing systems (SSGS)“
	außen						
Punktgelagerte Fassade 	EG						Gemäß abZ oder ZiE Achtung: nach TRPV nur VSG aus ESG oder TVG!
	MIG						

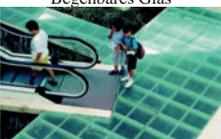
¹ Achtung! Nach TRLV: nicht heißgelagertes ESG nur bis Einbauhöhe über Verkehrsfläche < 4 m und keine Personen direkt unter der Verglasung sonst ist ESG-H zu verwenden!

² Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

³ Glas bei Nutzung nach Kap. 7.4 hat Vorrang.

7.3.13

7.2 Horizontal-/ Überkopferverglasungen

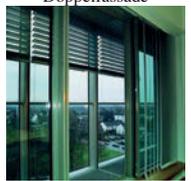
Anwendungsfall	Float	ESG	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Dachflächenfenster 							Nur Wohnungen und Räume ähnlicher Nutzung (z. B. Hotelzimmer und Büroräume) mit einer Lichtfläche (Rahmeninnenmass) < 1,6 m ² sonst s. Horizontalverglasung
Horizontalverglasung 	oben						TRLV
	unten						Andere Gläser möglich, wenn durch geeignete Maßnahmen das Herabfallen größerer Glasteile auf Verkehrsflächen verhindert wird (z. B. Netze mit Maschenweite ≤ 40 mm)
Glasvordach 							Linienförmig gelagert nach TRLV Punktförmig gelagert nach TRPV: nur VSG aus ESG oder TVG! Klemmhalter nicht zulässig
Glaslamellen 							Linienförmig gelagert nach TRLV Punktförmig gelagert nach TRPV: nur VSG aus ESG oder TVG! Klemmhalter nicht zulässig
Begehbare Glas 							TRLV Oberste der 3 Scheiben aus ESG oder TVG; eine ausreichende Rutschhemmung ist zu gewährleisten; Aufbau abweichend: abZ oder ZiE
Betretbares Glas 							In der Regel ZiE erforderlich Geringere Anforderungen als begehbare Glas

² Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

7.3 Absturzsichernde Verglasungen

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Raumhohe Verglasung  (Kategorie A nach TRAV)	EG						TRAV
(Kategorie A nach TRAV)	MIG						Gilt für Scheibe auf der Angriffseite; Scheibe auf Angriff abgewandter Seite beliebig; Wenn VSG auf Angriff abgewandter Seite, dann ESG angriffseitig;
Ganzglasgeländer mit aufgesetztem Holm  (Kategorie B nach TRAV)							TRAV VSG aus Float nur mit abZ oder ZiE
Geländer mit Glasaufschalung linienförmig gelagert  (Kategorie C1 nach TRAV)							TRAV Wenn nicht allseitig linienförmig gelagert ist VSG zu verwenden Freie Kanten müssen durch die Geländerkonstruktion oder angrenzende Scheiben vor unbeabsichtigten Stößen geschützt sein.
Geländer mit Glasaufschalung punktförmig gelagert  (Kategorie C1 nach TRAV)							TRAV Es kann auf einen Kantenschutz verzichtet werden.
Geländer mit Glasaufschalung mit Klemmhalter gelagert  (nicht nach TRAV geregelt)							Gemäß abZ oder ZiE Freie Kanten müssen durch die Geländerkonstruktion oder angrenzende Scheiben vor unbeabsichtigten Stößen geschützt sein; ESG verwendbar, wenn durch abZ zugelassen

7.3.13

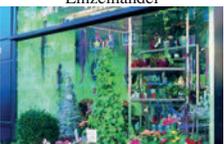
Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	Float	VSG aus ESG ²	TVG	Bemerkung
Verglasung unter Querriegeln 	EG						TRAV Wenn nicht allseitig linienförmig gelagert ist VSG zu verwenden
(Kategorie C2 nach TRAV)	MIG						Gilt für Scheibe auf der Angriffsseite; Scheibe auf Angriff abgewandter Seite beliebig; Wenn nicht allseitig linienförmig gelagert ist VSG zu verwenden
Raumhohe Verglasung mit vorgesetztem Holm 	EG						Holm in baurechtlich erforderlicher Höhe.
(Kategorie C3, TRAV)	MIG						Gilt für Scheibe auf der Angriffsseite; Scheibe auf Angriff abgewandter Seite beliebig; Wenn VSG auf Angriff abgewandter Seite, dann ESG angriffsseitig;
Doppelfassade 	innen ³						Innere Fassade ohne Absturzsicherung, Abstimmung mit der unteren Bauaufsichtsbehörde und dem Bauherren empfohlen
	außen						Äußere Fassade übernimmt Absturzsicherung, TRAV gem. Kategorie A oder C
Aufzugschacht 							TRAV und EN 81
„Französischer Balkon“ ³ 							Bauteil auf stoßabgewandter Seite der Verglasung übernimmt vollständig die Absturzsicherung

¹ Achtung! Nach TRLV: nicht heißgelagertes ESG nur bis Einbauhöhe über Verkehrsfläche < 4 m und keine Personen direkt unter der Verglasung sonst ist ESG-H zu verwenden!

² Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

³ Glas bei Nutzung nach Kap. 7.4 hat Vorrang.

7.4 Verglasungen in Gebäuden spezieller Nutzung

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	Float	VSG aus ESG ²	TVG	Bemerkung
Büro, Wände oder Türen aus Glas 							ArbStättV GU-V-I 8713 Verwaltung
Eingangshallen/-bereiche 							BG-Regel (BGR 202), bzw. ArbStättV mit ASR 10/5
Schule 							GU-V-S 1; bis zu einer Höhe von 2,00 m Sicherheitsglas oder ausrei- chende Abschirmung
Kindergarten 							GU-V-SR 2002; bis zu einer Höhe von 1,50 m Sicherheitsglas oder ausreichende Abschirmung
Krankenhaus/Pflegestätte 							Nach KhBauVO für bestimmte Be- reiche (z. B. in Treppnräumen) und bei spezieller Nutzung (z. B. Fach- abteilungen für Kinder) BGI/GUV-I 8681
Einkaufspassage 							BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202)
Einzelhandel 							ArbStättV, BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202) oder ausreichende Ab- schirmung

7.3.13

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Parkhaus 							ArbStättV Anhang 1.7 (4); ASR 8/4 und ASR 10/5
Bushof 							ArbStättV Anhang 1.7 (4); ASR 8/4 und ASR 10/5
Schwimmbad 							GUV-R 1/111, DIN 18361; bis zu einer Höhe von 2 m Sicherheitsglas oder ausreichende Abschirmung Bei Sportbad zusätzlich Ballwurfsicherheit (Wasserball) nach DIN 18032-3
Sporthalle 							DIN 18032-1; bis zu einer Höhe von 2 m ebenflächig, geschlossen und splitterfrei; Ballwurfsicherheit erforderlich nach DIN 18032-3
Squashhalle 							Glasteile der Rückwand müssen aus mindestens 12 mm dickem ESG sein

¹ Achtung! Nach TRLV: nicht heißgelagertes ESG nur bis Einbauhöhe über Verkehrsfläche < 4 m und keine Personen direkt unter der Verglasung sonst ist ESG-H zu verwenden!

² Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

7.5 Verglasungen im Innenausbau ohne Absturzsicherung

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Begehbares Glas/Glastreppen 							ZiE erforderlich TRLV, Liste der Technischen Baubestimmungen; zulässige Spannungen entsprechend Horizontalverglasungen nach TRLV; VSG mit PVB-Folien der Mindest-Neendicke = 1,5 mm
Duschwand 							EN 14428/A1

Anwendungsfall	Float	ESG ¹	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Ganzglastür 							ArbStättV mit ASR 10/5, evtl. BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202)
Türausschnitt 							ArbStättV mit ASR 10/5, evtl. BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202)
Türausschnitt im oberen Drittel 							
Glasbausteine 							Gelten als bruchsicher und durchbruchhemmend
Bürotrennwand 							ASR 8/4
Windfanganlagen 							BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202), bzw. ArbStättV mit ASR 10/5

¹ Achtung! Nach TRLV: nicht heißgelagertes ESG nur bis Einbauhöhe über Verkehrsfläche < 4 m und keine Personen direkt unter der Verglasung sonst ist ESG-H zu verwenden!

² Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

7.3.13

7.6 Sicherheitssondergläser

Anwendungsfall	Float	ESG	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG	TVG	
Einbruchhemmung 							EN 1627
Durchwurfhemmung 							EN 356 VdS-Richtlinie 2163
Durchbruchhemmung 							EN 356 bzw. EH VdS-Richtlinie
Durchschusshemmung 							EN 1063, EN 1522
Sprengwirkungshemmung 							EN 13541, EN 13123

7.7 Konstruktiver Glasbau

Anwendungsfall	Float	ESG	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG ²	TVG	
Glasschwerter, Glas als Träger 							ZiE erforderlich

Anwendungsfall	Float	ESG	ESG-H	Float	VSG aus ESG ²	TVG	Bemerkung
Ganzglaskonstruktionen 							ZiE erforderlich
Glas-Sonderkonstruktionen 							ZiE erforderlich

² Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

Anhang 1: Literatur, Bezugsquellen

Verordnungen und Gesetzliche Grundlagen

Bei den entsprechenden Obersten Bauaufsichtsbehörden (s. Anhang 2)

Im Internet auch auf der Homepage der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) unter www.is-argebau.de

Richtlinien des DIBt

Deutsches Institut für Bautechnik im Internet unter www.dibt.de

GUV-Richtlinien

Bundesverband der Unfallkassen e.V. (BUK)

Fockensteinstraße 1

81539 München

Tel.: 089 62272-0

Fax: 089 62272-111

E-Mail: buk@unfallkassen.de

www.unfallkassen.de

Ein Bezug ist auch über regionale Unfallkassen möglich.

Technische Richtlinien des Glaserhandwerks

Im Internet unter www.glaserhandwerk.de

Technische Richtlinien und Ausführungsbestimmungen der Länder, sogenannte "Glaserlasse" sind auch bei den einzelnen Innenministerien der Länder bzw. den Obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder, teils auch auf deren Homepage zu finden.

Normen

Normen können beim Beuth-Verlag bezogen werden unter www.beuth.de

7.3.13

Anhang 2: Liste der Obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder

Name	Straße	Ort
Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg Oberste Bauaufsichtsbehörde	Theodor-Heuss-Str. 4	70174 Stuttgart
Zuständig für ZiE ist Landesgewerbeamt Baden-Württemberg - Landesstelle für Bautechnik -	Kienestraße 41	70174 Stuttgart
Bayerisches Staatsministerium des Innern Oberste Baubehörde des Landes Bayern	Franz-Josef-Strauß-Ring 4	80539 München
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Oberste Bauaufsichtsbehörde	Württembergische Straße 6	10707 Berlin
Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg - Bauabteilung - Oberste Bauaufsichtsbehörde	Postfach 60 11 61 Henning-von-Tresckow-Straße 2-8	14411 Potsdam 14467 Potsdam
Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen	Gulbener Straße 24	03046 Cottbus
Der Senator für Bau, Verkehr und Stadtentwicklung Oberste Baubehörde der Hansestadt Bremen	Ansgaritorstraße 2	28195 Bremen
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Oberste Bauaufsichtsbehörde	Stadthausbrücke 8	20355 Hamburg
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung Oberste Bauaufsichtsbehörde	Kaiser-Friedrich-Ring 75	65185 Wiesbaden
Ministerium für Verkehr, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern Oberste Bauaufsichtsbehörde	Schloßstraße 6-8	19053 Schwerin
Niedersächsisches Ministerium für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit Oberste Bauaufsichtsbehörde	Postfach 141 Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2	30001 Hannover 30159 Hannover
Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen Oberste Bauaufsichtsbehörde	Postfach 10 11 03 Elisabethstraße 5-11	40190 Düsseldorf 40217 Düsseldorf
Ministerium der Finanzen des Landes Rheinland Pfalz Oberste Bauaufsichtsbehörde	Kaiser-Friedrich-Straße 5	55116 Mainz
Ministerium für Umwelt des Saarlandes Oberste Bauaufsichtsbehörde	Postfach 10 24 61 Keplerstraße 18	66024 Saarbrücken 66117 Saarbrücken
Sächsisches Staatsministerium des Innern Oberste Bauaufsichtsbehörde	Wilhelm-Buck-Straße 2	01097 Dresden
Sächsische Landesstelle für Bautechnik	Postfach 10 13 64 Braustraße 2	04013 Leipzig 04107 Leipzig
Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt Oberste Bauaufsichtsbehörde	Postfach 36 25 Turmschanzenstraße 30	39011 Magdeburg 39114 Magdeburg
Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein Oberste Bauaufsichtsbehörde	Postfach 7125 Düsternbrooker Weg 92	24100 Kiel 24105 Kiel
Thüringer Ministerium für Bau und Verkehr Referat Bautechnik und Baunormung – Ref. 50b Oberste Bauaufsichtsbehörde des Landes Thüringen	Postfach 261 Steigerstraße 24	99006 Erfurt 99096 Erfurt

7.3.14 Glasstöße und Ganzglastecken in Fenster und Fassaden

7.3.14

Merkblatt V.07 des Verbands der Fenster- und Fassadenhersteller e. V., Ausgabe Mai 2010

Inhalt

1	Einführung	3
2	Konstruktive und bauphysikalische Anforderungen	3
2.1	Anforderungen an den Randverbund	4
2.2	Statische Bemessung	5
2.3	Anforderung an die Verarbeitung	6
2.4	Wärmetechnische Anforderungen	6
3	U-Werte mit Glasstößen und Ganzglastecken	6
4	Typische Ψ -Werte von Glasstößen und Ganzglastecken	7
5	Varianten von Glasstößen und Ganzglastecken	7
5.1	Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (2-fach)	8
5.2	Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (3-fach)	8
5.3	Ganzglastecke mit Stufenglas (2-fach)	8
5.4	Ganzglastecke mit Stufenglas (3-fach)	9
5.5	Glasstoß mit Dichtstofffuge und Dichtprofil (2-fach)	9
5.6	Glasstoß mit Dichtstofffuge und Dichtprofil (3-fach)	10
5.7	Ganzglastecke mit Dichtprofil (2-fach)	10
5.8	Ganzglastecke mit Dichtprofil (3-fach)	11
5.9	Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (2-fach)	12
5.10	Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (3-fach)	12
5.11	Ganzglastecke mit Dichtprofil und Verbindungsblech (2-fach)	13
5.12	Ganzglastecke mit Dichtprofil und Verbindungsblech (3-fach)	14
6	Visuelle Aspekte von Glasstößen und Ganzglastecken	14
Anhang 1	Literatur	15

1 Einführung

Der architektonische Wunsch zu filigranen und transparenten Fenstern und Vorhangfassaden führt zu rahmenlosen Konstruktionen, bei denen die Verglasung eine scheinbare völlige Transparenz und nahezu uneingeschränkte Durchsicht ohne Unterbrechungen ermöglicht. Die Architekten planen Ganzglastecken seit dem letzten Jahrhundert, als bekannte Planer wie zum Beispiel Le Corbusier diese Konstruktion für sich entdeckten. Ihr Ziel ist es, eine Leichtigkeit des Gebäudes durch filigrane Elemente darzustellen, die sich durch einen großen Glasanteil auszeichnen.

Transparenz architektonisch gewünscht

Zur damaligen Zeit wurden die Ganzglastecken mit Einfachglas ausgeführt, so dass es keine Probleme bei der konstruktiven Umsetzung gab. In den heutigen Zeiten müssen entsprechend der EnEV Wärmedämm Anforderungen mit Mehrscheibenisoliertglas eingehalten werden, so dass sich Planung und Durchführung erschweren und die Transparenz eingeschränkt ist. In Einzelfällen ist Rücksprache mit dem Isolierglashersteller zu halten.

Wärmeschutz erschwert Umsetzung

Dieses Merkblatt informiert über verschiedene Varianten von vertikalen Glasstößen und Ganzglastecken sowie die Ermittlung von wärmetechnischen Kennwerten unter Berücksichtigung dieser Konstruktionsarten. Darüber hinaus werden Hinweise zur konstruktiven und bauphysikalischen Ausführung gegeben. Das Merkblatt stellt keine Bemessungsvorschrift dar und ersetzt auch nicht die ingenieurmäßige Bemessung/ Bewertung der Konstruktion.

2 Konstruktive und bauphysikalische Anforderungen

Eine Ganzglastecke zeichnet sich dadurch aus, dass es im Eckbereich keine Rahmen oder Pfosten gibt, die den Glasstoß verbergen. Es gibt mehrere Lösungsansätze Glasstöße und Ganzglastecken zu konstruieren. In diesem Merkblatt werden verschiedene Varianten aufgezeigt und Hinweise zur konstruktiven und bauphysikalischen Bewertung gegeben.

Grundlagen

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass eine Isolierglasstoffuge wärme-

7.3.14

technisch immer eine Schwachstelle darstellt. Es besteht die Gefahr der Kondensatbildung auf der Innenseite der Verglasung.

Grundsätzlich sind die Anforderungen aus den Landesbauordnungen, Liste der Technischen Baubestimmungen, Bauregelliste etc. für die Bauteile Fenster und Fassaden zu beachten.

Bauaufsichtliche Anforderungen

Für ein funktionierendes Verglasungssystem sind Schädigungen durch folgende Einflüsse zu vermeiden:

Grundsätzliche Forderung

- andauernde Feuchtigkeit auf dem Randverbund
- UV-Strahlung
- unzulässige mechanische Spannungen
- unverträgliche Materialien

Die Randbedingungen der Glasfalzausbildung zwischen den angrenzenden Scheiben zur Abdichtung sind analog einer üblichen in Rahmen gefassten Verglasung zu betrachten. Anforderungen an ein Verglasungssystem, wie z. B. Statik und Glasabdichtung, sind durch die einschlägigen Regelwerke (z. B. TRLV, TRAV, TRPV und künftig DIN 18008) und den Anforderungen des Isolierglasherstellers beschrieben. Diese sind Konstruktions- und Ausführungsgrundlage für den Fenster- und Fassadenbau.

2.1 Anforderungen an den Randverbund

Der Isolierglasrandverbund muss UV beständig sein oder es ist eine geeignete und fachgerecht ausgeführte Abdeckung (z.B. durch Siebdruck oder Emaillierung oder auch Blechstreifen aus Aluminium oder Edelstahl) erforderlich. Untergründe für Verklebungen müssen vom Klebstoffhersteller freigegeben werden. Es ist zu beachten, dass wenn der Randverbund nicht abgedeckt wird, konstruktive Merkmale sichtbar sein können.

Isolierglasrandverbund

Bei der Ausführung als statisch lastabtragendes System (vierseitige Lagerung) sind entsprechende Nachweise gem. ETAG 002 erforderlich.

Mit UV-beständigen Dichtstoffen wurden bisher in der Regel Isolierglassysteme ohne Edelgasfüllung (Argon oder Krypton) ausgeführt. Aufgrund der gestiegenen Anforderungen der EnEV 2009 werden künftig häufig Systeme verwendet werden, die auch Isoliergläser für Ganzglasteile und Glasstöße mit einer Gasfüllung notwendig machen werden.

Wenn gasgefüllte Isolierglassysteme eingesetzt werden sollen, so müssen diese die Anforderungen nach EN 1279-3 erfüllen. Da der Isolierglasrand hohen Temperatur-, UV- und mechanischen Belastungen ausgesetzt ist, sollten nur Dicht- und Klebstoffe verwendet werden, die eine dauerhafte Funktion sicherstellen können. (z.B. Silikon)

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Verträglichkeit aller in Kontakt kommenden Materialien sichergestellt ist (ift Richtlinien DI-01/1 [12] und DI-02/1 [13]).

Verträglichkeit

Ganzglasteile ohne äußere geschliffene Kanten können im Verkehrsbereich eine Gefährdung darstellen. Aus diesem Grund und aus Gründen der besseren Verarbeitung wird die Ausführung geschliffener Kanten empfohlen.

geschliffene Kanten

Der Randverbund von Isolierglas muss zur Sicherstellung des Alterungsverhaltens vor andauernder Feuchtigkeit geschützt werden. Die bekannten Anforderungen an Dampfdruckausgleich und dichte Verbindungen aus gerahmten Konstruktionen müssen auch auf Ganzglasteile und -stöße umgesetzt werden.

Schutz vor Feuchtigkeit

Die Sekundärdichtstoffüberdeckung des Randverbundes sollte mindestens 6 mm betragen.

2.2 Statische Bemessung

Hat die Fuge einer Glasecke oder eines Glasstoßes nur eine abdichtende und keine statisch tragende Funktion, Ist die Eignung des Dichtstoffs nach DIN 18545-2 oder EN ISO 11600 durch den Dichtstoffhersteller nachzuweisen. Es erfolgt keine statische Bemessung.

Ausführung: statisch nicht tragend

Allgemein sollte die Geometrie einer solchen Bewegungsfuge mit ausschließlich abdichtender Funktion wie folgt ausgeführt werden:

Die Fugenbreite b sollte ≥ 8 mm betragen.

Die Fugentiefe beträgt $t \approx 0,5 \times b$ jedoch mindestens 6 mm.

Im Gegensatz dazu kann eine geklebte Fuge auch statische Lasten übernehmen. Diese sind planerisch zu erfassen und zur Gewährleistung der Standsicherheit umzusetzen. Es sollte eine statische Bemessung der Konstruktion durch ein auf Glasbau spezialisiertes Statikbüro inkl. aller Klebe- und Dichtungsfugen sowie des Isolierglasrandverbundes erfolgen.

Ausführung: statisch tragend

Als lastabtragende Konstruktion werden über die Verbindungsfuge der Glasecke Lasten in die angrenzenden Isoliergläser abgeleitet. Die Verklebung der Glasecke übernimmt bei entsprechender Auslegung statische Lasten, um eine „4-seitige Lagerung“ der Scheibe zu erreichen.

Dazu sind eine entsprechende Dimensionierung sowie die Verwendung eines geeigneten Dichtstoff bzw. Klebstoffs notwendig.

Die Fugendimensionierung bzw. Bemessung der statisch tragenden Klebefugen inkl. der Randverbundüberdeckung des Sekundärdichtstoffs muss im Einzelfall unter der Berücksichtigung von u.a. Windlasten, Klimlasten Verkehrslasten, Eigengewicht erfolgen.

Zur Dimensionierung und Ausführung statischer tragender Verklebungen kann u.a. die EOTA-Richtlinie ETAG Nr. 002 verwendet werden. Nach ETAG 002 ist eine Fugengeometrie von mindestens 6 x 6 mm gefordert.

Da diese Bauweise nicht in den Geltungsbereich der TRLV und/oder TRAV fällt, ist eine bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall oder eine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) erforderlich.

Ist die Verglasung nicht allseitig linienförmig gelagert, werden in der TRLV entsprechende Vorgaben gemacht. Diese beziehen sich auf konstruktive Vorgaben sowie die Verwendung bestimmter Glas- und Dichtstoffarten. Darüber hinaus werden Vorgaben an die maximal zulässige Durchbiegung bei 2- und 3-seitig gelagerten Verglasungssystemen gegeben (Tabelle 3 der TRLV). Diese sind mit dem Isolierglashersteller abzustimmen, da dieser auch engere Vorgaben machen kann.

Abweichende Vorgaben bei 2- oder 3-seitiger Lagerung

Bei Verwendung von Isolierglas muss auch der Isolierglas-Randverbund statisch so bemessen sein, dass er sowohl Windlasten als auch Klimlasten sicher aufnehmen kann.

Bemessung Isolierglas Randverbund

Weitere Hinweise durch den Dicht- und Klebstoffhersteller sind zu beachten.

Dicht- und Klebstoffe müssen für tragende Verklebungen ihre Eignung nach ETAG 002 nachweisen.

2.3 Anforderung an die Verarbeitung

Um eine dauerhafte und funktionsfähige Abdichtung bzw. Verklebung sicherstellen zu können, müssen die Fugenflanken sauber und z.B. frei von Staub, Fett, Dichtstoffresten sowie Beschichtungsrückständen sein.

Als Dicht- bzw. Klebstoffe können sowohl 1K als auch 2K Materialien zur Anwendung kommen. Es sollte beachtet werden, dass alle Fugenabdichtungen mit Fugenquerschnitten deren Tiefe 12 mm überschreitet mit 2K Klebstoffe ausgeführt werden sollten. Werden 1K Klebstoffe verwendet, entstehen sonst zu lange und unkontrollierte Aushärtezeiten, mit der Folge von Störungen der Haftfähigkeit und deutlich erhöhtem Risiko durch Unverträglichkeiten durch Wanderung nicht vernetzter Dichtstoffbestandteile.

Darüber hinaus sollte bei der Aushärtung der Versiegelung der Fuge oder der Ecke darauf geachtet werden, dass während der Versiegelung keine äußeren Lasten auf die Verglasung einwirken bzw. das die Verglasungen bis zum vollständigen Aushärten fixiert sein müssen.

Bei lastabtragenden Verklebungen ist entsprechend der Vorgaben zur Qualitätssicherung auf die Haftfähigkeit der Klebstoffe zu achten.

funktionsfähige Verklebung

Es ist außerdem darauf zu achten, dass das Eigengewicht der Verglasung vollständig von der Unterkonstruktion getragen wird und somit dauerhaft einwirkende Lasten auf den Randverbund sowie die Fuge der Ecke oder der Stoßfuge vermieden werden.

Keine permanente Belastung der Fuge

Als Hinterfüllmaterialien können geschlossenzelliger PE-Schaum, Silikon oder andere Materialien, deren Eignung und Verträglichkeit nachgewiesen ist, verwendet werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass diese nicht unter Druck eingesetzt werden.

Hinterfüllmaterialien

Soll eine Abdeckung der Abdichtung bzw. Verklebung des Isolierglases mittels Blech erfolgen, muss sichergestellt sein, dass die Dicht- und Klebefuge vollständig ausgehärtet ist, bevor das Blech aufgebracht wird. Der Dicht- bzw. Klebstoff für die Blechabdeckung muss möglichst lunkerfrei aufgebracht werden, da sonst in dem Hohlraum Kondensat entsteht, was zum Adhäsionsverlust führen kann.

Nachträgliche Abdeckungen

Bei der Verwendung von Folien bzw. Lackierungen zur Abdeckung der Fuge sollte beachtet werden, dass es durch Bewitterung zu einem adhäsiven Versagen kommen kann. Die Ausführung dieser Abdeckungen hat sich in der Praxis bisher nicht bewährt und sollte nach Möglichkeit vermieden werden.

2.4 Wärmetechnische Anforderungen

Wärmetechnisch sind Glasstöße und Ganzglasecken als ungünstig (Wärmebrücke) mit einem hohen Tauwasserrisiko auf der Raumseite durch niedrige Oberflächentemperaturen einzustufen. Besonders die geometrischen Randbedingungen einer Außenecke führen zu ungünstigen Wärmeströmen, auch fehlt die dämmende Wirkung der Rahmenkonstruktion.

hohes Tauwasserrisiko

Bei Glasstößen und Ganzglasecken ist daher die Verwendung wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter (s. EN ISO 10077-1 Anhang E) zu empfehlen. Entsprechend DIN 4108-2 ist ein vorübergehender Tauwasserausfall in geringen Mengen am Fenster zulässig. Tauwasserbildung ist bei niedrigen Außentemperaturen wahrscheinlich.

3 U-Werte mit Glasstößen und Ganzglasecken

Bei der Bestimmung des U_W -Wertes von Fenstern oder U_{CW} -Wertes von Fassaden, die Glasstöße oder Ganzglasecken beinhalten, muss man diesen Bereich gesondert betrachten, da dort eine außergewöhnliche Situation vorliegt.

U_W -Wert von Fenstern

In der Regel wird der U_W -Wert, der den Verlust der Wärme von Innen nach

Außen angibt, durch das Glas, den Rahmen und den Übergang von Glas zu Rahmen beeinflusst. Somit ergibt sich folgende Berechnung:

$$U_w = \frac{U_g * A_g + U_f * A_f + \psi * l}{A_g + A_f} \quad (1)$$

Ausführliche Angaben hierzu macht das VFF-Merkblatt ES.01 [9].

Bei dieser Berechnung wird jedoch nicht berücksichtigt, dass kein Rahmen die Ecke oder den zusätzlichen Stoß einschließt. Um den Wärmetransport über die nicht geschützte Ecke oder den zusätzlichen Glasstoß zu beschreiben, ist ein weiterer Parameter in die Berechnung aufzunehmen. Der Ψ -Wert für normale Abstandhalter liefert in diesem Fall keine korrekten Werte, da dieser sich auf den Regelfall mit einer durch einen Rahmen geschützten Kante bezieht.

Zur Ermittlung ist daher ein weiterer $\Psi_{\text{glas-glas}}$ -Wert in die Berechnung einzubeziehen, der mit der Länge der freien Kante oder der Länge des Glasstoßes l_{gg} multipliziert wird. Dieses Produkt ermittelt den Wärmeverlust über die ungeschützte Ecke oder Stoßfuge. Die daraus resultierende Formel stellt sich wie folgt dar:

$$U_w = \frac{U_g * A_g + U_f * A_f + \psi * l + \psi_{\text{gg}} * l_{\text{gg}}}{A_g + A_f} \quad (2)$$

Wärmeverlust über die nicht geschützte Ecke oder den zusätzlichen Glasstoß

Der Ψ_{gg} -Wert für Glasecken und Stoßfugen

Außenmaße verwenden!

4 Typische Ψ -Werte von Glasstößen und Ganzglasecken

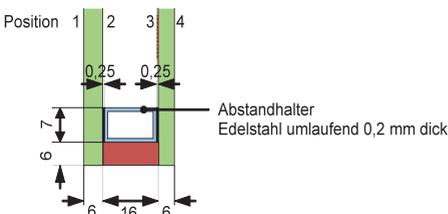
Für die in Kapitel 5 aufgeführten Typen wurden die zugehörigen Ψ_{gg} -Werte aufgrund EN ISO 10077-1 ermittelt. Der Berechnung liegen folgende Angaben zu Grunde:

Wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter aus Edelstahl

(Kriterium $\Sigma d * \lambda \leq 0,007$ nach EN ISO 10077-1 erfüllt):

$d = 0,2 \text{ mm} = 2 * 10^{-4} \text{ m}$; $\lambda = 17 \text{ W/(mK)}$; Höhe 7 mm

Berechnungsmethode



U_g : 2-fach Glas 1,1 W/(m²K) bzw. 3-fach Glas 0,7 W/(m²K) gemäß EN 673;

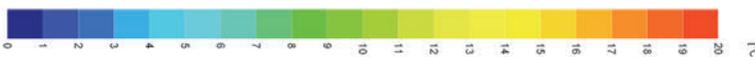
Bei den Ψ -Werten der Glasecken werden nur Außenecken berücksichtigt.

Die Breite der Fuge ist mit 10 mm angesetzt.

5 Varianten von Glasstößen und Ganzglasecken

Die nachfolgenden Varianten sind in zunehmender konstruktiver und bauphysikalischer Qualität gegliedert.

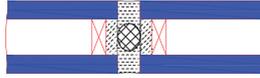
Legende zu den Isothermendarstellungen:



Rote Linie = 10°C Isotherme

7.3.14

5.1 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (2-fach)



Prinzipdarstellung

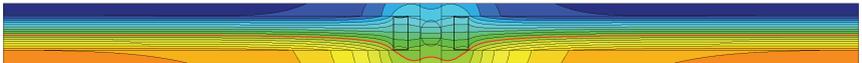
Variante 1 a: Stoßfuge(2-fach)

Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes findet nicht statt.

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung

Ergänzende Hinweise:

- In der Vertikal-Fassade unkritisch
- Bei Dachverglasungen eher kritisch aufgrund fehlender Entwässerung



$\Psi_{gg} = 0,22 \text{ W/(mK)}$

5.2 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (3-fach)

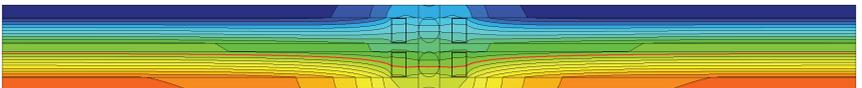


Prinzipdarstellung

Variante 1 b: Stoßfuge(3-fach)

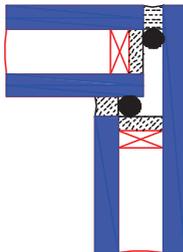
Wie Variante 1 a

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung



$\Psi_{gg} = 0,21 \text{ W/(mK)}$

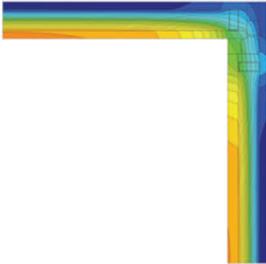
5.3 Ganzglasecke mit Stufenglas (2-fach)



Prinzipdarstellung

Variante 1 c: Ecke (2-fach)

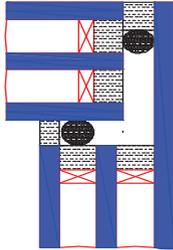
Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes findet nicht statt.



$$\Psi_{gg} = 0,17 \text{ W/(mK)}$$

Konstruktive & bauphysikalische
Bewertung
Isothermendarstellung

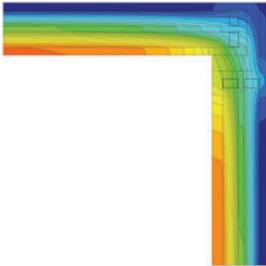
5.4 Ganzglasecke mit Stufenglas (3-fach)



Variante 1 d: Ecke (3-fach)

Prinzipdarstellung

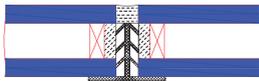
Wie Variante 1 c



$$\Psi_{gg} = 0,15 \text{ W/(mK)}$$

Konstruktive & bauphysikalische
Bewertung
Isothermendarstellung

5.5 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Dichtprofil (2-fach)



Variante 2 a: Stoßfuge (2-fach)

Prinzipdarstellung

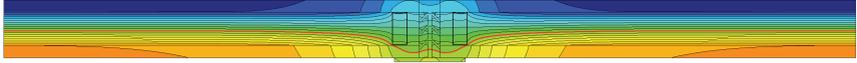
Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes ist möglich und muss konstruktiv auch an den Fugenkreuzungen sauber ausgeführt werden.

Konstruktive & bauphysikalische
Bewertung

7.3.14

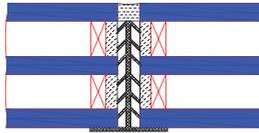
Ergänzende Hinweise:

- Gut für Vertikal-Fassade und auch für Dachverglasungen, sofern Entwässerung/Belüftung der Profilkonäle gegeben ist.
- Durch definierte Öffnungsquerschnitte des Verglasungsprofils Dampfdruckausgleich in angrenzende Rahmenprofile möglich
- locker anliegende oder schlecht eingepasste Profilkanten sind zu vermeiden, um Luftdichtheit innen zu sichern.



$$\Psi_{gg} = 0,22 \text{ W/(mK)}$$

5.6 Glasstoß mit Dichtstoffuge und Dichtprofil (3-fach)

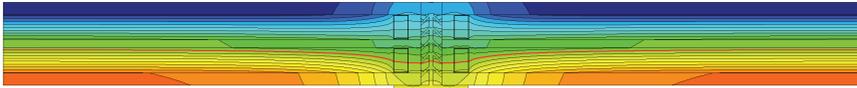


Prinzipdarstellung

Variante 2 b: Stoßfuge (3-fach)

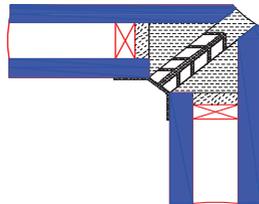
Wie Variante 2 a

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung



$$\Psi_{gg} = 0,21 \text{ W/(mK)}$$

5.7 Ganzglasecke mit Dichtprofil (2-fach)



Prinzipdarstellung

Variante 2 c: Ecke (2-fach)

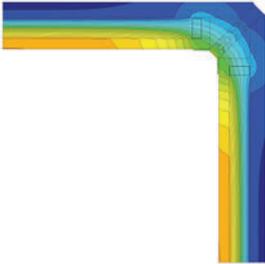
Symmetrische Glasecke ohne innere Versiegelungsfuge. Bei statisch tragender Verbindung erfolgt der tragende Verbund nur zwischen den Außenseiben. Dadurch eventuell kein statischer Verbund mehr bei Bruch der Außenseiben.

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung

Äußere Glaskante mit Gehrung, innere Glaskante mit Schnittkante

- eindeutige Zuordnung erforderlich, lastabtragende oder dichtende Fuge
- symmetrische Ansicht
- definierter Fugenquerschnitt
- Durch definierte Öffnungsquerschnitte des Verglasungsprofils Dampfdruckausgleich in angrenzende Rahmenprofile möglich
- locker anliegende oder schlecht eingepasste Profilkanten sind zu vermeiden

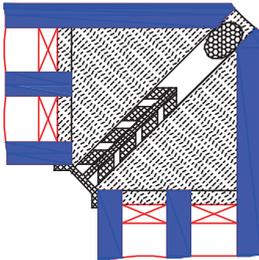
- meiden, um Luftdichtheit innen zu sichern.
Innenliegender Abstandhalter kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich



Isothermendarstellung

$$\Psi_{\text{gg}} = 0,19 \text{ W}/(\text{mK})$$

5.8 Ganzglastecke mit Dichtprofil (3-fach)

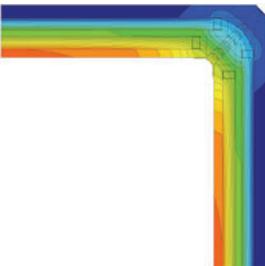


Prinzipdarstellung

Variante 2 d: Ecke (3-fach)

Wie Variante 2 c

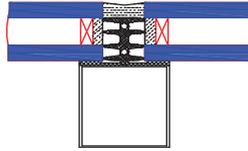
Konstruktive & bauphysikalische
Bewertung
Isothermendarstellung



$$\Psi_{\text{gg}} = 0,15 \text{ W}/(\text{mK})$$

5.9 Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (2-fach)

Prinzipdarstellung



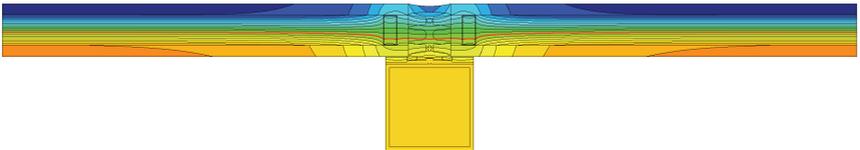
Variante 3 a: Stoßfuge (2-fach)

Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes ist möglich und muss konstruktiv auch an den Fugenkreuzungen sauber ausgeführt werden.

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung

Ergänzende Hinweise:

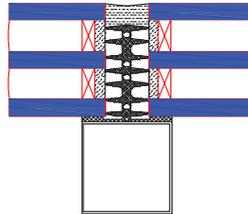
- Gut für Vertikal-Fassade und auch für Dachverglasungen, sofern Entwässerung / Belüftung der Profilkonäle gegeben ist
- Durch Fugenbegrenzung Glasfalzbelüftung sichergestellt, höhere innere Oberflächentemperatur am Glasrand durch ein zusätzliches inneres "Wärmeprofil"
- Innenliegendes Profil kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich



$\Psi_{gg} = 0,29 \text{ W/(mK)}$

5.10 Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (3-fach)

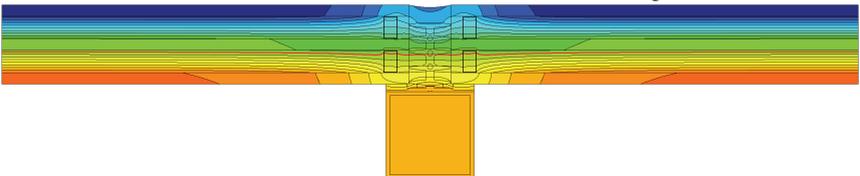
Prinzipdarstellung



Variante 3 b: Stoßfuge (3-fach)

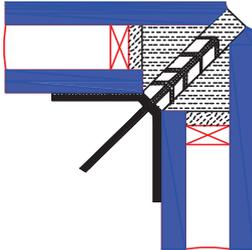
Wie Variante 3 a

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung



$\Psi_{gg} = 0,25 \text{ W/(mK)}$

5.11 Ganzglasecke mit Dichtprofil und Verbindungsblech (2-fach)



Prinzipdarstellung

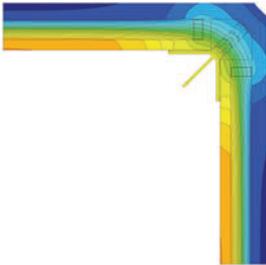
Variante 3 c: Ecke (2-fach)

Wie Variante 2 c

Konstruktive & bauphysikalische Bewertung

Ergänzende Hinweise:

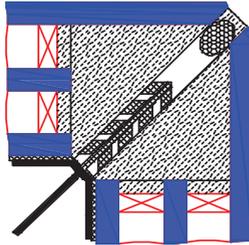
- jedoch mit innenliegendem Verbindungsblech, damit kann auch eine tragende Verbindung der Innenscheiben erzeugt werden. Klebefugen zwischen Blech und Glas müssen jedoch bemessen werden bezgl. Last und thermischer Dehnung (z. B. gemäß ETAG002 > 6 mm x 6 mm)
- zusätzliches gut wärmeleitendes Profil auf der Innenseite zur Erhöhung der inneren Oberflächentemperatur
- Innenliegendes Profil kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich



Isothermendarstellung

$$\Psi_{gg} = 0,30 \text{ W/(mK)}$$

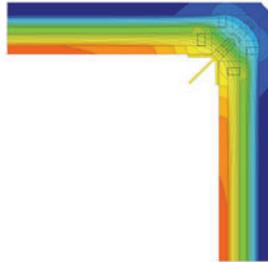
5.12 Ganzglastecke mit Dichtprofil und Verbindungsblech (3-fach)



Prinzipdarstellung

Variante 3 d: Ecke (3-fach)

Wie Variante 3 c



Konstruktive & bauphysikalische
Bewertung
Isothermendarstellung

$$\Psi_{\text{gg}} = 0,20 \text{ W/(mK)}$$

6 Visuelle Aspekte von Glasstößen und Ganzglastecken

Für ein gleichmäßiges Erscheinungsbild wird empfohlen, die hervorstehenden Scheiben des Stufenisolierglases mit der Kantenbearbeitung feingeschliffen oder poliert auszuführen. In allen Fällen entsteht eine im Winkel von ca. 45 Grad angebrachte Schräge, die eine Kantenlänge von im Allgemeinen 1 bis 2 mm aufweist.

Glaskanten feingeschliffen oder poliert

Um einen genügenden UV-Schutz und eine ansprechende Optik zu erreichen, ist der sichtbar bleibende Rand der Isolierglaseinheit entsprechend zu behandeln. In der Regel auf Position 2 von Einscheiben-Sicherheitsgläsern wird z.B. eine Emaillebeschichtung (durch Siebdruck) durchgeführt. Bei Floatglasscheiben sowie bei VSG Konstruktionen erfolgt im Allgemeinen eine Beschichtung mit einem UV beständigen Silikon. Der auf ESG durchgeführte Siebdruck ist in einer hohen Qualität lieferbar, es werden jedoch längere Lieferzeiten für die Herstellung einer solchen Einheit benötigt. Die Beschichtung mit UV-beständigem Silikon ist sehr viel einfacher durchführbar.

UV-Schutz

Wegen der zu erwartenden thermischen Belastung, ist es ggf. notwendig, vorgespannte Produkte (ESG oder TVG) zu verwenden. Bei mit dunklen Farbtonen abgedeckten VSG Einheiten sollte auch, wegen der Dauerhaftigkeit des Verbundes, auf die Oberflächentemperatur geachtet werden.

Fertigungsbedingte Verarbeitungsmerkmale sind nach dem VFF-Merkblatt V.06 „Richtlinie zur Visuellen Beurteilung für Glas im Bauwesen“ [10] zu beurteilen.

Visuelle Beurteilung

Anhang 1 Literatur

- [1] DIN 4108-2: 2003-07 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“
- [2] DIN 18545-2: 2008-12 „Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen - Teil 2: Dichtstoffe, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung“
- [3] EN 673: 2003-06 „Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Berechnungsverfahren“
- [4] EN 1279-3: 2003-05 „Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverluste und Grenzwerte für die Gaskonzentration“
- [5] EN ISO 10077-1: 2006-12 „Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines“
- [6] EN ISO 11600: 2004-04 „Hochbau - Fugendichtstoffe - Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen“
- [7] EnEV, Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung, Bundesgesetzblatt Nr. 23, S. 954 ff vom 29. April 2009
- [8] ETAG 0002, Technische Zulassung für Gelebte Glaskonstruktionen (Structural Sealant Glazing Systems - SSGS), EOTA (für Deutschland DIBt)
- [9] VFF Merkblatt ES.01 „Die richtigen U-Werte von Fenstern, Türen und Fassaden“
- [10] VFF Merkblatt V.06 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“
- [11] BF Merkblatt 002/2008 „Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas“
- [12] ift-Richtlinie DI-01/1 „Verwendbarkeit von Dichtstoffen Teil 1 - Prüfung von Materialien in Kontakt mit dem Isolierglas-Randverbund“
- [13] ift-Richtlinie DI-02/1 „Verwendbarkeit von Dichtstoffen, Teil 2: - Prüfung von Materialien in Kontakt mit der Kante von Verbund- und Verbundsicherheitsglas“
- [14] TRLV, Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen, August 2006, Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), 3/2007
- [15] TRAV, Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen, Januar 2003, Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), 2/2003
- [16] TRPV, Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen, August 2006, Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), 3/2007

7.3.14

Quelle:

**Glasstöße und Ganzglasecken
in Fenster und Fassaden**

Ausgabe Mai 2010

Merkblatt V.07 – Entwurf (17.05.2010)

Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.

In Zusammenarbeit mit:

BIV des Glaserhandwerks, Hadamar

Bundesverband Holz und Kunststoff (BHKH), Berlin

Bundesverband Flachglas (BF), Troisdorf

Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz, Bonn

Technische Angaben und Empfehlungen dieses
Merkblattes beruhen auf dem Kenntnisstand bei
Drucklegung. Eine Rechtsverbindlichkeit kann daraus
nicht abgeleitet werden.

Herausgeber:

Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.

Walter-Kolb-Str. 1-7, D-60594 Frankfurt

© VFF, Frankfurt 2010

7.3.15 Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen

Merkblatt V.03 des Verbands der Fenster- und Fassadenhersteller e. V., Ausgabe September 2004

7.3.15

Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Geltungsbereich
- 3 Grundlagen der Farbgleichheit von Glas
 - 3.1 Was ist Farbe bei Glas?
 - 3.2 Visuelle Beurteilung von Farbe, Glanzgrad und Reflexion
 - 3.3 Beurteilungsmöglichkeiten der Farbgleichheit
- 4 Auswirkungen für Planung, Einbau und Nutzung
 - 4.1 Hinweise für die Planung
 - 4.1.1 Technische Vorgaben
 - 4.1.2 Optische Einflussfaktoren
 - 4.1.3 Auswahlempfehlungen
 - 4.2 Hinweise für den Fenster- und Fassadenhersteller
 - 4.2.1 Bemusterung
 - 4.2.2 Ersatzverglasung Altbau
 - 4.3 Hinweise zur Nutzung

1 Einführung

Die technische Entwicklung der Gläser ist in den letzten Jahren erheblich fortgeschritten. Dazu beigetragen haben insbesondere höchste Anforderungen an den Wärmeschutz, z. B. durch die Verordnungen zur Energieeinsparung (EnEV) und an den Sonnenschutz Sommerlicher Wärmeschutz (s. [3]). Dadurch wurde der Einsatz technisch bedingter Beschichtungen auf Glas unumkehrlich, was das optische Aussehen der Gläser ändert und zu unterschiedlichen Farbeindrücken führen kann.

Technische Beschichtungen auf Glas unumkehrlich

Zusätzlich kommt in modernen Bauweisen mehr Glas in der Außenhülle der Gebäude großflächig zum Einsatz. Damit wird die optische Wirkung der größeren Flächen bedeutsam und die Farbgleichheit bedarf besonderer Beachtung. Dabei kann sich Farbgleichheit auf Abweichungen in der gesamten Fläche, zwischen unterschiedlichen Scheibenflächen oder innerhalb einer Scheibe beziehen.

Farbgleichheit bedarf besonderer Beachtung

Farbgleichheit im Sinne dieses Merkblattes meint die weitestgehende Übereinstimmung unterschiedlicher Flächen hinsichtlich des optischen Farbeindruckes unter Berücksichtigung zulässiger und dem Stand der Technik entsprechender Toleranzen.

Farbempfindung ist subjektiv beeinflusst und entzieht sich einer allgemein gültigen, einheitlichen Bewertung.

2 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt behandelt transparente Gläser im Bauwesen, die sowohl im Neubau als auch bei der Renovierung durch Austausch und Erweiterung eingesetzt werden.

Optischer Eindruck transparenter Gläser im Bauwesen

Diese können in Form von Einfachglas oder Mehrscheibenisoliertglas auf Floatglasbasis sowie Kombinationen daraus vorliegen.

Nicht behandelt werden:

- Opake (nichttransparente) Gläser (z. B. Fassadenplatten)
- Transluzente Gläser (z. B. geätzt, gesandstrahlt, Gussgläser) ?
- Gläser mit variabler Transmission (z. B. elektro-, gaschrome oder thermotrope Beschichtungen)
- Künstlerisch gestaltete Verglasungen
- Bedruckte, emaillierte oder bemalte Gläser

Für beschichtete Folien im Verbund oder auf dem Glas sind die Angaben begrenzt anwendbar.

Vorrangig wird die Außenansicht der Gläser behandelt, nicht deren Durchsicht.

3 Grundlagen der Farbgleichheit von Glas

3.1 Was ist Farbe bei Glas?

Farbe bei Glas im Bauwesen wird entweder über in der Masse durchgefärbte Gläser bewirkt, oder über die heutzutage viel häufiger anzutreffenden Beschichtungen, manchmal auch als Kombination von Beidem. In allen Fällen handelt es sich um die Reflexion von Licht in bestimmten Wellenlängenbereichen, die wir mit bestimmten Farbbegriffen wie z. B. „rot“ bezeichnen. Die Farbe bei Glasbeschichtungen kommt nicht durch Farbkörper zustande, sondern durch die Reflexion an den zumeist sehr zahlreichen Beschichtungsebenen, bestehend aus diversen Metallen bzw. Metalloxiden und deren Abfolge und jeweilige Schichtdicke. Die Schichtmaterialien selbst sind jeweils praktisch farblos; der Farbeindruck als sog. Strukturfarbe ergibt sich erst durch Filterung und teilweise Reflexion des Lichts, wie bei einem Ölfilm auf Wasser. Der häufig verwendete Begriff „farbneutral“ in der Produktbezeichnung stellt keinerlei Wertmaßstab für das Aussehen des Glases dar.

Glasart und Beschichtung beeinflussen die Reflexion von Licht

3.2 Visuelle Beurteilung von Farbe, Glanzgrad und Reflexion

Farbe ist einerseits objektiv messbar und in Farb-Systemen mit ihren sog. Farborten und Helligkeiten präzise darstellbar. Andererseits unterliegt die Erkennung und Beurteilung von Farben durch das menschliche Auge vielerlei subjektiven Wahrnehmungseinflüssen:

Menschliches Sehvermögen und subjektive Beurteilung

- Das Auge ist kein technisches Messinstrument. Die sog. Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges hat ihr Maximum im grün-gelben Bereich. Anders ausgedrückt: im kurzwelligen blau-violetten und im langwelligen tiefroten Bereich ist unser Sehvermögen begrenzt
- Der Sinnesindruck „Farbe“ wird vom Gehirn mit Erfahrungswerten verglichen und sehr subjektiv beurteilt
- Wir können zwar minimale Farbunterschiede im unmittelbaren Vergleich sehr gut erkennen, aber dennoch ist unser Farbgedächtnis höchst unzulänglich

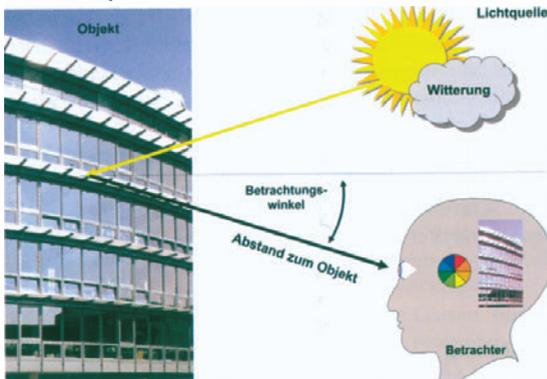


Abbildung 1: Subjektive Farbwahrnehmung durch den Menschen

Auf die menschliche Wahrnehmung wirken Umgebungseinflüsse auf unterschiedliche Art und Weise:

Umgebungseinflüsse

- Das natürliche Licht (d. h. dessen sog. Farbtemperatur) schwankt erheblich mit der Tages- und Jahreszeit, wie auch mit der Witterung

- Der Farbeindruck hängt außerdem von der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand ab
- Die Umgebungsfarbe beeinflusst auch den Farbeindruck (eine rein weiße Fläche z. B. erscheint grünlich, wenn sie von Rot umgeben ist)
- Je farbneutraler und je geringer reflektierend eine Oberfläche ist, desto mehr fällen uns geringe Farbschwankungen auf
- Die Erfahrung zeigt, dass ein messtechnisch perfekt farbneutrales Glas auf weniger Akzeptanz stößt als z. B. eines mit leicht bläulichem Ton, aller gegenteiligen Forderungen nach absoluter „Neutralität“ zum Trotz

3.3 Beurteilungsmöglichkeiten der Farbgleichheit

Farbgleichheit wird in erster Linie visuell mit den zuvor genannten Einflüssen beurteilt und ergibt insbesondere bei Farbhunterschieden subjektive unterschiedliche Wahrnehmungen. Die messtechnische Erfassung von Farbgleichheit unter definierten Bedingungen ist im Freien begrenzt einsetzbar und generell problematisch, wird im Rahmen der Qualitätssicherung bei der Glasherstellung aber üblicherweise verwendet. Dabei wird die Farbgleichheit in Farb-Systemen mit ihren sog. Farborten und -helligkeiten präzise darstellbar. Eine Messung kann nur unter genau festgelegten Randbedingungen an Standardglasaufbauten im Labor reproduzierbar sein.

Die charakteristischen Messdaten zur Ermittlung der Licht- und Energiewerten werden bei der Herstellung kontinuierlich erfasst und geregelt. Dabei ergeben sich diese je nach Verfahren der Beschichtung (z. B. online- oder meistens durch offline- bzw. Magnetron-Beschichtungsanlagen) und Glasart.

Farben bzw. neutrale „Farben“ werden zur Fertigungskontrolle im sog. L*a*b*-System (oder L,a,b-System) objektiv dargestellt (s. Abbildung 2), wobei eine normierte Bezugslichtart zugrunde gelegt wird. Die angestrebte Lage im a,b-Farbkoordinatensystem wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit unterliegen natürlich fertigungsbedingten geringen Schwankungen. Aufgrund der zuvor dargestellten erheblichen subjektiven und witterungsbedingten Einflüsse eignen sich die messtechnisch erfassten Farbkoordinaten und ihre Schwankungsbreiten (ΔE^* ≈ 3) praktisch nicht zur Beurteilung der Farbgleichmäßigkeit von Gläsern in der Fassade. Mustergläser, große Musterefassaden oder gegebenenfalls sogar Grenzmustereinstellungen sind vorteilhafter.

Der Farbabstand ΔE^* ergibt sich wie folgt:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Speziell für ESG gilt, dass dort eine herstellungsbedingte aufwändige Festmüßbeschichtung oder vorspannfähige Beschichtung zugrunde liegen, die zu größeren Toleranzen in der Farbgleichheit führen können. Davon unabhängig sind ESG typische Erscheinungen, wie Anisotropien und Verwerfungen zu sehen (s. [4]).

4 Auswirkungen für Planung, Einbau und Nutzung

4.1 Hinweise für die Planung

Folgende Faktoren sind bei der Planung und bei der Festlegung für transparente Gläser im Bauwesen hinsichtlich der Farbwirkung zu berücksichtigen:

4.1.1 Technische Vorgaben

Bereits die bauphysikalischen und sicherheitstechnischen Anforderungen an die Verglasung beeinflussen die Farbe der transparenten Gläser. Die Festlegung der hieraus resultierenden technischen Werte ist eine Grundleistung.

Farbgleichheit messtechnisch nur im Labor reproduzierbar

Farbmessung
Muster



Abbildung 2: L*a*b*-Farbsystem
(Quelle: Homert ab, Reswan, V&A)

ESG und Beschichtung

Farbeinflüsse

Festlegung der Eigenschaften ist Planungsaufgabe

7.3.15

des Planers und kann nur in Kenntnis der Gesamtauslegung des Gebäudes erfolgen. Zu den Basiswerten gehören:

mit Einfluss auf die Art der Beschichtung

- Wärmedurchgangskoeffizient U_{f} in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Gesamtenergiedurchlassgrad g in $\%$
- Lichttransmissionsgrad T_{l} (oder τ) in $\%$
- Lichtreflexion R_{l} in $\%$
- Selektivität (Quotient aus T_{l} und g -Wert, dimensionslos)

mit Einfluss auf Glasdicke und Glasaufbau

- Luftschall Dämmmaß R_{a} in dB
- Statisch und sicherheitstechnisch erforderliche Dicke d in mm

Funktion hat Einfluss auf Farbe

4.1.2 Optische Einflussfaktoren

Optische Einflussfaktoren sind bei der Wahl der Gläser und bei der optischen Bewertung ihrer Farbgleichheit zu berücksichtigen. Die Berücksichtigung der optischen Einflussfaktoren gehört zur Koordinations- und Hinweispflicht. Sie ist Gemeinschaftsaufgabe von Planer, Auftragnehmer (Fassadenbauunternehmer - Gläser) und Auftraggeber.

Zu den optischen Einflussfaktoren gehören:

- Eigenfarbe des Basisglases, z. B. Einfärbung oder Eisenoxydanteil
- Art und Lage der Beschichtung, z. B. bei Wärmedämmglas (Schicht von außen nach innen in der Regel Pos. 3), Sonnenschutzglas (Schicht in der Regel Pos. 1 oder 2) oder Sonderfälle mit außenliegenden Beschichtungen
- Neutralität oder Eigenfarbe der Funktionsschicht, a- und b-Werte im $U^*a^*b^*$ -Farbraum nahe 0 oder verschoben in Richtung $-a$ (gelb-blau) bzw. $+b$ (rot-grün)
- Farbe der reflektierten Fläche oder Umgebung (unterschiedliche Wirkung bei klarem und bedecktem Himmel, bei farbigen Objektspiegelungen)
- Betrachtungswinkel (Farbänderung bei zunehmend flachem Winkel)
- Helligkeit des dahinterliegenden Raumes (Bemusterung nur vor einem lichtdichten Hintergrund)
- Farbe der umgebenden Flächen

Farbgleichheit setzt Kenntnis der Einbausituation voraus

4.1.3 Auswahlempfehlungen

Sehr hohe Komplexität, subjektive Farbbeurteilung, abstrakte Messwerte und deren Abhängigkeit von Oberfläche, Glanzgrad, Transparenz, Lichtverhältnissen und Art der Lichtquelle sowie ein farbabhängiges Empfinden des menschlichen Auges mit sehr hohem Auflösungsvermögen ohne zugeordnete Farbbezeichnung lassen eine unabhängige und neutrale Bewertung der Farbbeurteilung bisher nicht zu. Zur Vermeidung störender Farbunterschiede bei als farbgleich konzipierten transparenten Glasflächen im Bauwesen wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

Subjektive Farbbeurteilung kein objektives Merkmal

Durch den Planer sind die technischen Grundforderungen zahlenmäßig vorzugeben. Die Grundauswahl der Gläser wird auch aus der Architektur-entscheidung der Farbneutralität, der Farbgebung und Reflexion bestimmt.

Auswahl durch besondere Vorgehensweise erforderlich

Für die nach diesen Kriterien festgelegte Glasart sind Produkte als Handmuster (in der Regel etwa DIN A 4) zu beurteilen und durch den Planer aufgrund des gewünschten optischen Eindrucks auszuwählen. Bei Großobjekten gilt eine Bemusterung in Originalgröße als angemessen und ist auszusprechen.

Bemusterung

Im Hinblick auf eine reibungslose Abnahme der Leistung sollten von den endgültig vertraglich festgelegten Gläsertypen die technischen Daten mit Angabe der produktionsbedingten Abweichungen als Bewertungskriterium für die Abnahme hinterlegt werden. Bei Großobjekten wird empfohlen, neben dem Standardhandmuster auch die für das Objekt vorgesehenen Originalaufbauten zu bemustern.

4.2 Hinweise für den Fenster- und Fassadenhersteller

4.2.1 Bemusterung

Mit den nachfolgend beschriebenen Bemusterungsarten können wesentliche visuelle Eigenschaften dargestellt werden. Es ist zu beachten, dass nicht alle lichttechnischen Effekte abgebildet werden können. Dazu zählen z. B. die Einflüsse der Umgebungsbebauung und verschiedenen Einbausituationen der Fassade Verglasung.

Grenzen der Bemusterung

Keine Bemusterung kann Toleranzgrenzen hinsichtlich Reflexion und Farbe, die nur über Messwerte festzulegen sind, beschreiben. Da für diese Anforderungen derzeit keine technischen Regelwerke bestehen, ist eine spezielle Vereinbarung mit dem Glashersteller zu treffen.

4.2.1.1 Musterfassade

Auf der Grundlage der vorstehenden Ausführungen und Erläuterungen kann bei besonderen Anforderungen und bei großen Glasflächen bietet es sich an, mit einer Musterfassade 1:1 die gewünschten visuellen Anforderungen festzulegen. Diese dient dann bei der Bauabnahme als Referenzmuster und schafft maßgebliche und nachweisbare Größen. Hierbei sollten alle vereinbarten Verglasungstypen zum Vergleich eingebaut werden. Musterfassaden stellen die spätere Wirkung relativ zuverlässig dar.

Musterfassade

4.2.1.2 Referenzverglasung

Auch kann über ausgeführte Referenzbauten unter Tageslichtverhältnissen eine Verglasung realitätsnah dargestellt werden. Die Einflüsse der Fassadenkonstruktion, Glasgrößen, und speziellen Aufbauten bleiben aber unberücksichtigt.

Vergleich ausgeführter Objekte

4.2.1.3 Handmuster

Üblicherweise findet eine Bemusterung nur über relativ kleine sog. Handmuster, meist unter 0,1 m² Größe statt. Diese können für den Planer und Bauherren nur orientierend ein Anhalt für Farbe und Reflexion einer Verglasung sein. Alle anderen beschriebenen Einflüsse bleiben aber unberücksichtigt. Die visuelle Wahrnehmung ist nur sehr beschränkt möglich, und auch der Lichteinfluss von innen und außen kann aufgrund der Größe nicht wahrgenommen werden.

Farborientierung

4.2.1.4 Show Mobile

Alternativ werden in den letzten Jahren von einigen Glasanbietern sog. Show Mobile angeboten, in denen ca. 1 m² große Scheiben in Rahmen eingebaut werden womit annähernd der Einfluss durch innere und äußere Lichtverhältnisse dargestellt werden kann.

Auswahlhilfen

4.2.2 Ersatzverglasung Altbau

Bei einer notwendigen Ersatzverglasung im Altbau ist grundsätzlich zu klären welcher Glastype von welchem Glashersteller eingebaut ist. Ist das nicht möglich, kann eine Ersatzannahme nur nach einem subjektiven Eindruck vorgenommen werden. Das Ergebnis mit der Auswahl einer neuen Verglasung bleibt weitgehend den Erfahrungen und Geschick der ausführenden Firma überlassen. Wird ein Produkt eines anderen Herstellers eingesetzt sind in der Regel deutliche Farb- und oder Reflexionsunterschiede vorhanden.

Richtige Glasauswahl durch Unternehmer

Der Glasaufbau (Dicken und Scheibenzwischenraum) lässt sich über optische Glaserkennungssysteme ermitteln.

Zwischenzeitlich geänderte gesetzliche Anforderungen an die Verglasung sind im Einzelfall zu berücksichtigen.

4.2.2.1 Kennzeichnung Isolierglas

Häufig sind auf dem Isolierglasrand erbunden, im eingebauten Zustand lesbar, u. a. Hersteller und Glastyp gekennzeichnet, was eine Identifikation erleichtert.

Kennzeichnung Glasrand-Verbund

4.2.2.2 Reproduzierbarkeit bekannter Glastypen

Erfahrungsgemäß haben Beschichtungen nur eine bestimmte Produktionslaufzeit. Die Auskunft darüber gibt der Basisglas-, bzw. Beschichtungshersteller. Die Änderungen ergeben sich aus Anforderungen des Marktes und optimierten Produktionsmethoden. Zwangsläufig sind bestimmte Produkttypen nach vielen Jahren nicht mehr erhältlich und eine Ersatzerglasung kann nur mit „ähnlichen“ neuen Produkttypen ausgeführt werden.

Begrenzte Nachlieferzeit

4.2.2.3 Farbanpassung

Wird eine einzelne Scheibe getauscht die sich in Farbe und oder Reflexion unterscheidet wird sie zwangsläufig als „Fremdkörper“ in der Fassade erscheinen. Bei älteren Gebäuden ohne besonderen architektonischen Anspruch findet das u. U. Akzeptanz.

Nachproduktion fast ausgeschlossen

Eine Nachproduktion bestimmter Beschichtungen oder Basisgläser ist aus Kostengründen in der Regel nicht zu realisieren.

Es empfiehlt sich, um ein einheitliches Bild zu erreichen, eine Neuverglasung der gesamten Fassade. Das wird in der Regel aus Kostengründen nicht in Erwägung gezogen. Eine sinnvolle Alternative stellt in vielen Fällen die Neuverglasung in bestimmten Abschnitten dar, wie z. B. Geschoss- oder Abschnittsweise.

Austausch in Teilflächen vornehm

Die Auswahl einer angepassten Verglasung orientiert sich neben den bautechnischen Anforderungen an dem Farbeindruck und der Reflexion, wobei der äußere Eindruck der Fassade im Vordergrund steht. Von innen sind größere zusammenhängende Glasflächen und evtl. Unterschiede nicht erkennbar.

Das ist mit dem Bauherren abzustimmen und zu bemustern.

4.3 Hinweise zur Nutzung

Bei der Nutzung des Objektes müssen also auch die jeweiligen spezifischen Eigenschaften der Verglasung in Bezug auf die Farbwirkung berücksichtigt werden. Dies kann auch zu Auswirkungen auf die Nutzung der Räumlichkeiten innerhalb des Gebäudes führen. So z. B. auf die Helligkeit und somit auf zusätzlich notwendig werdende Leuchtmittel.

Farbeinfluss auf Raumnutzung beachten

Um bei späteren Reparaturen einen gleichwertigen Austausch möglich zu machen, muss die exakte Bezeichnung der Glastypen über den Nutzungszeitraum der Verglasung unbedingt aufbewahrt werden.

Glasspezifikation gehört zur Bestandsdokumentation

Dabei ist auch zu beachten, dass unterschiedliche Glasaufbauten und -hintergründe sowie Beschattungen und Überdeckverglasungen ein unterschiedliches Bild hervorrufen können.

Sich ändernde Raumgestaltung (z. B. Beleuchtung, Möblierung, innen liegender Sonnenschutz, Farbgestaltung, usw.) können auch zu geänderter Ansicht der Verglasung von außen führen.

Einfluss der Raumgestaltung auf die Ansicht der Verglasung

Anhang I: Literaturhinweise

- [1] DIN 5033 Teile 1-9, Farbmessung
- [2] Pilkington Glaskompandium 8, „Farbe und Neutralität“, 2003-12, Pilkington Deutschland AG, Lössen
- [3] VIT-Merkblatt ES.04: 2004-05 „Sommerlicher Wärmeschutz“
- [4] Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen, 2004-06, BF und BIV Glaser



AGC INTERPANE



**GESETZE, VERORDNUNGEN, NORMEN UND RICHTLINIEN
UM DEN WERKSTOFF „GLAS“ SOWIE PRÜFINSTITUTE**

8 Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien um den Werkstoff „Glas“ sowie Prüfinstitute

8 Gesetze, Verordnungen und Vorschriften

- Energieeinsparungsgesetz vom 22.07.1976
- 3.Wärmeschutzverordnung (WSchVO) vom 05.07.1994
- Energieeinsparverordnung (EnEV 2002) vom 16.11.2001
- Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) vom 24.07.2007
- Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) vom 29.04.2009
- Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) vom 21.11.2013
- Bauproduktengesetz 1992
- Musterbauordnung (MBO)/Bauordnungen der Länder (LBO)
- Liste der Technischen Baubestimmungen
- Bauregelliste (BRL) des DIBt
- 18. BImSchV – Sportanlagenlärmschutzverordnung vom 18. Juli 1991
- FluLärmG – Fluglärmgesetz und Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung
- AufzV 6/98 – Aufzugsverordnung
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (kurz: TALärm) vom 1. November 1998
- Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates, vom 9. März 2011
- MLTB – Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, vom Februar 2007
- EPDB 2010 – EU-Richtlinie für Gebäude, vom 8. Juli 2010

Für die Vollständigkeit der in Kapitel 8 aufgeführten Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien wird keine Gewähr übernommen.

Normen

EN 81

Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen

EN ISO 140-05

Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen

EN 356

Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff

EN 357

Glas im Bauwesen – Brandschutzverglasungen aus durchsichtigen oder durchscheinenden Glasprodukten – Klassifizierung des Feuerwiderstandes

EN410

Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen

EN 572

Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas

DIN ISO 614

Schiffbau und Meerestechnik; Scheiben aus Einscheiben-Sicherheitsglas für rechteckige und runde Schiffsfenster

EN 673

Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren

EN 674

Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Verfahren mit dem Plattengerät

EN 675

Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Wärmestrommesser-Verfahren

EN ISO 717

Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen

EN 1036

Glas im Bauwesen – Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich

DIN 1055 (ersetzt durch EN 1991)

Einwirkungen auf Tragwerke

EN 1063

Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss

EN 1096

Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas

DIN 1259

Glas

EN 1279

Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas

EN 1288

Glas im Bauwesen – Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas

EN 1363

Feuerwiderstandsprüfungen

EN 1364

Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile

EN 1522

Fenster, Türen, Abschlüsse – Durchschußhemmung – Anforderungen und Klassifizierung

EN 1627

Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung

EN 1628

Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung

EN 1629

Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung

EN 1630

Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche

EN 1634

Feuerwiderstandsprüfungen und Rauchschutzprüfungen für Türen, Tore, Abschlüsse, Fenster und Baubeschläge

EN 1863
 Glas im Bauwesen –
 Teilvorgespanntes Kalknatronglas

DIN 1946
 Raumluftechnik

EN 1990
 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 1991-1
 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

DIN 4102
 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

DIN 4103
 Nichttragende innere Trennwände

DIN 4108
 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

DIN 4109
 Schallschutz im Hochbau

DIN 5034
 Tageslicht in Innenräumen

DIN 7863
 Elastomer-Dichtprofile für Fenster und Fassade

EN ISO 9001
 Qualitätsmanagementsysteme

DIN ISO 9385
 Glas und Glaskeramik; Härteprüfung nach Knoop

EN ISO 10 077
 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen
 und Abschlüssen

EN ISO 10140
 Akustik – Messung der Schalldämmung von Bauteilen
 im Prüfstand

EN 10204
 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen

EN ISO 11600
 Hochbau – Fugendichtstoffe – Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen

EN 12150
 Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes
 Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

EN 12207
 Fenster und Türen – Luftdurchlässigkeit –
 Klassifizierung

EN 12208
 Fenster und Türen – Schlagregendichtigkeit –
 Klassifizierung

EN ISO 12543
 Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-
 Sicherheitsglas

EN ISO 12567
 Wärmetechnisches Verhalten von Fenster und Türen –
 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mit-
 tels des Heizkastenverfahrens

EN 12600
 Glas im Bauwesen Pendelschlagversuch –
 Verfahren für die Stoßprüfung und Klassifizierung
 von Flachglas

EN ISO 12631
 Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden –
 Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten

EN 12758
 Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung –
 Produktbeschreibung und Bestimmung der Eigen-
 schaften

EN 12898
 Glas im Bauwesen – Bestimmung des Emissions-
 grades

EN 13022
 Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasungen

EN 13501
 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu
 ihrem Brandverhalten

EN 13541
 Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung –
 Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes
 gegen Sprengwirkung

EN 13830
 Vorhangfassaden – Produktnorm

EN ISO 14001
 Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit
 Anleitung zur Anwendung

EN 14179
 Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vor-
 gespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

EN 14306
 Wärmedämmstoffe für die technische Gebäude-
 ausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in
 der Industrie

EN 14351

Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften

EN 14449

Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas – Konformitätsbewertung/Produktnorm

EN 15434

Glas im Bauwesen – Produktnorm für lastübertragende und/oder UV-beständige Dichtstoffe (für geklebte Verglasungen und/oder Isolierverglasungen mit exponierten Dichtungen)

EN 15771

Emails und Emailierungen – Bestimmungen der Ritzhärte nach Mohs

DIN 18005

Schallschutz im Städtebau

DIN 18008

Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18032

Sporthallen – Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung

DIN 18055 (Entwurf)

Anforderungen und Empfehlungen an Fenster und Außentüren

DIN 18095

Türen – Rauchschutztüren

DIN 18361

VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Verglasungsarbeiten

DIN 18516

Außenwandbekleidungen, hinterlüftet

DIN 18545

Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Anforderungen an Glasfalze

DIN V 18599

Energetische Bewertung von Gebäuden

DIN 45682

Schallimmissionspläne

DIN 51130

Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft – Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr

DIN 52210

Bauakustische Prüfungen – Luft- und Trittschalldämmung – Bestimmung der Schachtpegeldifferenz

DIN 52306

Kugelfallversuch an Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung

DIN 52307

Pfeilfallversuch an Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung

DIN 52338

Prüfverfahren für Flachglas im Bauwesen; Kugelfallversuch für Verbundglas

DIN 52460

Fugen- und Glasabdichtungen – Begriffe

EN 60904-3

Photovoltaische Einrichtungen – Teil 3: Messgrundsätze für terrestrische photovoltaische (PV) Einrichtungen mit Angabe über die spektrale Strahlungsverteilung

EN 61215

Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik (PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung

EN 61646

Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung

EN 61730

Photovoltaik (PV)-Module – Sicherheitsqualifikation

Richtlinien, Merkblätter und Technische Regelwerke

8

AGC INTERPANE Richtlinien

Verglasungs-Richtlinien – s. Kap. 6

BF-Merkblätter u. a.

BF 001/2007

Kompass für geklebte Fenster

BF 002/2008

Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

BF 003/2008

Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

BF 004/2008

Kompass „Warme Kante“ für Fenster

BF 006/2009

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

BF 007/2010

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

BF 009/2011

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

BF 010/2011

ESG-H – ein geregeltes und fremdüberwachtes Bauprodukt auf höchstem Niveau

BF 012/2012

Reinigung von Glas

BF 013/2013

Verbund sicherheitsglas (VSG) für die Anwendung im Bauwesen

BF 014/2013

Die neue Bauproduktenverordnung – Leitfaden für die Flachglasbranche

BF 017/2014

Schallschutzglas

BF-Ratgeber 002

Außenkondensation

BF-Infolyer

Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas

Infolyer

Energetisch sanieren mit Glas und Fenster

BF-Infolyer

Glasprodukte rund ums Haus

Infolyer

EnEV 2014 Energieeinsparverordnung

Infoblatt

Steuern sparen mit neuen Wärmedämmfenstern und modernen Gläsern

Infolyer

Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

VDE-Richtlinien

VDE 0100

Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V bzw. Errichten von Niederspannungsanlagen

VDE 0126-31:2006-2

Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik (PV)-Module – Bauartignung und Bauartzulassung

VDE 0126-32:2009-03

Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module – Bauartignung und Bauartzulassung

VDI-Richtlinien

VDI 2078

Berechnung der Kühllast und Raumtemperaturen von Räumen und Gebäuden (VDI-Kühllastregeln)

VDI 2719

Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen

VDI 3722

Wirkungen von Verkehrsgeräuschen

VDI 4100

Schallschutz im Hochbau – Wohnungen

VDI 6011

Optimierung von Tageslicht und künstlicher Beleuchtung

VdS-Richtlinien

VdS 691

Sicherheitsrichtlinien für Haushalte – Einbruchdiebstahl, Ausgabe 2010-06

VdS 2110

Richtlinien für Gefahrenmeldeanlagen – Schutz gegen Umwelteinflüsse – Anforderungen und Prüfmethode, Ausgabe 2011-01

VdS 2163

Richtlinien für mechanische Sicherungseinrichtungen; Einbruchhemmende Verglasungen; Anforderungen und Prüfmethode, Ausgabe 1990-05

VdS 2227

Richtlinien für Einbruchmeldeanlagen – Einbruchmeldeanlagen – Allgemeine Anforderungen und Prüfmethoden, Ausgabe 2002-05

VdS 2270

Richtlinien für Einbruchmeldeanlagen – Alarmgläser – Anforderungen, Ausgabe 2002-03

VdS 2311

Einbruchmeldeanlagen, Planung und Einbau, Ausgabe 2010-11

VdS 2311-S1:2013-08

Ergänzung zu VdS 2311

VdS 2333

Sicherungsrichtlinien für Geschäfte und Betriebe, Ausgabe 2014-09

VdS 2472

Sicherungsrichtlinien für Banken, Sparkassen und sonstige Zahlstellen, Ausgabe 2007-11

VdS 2534

Einbruchhemmende Fassadenelemente – Anforderungen und Prüfmethoden, Ausgabe 2013-07

VdS 2559-1

Betriebsartenverzeichnis – Sortiert nach Betriebsart/Stichwort, Ausgabe 2013-05

VdS 3511

Sicherungsrichtlinien für Museen und Ausstellungshäuser, Ausgabe 2008-09

VdS 5478

Fenster und Türen – Funktionalität und Sicherheit, Ausgabe 2010-09

VFF-Merkblätter**V.01:2013-07**

Absturzsichernde Verglasungen

V.02:2012-09

Thermische Beanspruchung von Gläsern in Fenstern und Fassaden

V.03:2004-09

Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen

V.04:2005-10

Selbstreinigendes Glas im Fenster- und Fassadenbau

V.05:2009-09

Einsatzempfehlungen für Sicherheitsgläser im Bauwesen

V.07:2010-05

Glasstöße und Ganzglasecken in Fenster und Fassaden

Technische Regelwerke

DIBt Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV) – Schlussfassung August 2006

DIBt Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV) – Fassung Januar 2003

DIBt Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV) – Schlussfassung August 2006

Anforderungen an begehbbare Verglasungen; Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren (Januar 2014)

i.f.t.-Richtlinien

Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegetband – ohne Nummer, Ausgabedatum: 09.1983

Prüfung von Verglasungssystemen mit vorgefertigten Profilen – 07.1987

VE-04/2

Prüfung und Beurteilung von Schlierenbildung und Abrieb von Verglasungsdichtstoffen – 09.1998

VE-05/01

Nachweis der Verträglichkeit von Verglasungsklötzen – 11.2002

VE-06/01

Beanspruchungsgruppen für die Verglasung von Fenstern – 01.2003

VE.08/2

Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme – 09.2011

DI-01/1

Verwendbarkeit von Dichtstoffen, Teil 1 – Prüfung von Materialien in Kontakt mit dem Isolierglas-Randverbund – 02.2008

DI-02/1

Verwendbarkeit von Dichtstoffen, Teil 2 – Prüfung von Materialien in Kontakt mit der Kante von Verbund- und Verbundsicherheitsglas – 03.2009

VOB

Der Deutsche Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen (DVA) ist der Herausgeber der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB).

Teil B:

Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen – DIN 1961

Teil C:

Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art – DIN 18299

BIV

Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar – Technische Richtlinien des Glaserhandwerks, insbesondere:

TR 1

Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen

TR 3

Klotzung von Verglasungseinheiten

TR 8

Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Verkehrsbereichen

TR 9

Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau

TR 10

Fachliche Begriffe aus dem Berufsbereich des Glaserhandwerks

TR 13

Verglasen mit Dichtprofilen

TR 14

Glas im Bauwesen – Einteilung der Glaserzeugnisse

TR 17

Verglasen mit Isolierglas

TR 18

Absturzsichernde Verglasungen nach TRAV

TR 19

Linien- und punktförmig gelagerte Verglasungen

TR 20

Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren mit Anwendungsbeispielen

Gesetzliche Unfallversicherung

GUV-SI 8027

Sicherheit bei Bau und Einrichtung – Mehr Sicherheit bei Glasbruch

GUV-V S2

Kindertageseinrichtungen

BGI/GUV-I 669

Glastüren, Glaswände

GUV-V S1

Schulen

GUV-V C9

Kassen

Sonstige

ETAG 002

Leitlinie für die europäisch technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen

RAL

Deutsches Institut für Gütesicherung und kennzeichnung e. V.

GS-Bau-18

Grundsätze für Prüfung und Zertifizierung der bedingten Brettebarkeit oder Durchsturzicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten, Ausgabe Februar 2001

UVV Kassen

BGV C9, Stand Oktober 2001

Aufzugsrichtlinie 95/16 EG H99

Prüfinstitute

Übersicht über die Prüfinstitute, bei denen Prüfzeugnisse, Begutachtungen, Überwachungen und Zertifizierungen für die AGC INTERPANE Gruppe erstellt bzw. vorgenommen werden:

Beschussamt Mellrichstadt
Lohstraße 5
97638 Mellrichstadt

Beschussamt Ulm
Albstraße 74
89081 Ulm-Jungingen

CEKAL Association
10 Rue du Débarcadère
F-75852 Paris Cedex 17

INISMa
Avenue Gouverneur Cornez 4
B-7000 Mons

MPA
Materialprüfungsanstalt
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 32
70569 Stuttgart

Fraunhofer Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik
Ernst-Mach-Institut
Eckerstraße 4
79104 Freiburg i. Br.

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg i. Br.

ift Rosenheim GmbH
Theodor-Gietl-Str. 7-9
83026 Rosenheim

KIWA Certificatie
Sir Winston Churchilllaan 273
NL-2288 Rijswijk – Postbus 70
NL-2280 AB Rijswijk

Kraftfahrt-Bundesamt
Fördestraße 16
24944 Flensburg

Materialprüfungsamt

Nordrhein-Westfalen
Marsbruchstraße 186
44287 Dortmund

Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf

Passivhaus Institut
Rheinstraße 44-46
64283 Darmstadt

SECO
Rue d'Arlon 53
B-1040 Brussels

Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt
Grafenstraße 2
64283 Darmstadt

Teknologisk Institut Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Arhus C

TNO
De Rondom 1
P.O. Box 6235
NL-5600 HE Eindhoven

Universität Hannover
Institut für Zierpflanzen- und Gehölzwissenschaften
Herrenhäuser Straße 2
30419 Hannover

VdS
Schadenverhütung GmbH
Amsterdamer Straße 172-174
50735 Köln

Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien
MA 39
Rinnböckstraße 15
A-1110 Wien

Ginger CEBTP
ZAC La Cief St. Pierre
12 avenue Gay Lussac
F-78990 Elancourt

Ansprechpartner in den Bundesländern für ZiEs im Glasbau:

Stand: 2010-12-08

Baden-Württemberg

Regierungspräsidium Tübingen
 Referat 27 Landesstelle für Bautechnik
 Konrad-Adenauer-Str. 20
 72072 Tübingen
 Dipl.-Ing. Steffen Schneider
 Tel: +49 (711) 126-1995

Bayern

Oberste Baubehörde im
 Bayerischen Staatsministerium des Innern
 Franz-Josef-Strauß-Ring 4
 80539 München
 BOR Dipl.-Ing. Wambsganz
 Tel: +49 (89) 2192 3369

Berlin

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
 Württembergische Straße 6
 10707 Berlin
 Dr.-Ing. Espich
 Tel: +49 (30) 90139-4375

Brandenburg

Landesamt für Bauen und Verkehr
 Außenstelle Cottbus
 Gullbener Straße 24
 03046 Cottbus
 Dr.-Ing. Gellner
 Tel: +49 (3342) 4266 3500
 Dipl.-Ing. Schellenberg
 Tel: +49 (3342) 4266 3501

Bremen

Der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa
 Contrescarpe 72
 28195 Bremen
 Dipl.Ing. Habedank
 Tel: +49 (421) 361-5263

Hamburg

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
 Stadthausbrücke 8
 20355 Hamburg
 Herr Brune
 Tel: +49 (40) 42840 - 2204
 Frau Menze
 Tel: +49 (40) 42840 - 2212
 Herr Rücker
 Tel: +49 (40) 4284 - 2275

Hessen

Hessisches Ministerium für
 Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung
 Kaiser-Friedrich-Ring 75
 65185 Wiesbaden
 BD Dr.-Ing. Pohlmann
 Tel: +49 (611) 815-2959
 Dipl.-Ing. Schneider
 Tel: +49 (611) 815-2954

Mecklenburg-Vorpommern

Ministerium für Verkehr, Bau und Landesentwicklung
 Mecklenburg-Vorpommern
 Schloßstraße 6-8
 19053 Schwerin
 Tel: +49 (385) 588-0 (Zentrale)

Niedersachsen

Niedersächsisches Ministerium für Soziales, Frauen,
 Familie, Gesundheit und Integration
 Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2
 30159 Hannover
 Herr Dipl.-Ing. Winkler
 Tel: +49 (511) 120 -2921

Nordrhein-Westfalen

Ministerium für Wirtschaft,
 Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des
 Landes Nordrhein-Westfalen
 Referat X A 4 Bautechnik, Bauphysik
 Jürgensplatz 1
 40219 Düsseldorf
 Dipl.-Ing. Plietz
 Tel: +49 (211) 3843-6219

Rheinland-Pfalz

Ministerium der Finanzen des Landes Rheinland-Pfalz
 Kaiser-Friedrich-Straße 5
 55116 Mainz
 Dipl.-Ing. Hoegner
 Tel: +49 (6131) 164-277

Saarland

Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr
 - Oberste Bauaufsicht -
 Keplerstraße 18
 66117 Saarbrücken
 Dipl.-Ing. Robert Becker
 Tel: +49 (681) 501-4231

Sachsen

Landesstelle für Bautechnik
 Braustraße 2
 04013 Leipzig
 Herr Kutzer
 Tel: +49 (341) 9773929

Sachsen-Anhalt

Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr
des Landes Sachsen-Anhalt
Turmschanzenstraße 30
39114 Magdeburg
Herr Rolf Schneider
Tel: +49 (391) 567-3548

Schleswig-Holstein

Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein
Düsternbrooker Weg 92
24105 Kiel
Herr Behrendt
Tel: +49 (431) 988-3330

Thüringen

Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung
und Verkehr
Abteilung 2
Steigerstraße 24
99096 Erfurt
Dr.-Ing. Bietz
Tel: +49 (361) 37-91 222
Fachliche Anfragen/Beiträge:
Thüringer Landesverwaltungsamt
Weimarplatz 4
99423 Weimar
Herr Sommer
Tel: +49 (361) 3773-7962



AGC *INTERPANE*



9

STICHWORT- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

9.1 Stichwortverzeichnis

9.1

A	Abminderungsfaktor F_g	74
	Abschirmung, elektromagnetische.....	84
	Absorption.....	85, 95, 105 f., 124, 134 ff.
	Abstandhalter.....	41, 71
	Alarmglas.....	244, 337 ff.
	Alarmschleife.....	244 ff., 340
	Angriffhemmende Verglasung.....	228 u.a.
	Anisotropien.....	211, 218
	Antibakterielles Glas.....	296
	Ätzung.....	124
	Aufzugsanlagen, Verglasung für.....	272
	Aussteifungsgläser.....	260 ff.
	Außenansicht, farblich.....	171 ff.
	Außenwandbekleidungen.....	414
<hr/>		
B	Ballwurfsicherheit.....	240
	Basisglas.....	118
	Basisglas, beschichtet.....	124
	Bauordnungsrecht.....	404 ff.
	Bauphysik.....	353 ff.
	Bauproduktenverordnung, europäische.....	113
	Begehbare Glas.....	253 f.
	Behaglichkeit.....	139, 374 ff.
	Belastungen, thermische.....	332
	Bemessungswert $U_{g, BW}$	50
	Beschichtung.....	133
	Beschichtungsverfahren.....	155 ff.
	Beständigkeit, thermische.....	211
	Betretbare Verglasung.....	253,, 402 ff.
	Bewegliche Systeme im MIG.....	459 ff.
	b-Faktor, Durchlassfaktor.....	107
	Biegefestigkeit.....	118, 211
	Brandschutz.....	87, 305
	Brandschutzglas.....	305 ff.
	Brandverhalten.....	97
	Brechungsindex.....	118
	Bruchverhalten.....	124, 211
	Brüstungselemente.....	185 ff., 341
	Brüstungspaneel.....	186, 190 ff.
	Brüstungsplatte.....	186
<hr/>		
C	CE-Kennzeichnung.....	114 ff., 203
	Colorbel.....	275
	Cradle to Cradle.....	20, 35
<hr/>		
D	Dampfdruckausgleich im Falzraum.....	327 ff.
	Dekorative Verglasungen.....	124, 274 ff.
	Designgläser, Glasklebelösung für.....	301
	Digitaldruck, keramischer.....	276
	Dichroitische Filmlamine.....	295
	Dickfilmbeschichtung.....	125

Dreifach-Wärmedämmglas	149, 471
Drei-Liter-Haus	363
Druckverfahren, keramische	275 ff.
Dünnschichtbeschichtung	125
Durchbiegung	333
Durchlassfaktor, mittlerer, b-Faktor	107
Durchschusshemmung	98
<hr/>	
E Einbruchhemmung	76 ff, 98
Einfachglas	71
Einsatzempfehlungen für Sicherheitsglas	497 ff.
Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	204 ff, 212
Elastizitätsmodul, E-Modul	118
Elektrische Leitfähigkeit	124
Elektromagnetische Abschirmung	84 ff, 108, 124, 198
Elektromagnetische Dämpfung	84
Emaillierte Gläser	441 ff.
Emissionsgrad	118
Emissionsvermögen, Emissivität ϵ	103, 124 ff, 133
Energieabsorption α_e	107
Energiebilanz	108
Energieeinsparen mit Glas	362
Energieeinsparverordnung 2014	353
Energieeintrag	124
Energieerhaltung	102
Energy-Labeling	36 f.
Entspiegelung	124
Entwässerung des Falzraumes	327 ff.
<hr/>	
F Fahrzeugverglasungen	249
Farbabweichungen	342
Farbgleichheit	529 ff.
Farbwiedergabe-Index R_a	105
Fenster, geklebt	477 ff.
Feuerwiderstand	96
Film laminate, dichroische	295
FIX-IN	301, 311
Flachglas, historische Entwicklung	24 ff.
Floatglas	27, 28, 119 ff, 212, 278
Floatglas, eingefärbt	123, 278
Flüssigkristalldisplay	124
Fourcalt-Verfahren	26
Freiliegende Glaskante	345
Funktionsgläser	124, 250 ff, 310
Funktionschichten	135
<hr/>	
G Ganzglasecken	551 ff.
Ganzglastüren, -anlagen (GGA)	255 ff.
Garantie	323
Gasdiffusionssperre	130
Gasfüllgrad	131

Gasfüllung.....	71
Gebäudeintegrierte Photovoltaik.....	88 ff, 303 f.
Gebogene Verglasung.....	415 ff.
Geklebte Fenster.....	477 ff.
Geklebte Verglasung.....	80 ff.
Geräuschquelle.....	63
Gesamtenergiedurchlassgrad g.....	75, 106, 134
Glas, antibakteriell.....	296
Glasbemessung.....	378 ff.
Glasbruch.....	343
Glasbruchrisiko.....	100
Glasdickenermittlung.....	326
Glas, emailliert.....	441 ff.
Glasfalz.....	327 ff.
Glashaltesysteme.....	268
Glas, in der Masse eingefärbt.....	332
Glaskante, freiliegend.....	345
Glasklebelösung für Designgläser.....	301
Glas, lackiert.....	282
Glas, mattiert, sandgestrahlt.....	127, 277 ff.
Glasmacherpfeife.....	24
Glas, metallisch beschichtet.....	228, 332
Glasreinigung.....	467 ff.
Glasstöße.....	515 ff.
Glastechnik.....	378 ff.
Glas, transparent.....	529 ff.
Glasverklebung.....	80
Gravieren.....	124
Gusstechnik.....	25
<hr/>	
H Hardcoating.....	166
HClient-Kalkulationsprogramm.....	109
Heizglas.....	251 f.
Hinterlüftete Außenwandbekleidung.....	414
Horizontalschiebewände (HSW).....	265
<hr/>	
I Imagin.....	212, 297 ff.
Infrarotbereich.....	134 ff.
Integrierte Systeme im MIG.....	459 ff.
ipachrome design.....	178, 288
ipaclear.....	120
ipacontrol.....	185
ipadecor.....	275, 281
ipador.....	255 ff.
ipaphon.....	60, 156 ff, 184
ipasafe.....	202 f, 212, 227 ff, 253, 266
ipasafe-Alarm.....	244 ff.
ipascreen.....	198
ipasol.....	168 ff, 194, 196, 212
ipasol bright.....	179 f.
ipatec.....	269 ff.
ipatherm.....	251 f.

ipawhite	121
iplus advanced 1.0	146, 195, 197
iplus advanced 1.0 T	148, 195, 197
iplus ANTI FOG (AF)	153 f., 195, 197
iplus 3LS, iplus 3CLS	149, 151, 195, 197
iplus Energy ^N , iplus Energy ^{NT}	152
iplus top 1.1	60, 145, 195, 197
iplus top 1.1 T	147, 195, 197
iplus top 3, iplus top 3C	149 f., 195, 197
Irisation	211, 218
Isolierglas, beschichtet	133
Isolierglas, konventionelles	199
Isolierglas, Mehrscheiben	130, 325
Isolierglas-Scheiben, kleinformig	334
<hr/>	
K Kaltfassade	186 ff.
Keramische Druckverfahren	275 ff.
Kleben von Glas	80
Klebstoff	81
Klimaschutz	33
Klotzung	331
Knoop-Härte	118
Koinzidenzfrequenz	64
Koinzidenz-Grenzfrequenz	69
Kondensatbildung	153
Konstruktionsglas	266 ff.
<hr/>	
L Lacobel	282 ff.
Lacomat	277 ff.
Längenausdehnungskoeffizient Glas	118
Lärmpegel	53 ff.
Lärmquellen	62
Lautstärke	61 ff.
Leitfähigkeit, elektrische	124
Libbey-Owens-Verfahren	26
Lichttransmissionsgrad τ_V	104, 134
Linea Azzura	122
Luftschalldämmung	55 ff.
Lüftung	51 f.
<hr/>	
M Magnetonbeschichtung	20, 127 ff., 144
Matelac	282 ff.
Matelux	212, 277 ff.
Maskierung	81
Mattiertes Glas	277 ff.
Mechanischer Widerstand einer Glasscheibe	100
Mehrscheiben-Isolierglas	57 ff., 130, 346, 447 ff.
Mehrschichtsysteme	125
Merkblätter	404 u. a.
Metallische Glasbeschichtung	288
Mirol Morena	291

Mirox.....	291 ff.
Modellscheiben.....	311 ff.
Mondglasverfahren.....	24 f.
<hr/>	
N Nachhaltigkeit.....	19, 33 f., 74
Normen.....	116, 138, 324
Normlichtart.....	105
Nullenergiehaus.....	363
<hr/>	
O Oberflächenschäden am Glas.....	344
Objektschutz.....	98, 228, 239 ff.
Oktavband-Mittenfrequenz.....	67
Oltreluce.....	212, 297 ff.
Ornamentglas.....	29, 297, 318 f.
<hr/>	
P Passivhaus.....	108, 149, 363
Pendelschlagversuch.....	99
Personenschutz.....	98, 228, 239, ff.
Pflanzenwachstum.....	377
Photovoltaik.....	88 ff., 303
Photovoltaik, gebäudeintegrierte (GIPV).....	303
Pittsburgh-Verfahren.....	27
Planibel Clear.....	118 f.
Planibel Coloured.....	123
Planibel Energy N und NT.....	152
Planibel Linea Azzura.....	122
Plasmadisplay.....	124
Poissonzahl.....	118
Polyisobutylen.....	130
Polysulfid.....	130
Polyurethan.....	130
Polyvinylbutyral PVB.....	125, 220
Pyrobel, Pyrobelite.....	308
<hr/>	
Q Qualität der Verglasung nach RAL.....	131
<hr/>	
R Radarreflexionsdämpfung.....	86
Randausbildung.....	191
Randentschichtung.....	81, 140
Randverbund.....	82, 132
Randverbund, freiliegend.....	333
Randverbundsysteme.....	132
Rauchschutz S.....	96
Raumabschluss E.....	96
Reflexion.....	85, 95, 105 f., 124, 134 ff.
Regelwerke, technische.....	327
Reinigen von Glas.....	467 ff.
Resonanzfrequenz.....	64
Reststandsicherheit.....	214

Resttragfähigkeit.....	214
Rillenschliff.....	290
Rollercoating	275
Roller Waves	209, 216
<hr/>	
S Sandstrahlen.....	124, 277 ff.
Sanilam Easycut	291 ff.
Schall, allgemein.....	61 ff.
Schalldämm-Maß, bewertetes R_{w}	55 ff, 66 ff, 101
Schalldämmung.....	53 ff, 62 ff.
Schalldruck p	61 ff.
Schallintensität I	61
Schallpegel, Schalldruckpegel.....	61 ff.
Schallschutzglas.....	130, 156 ff.
Schallschutz-Isolierglas ipaphon.....	60, 156 ff, 336
Schallschutz mit Glas.....	61, 101, 124
Schallschutz-Sonnenschutz-Kombination.....	184
Schiebetüren, Schiebefenster.....	332
Schiffsverglasungen	249
Schleifen.....	124
Selektivitätskennzahl S	107 f, 134
Shading Coeffizient SC	107
Sicherheit bei Brand.....	96
Sicherheit gegen Einbruch.....	76
Sicherheitsglas.....	130, 202 ff, 247, 497 ff.
Sicherheits-Isolierglas	337
Siebdruck.....	275
Softcoating	166
Solarwärmegewinne Q_s	74
Sonneneintragskennwert S	74
Sonnenschutz.....	73
Sonnenschutzglas.....	166 ff.
Sonnenschutz-Isolierglas mit Schallschutz.....	184
Sonnenschutz, monolithischer	179
Sonnenschutzschichten	135
Sonnenschutz, variabler.....	185
Sonnenschutzverglasung	166 ff, 178
Spektrum-Anpassungswert C	63 ff.
Spiegelglas.....	124, 291
Sprenghemmung.....	98
Spuranpassungsfrequenz.....	63 ff.
Sprossen.....	72, 314 ff.
Sprossenfenster.....	45
Sprossen-Isolierglas	336
Standicherheit.....	100
Stopray.....	168 ff, 194, 196 f.
Stopsol.....	181 f, 194, 212, 278
Stoßfugen bei Isolierglas.....	334
Strahlungsgewinnfaktor S	108
Stratobel.....	238, 289
Structural-Glazing-System.....	32, 80 ff, 141, 248
Sunergy	183, 194, 196
SunEwat XL.....	91, 303 f.

T	Taupunkttemperatur.....	374 ff.
	Tauwasserfreiheit.....	81
	Technische Regelwerke.....	65, 324, 404, 437 ff.
	Teilvorgespanntes Glas (TVG).....	213 ff.
	Temperaturunterschiede auf einer Glasscheibe.....	100, 118
	Temperaturwechsel-Beständigkeit.....	100, 118
	Terzmittenfrequenz.....	61 ff.
	Thermische Belastung.....	332
	Thermische Beständigkeit.....	211
	Transmission.....	85, 95, 105 f., 124, 134 ff.
	Transmissionswärmeverlust H_T	74
	Transparente Gläser.....	529
	Transparenz von Glas.....	95,125
<hr/>		
U	Überkopfverglasung.....	269 ff.
	U-curtain-walling-Wert (U_{CW}).....	39, 48 ff.
	U_T -Wert.....	40,42
	U_g -Wert.....	39 ff., 102, 368
	Umwehungen.....	333, 434 ff.
	UV-Strahlung.....	134 ff. u. a.
	U-window-Wert (U_W).....	39 ff.
<hr/>		
V	Verbundglas, farbig.....	289, 332
	Verbundglas mit freiliegender Glaskante.....	345
	Verbund-Sicherheitsglas (VSG).....	71, 220 ff.
	Verglasungen, angriffhemmende.....	228, 240 ff.
	Verglasungen, begehbar.....	253
	Verglasungen, betretbar.....	253, 402 f.
	Verglasungen, dekorative.....	274 ff.
	Verglasungen, durchbruchhemmende.....	231 f.
	Verglasungen, durchschusshemmende.....	235 ff.
	Verglasungen, durchwurfhemmende.....	228 ff.
	Verglasungen, einbruchhemmende.....	233
	Verglasungen, gebogen.....	415 ff.
	Verglasungen, geklebte.....	80 ff.
	Verglasungen, sandgestrahlte.....	277, 281
	Verglasungen, sprengwirkungshemmende.....	238
	Verglasungsrichtlinien.....	321 ff., 332
	Verspiegelung.....	124
	Verwerfung, generell.....	209, 216
	Visuelle Qualität.....	437 ff.
	Vordächer.....	269 ff.
<hr/>		
W	Wärmebrücken.....	370 ff.
	Wärmedämmglas.....	124, 130, 144, 335
	Wärmedämmschicht.....	133 ff.
	Wärmedurchgangskoeffizient k (alt).....	39
	Wärmedurchgangskoeffizient, längenbezogen Ψ	39 ff., 102
	Wärmedurchgangskoeffizient U	39 ff., 102, 368
	Warme Kante.....	132, 370 ff., 485 ff.
	Wärmekapazität.....	118

Wärmeleitung.....	133
Wärmeleitfähigkeit λ	41, 118
Wärmeschutz.....	38, 74, 102, 124
Warmfassade.....	186 ff.
Warmglas.....	144 f.
Warmglas, vorspannbar.....	147, 148
Wasserdampfsperre.....	130
Weißglas.....	120 f.
Wellenlänge λ	134
Werterhaltung.....	345
Wintergarten.....	365 ff.
Widerstandsklassen für einbruchhemmende Eigenschaften.....	76 ff, 233

Z Zylinderstreckverfahren.....	24 f.
---------------------------------------	-------

9.2 Abkürzungsverzeichnis

9.2

A	a	Jahr.....	div.
	a	Scheibenabstand.....	64
	A	Fläche.....	47–49
	A	Schallabsorptionsfläche bei einer Prüfeinrichtung.....	63
	A, B, C	Klassifizierung absturzsicherer Verglasung (DIN 18008-4).....	381
	A bis D	Nutzungskategorien (DIN EN 1991).....	390
	A bis G	Energieeffizienzklassen.....	37
	A bis D und S	Klassifizierung von beschichtetem Glas.....	138
	A1, A2, B bis F	Baustoffklassen.....	97
	Abb.	Abbildung.....	div.
	AbP	Allgemeine bauaufsichtliches Prüfzeugnisse (in Vorbereitung).....	379, 409, 411 ff.
	AbZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (gelegentlich auch abZ und ABZ).....	80, 90, 141, 179, 379, 390, 411 u. a.
	Ag	Silber.....	div.
	AGB	allgemeine Geschäftsbedingungen.....	326
	AGC	Asahi Glass Co., Ltd., Japan und Brüssel.....	div.
	AM	Air Mass.....	88
	Ar	Argon.....	div.
	ARGE BAU	Bauministerkonferenz.....	404, 411 ff.
<hr/>			
B	b	mittlerer Durchlassfaktor.....	107
	BauPG	Bauproduktengesetz.....	407 ff.
	BauPVO	Bauproduktenverordnung.....	407 ff.
	BF	Bundesverband Flachglas (Troisdorf).....	83
	BMVBS	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.....	355
	BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.....	355
	BPR	Bauproduktenrichtlinie.....	113, 114, 407 ff.
	BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology.....	303
	BRIC	Brasilien, Russland, Indien, China.....	33
	BRL	Baugeregelle (mit den Teilen A, B und C).....	38, 116, 405 ff.
	BTS	Bodentürschließer.....	407 ff.
<hr/>			
C	C	Celsius in °C	
	C	selbstschließend, bei Brandschutzglas.....	96
	C, C_{tr}	Spektrum-Anpassungswert.....	57 f., 63, 67, 101, 163 f.
	C2C	Cradle to Cradle.....	20, 34 f.
	C_d	Gebrauchstauglichkeitskriterium.....	392, 401
	CdTe	Cadmiumtellurid.....	88
	CE	Communautes Europeennes.....	div.
	CEN	Comité Européen de Normalisation Europäisches Komitee für Normung.....	407
	CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung.....	407
	C.I.E., CIE	Commission Internationale de l'Éclairage Internationale Beleuchtungs Kommission.....	134
	C_{io}	Gasfüllgrad.....	131
	CIS	Kupfer-Indium-Disulfid.....	88
	CO₂	Kohlendioxid	
	c_p	Spezifische Wärmekapazität.....	118
	CVD	chemische Gasphasenabscheidung – Chemical Vapour Deposition.....	125 ff.

D	d	Dicke	64, 69
	D	Schallpegeldifferenz.....	62
	DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton.....	411
	DAAt	Deutscher Ausschuss für Stahlbau.....	411
	dB	Dezibel.....	div.
	DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications, schnurlose Telekommunikation.....	198
	dena	Deutsche Energie Agentur GmbH, Berlin.....	37
	DGNB	Deutsche Gesellschaft Nachhaltiges Bauen.....	34
	DIbt	Deutsches Institut für Bautechnik.....	81, 90 u. a.
	DIN	Deutsches Institut für Normung.....	div.
<hr/>			
E	E	Elastizitätsmodul.....	118
	E	Energiebilanz.....	108
	E	Raumabschluss bei Brandschutzglas.....	96
	E, EI, EW	Klassen für feuerwiderstandsfähige Verglasungen.....	96
	EBD	Europäisches Bewertungsdokument.....	113
	ED	Einwirkungsdauer.....	387, 391
	E_d	Einwirkungskombination.....	386, 388
	EEK	Energieeffizienzklasse.....	36
	EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz.....	360
	EH	einbruchhemmende Verglasung.....	233
	EMA	elektromagnetische Abschirmung.....	84
	EMA	Einbruchmeldeanlage.....	79
	EMV	elektromagnetische Verträglichkeit.....	84, 85
	EN	Europäische Norm.....	div.
	EnEV	Energieeinsparverordnung.....	36, 51, 184, 363 u. a.
	EnVKG	Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz.....	36
	enVKV	Energiekennzeichnungsverordnung.....	36
	EOTA	Europäische Organisation für technische Zulassung.....	81, 82
	EPDB	europ. Richtlinie über die Energieeffizienz von Gebäuden.....	144
	EPD	Environmental Production Declaration.....	34
	EPDM	Ethylen-Propylen-Dien (synthet. Kautschuk).....	396
	ER 1 bis 4	Klassen von sprengwirkungshemmenden Verglasungen.....	238
	ESG	Einscheiben-Sicherheitsglas.....	11, 34, 88 f., 204 u. a.
	ESG-H	ESG mit Heat-Soak-Test.....	204 u. a.
	ETA	European Technical Assessment Europäische Technische Bewertung.....	80 f., 141, 407 ff.
	ETAG	European Technical Approval Guideline.....	80 f., 113, 141, 380
	ETB	Europäische Technische Bewertung.....	80, 113
	EU	Europäische Union.....	33, 36
	EUBauPVO	Europäische Bauproduktenverordnung.....	113-116, 407 ff.
	EVA	Ethyl Vinyl Acetat.....	88, 89, 91, 277
	EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft.....	36, 113, 407
<hr/>			
F	f	Durchbiegung.....	414
	F&E	Forschung und Entwicklung.....	div.
	F_c	Abminderung für Sonnenschutzeinrichtungen.....	74, 366
	FF	Fensterfläche.....	362
	f_g	Koinzidenz-Grenzfrequenz.....	69
	FG	Floatglas.....	div.
	F_{GT}	Gradtageszahlfaktor.....	362

f_K	charakteristischer Festigkeitswert.....	389
f_R	Resonanzfrequenz.....	64
<hr/>		
G		
g	Gesamtenergiedurchlassgrad.....	362 u. a.
g	Gramm.....	div.
g	Eigengewicht.....	400
G	Giga.....	198
G	Scheibensteifigkeit, Schubmodul.....	386, 390
GEPVP	europäische Vereinigung von Flachglasherstellern.....	324, 328
GIPV	gebäudeintegrierte Photovoltaik.....	5, 18, 88 ff, 112
GMI	Gütegemeinschaft Mehrscheibenisoliertes.....	131
<hr/>		
H		
h	Stunde.....	div.
h	Durchbiegung.....	392 u. a.
hEN	harmonisierte europäische Norm.....	410
HFA	Holzforchung Austria Wien.....	83
HIWIN	Hochwärmedämmende Fenstersysteme. Untersuchung und Optimierungen im eingebauten Zustand.....	373
HK	Knoop-Härte.....	118
HSW	Horizontalschiebewände.....	265
Hr, Hv	Wärmeverluste (Transmission, Lüftung).....	74
H_T	Transmissionswärmeverlust über Gebäudehülle.....	355
HVGB	Hauptverband der gesetzlichen Berufsgenossenschaften.....	254
Hz	Hertz.....	div.
<hr/>		
I		
I	solare Strahlung, Strahlungsintensität.....	362
I	Schallintensität.....	62
I	Isolation bei Brandschutzglas.....	96
IBC	Interpane-Beratungszentrum.....	12, 18, 82
IBP	International Building Projects.....	16
IDC	Interior Design Consultant.....	16
i. d. R.	in der Regel.....	80, 83
IEC	Internationale elektrotechnische Kommission.....	91
ift	Institut für Fenstertechnik (Rosenheim).....	37
IMS	integriertes Managementsystem.....	19
IR	Infrarot.....	
ISO	Internationale Organisation für Normung.....	
its	Interpane-Thermo-System.....	132, 370
ITT	Erstmusterprüfung Initial Type Test.....	83
<hr/>		
K		
k	kilo.....	div.
K	Kelvin.....	div.
K	Korrekturwerte (diverse, entsprechen Index).....	59
k_c	Konstruktionsbeiwert.....	389
Kfz	Kraftfahrzeug.....	54
kg	Kilogramm.....	div.
Kr	Krypton.....	div.
kW	Kilowatt.....	div.

L	l	Liter.....	div.
	l	Länge (Profil, Scheibenkante u. a.).....	48, 414
	L	Länge in Haupttragrichtung einer Scheibe.....	392
	LAN	Local Area Network, lokales kabelgebundenes Netzwerk.....	198
	LBO	Landesbauordnung.....	404 ff.
	LDC	lokale Distributionszentrale.....	16
	LE	Leistungserklärung.....	307
	LEED	Leadership in Energy and Enviromental Design.....	20, 34 f., 303
	L_p	Schalldruckpegel.....	62 f.
	LST	vorspannbares Basisglas von AGC INTERPANE.....	144
	LTB	Liste der technischen Baubestimmungen.....	404, 411 ff.
	LWSC	longware shading coefficient.....	107
<hr/>			
M	m	Meter.....	div.
	m	Masse als physikalische Einheit.....	70 u. a.
	M	Mega..., Meg..., 10 ⁶	div.
	MBDC	Mc Donought Braungast Design Chemistry.....	35
	MBO	Musterbauordnung.....	87, 404 ff.
	MIG	Mehrscheiben-Isolierglas.....	57, 82 u. a.
	MLTB	Musterliste der technischen Baubestimmungen.....	404 f., 413
	mm	Millimeter.....	div.
	MNGE	Mirox New Generation Ecological.....	291
<hr/>			
N	n	Brechungsindex.....	118
	n	Nano... ..	div.
	N	Schallenergie.....	62
	N	Newton.....	div.
	nm	Nanometer, 10 ⁻⁹ Meter.....	137 u. a.
	npd, NPD	No Performance Determined.....	67, 114
<hr/>			
P	p	Druck.....	div.
	P₁, P₂	Schall-Leistung.....	101
	Pa	Pascal (1 Pa = 10 ⁻⁶ bar).....	61 u. a.
	PAR	Photosynthetically Active Radiation.....	377
	PAVCD	Plasma Assisted CVD.....	126 f.
	PIB	Polyisobutylen.....	130
	p_o	isochorer Druck	
	PU	Polyurethan.....	130
	PV	Photovoltaik.....	88 ff.
	PVB	Polyvinylbutyral.....	89 f., 383
	PVC	Polyvinylchlorid.....	40, 42 u. a.
	PVD	physikalische Gasphasenabscheidung – Physical Vapour Deposition.....	125 ff.
<hr/>			
Q	q	Flächenlast.....	390
	Q	Wärmebedarf, Wärmegewinne.....	74
	Q	Einzellast.....	386, 390
	Q_{Ev}, Q_h	Wärmemenge (Einsparung, Bedarf).....	362
	q_i	sekundäre Wärmeabgabe.....	106 f.
	Q_s	Solarwärmegewinne.....	74, 362

R	R, R _W	Schalldämm-Maß.....	101, 184 u. a.
	R	Tragfähigkeit bei Brandschutzglas.....	76
	©	registered trademark.....	20
	R _a	Farbwiedergabe-Index.....	105
	RC	Resistance Class.....	76
	R _d	Bauteilwiderstand, Tragfähigkeitskriterium.....	329
	R _e	Sonnenenergiereflexion.....	106
	rel.	relativ.....	div.
	R _l	Lichtreflexion.....	177 u. a.
	RLT	raumklimatische Anlagen.....	136, 355
	RTA	Reflexions-Transmissions-Absorptionsspektrum.....	136
	RTS	Rahmentürschließer.....	265
<hr/>			
S	s	Glaseinstand.....	383
	s	Schneelast.....	400
	s	Sehnenlänge.....	392 u. a.
	S	Selektivitätskennzahl.....	134
	S	Strahlungsgewinnfaktor.....	108
	SC	Shading Coefficient.....	107
	SF	Schallschutz-Sicherheitsfolie.....	158
	SF ₆	Schwefelhexafluorid.....	71
	SG	(SG-Verglasung) Sicherheitsglas.....	48, 80
	SSG	Structural Sealant Glazing – geklebte Glaskonstruktionen.....	18, 82 u. a.
	SSK I bis VI	Schallschutzklassen.....	60, 65
	STC	Standard-Test-Conditions, Standard-Test-Bedingungen.....	88
	Std.	Stunde	
	SWSC	short wave shading coefficient.....	107
	SzF	Beschichtung zur Folie.....	180
	SZR	Scheibenzwischenraum.....	div.
<hr/>			
T	T	Temperatur.....	d.v.
	TAS	Technical Advisory Service.....	16
	TEM	Transmissionselektronenmikroskopie.....	198
	TGI	Kunststoffabstandhalter (Fa. Technoform).....	132, 372
	TiO ₂	Titandioxid.....	126
	TPS	Thermo Plast Spacer (Fa. Kömmerling).....	132
	TRAV	Technische Regeln für absturzsichernde Verglasungen.....	10, 90 f, 324, 328, 409 f.
	TRLV	Technische Regeln für die Verwendung linienförmig gelagerter Verglasungen.....	80, 90, 324, 410
	TRPV	Technische Regeln für die Bemessung und Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen.....	90 f, 324, 328, 410
	TVG	Teilvorgespanntes Glas.....	34, 88 f, u. a.
	TWD	transparente Wärmedämmsysteme.....	75
<hr/>			
U	U	Wärmedurchgangskoeffizient.....	362 u. a.
	Ü	Übereinstimmungszeichen für Bauprodukte.....	div.
	U _{cw}	Wärmedurchgangskoeffizient Curtain Walling.....	48 u. a.
	U _g	Wärmedurchgangskoeffizient.....	div.
	ÜH	Übereinstimmungserklärung des Herstellers.....	410
	ÜHP	Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung.....	410
	UV	Ultraviolettstrahlung.....	134

UVA	Ultraviolettstrahlung, Bereich A	134	
UVB	Ultraviolettstrahlung, Bereich B	134	
ÜZ	Übereinstimmungszertifikat	410	
<hr/>			
V	Verein deutscher Elektrotechniker	90	
VDI	Verein Deutscher Ingenieure	107 u. a.	
VdS	Verband Schadenverhütung GmbH	77, 78	
VG	Verbundglas	div.	
VI	Vakuum-Isolations-Platte	192	
VO	Durchführungsmaßnahmen/Verordnungen	36	
VOC	volatile organic compound, organische Verbindung	282	
VSG	Verbund-Sicherheitsglas	11, 34, u. a.	
<hr/>			
W	w	Windlast	400
	W	Watt	div.
	W	Strahlungsminderung bei Brandschutzglas	96
	WK	Widerstandsklasse	76
	WLAN	wireless LAN, Drahtlosnetzwerk	198
	Wp	Watt peak (bei PV)	303
	WPK	werkseigene Produktionskontrolle	83, 117, 204 f.
	WSVO	Wärmeschutzverordnung	363
<hr/>			
Z	ZiE, Zi.E.	Zustimmung im Einzelfall	80, 90, 253, 381, 411

9.3 Griechische Formelzeichen

9.3

α	Fallhöhe beim Pendelschlagversuch	99
α_e	Energieabsorption	106, 119 ff.
β	Bruchverhalten beim Pendelschlagversuch	99
Υ	Teilsicherheitsbeiwert	386 ff.
Δ	Differenz	362, 388, 392 u. a.
$\varepsilon, \varepsilon_d$	Emissionsvermögen, Emissivität	103, 124, 133
η	Ausnutzungsgrad	362
λ	Wärmeleitfähigkeit	41
λ	Wellenlänge	138
μ	Mikro	div.
μ	Poissonzahl	118
μm	Mikrometer, 10^{-6} Meter	div.
ϱ_e, ϱ_v	Energier reflexion, Lichtreflexion	119 ff., 308
σ	Biegezugspannung	4141
τ_e, τ_v	Sonnenenergietransmission, Lichtdurchlässigkeit	104 ff., 119 ff., 308
τ_L	Lichttransmissionsgrad	178, u. a.
Φ	Fallhöhe beim Pendelschlagversuch	99
ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	39 ff., 47 ff., 102, 370
Ω	Ohm, elektrischer Widerstand	341, 344



AGC *INTERPANE*



10

TECHNISCHE DATEN DER AGC INTERPANE
ISOLIERGLAS-PRODUKTE

Technische Daten der AGC INTERPANE Isolierglas-Produkte

10

Legende zu den technischen Daten – Handbuch „Gestalten mit Glas“

- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Bitte beachten Sie, dass bei größeren Scheibendicken die Eigenfarbe des Isolierglaselementes in Form eines Grün-/Gelbstiches zunimmt.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.
- Aus optischen Gründen ist vor allem bei Dreifach-Isolierglas der Einsatz von schwarzen Abstandhalter-Systemen empfehlenswert.

Sicherheits-Isolierglas:

Eine ausführliche Tabelle der angriffhemmenden ipasafe-Isolierglas-Typen finden Sie auf der Seite 243.

Sprossen-Isolierglas:

Ausführliche Tabellen der Sprossen-Isoliergläser finden Sie auf den Seiten 315 bis 317.

Produktbezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ (Mitte/ SZR)/ innen	K _g -Nennwert EN 673 W/(m ²)	Ichtische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410						Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1				Selektivitätskennzahl	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke mm	Gewicht kg/m ²
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	alg. Faltwiedergabe- Index Durchsicht	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen	R _w	C	C _r					
iplus top 3	4/16/4/16/4	0,6	51	72	96	15	17	5	5	5	5	5	1,41	64	59	44	30
iplus top 3	4/14/4/14/4	0,6	51	72	96	15	17	5	5	5	5	5	1,41	64	59	40	30
iplus top 3	4/12/4/12/4	0,7	51	72	96	15	17	5	5	5	5	5	1,41	64	59	36	30
iplus top 3C	4/12/4/12/4	0,5	51	72	96	15	17	5	5	5	5	5	1,41	64	59	36	30
iplus top 3C	4/10/4/10/4	0,6	51	72	96	15	17	5	5	5	5	5	1,41	64	59	32	30
iplus 3LS	4/16/4/16/4	0,7	61	73	98	17	10	8	5	5	5	5	1,20	76	70	44	30
iplus 3LS	4/14/4/14/4	0,7	61	73	98	17	10	8	5	5	5	5	1,20	76	70	40	30
iplus 3LS	4/12/4/12/4	0,8	61	73	98	17	10	8	5	5	5	5	1,20	76	70	36	30
iplus 3CLS	4/12/4/12/4	0,6	61	73	98	17	10	8	5	5	5	5	1,20	76	70	36	30
iplus 3CLS	4/10/4/10/4	0,7	61	73	98	17	10	8	5	5	5	5	1,20	76	70	32	30
iplus 3LS ¹⁾	4/16/4/16/4	0,7	63	74	99	18	6	9	5	5	5	5	1,17	79	72	44	30
iplus 3LS ¹⁾	4/14/4/14/4	0,7	63	74	99	18	6	9	5	5	5	5	1,17	79	72	40	30
iplus 3LS ¹⁾	4/12/4/12/4	0,8	63	74	99	18	6	9	5	5	5	5	1,17	79	72	36	30
iplus Energy ^N	4/16Ar/4	1,0	41	73	96	12	26	2	2	2	2	2	1,78	51	47	24	20
iplus Energy ^N	6/16Ar/4	1,0	40	72	95	12	30	2	2	2	2	2	1,80	50	46	26	25
iplus Energy ^{MT}	4/16Ar/4	1,0	42	73	98	12	24	2	2	2	2	2	1,74	53	48	24	20
iplus Energy ^{MT}	6/16Ar/4	1,0	41	72	98	12	28	2	2	2	2	2	1,76	51	47	26	25
iplus AF & iplus top 1.1	:4/16/4	1,1	59	75	99	16	14	8	8	8	8	8	1,27	74	68	24	20
iplus AF top	:4/16/4	1,1	56	76	99	16	19	4	4	4	4	4	1,36	70	64	24	20
iplus AF top 3	:4/14/4/14/4	0,6	49	68	97	19	20	5	5	5	5	5	1,39	61	56	40	30
iplus AF 3LS	:4/14/4/14/4	0,7	58	69	97	20	14	8	5	5	5	5	1,39	73	67	40	30

¹⁾ Kennzeichnet die Lage der Schichten; iplus 3LS ist auch als vorspannfähige Variante (LST) lieferbar.

²⁾ Außenschelbe aus ipaclear.

Schallschutzglas

Produktbezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ (Mitte/ SZR) innen	U _g -Nennwert EN 673	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410						Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1					Schadung Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Schadung Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke	Gewicht		
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwiedergabe-Index	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen	R _w	C	C _f	C _f 100-5000					C _f 100-5000	Selektivitätskennzahl
ipaphon 36/26	6/16/4 Ar	1,1	61	79	97	12	15	-	8	36	-2	-5	-1	-5	1,30	76	70	26	25
ipaphon 37/28	8/16/4 Ar	1,1	59	78	96	12	19	-	7	37	-2	-5	-1	-5	1,32	74	68	28	30
ipaphon 37/29 V 2)	9(P2A)/16/4 Ar	1,1	55	78	96	12	26	-	6	37	-2	-6	-1	-6	1,42	69	63	29	33
ipaphon 39/31 V	6-/16/8/VSG Ar	1,1	57	77	96	12	20	-	10	39	-3	-7	-2	-7	1,35	71	66	31	35
ipaphon 39/34 1)	10/20/4 Ar	1,1	58	78	96	12	23	-	7	39	-2	-6	-1	-6	1,34	73	67	34	35
ipaphon 43/36 V	8-/16/12/VSG Ar	1,1	56	75	94	11	22	-	13	43	-2	-6	-1	-6	1,34	70	64	36	51
ipaphon 37/22	6/12/4 Kr	1,1	61	79	97	12	15	-	8	37	-3	-7	-2	-7	1,30	76	70	22	25
ipaphon 37/26	6/16/4 Kr	1,1	61	79	97	12	15	-	8	37	-3	-8	-2	-8	1,30	76	70	26	25
ipaphon 39/26	10/12/4 Kr	1,1	58	78	96	12	23	-	7	39	-3	-7	-2	-8	1,34	73	67	26	35
ipaphon 40/30	10/16/4 Kr	1,1	58	78	96	12	23	-	7	40	-4	-9	-3	-9	1,34	73	67	30	35
ipaphon SF 43/31 3)	SF9/16/6 Kr	1,1	55	77	96	12	26	-	8	43	-3	-8	-2	-8	1,35	69	63	31	36
ipaphon SF 49/38 3)	SF13/16/6/SF9 Kr	1,1	52	76	94	11	32	-	9	49	-3	-9	-2	-9	1,46	65	60	38	52
ipaphon SF 41/31 3)	SF9/16/6 Ar	1,1	55	77	96	12	26	-	8	41	-2	-6	-1	-6	1,40	69	63	31	36
ipaphon SF 45/35 3)	SF9/16/10 Ar	1,1	55	75	95	12	26	-	11	45	-2	-6	-1	-6	1,36	69	63	35	46
ipaphon SF 46/37 3)	SF11/16/10 Ar	1,1	53	74	94	11	29	-	10	46	-2	-6	-1	-6	1,40	66	61	37	51
ipaphon SF 49/38 3)	SF13/16/6/SF9 Ar	1,1	52	76	94	11	32	-	9	49	-3	-8	-2	-8	1,46	65	60	38	52
ipaphon SF 50/42 3)	SF13/16/6/SF13	1,3	52	74	93	11	32	-	11	50	-2	-7	-1	-7	1,42	65	60	42	62
ipaphon SF 52/46 3)	SF17/16/6/SF13	1,3	49	72	92	11	37	-	10	52	-1	-5	0	-5	1,47	61	56	46	72

3) Kennzeichnet die Lage der Schichten; Ar = Argon-Gasfüllung; Kr = Krypton-Gasfüllung

Standardausführung ipaphon ist immer plus top 1.1 – es sind nahezu alle Low-E- und Sonnenschutz-Beschichtungen kombinierbar.

1) Bei einem Seitenverhältnis von $\geq 1,1$: 3 empfehlen wir, die dünnere Scheibe aus ESG/TVG einzusetzen.

2) PZA nach EN 356

3) ipaphon SF mit 0,76 mm Folie ist ein Verbund-Sicherheitsglas (VSG) gem. Bauregelliste.

Produktbezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ (Mitte/ SZR/ innen)	kg/m ²	U _g -Nennwert EN 673	Ilichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410								Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1					Selektivitätskennzahl	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke	Gewicht
				g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwiedergabe- Index Durchsicht	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen	R _w	C	C _{tr}	C ₁₀₀₋₅₀₀₀	C _{tr}	C ₁₀₀₋₅₀₀₀					
ipaphon 33/36	4/12/4/12/4 Ar	0,7	0,7	51	72	96	15	17	5	5	33	-2	-6	-1	-6	1,41	64	59	36	30	
ipaphon 36/38	6/12/4/12/4 Ar	0,7	0,7	50	71	95	15	21	5	5	36	-2	-6	-1	-6	1,42	63	57	38	35	
ipaphon 37/40	8/12/4/12/4 Ar	0,7	0,7	49	70	95	15	23	5	5	37	-1	-6	-1	-6	1,43	61	56	40	40	
ipaphon 39/42	8/12/4/12/16 Ar	0,7	0,7	49	69	95	15	23	5	6	39	-2	-5	-1	-5	1,41	61	56	42	45	
ipaphon 43/47 V	8/12/4/10/12 VSG Ar	0,8	0,8	49	68	93	15	23	5	11	43	-2	-4	-1	-4	1,39	61	56	47	61	
ipaphon 33/36	4/12/4/12/4 Kr	0,5	0,5	51	72	96	15	17	5	5	33	-2	-5	-1	-5	1,41	64	59	36	30	
ipaphon 36/34	6/10/4/10/4 Kr	0,6	0,6	50	71	95	15	21	5	5	36	-1	-5	0	-5	1,42	63	57	34	35	
ipaphon 38/38	6/12/4/12/4 Kr	0,5	0,5	50	71	95	15	21	5	5	38	-2	-6	-1	-6	1,42	63	57	38	35	
ipaphon 39/42	8/12/4/12/6 Kr	0,5	0,5	49	69	95	15	23	6	6	39	-1	-5	0	-5	1,41	61	56	42	45	
ipaphon SF 41/43	6/12/4/12/12/SF9 Ar	0,7	0,7	50	70	94	15	21	5	10	41	-2	-7	-1	-7	1,40	63	57	43	45	
ipaphon SF 42/45	8/12/4/12/12/SF9 Ar	0,7	0,7	49	69	94	15	23	5	10	42	-2	-7	-1	-7	1,41	61	56	45	50	
ipaphon SF 46/50	SF 11/12/6/12/SF9 Ar	0,7	0,7	44	68	92	14	33	6	6	46	-1	-7	0	-7	1,55	55	51	50	61	
ipaphon SF 42/43	6/12/4/12/12/SF9 Kr	0,5	0,5	50	70	94	15	23	5	10	42	-2	-7	-1	-7	1,40	63	57	43	45	
ipaphon SF 43/45	8/12/4/12/12/SF9 Kr	0,5	0,5	49	69	94	15	23	5	10	43	-2	-6	-1	-6	1,41	61	56	45	50	
ipaphon SF 47/50	SF 11/12/6/12/12/SF9 Kr	0,5	0,5	44	68	92	14	33	6	6	47	-2	-8	-1	-8	1,55	55	51	50	61	

kennzeichnet die Lage der Schichten; Ar = Argon-Gasfüllung; Kr = Krypton-Gasfüllung

Standardausführung ipaphon ist immer iplus top 1,1 – es sind nahezu alle Low-E- und Sonnenschutz-Beschichtungen kombinierbar.

Sonnenschutzglas

Produktbezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ (Mitte/ SZR/ innen	U _g - Nennwert EN 673	g-Wert		Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410						Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1				Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke	Gewicht	
			g-Wert	g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Durchsicht	Farbwiedergabe	Lichtexpongrad nach außen	Erleuchtungsgrad außen	Erleuchtungsgrad Mitte	Erleuchtungsgrad innen	R _w	C	C _r					C ₁₀₀₋₅₀₀₀
ipasol neutral 70/39	6/16/4	1,0	39	70	95	12	33	-	2	-	-	-	-	-	1,79	49	45	26	25
ipasol neutral 69/37	6/16/4	1,0	37	69	95	12	31	-	2	-	-	-	-	-	1,84	46	43	26	25
ipasol ultraselect 62/29	6/16/4	1,0	29	62	92	10	32	-	1	-	-	-	-	-	2,14	36	33	26	25
ipasol neutral 60/33	6/16/4	1,0	33	60	94	11	39	-	1	-	-	-	-	-	1,82	41	38	26	25
ipasol neutral 50/27	6/16/4	1,1	27	50	93	9	48	-	1	-	-	-	-	-	1,85	34	31	26	25
ipasol platin 47/29	6/16/4	1,0	29	47	94	40	29	-	2	-	-	-	-	-	1,62	36	33	26	25
ipasol shine 40/22	6/16/4	1,1	22	40	91	16	53	-	1	-	-	-	-	-	1,82	28	25	26	25
ipasol sky 30/17 1)	6/16/4	1,1	17	30	85	18	63	-	1	-	-	-	-	-	1,76	21	20	26	25
ipasol platin 25/17	6/16/4	1,0	17	25	96	64	19	-	1	-	-	-	-	-	1,47	21	20	26	25
ipasol bright neutral	6/16/4	1,1	47	57	98	35	17	-	6	-	-	-	-	-	1,21	59	54	26	25
ipasol bright white	6/16/4	1,1	51	58	98	36	4	-	7	-	-	-	-	-	1,14	64	59	26	25
Stopray Ultra-60	6/16/4	1,0	28	60	92	13	37	-	1	-	-	-	-	-	2,14	35	32	26	25
Stopray Vision-60	6/16/4	1,0	35	61	96	15	36	-	1	-	-	-	-	-	1,74	44	40	26	25
Stopray Vision-60T	6/16/4	1,0	37	60	98	14	36	-	2	-	-	-	-	-	1,62	46	43	26	25
Stopray Vision-50	6/16/4	1,0	28	50	93	19	41	-	1	-	-	-	-	-	1,79	35	32	26	25
Stopray Vision-50T	6/16/4	1,0	30	50	97	17	39	-	1	-	-	-	-	-	1,67	38	34	26	25
Stopray Ultra-50 on Clearvision	6/16/4	1,0	23	49	90	18	32	-	1	-	-	-	-	-	2,13	29	26	26	25
Stopray Silver	6/16/4	1,0	26	43	95	47	26	-	1	-	-	-	-	-	1,65	33	30	26	25
Stopray Vision-36T	6/16/4	1,0	21	36	95	31	40	-	0	-	-	-	-	-	1,71	26	23	26	25
Stopray Vision-60 (Plambel GlasT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	34	56	98	16	36	-	4	-	-	-	-	-	1,65	43	39	26	25
Stopray Vision-60T (Plambel GlasT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	36	55	98	15	37	-	4	-	-	-	-	-	1,53	45	41	26	25
Stopray Vision-50 (Plambel GlasT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	27	46	94	19	41	-	3	-	-	-	-	-	1,70	34	31	26	25
Stopray Vision-50T (Plambel GlasT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	29	46	99	18	39	-	3	-	-	-	-	-	1,59	36	33	26	25
Stopray Silver (Plambel GlasT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	26	40	95	48	26	-	3	-	-	-	-	-	1,54	33	30	26	25
Stopray Vision-36T (Plambel GlasT Pos. 4)	6/16/4:	0,9	20	33	97	31	40	-	2	-	-	-	-	-	1,65	25	23	26	25

1) : kennzeichnet die Lage der Schichten.

) Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat Soak Test) oder TVG ausgeführt.

Produktbezeichnung	Aufbau außen/ SZR/ (Mitte/ SZR)/ innen	mm	U _g -Nennwert EN 673		Ichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410								Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1				Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0,87)	Dicke	Gewicht
			W/(m ² ·K)	kg/m ²	g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	alg. Farbveränderung	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen	R _w	C	C _r	C _r 100-5000	C _r 100-5000				
ipasol neutral 70/39	6/14/4/14/4		0,6	35	62	93	14	33	2	3	-	-	-	-	1,77	44	40	42	35	
ipasol neutral 69/37	6/14/4/14/4		0,6	33	62	94	14	32	2	3	-	-	-	-	1,88	41	38	42	35	
ipasol ultraselect 62/29	6/14/4/14/4		0,6	27	55	91	11	33	1	2	-	-	-	-	2,04	34	31	42	35	
ipasol neutral 60/33	6/14/4/14/4		0,6	30	54	92	13	40	2	3	-	-	-	-	1,80	38	34	42	35	
ipasol neutral 50/27	6/14/4/14/4		0,6	24	45	92	10	49	1	2	-	-	-	-	1,88	30	28	42	35	
ipasol neutral 47/29	6/14/4/14/4		0,6	26	42	93	41	29	2	3	-	-	-	-	1,62	33	30	42	35	
ipasol shine 40/22	6/14/4/14/4		0,6	20	36	90	17	53	1	2	-	-	-	-	1,80	25	23	42	35	
ipasol sky 30/17 ¹⁾	6/14/4/14/4		0,6	15	27	84	19	63	1	1	-	-	-	-	1,80	19	17	42	35	
ipasol platin 25/17	6/14/4/14/4		0,6	15	22	95	64	20	1	2	-	-	-	-	1,47	19	17	42	35	
ipasol bright neutral	6/14/4/14/4		0,9	43	53	98	38	16	7	5	-	-	-	-	1,23	54	49	42	35	
ipasol bright white	6/14/4/14/4		0,9	47	54	99	39	5	8	6	-	-	-	-	1,15	59	54	42	35	
Stopray Ultra-60	6/14/4/14/4		0,6	26	53	91	14	38	1	2	-	-	-	-	2,04	33	30	42	35	
Stopray Vision-60	6/14/4/14/4		0,6	31	55	94	17	37	2	3	-	-	-	-	1,77	39	36	42	35	
Stopray Vision-60T	6/14/4/14/4		0,6	33	54	97	16	37	2	3	-	-	-	-	1,64	41	38	42	35	
Stopray Vision-50	6/14/4/14/4		0,6	25	45	91	20	42	1	2	-	-	-	-	1,80	31	29	42	35	
Stopray Vision-50T	6/14/4/14/4		0,6	27	45	96	19	39	2	2	-	-	-	-	1,67	34	31	42	35	
Stopray Ultra-50 on Clearvision	6/14/4/14/4		0,6	21	44	89	20	33	1	2	-	-	-	-	2,10	26	24	42	35	
Stopray Silver	6/14/4/14/4		0,6	24	39	94	48	26	2	2	-	-	-	-	1,62	30	28	42	35	

¹⁾ Kennzeichnet die Lage der Schichten; ipus top 1.1 auf Pos. 5.

) Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat Soak Test) oder TVG ausgeführt.





AGC *INTERPANE*