



GESTALTEN MIT GLAS

10. AUFLAGE

AGC INTERPANE

Your Dreams, Our Challenge

Gestalten mit Glas

10 ■ ÜBERARBEITETE AUFLAGE



Herausgeber: INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG © Copyright 2019 by AGC INTERPANE, Lauenförde, Deutschland

/// Bearbeitung abgeschlossen: Januar 2019

/// Herstellung: Bonifatius GmbH, Druck-Buch-Verlag, 33042 Paderborn

/// Titel: Interview International, Strasbourg /// Layout: Winfried Knitt /// Printed in Germany

/// Die Ausführungen dieses AGC 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... ANHANG**

Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien um den Werkstoff
«Glas»

sowie Prüfinstitute, Stichwort- und Abkürzungsverzeichnis

1	DAS UNTERNEHMEN	9	3.5	Energieeinsparung	69
1.1	Struktur der INTERPANE Gruppe	11	3.5.1	Regeln und Vorschriften für das Energiesparen bei Gebäuden mit dem Fokus auf Glas, transparente Außenbauteile, Fenster und Fassaden	70
1.2	AGC INTERPANE Adressen auf einen Blick	12	3.5.2	3-Liter-Haus, Passiv- und Nullenergiehäuser	84
1.3	AGC INTERPANE – eine Allianz, die begeistert	14	3.6	Wärmeschutz in Fenster und Fassade	86
1.4	Produktionsgesellschaften	15	3.6.1	Ermittlung des Wärmedurchgangs- koeffizienten U_w von Fenstern	87
1.5	AGC Glass Europe	16	3.6.2	Ermittlung des Wärmedurchgangs- koeffizienten U_{cw} von Fassaden	103
1.6	AGC INTERPANE – eine umfassende Produktpalette	18	3.6.3	Wärmebrücken am Fenster „Warme Kante“	108
1.7	Unternehmensverantwortung Nachhaltigkeit	19	3.6.4	Anmerkungen zum U_g -Wert	111
			3.6.5	Taupunkttemperatur und Behaglichkeit	114
2	WERKSTOFF GLAS	23	3.7	Fenster und Lüftung	117
2.1	Historische Entwicklung des Flachglases	24	3.8	Schalldämmung in Fenster und Fassade	119
2.2	Der Herstellungsprozess von Floatglas	28	3.8.1	Schalldämmung bei Fenstern, Außentüren und Fassaden	128
2.3	Herstellungsprozess von Ornamentglas	29	3.8.2	Schalldämmung mit Glas	130
2.4	Herstellungsprozess von Dünnglas	30	3.8.3	Allgemeine Grundlagen zum Schall	134
2.5	Beschichtungen auf Glas	31	3.9	Sonnenschutz in Fenster und Fassade	140
2.6	INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas	42	3.9.1	Sommerlicher Wärmeschutz	141
2.6.1	Produktbeschreibung	42	3.10	Bemessung von Glas	143
2.6.2	INTERPANE Isolierglas gem. EN 1279	42	3.11	Sicherheit in Fenster und Fassade	170
2.6.3	Randverbundsysteme	43	3.12	Betretbare Verglasungen sowie durchsturzstochernde Verglasungen nach DIN 18008 Teil 6	174
2.6.3	Beschichtetes Isolierglas	46	3.13	Begehbare Glas	177
3	ANWENDUNG VON GLAS IN FENSTER UND FASSADE	50	3.14	Brüstungselemente	178
3.1	Bauordnungsrecht	51	3.14.1	Umwehungen mit Glas	185
3.2	Europäische Bauproduktenverordnung EU-BauPVO	58	3.15	Kleben von Glas in Fenster und Fassade	188
3.3	CE-Kennzeichnung – europäische Produktnormen	61	3.16	Elektromagnetische Dämpfung in Fenster und Fassade	192
3.3.1	Freiwillige Kennzeichnung RAL-Gütezeichen Mehrscheiben-Isolierglas	63	3.16.1	Elektromagnetische Abschirmung	192
			3.16.2	Radarreflexionsdämpfung	194
3.4	Nachhaltigkeit von transparenten Bauteilen	64	3.17	Brandschutz in Fenster und Fassade	195
3.4.1	Cradle to Cradle: eine nachhaltige Verbindung	66	3.18	Gebäudeintegrierte Photovoltaik	196
3.4.2	Leed	67	3.19	Wintergärten	201
3.4.3	Breem	68	3.19.1	Pflanzenwachstum hinter Glas	204

3.20	Verglasungen für Aufzugsanlagen	205	5.4	Produktpalette Wärmedämmglas	236
3.21	Schaltbare Gläser	207	5.4.1	iplus 1.1 – das Warmglas von AGC INTERPANE	237
4	GRUNDBEGRIFFE	209	5.4.2	iplus advanced 1.0 für U-Wert-optimierte Fenster- und Fassadenlösungen	238
4.1	Transparenz von Glas	211	5.4.3	iplus 1.1 T – das vorspannbare Warmglas	239
4.2	Sicherheit im Brandfall	212	5.4.4	iplus advanced 1.0T	240
4.2.1	Feuerverstand nach EN 13501-2	212	5.4.5	iplus Dreifach-Wärmedämmglas	241
4.2.2	Brandverhalten nach EN 13501-1	213	5.4.6	iplus Energy ^N und iplus Energy ^{NT} on Clearlite	244
4.2.3	Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen	214	5.4.7	iplus ANTI-FOG (AF)	245
4.3	Nutzungssicherheit	214	5.5	Sonnenschutzglas	248
4.3.1	Durchschusshemmung nach EN 1063	214	5.5.1	ipasal und Stopray	250
4.3.2	Sprengwirkungshemmung nach EN 13541	214	5.5.2	ipachrome design als Sonnenschutzverglasung	260
4.3.3	Einbruchhemmung nach EN 356	214	5.5.3	ipasal bright als monolithischer Sonnenschutz	261
4.3.4	Pendelschlag nach EN 12600	215	5.5.4	Stopsol	263
4.3.5	Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede	216	5.5.5	Sunergy	265
4.3.6	Mechanischer Widerstand	216	5.6	Schallschutz ipaphon	268
4.4	Schallschutz – bewertetes Schalldämm-Maß R_w	215	5.6.1	Planungskriterien beim Einsatz des Schallschutz-Isolierglas-Systems ipaphon	269
4.5	Energieerhaltung und Wärmeschutz	216	5.6.2	Produktpalette Schallschutz-Isolierglas-System ipaphon	270
4.5.1	Thermische Eigenschaften – Wärmedurchgangskoeffizient U gem. EN 673	216	5.6.3	Sonnenschutz-Isolierglas in Kombination mit Schallschutz	277
4.5.2	Emissionsvermögen e gem. EN 12898	219	5.7	Konventionelles Isolierglas	278
4.5.3	Lichttransmissionsgrad τ_v gem. EN 410	220	5.8	Isolierglas als funktionales Gestaltungselement	280
4.5.4	Farbwiedergabe-Index R_a gem. EN 410	221	5.8.1	Modellscheiben	281
4.5.5	Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410	222	5.8.2	Sprossen	284
4.5.6	Energieabsorption α_g gem. EN 410	223	5.8.3	Isolierglas mit Ornamentglas	288
4.5.7	Durchlassfaktor/Shading Coefficient (SC)	223	5.8.4	Ornamentglas-Kombinationen	289
4.5.8	Selektivitätskennzahl S	223	5.9	Brüstungselemente	290
4.5.9	Energiebilanz	224	5.10	Elektromagnetische Abschirmung ipascreen	295
4.6	Ermittlung der technischen Werte	225	5.11	Sicherheit – Design – Anwendung	298
5	BESCHREIBUNG DER AGC INTERPANE PRODUKTE	227	5.11	Thermisch vorgespannte Gläser	299
5.1	Basisglas	229	5.11.1	Allgemeines	299
5.2	Floatglas klar	230	5.11.2	Einscheibensicherheitsglas - ipasafe ESG	301
5.2.1	Planibel Clearlite	230	5.11.3	Teilvorgespanntes Glas - ipasafe TVG	307
5.2.2	Planibel Clearvision	231	5.12.	Verbund- und Verbundsicherheitsglas	311
5.2.3	Planibel Linea Azzura	232	5.12.1	Allgemeines	311
5.3	Floatglas eingefärbt	233	5.12.2	Stratobel VSG	316
5.3.1	Planibel Coloured	233			

5.13	Designglas – Dekorative Verglasungen	319	6.2	Verglasungsrichtlinien	402
5.13.1	Keramische Druckverfahren – Siebdruck, Rollercoating	320	6.2.1	Geltungsbereich und Zielgruppen	402
5.13.2	Keramischer Digitaldruck	321	6.2.2	Grundsätzliche Anforderungen	402
5.13.3	Mattiertes Glas – Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen	322	6.2.3	Anforderungen an Glasfalz	404
5.13.4	Lackiertes Glas – Lacobel und Matelac und Lacobel T	327	6.2.4	Anforderungen an Verglasungssysteme	406
5.13.5	ipachrome design – metallische Glasbeschichtung	335	6.2.5	Transport, Lagerung und Einbau	407
5.13.6	Farbiges Verbundglas – My Colour by Stratobel	336	6.2.6	Zusatzanforderungen je nach Anwendung	409
5.13.7	Rillenschliff	338	6.2.7	Eigenschaften von Glasprodukten	411
5.13.8	Spiegel Mirox, Mirox 4Green, Mirox MNGE, Mirolid Morena	339	6.2.8	Pflege von Verglasungen	418
5.13.9	Ornamentglaskombinationen – Imagin und Oltreluce	342	6.3	Sicherheits-Isolierglas und Alarmglas	419
5.13.10	FIX-IN: Glasklebelösung für Designgläser	351	6.4	Glasbruch	423
5.14	Anwendungen für Objekt- und Personenschutz	353	7	Ausgewählte Richtlinien und Merkblätter	424
5.14.1	ipasafe-Objekt- und Personenschutz	353	7.1	Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas	427
5.14.2	ipasafe-Objekt- und Personenschutz gem. Bankenanforderung	364	7.2	Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen	431
5.14.3	ipasafe-Ballwurfsicherheit	365	7.3	Reinigung von Glas	451
5.14.4	Übersicht ipasafe-Lieferprogramm für Objekt- und Personenschutz	365	7.4	Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas	455
5.15	Konstruktiver Glasbau	369	7.5	Kompass für geklebte Fenster	461
5.15.1	Punktförmig gehaltene Glaselemente	370	7.6	Kompass „Warme Kante“	469
5.15.2	ipasafe S – begehbares Glas	371	7.7	Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas	489
5.15.3	ipador-Ganzglas-Türen	372	7.8	Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerte Gläser	493
5.15.4	ipador Ganzglasanlagen (GGA)	375	A	Anhang	502
5.15.5	ipador-Horizontalschiebewände (HSW)	380	A1	Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien um den Werkstoff „Glas“ sowie Prüfinstitute	504
5.16	Sicherheitsglas für besondere Anwendungen	381	A2	Stichwortverzeichnis	514
5.17	Technische Funktionsgläser	384	A3	Abkürzungsverzeichnis	521
5.17.1	Glassiled... Aktives Glas mit integrierten LEDs	384	A4	Griechische Formelzeichen	526
5.17.2	Alarmglas ipasafe	386			
5.17.3	ipatherm – Heizglas	389			
5.17.4	SunEwat XL - Glas-Glas-Module für gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)	391			
5.18	Brandschutz	393			
6	VERGLASUNGSRICHTLINIEN	399			
6.1	Allgemeines	401			
6.1.1	Geltungsbereich	401			
6.1.2	Aufgabe	401			
6.1.3	Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie für AGC INTERPANE Isolierglas	401			



AGC INTERPANE



DAS UNTERNEHMEN

Neu und doch bekannt

Vor Ihnen liegt die zehnte Auflage unseres Klassikers „Gestalten mit Glas“. Seit der Erstausgabe, Anfang der 1980er-Jahre, ist dieses Compendium zu einem unentbehrlichen Nachschlagewerk für alle geworden, die mit Glas arbeiten. Sei es, dass dieser einzigartige Werkstoff das Material ist, das Sie produzieren, bearbeiten oder verarbeiten, oder dass Sie als Planer herausragende architektonische Konzepte mit Glas umsetzen: „Gestalten mit Glas“ wird 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 Lärmbelästigung. Sie können als Sicherheitsglas zusätzlich vor Einbrüchen oder bei Unfällen mit Glasbruch vor Verletzungen schützen oder sogar Brandschutzeigenschaften bieten. Nur Glas kann die kostenlose Sonnenenergie einfangen und durch Tageslicht im Raum das Wohlbefinden steigern oder 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 Anwendung von Glas durch Bemessungs- und Konstruktionsregeln in Deutschland erleichtert und sicherer macht. Wir haben uns u. a. dieser DIN ausführlich gewidmet und deren Auswirkung auf die Praxis dargelegt.

Seit 2012 besteht eine strategische Allianz zwischen AGC und Interpane. Mit AGC Glass Europe verfügt Interpane über einen Allianzpartner mit mehr als 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 mehr als 16.000 Mitarbeiter und ist die europäische Niederlassung von AGC (Japan), 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 Architekturglassektor.

Dazu gehört auch der wesentlich erweiterte Bereich von Verglasungen für Design und Innenarchitektur: Moderne Gussgläser, säuremattierte 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. Das komplette Produktportfolio finden Sie auf der AGC-Produktwebsite www.agc-yourglass.com.

Nun bleibt uns, Ihnen auch für die zehnte 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

Franziska Goderski, Michael Elstner,
Marc Everling, Steffen Schäfer

Lauenförde, im Januar 2019

1.1 Struktur der INTERPANE Gruppe

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, Frankreich und der Slowakei.

- 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 fünf Werken in Deutschland sowie je einem Werk in Österreich, Frankreich und der Slowakei wird Isolierglas produziert. Sicherheitsgläser (ESG und/oder VSG) stellt INTERPANE in drei Werken in Deutschland sowie in Seingbouse (Frankreich) und Parndorf (Österreich) her. Modernste Beschichtungsanlagen zur Produktion von Wärme- und Sonnenschutzverglasungen stehen in Lauenförde, Plattling und Osterweddingen (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 Osterweddingen bei Magdeburg produziert Floatglas, Weißglas und beschichtete Halbzeuge für die Bauglas- und Solarglasindustrie. Die f l solar GmbH vertreibt Solargläser, die im Werk der f l glass GmbH hergestellt wurden.
 - Die AGC INTERPANE Glas Deutschland GmbH in Osterweddingen und AGC INTERPANE Glass France sind für den Vertrieb von beschichteten und unbeschichteten Basisprodukten sowohl von INTERPANE als auch von AGC zuständig. In Osterweddingen sind administratorisch auch unsere Units IBP (International Building Projects) und IDC (International Design Consultancy) angegliedert, die Architekten, Planer und weitere Bedarfsgruppen zu konkreten Objekten beraten.
 - Die INTERPANE Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft (E & B) in Lauenförde betreibt intensive Forschungsarbeit und bereitet dadurch den Weg für Produkt- und Prozessinnovationen. E & B versteht sich somit als Forschungs- und Entwicklungszentrum der INTERPANE Gruppe. 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.
 - Bei aller Produktvielfalt und Komplexität der Anwendungen ist zunehmend die glastechnische Beratung von Architekten und Planern von Seiten der Glasveredler gefragt. Das INTERPANE Beratungszentrum (IBC) betreut Architekten, Ingenieure, Planer und Verarbeiter aus dem In- und Ausland telefonisch und vor Ort. Neben der Anwendungstechnischen Beratung für die genannten Zielgruppen sowie den Fassaden- und Fensterbau stehen Schulungen und die Steuerung der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von Architektenberatern und Bedarfsträgern im Fokus.
 - Das INTERPANE UK-Office in Northampton dient unseren Marktpartnern aus Großbritannien als direkter Ansprechpartner vor Ort.

1.2 AGC INTERPANE Adressen auf einen Blick

Deutschland:

INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG

37697 Lauenförde
Sohnreyastraße 21
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 809-238
E-Mail: ag@interpane.com

INTERPANE Glasgesellschaft mbH

37697 Lauenförde
Sohnreyastraße 21
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 854-7
E-Mail: gg@interpane.com

INTERPANE Entwicklungs-und Beratungsgesellschaft mbH (E & B)

37697 Lauenförde
Sohnreyastraße 21
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 809-411
E-Mail: eub@interpane.com

AGC INTERPANE Beratungscener (IBC/TAS)

37697 Lauenförde
Sohnreyastraße 21
Tel.: +49 5273 809-0
Fax: +49 5273 809-411
E-Mail: ibc@interpane.com

94447 Plattling
Robert-Bosch-Straße 2
Tel.: +49 9931 950-229
Fax: +49 9931 950-236
E-Mail: ibc@interpane.com und tas@eu.agc.com.

INTERPANE Glasgesellschaft mbH

51688 Wipperfürth
Böswipper 22
Tel.: +49 2269 551-0
Fax: +49 2269 551-155
E-Mail: wipperfuerth@interpane.com

INTERPANE Glasgesellschaft mbH

94447 Plattling
Robert-Bosch-Straße 2
Tel.: +49 9931 950-0
Fax: +49 9931 6904
E-Mail: plattling@interpane.com

INTERPANE Glasgesellschaft mbH

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

INTERPANE Glasgesellschaft mbH

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

INTERPANE Sicherheitsglas GmbH

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

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

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

AGC BLUHM & PLATE**Glas Vertriebs GmbH**

21502 Geesthacht
 Mercatorstraße 65a
 Tel.: +49 40 670884-0
 Fax.: +49 40 670884-30
 E-Mail: info@bluhm.de

Österreich:**INTERPANE Isolierglasgesellschaft mbH & Co. KG**

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

Slowakei:**Interpane Slovensko s.r.o**

SVN-90101 Malacky
 Priemyselna 5874
 Tel.: +43 664 3110011

Frankreich:**INTERPANE S.A.**

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

AGC INTERPANE Glass France S.A.S.

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

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 Verkaufsnetzwerk 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



Basistglas-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 (Japan), einem weltweit führenden Flachglashersteller. Die AGC Gruppe mit ihren vier Hauptgeschäftsfeldern Glas, Elektronik, Chemie und Ceramics ist mit mehr als 200 Unternehmen in über 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 50 Prozent des F&E-Budgets nachhaltigen Produkten, Lösungen und Fertigungsprozessen gewidmet.

AGC's Distributionsnetzwerk

Seit 2009 besitzt AGC ein Distributionsnetz für Basisglas, bestehend aus 10 regionalen Distributionszentralen (RDC) und über 50 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 als sog. Festmaß.

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 Exterieur-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 zu Mehrscheibenisoliertglas oder vorgespanntem Glas weiterverarbeiten.

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 Bulgarie
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 31 11 – F: +33 1 57 58 30 74
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 Glass Nederland
T: +31 344 67 97 04 - F: +31 344 67 97 20
sales.nederland@eu.agc.com

Polen

AGC Glass Poland
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 umfassende 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 bereithält:

● Flachglas

Als leistungsfähiger Hersteller von Flachglas bieten wir unseren Weiterverarbeitern Floatglas in jeder Convenience an und zwar Standardfloat aber auch 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 Schallschutzeigenschaften, als Structural Glazing 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

Neben besonders leistungsfähigen Solarglasprodukten für Module bieten wir auch Produkte für die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) an.

● Brandschutzglas

In diesem Produktsektor verweisen wir 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 Kapiteln all das Wissenswerte zusammenzufassen, das Ihnen den täglichen Umgang mit Glas 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. Darüber hinaus engagiert sich AGC INTERPANE in zahlreichen nationalen und internationalen Verbänden und Normungsausschüssen, die sich mit dem Werkstoff Glas in seinen vielfältigen Aspekten beschäftigen. Durch die Investition in diese strategische Kommunikation ist es uns möglich, immer den aktuellen Stand der Normen und Regelwerke bei der Herstellung und Anwendung von Glas berücksichtigen zu können.

Die Kontaktdaten unserer Standorte und Partner 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 aus dem Fenster- und Fassadenbau. Persönliche Ansprechpartner für Ihr individuelles Marktsegment finden Sie unter „Service“ auf www.interpane.com.

1.7 Unternehmensverantwortung, Nachhaltigkeit

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 EN ISO 9001, EN ISO 50001, BS OHSAS 18001 und 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 jährliche Umweltberichte mit den Umweltkennzahlen und Input/Output-Bilanzen erstellt und bewertet. Hieraus werden neue Ziele definiert, welche im Zuge der jährlichen Zertifizierung der AGC INTERPANE Gruppe kontrolliert werden.

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.

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™

In der neuen LEED-Version 4 für Neubauten, deren offizielle Markteinführung Ende November 2013 war, werden für Produkte des Standards Cradle to Cradle Certified™ mehr Punkte vergeben. In der neuen Version tragen Produkte des Standards Cradle to Cradle Certified™ bis zu zwei Punkten 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™ können Architekten und Bauunternehmen also eine höhere Punktzahl erzielen.

Viele Produkte von AGC INTERPANE sind inzwischen Cradle to Cradle™ zertifiziert.

Detaillierte Informationen bietet der Nachhaltigkeitsbericht unter www.agc-glass.eu/en/sustainability/environmental-footprint/cradle-cradle

A photograph of a modern building's glass facade. The facade is composed of large, rectangular glass panels held together by a dark metal frame. The glass reflects the sky and clouds, and also shows the interior structure of the building, including a grid of white beams and some furniture. In the foreground, there is a paved area with a brick-like pattern. Two small, round, green bushes in grey planters are positioned on either side of a glass entrance door. A white banner with the text 'AGC INTERPANE' is overlaid on the lower part of the image.

AGC INTERPANE

2

WERKSTOFF GLAS

2.1 Historische Entwicklung des Flachglases

2.1

Dieses Kapitel widmet sich der historischen Entwicklung des Flachglases, hin zu den heute üblichen Herstellungsverfahren für Flach- und Ornamentglas. Darüber hinaus wird auch die Herstellung von Dünnglas beschrieben, das nicht mehr ausschließlich in elektronischen Geräten wie Smartphones Anwendung findet, sondern mehr und mehr auch in der Architektur relevant wird. Darüber hinaus werden auch weitere Veredelungsstufen dieser Produkte als beschichtetes Glas oder Mehrscheiben-Isolierglas mit ihren normativen Regelungen beschrieben.

Was vor ca. 7000 Jahren mit einem 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 Herstellungstechniken für Glas auch Flachglas produziert werden. Die historische Entwicklung bis hin zu heutigen Fertigungsverfahren wird an den wichtigsten Verfahren aufgezeigt.

Frühzeit und Antike



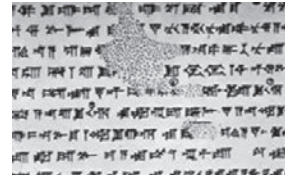
Über die Ursprünge der Glasherstellung gibt es bis heute keine gesicherten Erkenntnisse. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann man davon ausgehen, dass die

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. Sandkern-technik. 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 Wand-

dicke 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. wurde 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 Formsprache anschließt. Man geht heute davon aus, dass für das fränkische Glas noch vorhandene römische Gläser recycelt wurden.

Seit dem Mittelalter sind die beiden wichtigsten Herstellungsverfahren 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 Wannenform) wird diese Kugel zu einem dünnwandigen Zylinder. Anschließend werden die Enden entfernt und der Zylinder nach dem Köhlen der Länge nach auf-

geschnitten. 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 Hefteisen 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 Hefteisen in einer Halterung schnell und gleichmäßig gedreht/geschleudert. Die beim Schleudervorgang 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 war 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 wurde Glas nun nicht mehr nur für Kirchen und Klöster verwendet, sondern auch vermehrt für den Raumabschluss von Schlössern und Stadthäusern. Durch den gestiegenen



Darstellung nach Diderot in der „Encyclopédie“

Glasbedarf wurde es notwendig, neue Produktionsverfahren zu entwickeln.

Die bereits bei den Römern zur Anwendung kommende Gusstechnik wurde im 17. Jahrhundert von französischen Glasmachern wieder aufgenommen und weiterentwickelt. Der Inhalt einer Schmelzwanne wurde auf eine vorgewärmte Kupferplatte gegossen und mit einer wassergekühlten Metallwalze zu einer Tafel ausgewalzt. Die Dicke der Glastafel ergab sich aus der Höhe der seitlichen Einfassschienen. Die zu den vorherigen Verfahren deutlich ebene Tafel wurde 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.

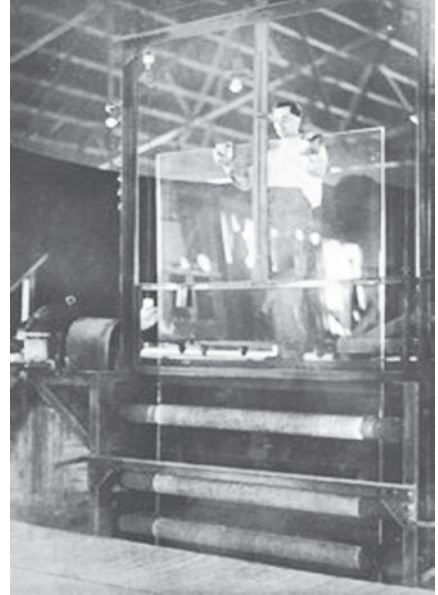
Um 1900 entwickelte der Amerikaner John H. Lubbers ein mechanisches Verfahren, bei dem das Blasen und Ziehen des Zylinderstreckverfahrens kombiniert wurden. Aus der Schmelzwanne wurde ein Zylinder an der Spitze an Pressluft angeschlossen und unter ständigem Nachströmen der vorgewärmten Druckluft langsam 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 wurde eine auf geschmolzenem Glas schwimmende Ziehdüse aus feuerfestem Material (gebrannter Ton) in die Glasmasse eingedrückt. Die zähflüssige Glasmasse quoll dabei durch einen Schlitz und wurde anschließend von Fangeisen aufgenommen. Mittels Walzenpaaren wurde es dann in einen 8 m hohen Kühlschacht senkrecht nach oben geführt, an

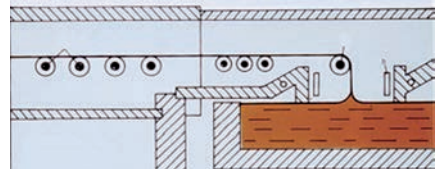
dessen Ende das abgekühlte und entspannte Glas zugeschnitten wurde. Die notwendige Glasdicke wurde durch die Ziehgeschwindigkeit bestimmt. Nachteilig waren die durch das Verfahren bedingten, quer zur Ziehrichtung verlaufenden, sichtbaren Ziehstreifen. Die Kapazität einer Fourcault-Anlage lag Ende der 1920er-Jahre bei ca. 22.500 m im Monat.



Libbey Owens:

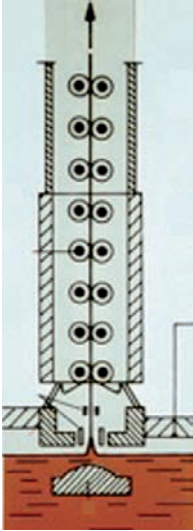
Der Amerikaner Irving Colburn ließ 1905 ein vergleichbares Ziehverfahren patentieren, das sogenannte Libbey-Owens-Verfahren.

Hierbei wurde 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 verhinderten 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 auftraten. 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 zufriedenstellend 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.

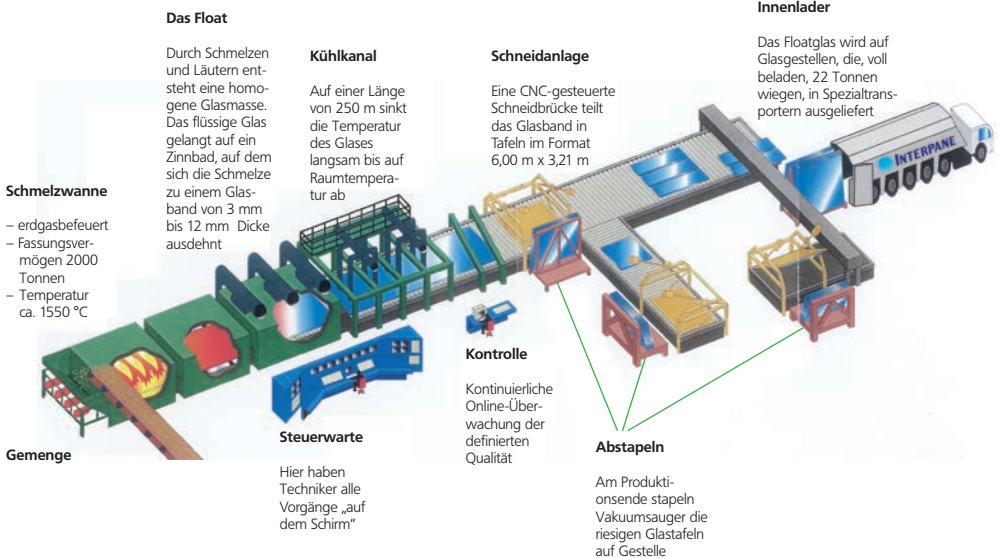
Der Herstellungsprozess gliedert sich in:

- 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 Ornamentglas 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 Form-

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

2.3

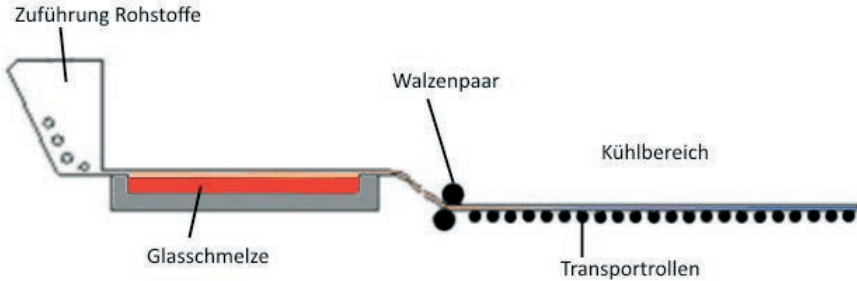


Abb.: Herstellungsprozess Ornamentglas

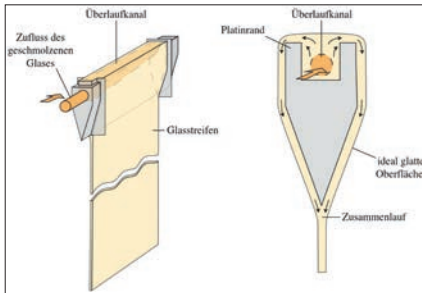
2.4 Herstellungsprozess von Dünnglas

2.4

Gläser mit 2 und weniger Millimeter Dicke nennt man Dünnglas. Diese werden im klassischen Floatglasverfahren hergestellt, aber auch im sogenannten Down-draw- oder Overflow-fusion-Verfahren. Prozesse wie das Down-Draw- oder das Overflow-Fusion-Verfahren ermöglichen durch einen Ziehvorgang die Produktion noch dünnerer Gläser bis derzeit ca. 0,5 mm Stärke. Für technische Anwendungen außerhalb des Bauwesens können mit diesem Verfahren auch Glasdicken $< 100 \mu\text{m}$ produziert werden.

Wo ein niedriges Gewicht erforderlich ist, ist die Anwendung von Dünngläsern in Betracht zu ziehen, zumal sie wegen der hohen Belastbarkeit große Vorteile bieten. Thermisch vorgespanntes Dünnglas eignet sich zur Gewichtsreduzierung in z. B. Mehrscheiben-Isolierglas.

Beim Down-Draw-Verfahren wird das geschmolzene Glas über eine Auslaufdüse aus dem Schmelzofen nach unten abgezogen. Der Prozess stellt höchste Anforderungen an die Homogenität der Schmelze und Temperatur, insbesondere im Bereich der Auslaufdüse.



Herstellung von Dünnglas im Overflow-Fusion-Verfahren
Quelle: Jens Schneider, Johannes Kuntsche, Sebastian Schula, Frank Schneider, Johann-Dietrich Wörner
Glasbau Grundlagen · Berechnung · Konstruktion 2. Auflage, 2016

Beim Overflow-Fusion-Verfahren wird die Glasschmelze in eine Rinne gegossen, die an den Längsseiten zum Überlaufen gebracht wird. Die entlang der Außenkanten ablaufende Schmelze fügt sich unter der Rinne zu einem homogenen Glasband. Mit diesem Verfahren können besonders dünne Gläser mit sehr homogenen und glatten Oberflächen hergestellt werden. Diese erfahren, im Gegensatz zum Float-Prozess, keinerlei mechanische Beanspruchungen, wie beispielsweise durch den Kontakt mit Förderrollen im konventionellen Floatprozess.

Vorspannen von Dünngläsern

Generell wird zwischen thermischem und chemischem Vorspannen unterschieden

Chemisches Vorspannen:

Das chemische Verfahren ist aufgrund der langen Prozessdauer sehr aufwändig und teuer, bietet dafür jedoch die Möglichkeit einer formstabilen Vorspannung extrem dünner Gläser und Scheiben mit komplexen Geometrien. Hierzu wird eine Spannungsdifferenz zwischen den äußeren und inneren Glasschichten durch das Einbringen der Scheiben in eine heiße Salzschmelze erzielt. Dabei werden die Natriumionen an der Glasoberfläche durch solche mit größerem Radius (üblicherweise Kalium) ersetzt und so die Vorspannung erzielt.

Chemisch vorgespanntes Dünnglas wird vorwiegend für Displaygläser eingesetzt sowie für komplex geformte Scheiben für die Luft- und Raumfahrt sowie den Schiffs- und Eisenbahnbau.

Thermisches Vorspannen:

Auf Grund der geringen Dicke müssen die Gläser in Hochkonvektionsöfen gleichmäßig aufgeheizt und anschließend rasch abgekühlt werden. Herkömmliche Vorspannöfen sind hierfür nicht geeignet. Für das thermische Vorspannen von Dünnglas bis 1,8 mm wird das Glas im Vorspannofen auf einem Luftkissen aufgeheizt, transportiert und abgekühlt. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der besseren Maßhaltigkeit und höheren optischen Qualität.

Auch eine Weiterverarbeitung zu Verbund-/Verbundsicherheitsglas ist möglich und könnte damit weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten bieten. Aber die Machbarkeit bzw. Produzierbarkeit muss frühzeitig mit dem Hersteller geklärt werden.

Quellen:

<https://www.detail.de/artikel/glas-in-der-architektur-neue-entwicklungen-1-12954/> Glasbau, Grundlagen · Berechnung · Konstruktion 2. Auflage, Jens Schneider, Johannes Kuntsche, Sebastian Schula, Frank Schneider, Johann-Dietrich Wörner

2.5 Beschichtungen auf Glas

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
- Selektiver Strahlungsfiler

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

$$\epsilon = 1 - R$$

[1] Gläser, Hans Joachim: Dünnschichttechnologie auf Flachglas, Verlag Karl Hoffmann 1999

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.

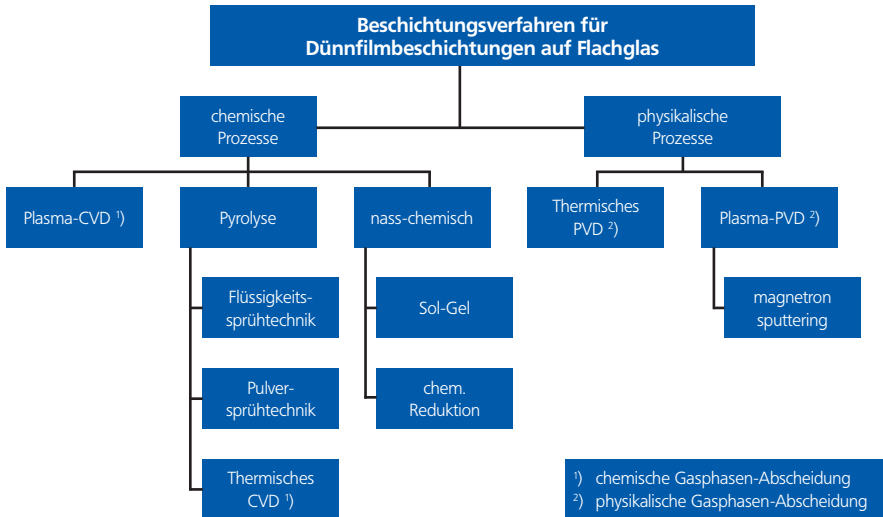
Bei der Ermittlung des normalen Emissionsvermögens ϵ_n nach EN 12898 wird das zuvor beschriebene Messverfahren zugrunde gelegt, wobei 30 Wellenlängen im Bereich zwischen 5 μm und 50 μm ausgewertet werden. Aus diesen Einzelergebnissen wird der Mittelwert unter Berücksichtigung der Verteilung der Temperaturstrahlung 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 Dünnfilmverfahren und Dickfilmverfahren gegliedert. Früher war das Unterscheidungsmerkmal die Schichtdicke. Man sagte, dass die Verfahren, die Schichten mit einer Dicke < 1 μm ergeben, Dünnfilmverfahren und solche, die Schichten mit einer Dicke > 1 μm ergeben, Dickfilmverfahren sind. Heute werden Dick- und Dünnfilmbeschichtungen durch die Funktionsweise der aufgetragenen Schichten unterschieden.

Dickfilmbeschichtungen haben also immer die Eigenschaften des aufzubringenden Beschichtungsmaterials. Bei Dünnfilmbeschichtungen 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 Dünnfilmverfahren 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.



[2] Michael Elstner, Karl Häuser, Rainer W. Schmid, Rainer Walk: „Gestalten mit Glas“, 8. Auflage, INTERPANE Glasindustrie AG, 2011

Nach DIN 8580 „Fertigungsverfahren - Begriffe, Einteilung“ 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 Beschichtungstoffes. 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 aufgebracht 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, arbeitet man bei der Flachglasbeschichtung in der Regel unter Umgebungsdruck. 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 Siliziumsuboxidsschichten 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 Silberspiegel 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 wird dieser aber auch aufgespritzt und aufgerollt. Hiermit hergestellt werden u. a. Antireflexions-schichten und nicht-selektive Sonnenschutzschichten.

[1] Gläser, Hans Joachim: Dünnfilmtechnologie auf Flachglas, Verlag Karl Hoffmann 1999

[7] Satschko, Dr. Michael: Chemische Gasphasenabscheidung (CVD) von keramischen Verschleißschutzschichten auf Basis von Chromcarbid und Titancarbid, Dissertation 2004 Universität Erlangen-Nürnberg

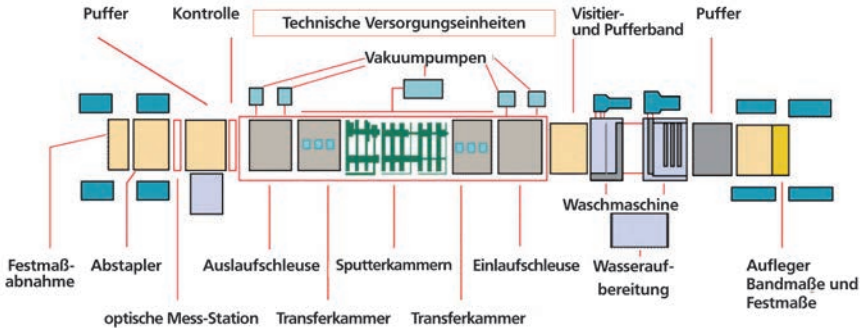
Bei den chemischen Prozessen gibt es neben den Verfahren, die unter Atmosphärendruck stattfinden, auch das so genannte *Plasma-unterstützte CVD-Verfahren* (Plasma Assisted oder Plasma Enhanced CVD). Bei diesem Verfahren findet der CVD-Prozess im Vakuum in Verbindung mit einer Gasentladung statt. Der 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 Schmutzanhaftung 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 Substratoberfläche (= 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 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 Inline-Beschichtung genannt.



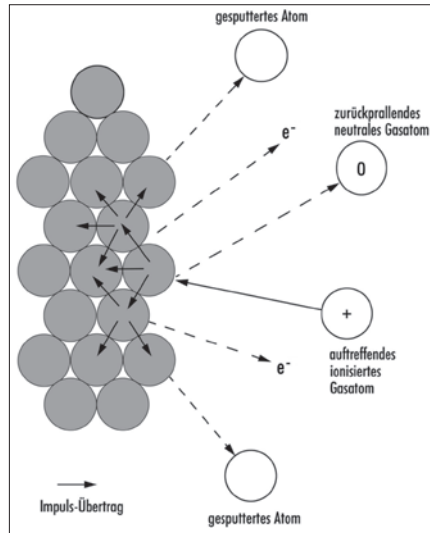
Schematische Darstellung der kontinuierlich arbeitenden Beschichtungsanlage mit Hochleistungs-Kathodenzerstäubung (Inline-Verfahren).

Der Druck in der Sputterkammer ist dabei auf circa 1 millionstel Bar (10^{-3} mbar) gesenkt. Durch ein Kammer-System 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.

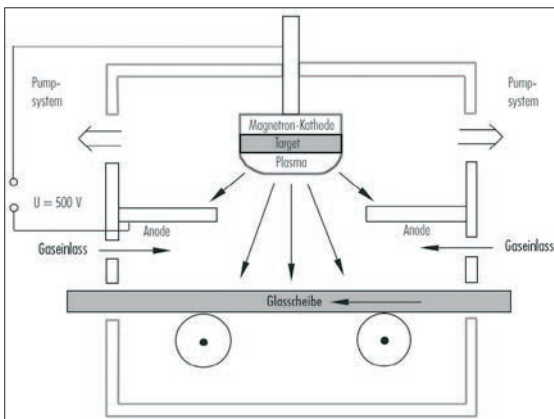
Auf der Kathode ist ein sogenanntes „Target“ montiert, das aus dem Beschichtungsmaterial (z. B. Silber) besteht. Die mit hoher Energie auftreffenden Argon-Ionen schlagen aus dem Target das Material dampfförmig heraus, das sich nun als dünne Schicht auf dem Glas abscheidet.



Oberflächenvorgänge beim Sputtern

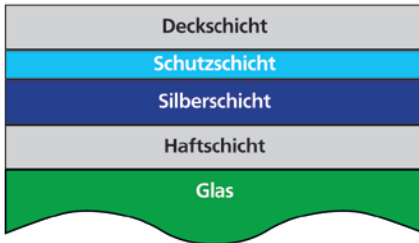
Zur Herstellung von Schichten chemischer Verbindungen der zerstäubten Target-Materialien wird, beispielsweise für Oxide, zusätzlich Sauerstoff als Reaktivgas in die Kammer eingelassen, für Nitride entsprechend Stickstoff. Dieses wird reaktives Sputtern genannt.

Der Aufbau von Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten



Schematische Schnittdarstellung einer Kathodenkammer zum Aufbringen dünner Schichten mittels Magnetron-Sputterverfahren.

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 Transmissionsgrade, Farbe) und strahlungsphysikalischen (z. B. Energiereflexion und Energietransmission und somit der auch der g-Wert) Eigenschaften erreicht.



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. „Funktions-schicht“ – Funktion: Verringerung der Emissions-grades) bei zum Beispiel Wärmedämmschichten verwendet. Silber wird mit dem hier beschriebe-

nen Magnetron-Sputterverfahren aufgebracht. Es ist damit ein Emissionsgrad $< 0,10$ erreichbar.

- die Halbleitermaterialien Indiumoxid dotieren 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 zum Thema Anti-Fog (AF) in Kapitel 5.4.7.
- 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 Metallnitride. 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.

Die beschichteten Produkte von AGC INTERPANE werden in Übereinstimmung mit der Systembeschreibung nach EN 1096 Teil 1, 2 und 3 gefertigt. Die Produktion unterliegt einer laufenden externen und internen Güteüberwachung.

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

$$1 = \tau + \rho + \alpha \quad (1)$$

Diese Formel wird auch Strahlungsaufteilungsgleichung genannt und gilt für das Auftreffen von elektromagnetischer Strahlung auf Materie im Allgemeinen. Es wird hier die auftretende Strahlung gleich 100 Prozent gesetzt, um von der Größe der auftretenden 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 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 (UV-A: $\lambda = 315$ nm bis 380 nm und UV-B: $\lambda = 280$ 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 Gesamtennergiedurchlassgrad 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 Sonnenenergietransmission 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.

- [4] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (1) – Ein richtiger Drahtseilakt, Glaswelt 12/2003
- [5] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (2) – Farbneutralität – nur begrenzt möglich, Glaswelt 1/2004
- [6] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (3) – Was verlangt die Praxis, Glaswelt 2/2004

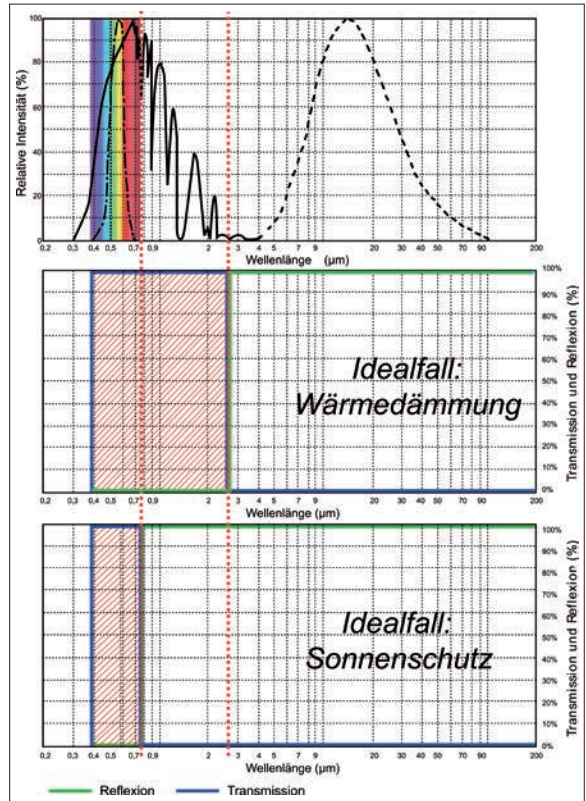
Grundsätzlich werden Funktionsschichten auf Glas in Wärmedämm- und Sonnenschutzschichten eingeteilt.

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



[1] Gläser, Hans Joachim: Dünnschichttechnologie auf Flachglas, Verlag Karl Hoffmann 1999

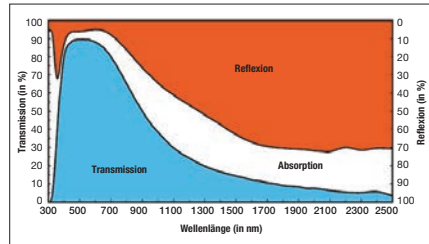
Selektivität von Sonnenschutzschichten

Selektivität von Sonnenschutzschichten bedeutet, dass sie die von außen eindringende Sonnenstrahlung selektiv, hinsichtlich ihrer Wellenlänge, in das Gebäude hinein lässt. 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. Die beiden übrigen Spektralbereiche, UV und nahes Infrarot, werden vollständig reflektiert und reduzieren 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].

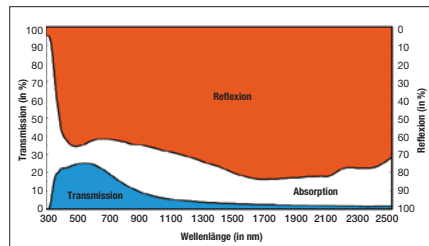
Heute am Markt verfügbare Sonnenschutzschichten kommen der absoluten Farbneutralität und höchstmöglichen Selektivität sehr nahe. Ein g -Wert von 0 Prozent lässt sich nur durch eine vollständige Reflexion der gesamten Sonnenenergie erreichen – dann läge aber auch die Lichttransmission bei 0 Prozent.

In nachfolgender Abbildung ist das Reflexions-Transmissions-Absorptions-Spektrum (RTA) für iplus 1.1 auf einer 4-mm-Floatglasscheibe dargestellt.



RTA-Diagramm für iplus 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.

[1] Gläser, Hans Joachim: Dünnschichttechnologie auf Flachglas, Verlag Karl Hoffmann 1999

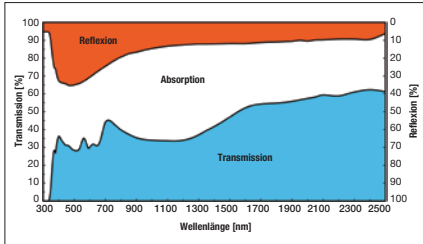
[4] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (1) – Ein richtiger Drahtseilakt, Glaswelt 12/2003

[5] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (2) – Farbneutralität – nur begrenzt möglich, Glaswelt 1/2004

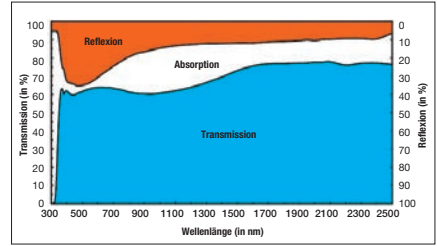
[6] Frank, Dr., Marcus: Sonnenschutzbeschichtungen bei Isolierverglasungen (3) – Was verlangt die Praxis, Glaswelt 2/2004

2.5

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 grey



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.

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 Be-

schichtungen 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	Beschichtung	Anwendung	Beispiel	Norm
A	Die Beschichtung kann raumseitig und witterungsseitig eingesetzt werden	Monolithisch, Isolierglas	Titanoxid-Beschichtung, selbstreinigende Beschichtungen, Antibeschlag Beschichtungen	EN 1096-2
B	Kann als Einfachglas verwendet werden, die Beschichtung muss zur Raumseite angeordnet werden	Monolithisch, Isolierglas	Pyrolitische Sonnenschutzschichten	EN 1096-2
C	Beschichtung muss zum Scheibenzwischenraum (SZR) des Isolierglases angeordnet werden	Isolierglas	Sonnenschutz- und Wärmeschutzgläser aus Silberbasis	EN 1096-3
D	Wie in Klasse C, das Produkt muss jedoch nach Herstellung unmittelbar zu Isolierglas verarbeitet werden	Isolierglas	Goldbedampfte Beschichtungen	EN 1096-3
S	Beschichtungen 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 $\lambda = 550$ 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.

[3] Rossa, Michael: Sonnenschutz mit beschichteten Sonnenschutzgläsern, Deutsches Architektenblatt 7/2008, Rubrik Fachtechnik

2.6 INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas

2.6.1 Produktbeschreibung INTERPANE Isolierglas gem. EN 1279

2.6

Die in den vorangehenden Abschnitten beschriebenen Glaserzeugnisse und Beschichtungen lassen sich zu Mehrscheiben-Isolierglas weiterverarbeiten. Diese Produkte bestehen aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die durch einen oder mehrere trockene und hermetisch abgeschlossene Scheibenzwischenräume (SZR) voneinander getrennt sind.

Zu diesem Zwecke werden die Glasscheiben mit einem oder mehreren Abstandhalter-Hohlprofilen 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 umlaufend aufextrudierte Polyisobutylenstrich (PIB) als Primärdichtung:

Sie dient als Wasserdampf- und Gasdiffusionspermeationssperre und hat damit vornehmlich die Aufgabe, die Einheit vor dem Eindringen von Luftfeuchtigkeit und dem Entweichen von Gas zu schützen.

Die Primärdichtung wird auch dazu genutzt, die vorübergehende Fixierung der Glasscheibe am Abstandhalter während des Herstellungsprozesses sicherzustellen.

- Ein Sekundär-Dichtstoffauftrag (z. B. Polysulfid, Polyurethan, Silikon) entsprechend der Systembeschreibung.

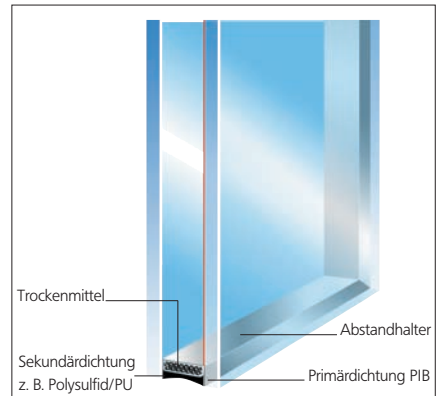
Diese Sekundärdichtung hat zwei Aufgaben zu erfüllen:

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.



Schnitt durch INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas

Der SZR wird je nach Produkt mit Umgebungsluft oder Gasen befüllt und kann Einbauten, z. B. Sprossen, enthalten.

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.

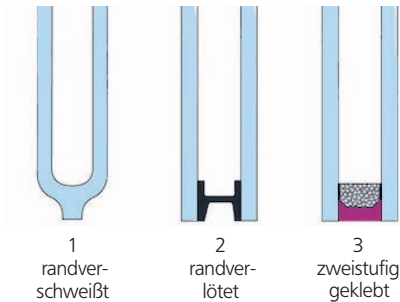
Die Produktion von INTERPANE Mehrscheiben-Isolierglas unterliegt einer laufenden externen und internen Güteüberwachung.

2.6.2 Randverbundsysteme

Es gibt grundsätzlich dreierlei Techniken, um Glas-scheiben zu Isolierglas-Elementen zusammenzufügen:

- Schweißen
- Löten
- Kleben

Die beiden erstgenannten Systeme werden heute kaum mehr verwendet.



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 Scheiben-zwischenraum (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 Abstandhalterrahen aus Aluminium oder verzinktem Stahl. Der Hohlraum zwischen dem

Abstandhalterrahen 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 AGC INTERPANE Isolierglas, wird zunächst der mit hochaktivem Adsorbens (Trockenmittel) gefüllte Abstandhalter mit einem dauerplastischen Dichtstoff auf der Basis von Polyisobutylen (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 Abstandhalterrahens 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, da dieser UV-beständig ist. Allerdings besitzt Silikon eine deutlich höhere Diffusionsrate für die üblicherweise verwendeten Füllgase.

Warme Kante

Mit **its**, unserem 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 oder auch flexible Abstandhalter) 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. 3.6.3).

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.

2.6.2

Randentschichtung

Durch einen einfachen Prozess wird die Beschichtung vom Scheibenrand entfernt, um

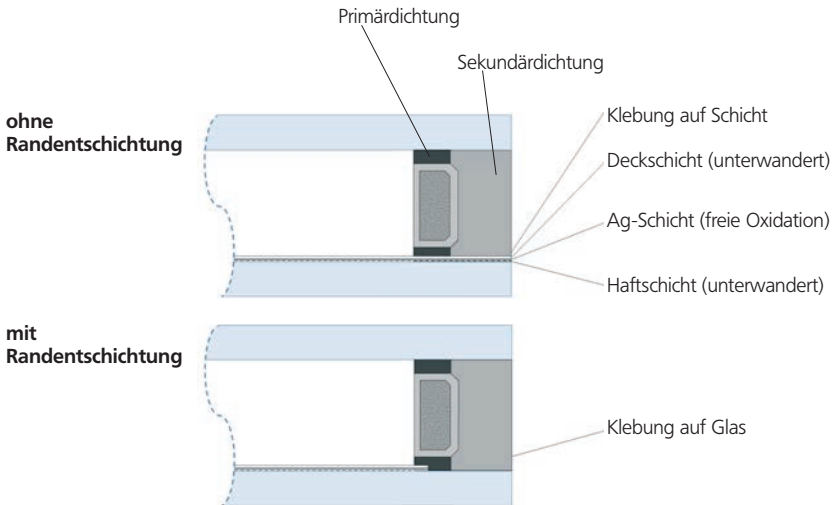
- eine sichere Haftung des Isolierglas-Dichtstoffs auf Glas zu gewährleisten,
- eine Schichtverletzung am Scheibenrand durch die natürliche Pumpbewegung der Isolierglas-Scheibe auszuschließen,
- einer Unterwanderung der einzelnen Schichten durch Feuchtigkeit vorzubeugen (siehe Abb.) und
- eine Korrosion der Silberschicht durch Reaktion mit Luft und 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.



Prinzipische Skizze 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 „Herstellung von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) für Structural-Glazing-Ganzglasfassaden“ 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.

2.6.3 Beschichtetes Isolierglas

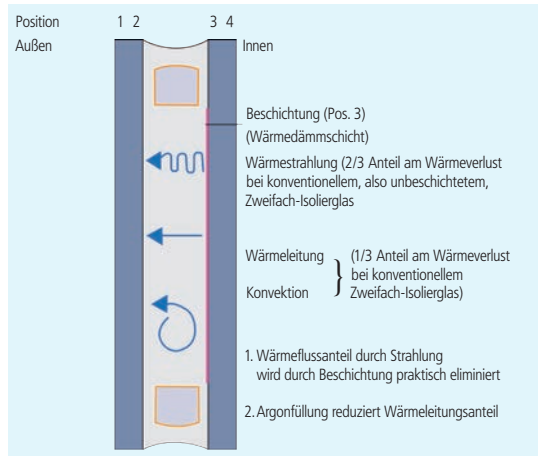
Wärmetechnische Wirkungsweise

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
- Wärmeleitung durch das Glas
 - Dickeres Glas
 - VSG

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.

Mit einer Low-E-Beschichtung sinkt das Emissionsvermögen von $\epsilon_{ij} \approx 0,89$ auf nahezu Null. Damit wird der Strahlungsaustausch praktisch vollständig unterdrückt. Unverändert bleibt der Wärmefluss infolge Wärmeleitung und Konvektion des Gases im SZR.

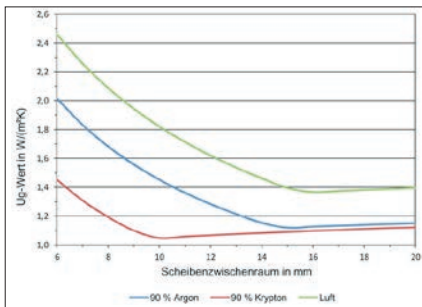


Zum Beschreiben der Lage der Schicht werden die Scheibenoberflächen, außen beginnend, durchnummeriert, in der obigen Grafik ist es die Position 3.

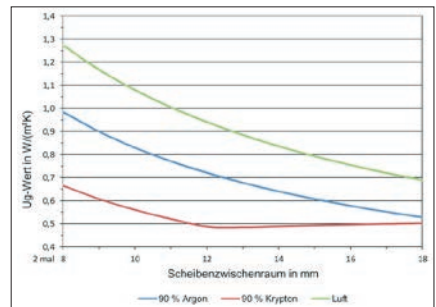
Beispielsweise wird mit einer Silberbeschichtung als Wärmefunktionsschicht, wie iplus 1.1 ($\epsilon_d \approx 0,03$), der U_g -Wert des Zweifach-Isolierglases von ca. 3,0 bis auf 1,4 $W/(m^2K)$ reduziert.

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 $W/(m^2K)$ auf 1,1 $W/(m^2K)$.

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 1.1 Beschichtung auf Pos. 3



Dreifach-Wärmedämmglas mit iplus 1.1 Beschichtungen auf Pos. 2 und 5



AGC INTERPANE



ANWENDUNG VON GLAS IN FENSTER UND FASSADE



Kein anderer Baustoff verfügt über so viel 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.

Hier wird auch der Bereich Brandschutz in Fenster und Fassade behandelt. 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 Bauordnungsrecht**
- 3.2 Europäische Bauproduktenverordnung EU-BauPVO**
- 3.3 CE-Kennzeichnung – europäische Produktnormen**
 - 3.3.1 Freiwillige Kennzeichnung
 - RAL-Gütezeichen Mehrscheiben-Isolierglas
- 3.4 Nachhaltigkeit von transparenten Bauteilen**
 - 3.4.1 Cradle to Cradle: eine nachhaltige Verbindung
 - 3.4.2 Leed
 - 3.4.3 Bream
- 3.5 Energieeinsparung**
 - 3.5.1 Regeln und Vorschriften für das Energie sparen bei Gebäuden mit dem Fokus auf Glas, transparente Außenbauteile, Fenster und Fassaden
 - 3.5.2 3-Liter-Haus, Passiv- und Nullenergiehäuser
- 3.6 Wärmeschutz in Fenster und Fassade**
 - 3.6.1 Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von Fenstern
 - 3.6.2 Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_{0w} von Fassaden
 - 3.6.3 Wärmebrücken am Fenster „Warme Kante“
 - 3.6.4 Anmerkungen zum U_g -Wert
 - 3.6.5 Taupunkttemperatur und Behaglichkeit
- 3.7 Fenster und Lüftung**
- 3.8 Schalldämmung in Fenster und Fassade**
 - 3.8.1 Schalldämmung bei Fenstern, Außentüren und Fassaden
 - 3.8.2 Schalldämmung mit Glas
 - 3.8.3 Allgemeine Grundlagen zum Schall
- 3.9 Sonnenschutz in Fenster und Fassade**
 - 3.9.1 Sommerlicher Wärmeschutz
- 3.10 Bemessung von Glas**
- 3.11 Sicherheit in Fenster und Fassade**
- 3.12 Betretbare Verglasungen sowie durchsturzsichernde Verglasungen nach DIN 18008 Teil 6**
 - 3.13 Begehbare Glas
 - 3.14 Brüstungselemente
 - 3.14.1 Umwehrungen mit Glas
 - 3.15 Kleben von Glas in Fenster und Fassade
 - 3.16 Elektromagnetische Dämpfung in Fenster und Fassade
 - 3.16.1 Elektromagnetische Abschirmung
 - 3.16.2 Radarreflexionsdämpfung
 - 3.17 Brandschutz in Fenster und Fassade
 - 3.18 Gebäudeintegrierte Photovoltaik
 - 3.19 Wintergärten
 - 3.19.1 Pflanzenwachstum hinter Glas
 - 3.20 Verglasungen für Aufzugsanlagen

3.1 Bauordnungsrecht

Einführung

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. Das Bauordnungsrecht ist im Wesentlichen in den Bauordnungen der Länder (Landesbauordnung – LBO) verankert. Die einzelnen LBOs basieren auf einer Musterbauordnung (MBO), die regelmäßig von der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) überarbeitet wird, mit dem Ziel, einheitliche Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Länder im Bereich des Wohnungswesens, des Bauwesens und des Städtebaus zu formulieren. Darüber hinaus soll sie für einen einheitlichen Vollzug sorgen.^[1] Die MBO ist selbst kein Gesetz, sie ist rechtlich nicht verbindlich. 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. Zwingende Vorgaben, die sich beispielsweise aus europarechtlicher Sicht ergeben können, müssen die Länder aber in jedem Fall beachten bzw. umsetzen. Allgemeine Anforderungen, die sich in den jeweiligen LBOs wiederfinden, sind in § 3 der MBO^[2] 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“. Für Bauarten und Bauprodukte gilt, dass diese nur angewendet werden dürfen, „wenn bei ihrer Anwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes erfüllen und für ihren Anwendungszweck (gebrauchs-) tauglich sind“ (vgl. § 16a Abs. 1 und § 16b Abs. 1 MBO). Die MBO regelt also u.a. die Verwendbarkeit von Baupro-

dukten und Bauarten, um die genannten allgemeinen Anforderungen an Anlagen erfüllen zu können.

Die in der MBO verwendeten Begriffe werden unter § 2 definiert, und zwar u. a. wie folgt:

Bauliche Anlagen sind mit dem Erdboden verbundene, aus Bauprodukten hergestellte Anlagen (s. § 2 Abs. 1 MBO).

Bauprodukte^[3] sind gem. § 2 Abs. 10 MBO zum einen Produkte, Baustoffe und Anlagen sowie Bausätze, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen eingebaut zu werden (Ziff. 1), zum anderen aus Produkten, Baustoffen, Bauteilen sowie Bausätzen vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden (Ziff. 2), wie z. B. Fertiggaragen oder Silos. Im Glasbau bezeichnet die Definition gem. Ziff. 1 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).

Unter die Definition gem. Ziff. 2 fallen vorgefertigte Verglasungssysteme, das heißt werkseitig vormontierte Systeme, bestehend aus der Glashaltekonstruktion 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.^[4]

Bauart ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen (s. § 2 Abs. 11 MBO). Gemeint ist die konstruktive Art des Zusammenfügens von Baustoffen und/oder Bauteilen, z. B. im Mauerwerks-, Stahlbeton- oder Fassadenbau.

Die Begriffe Baustoffe und Bauteile werden in der MBO nicht definiert; folgende Definitionen wurden hierzu entwickelt:

Baustoffe sind ungeformte und geformte Stoffe, die für die Herstellung oder Erhaltung baulicher oder anderer Anlagen oder ihrer Teile bestimmt sind. Ungeformte Stoffe sind z. B. Kies und Zement. Beispiele für geformte Stoffe sind künstliche Steine, Stahlträger oder Gussglas.^[5]

[1] vgl. hierzu im Einzelnen die Informationen unter www.is-argebau.de

[2] nachfolgend zitiert nach der aktuellen Musterbauordnung in der Fassung 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016

[3] Weller, Krampe, Reich, Glasbau-Praxis, Konstruktion und Bemessung, Band 1 Grundlagen, 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH

[4] Ernst, Schneider, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Bauen mit Glas, 1. Aufl. 2002

[5] vgl. z.B. Jäde in Jäde/Dirnberger/Bauer/Weiß, Die neue Bayerische Bauordnung, Art. 2, Rdnr. 216 m.w.N., 69. Erg.-Lieferung Sept. 2017

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).^[6]

Europarecht

Im europäischen Recht ist zwischen dem **Primärrecht** und dem **Sekundärrecht** der Europäischen Union zu unterscheiden. Das Primärrecht beruht auf dem Gründungsvertrag nebst dazugehörigen Protokollen sowie späteren Änderungen und Ergänzungen. Aktuell maßgeblich ist der „Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union“ (AEUV). Dieser legt fest, welche Befugnisse die EU hat, welche Befugnisse die Mitgliedstaaten und welche Befugnisse beide haben.

Unter dem Sekundärrecht versteht man das auf Grundlage des Primärrechts von den Organen der Europäischen Union erlassene Recht. Das Sekundärrecht darf nicht gegen das Primärrecht verstoßen. Folgende Handlungsformen sieht Artikel 288 des AEUV vor:

Verordnung ist eine Regelung mit unmittelbarer innerstaatlicher Geltung; sie hat in jedem Mitgliedstaat den Rang eines nationalen Gesetzes.

Richtlinie ist hinsichtlich des zu erreichenden Zieles verbindlich und ist von den Mitgliedstaaten innerhalb einer bestimmten Frist in staatliches Recht umzusetzen; sie überlässt den Mitgliedstaaten jedoch die Wahl der Form und der Mittel.

Beschlüsse sind verbindliche Regelungen im Einzelfall.

Empfehlungen und **Stellungnahmen** sind rechtlich nicht verbindlich.

Der **freie Warenverkehr** ist eine der vier im Binnenmarkt der Europäischen Union garantierten (Grund-/Markt-) Freiheiten. Die Warenverkehrsfreiheit wird durch die Zollunion und das Verbot von mengenmäßigen Ein- und Ausfuhrbeschränkungen sowie Maßnahmen gleicher Wirkung gesichert. Der freie Warenverkehr gilt für alle Waren aus den Mitgliedstaaten sowie für diejenigen Waren aus dritten Ländern (u. a. Europäische Freihandelszone EFTA), die sich in den Mitgliedstaaten im freien Verkehr befinden.

[6] vgl. z. B. Jäde in Jäde/Dirnberger/Bauer/Weiß, Die neue Bayerische Bauordnung, Art. 2, Rdnr. 218 m.w.N., 69. Erg.-Lieferung Sept. 2017

Die Bauproduktenrichtlinie und Bauproduktenverordnung

In Europa ist Ende 1988 die Bauproduktenrichtlinie (Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte, kurz: BPR) erlassen worden. Sie regelte das Inverkehrbringen von Bauprodukten, den freien Warenverkehr mit Bauprodukten und deren Verwendung.

Das Konzept der BPR^[7] sah vor, nicht die technischen Einzelheiten eines Produktes oder einer Produktgruppe zu beschreiben; vielmehr wurden wesentliche Anforderungen an Bauwerke festgelegt, die Bestimmung der Anforderungen an die einzelnen Bauprodukte wurde den Europäischen Normungsorganisationen überlassen. Die Bauprodukte mussten aber geeignet, also „brauchbar“ sein, damit die Bauwerke die wesentlichen Anforderungen erfüllen konnten. Diese Konzeption war folgerichtig, denn: Bauprodukte können z. B. nicht aus sich heraus „stand sicher“ sein. Vielmehr geht es um die Einbausituation: Welche Lasten hat z. B. der Träger aufzunehmen?

In Bezug z. B. auf umweltschädigende Auswirkungen stellen sich u. a. Fragen: 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?

Da die Umsetzung der BPR in den einzelnen Mitgliedstaaten sehr unterschiedlich erfolgte und hierunter die Akzeptanz der bauproduktenrechtlichen Regelungen, insbesondere der CE-Kennzeichnung, litt, hat man sich auf europäischer Ebene dazu entschlossen, die BPR durch eine Verordnung zu ersetzen.^[8]

Die **Bauproduktenverordnung** (Verordnung (EU) Nr. 305/2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten, kurz: EU-BauPVO) ist vollständig am 01.07.2013 in Kraft getreten. Mit der Einführung der EU-BauPVO haben sich auch einige Begriffe geändert. So wurden die

[7] s. hierzu Niemöller/Harr in Sieberath/Niemöller, Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen, Teil II: Rechtlicher Kommentar, S. 281 ff., 2. Aufl. 2010; vgl. zu den Besonderheiten der Umsetzung der BPR auch: Springborn, Inverkehrbringen und Verwendung von Bauprodukten – Die Bauproduktenrichtlinie und ihre Umsetzung, DIBT-Mitteilungen 1/2008

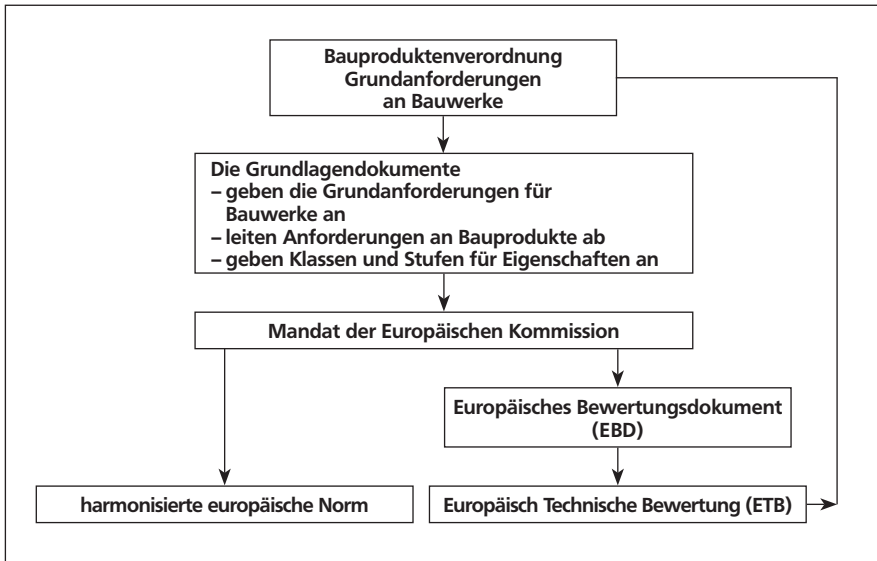
[8] Niemöller/Harr in Sieberath/Niemöller, Kommentar zur DIN EN 14351-1, Teil II: Rechtlicher Kommentar, S. 279 ff., 3. Aufl.

„wesentlichen Anforderungen“ der BPR in „Grundanforderungen“ umbenannt. Nach Artikel 3 und Anhang I EU-BauPVO müssen Bauwerke folgende Grundanforderungen erfüllen:

1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. Brandschutz
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
4. Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz
7. Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen.

Die Grundanforderungen werden in den Grundlegendendokumenten detailliert beschrieben. Die wesentlichen Merkmale von Bauprodukten werden in Bezug auf die genannten Grundanforderungen an Bauwerke festgelegt, und zwar in den harmonisierten technischen Spezifikationen (s. Art. 3 Abs. 1, 2 EU-BauPVO). Die EU-BauPVO kennt hiervon zwei Arten: Die harmonisierte Norm und das Europäische

Bewertungsdokument, das Grundlage der Europäischen Technischen Bewertung (ehemals Europäisch Technische Zulassung, European Technical Approval, kurz: ETA) ist. Entspricht ein Bauprodukt einer harmonisierten Norm oder einer Europäischen Technischen Bewertung, muss der Hersteller für dieses Produkt eine Leistungserklärung erstellen (Art. 11 Abs. 1 i.V.m. Art. 4-7 EU-BauPVO) und auf dieser Grundlage die CE-Kennzeichnung vornehmen (Art. 11 Abs. 1 i.V.m. Art. 8, 9 EU-BauPVO). 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. Im folgenden Bild^[9] wird der Zusammenhang zwischen den wesentlichen Anforderungen an Bauwerke, den Grundlegendendokumenten, den Mandaten der Europäischen Kommission für die Erarbeitung von technischen Spezifikationen und den technischen Spezifikationen selbst dargestellt.



Die Verantwortung für die Regelungen für Entwurf, Bemessung und Ausführung der Bauwerke liegt nach wie vor in der Verantwortung der Mitgliedstaaten. 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.

[9] Interpane, Gestalten mit Glas, 9. Auflage 2014

Bauproduktengesetz

Wie bereits erwähnt, muss die EU-BauPVO als Verordnung nicht mehr in nationales Recht umgesetzt werden. Sie gilt unmittelbar und hat den Status eines nationalen Gesetzes. Aufgrund dieser Tatsache hat das Bauproduktengesetz (BauPG), mit dem die ehemalige BPR in nationales Recht umgesetzt wurde, an Bedeutung verloren. Das aktuell geltende BauPG enthält „lediglich“ noch Regelungen, soweit die EU-BauPVO den nationalen Gesetzgebern eigene diesbezügliche Spielräume zugesteht, wie beispielsweise die Festlegung der Sprache, in der die Leistungserklärung erstellt werden muss.^[10] In Deutschland muss die Leistungserklärung in Deutsch erstellt werden (§ 6 BauPG).

CE-Zeichen

Das CE-Zeichen^[11] ist an allen Bauprodukten anzubringen, für die eine Leistungserklärung erstellt wurde (§ 8 Abs. 2 EU-BauPVO). Mit der Anbringung übernimmt der Hersteller die Verantwortung für die Konformität des Bauproduktes mit den in der Leistungserklärung aufgeführten Leistungseigenschaften. Anders als noch unter Geltung der BPR belegt die CE-Kennzeichnung nach der EU-BauPVO nun nicht mehr die grundsätzliche Brauchbarkeit des Bauproduktes.

Ein Bauprodukt mit einer CE-Kennzeichnung nach der EU-BauPVO darf zunächst einmal nur in den Verkehr gebracht werden. Die Verwendbarkeit vor Ort regeln in Deutschland sodann die LBOs, wobei Art. 8 Abs. 4 EU-BauPVO hierzu bestimmt: „Ein Mitgliedstaat darf (...) die Bereitstellung (...) oder die Verwendung von Bauprodukten, die die CE-Kennzeichnung tragen, weder untersagen noch behindern, wenn die erklärten Leistungen den Anforderungen für diese Verwendung in dem betreffenden Mitgliedstaat entsprechen“ (sog. Behinderungsverbot).

Novellierung des Bauordnungsrechts^[12]

Der Europäische Gerichtshof erklärte in seinem Urteil C-100/13 vom 16. Oktober 2014^[13] das Vorgehen

Deutschlands für unzulässig, nationale Zusatzanforderungen an Bauprodukte mit CE-Kennzeichnung zu stellen. Aus den Bauregellisten folgte, dass im europäisch harmonisierten Bereich neben der CE-Kennzeichnung bestimmte Eigenschaften zusätzlich mit einem Ü-Zeichen als nationales Verwendbarkeitszeichen erklärt werden mussten.

Um die Vorgaben aus dem EuGH-Urteil umzusetzen, wurde die Musterbauordnung (MBO) zuletzt durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13. Mai 2016 geändert. Die Länder sind – soweit noch nicht geschehen – derzeit damit befasst, ihre LBOs an die MBO anzupassen.

Zu den Neuerungen führte das DIBt u. a. in seiner Mitteilung vom 07.07.2017^[14] wörtlich aus:

Die novellierten Rechtsvorschriften sehen eine strikte Abgrenzung zwischen Anforderungen an Bauprodukte – soweit europarechtlich zulässig – und Regelungen für das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen, sogenannte Bauarten, vor. Statt der bisherigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall für Bauarten wird es nunmehr für Bauarten eine allgemeine oder vorhabenbezogene Bauartgenehmigung geben.

Dies hat Auswirkungen auf die Bescheide, die vom DIBt ausgestellt werden. Bei der Bearbeitung neuer Anträge werden seit dem 15. Juli 2017 folgende Fälle unterschieden:

Fall 1: Der Antrag enthält nur bauproduktbezogene Aspekte.

In diesem Fall wird wie bisher eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für das Bauprodukt erteilt.

Fall 2: Der Antrag enthält sowohl bauprodukt- als auch bauartbezogene Aspekte.

Anstelle der bisherigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für Bauprodukt und Bauart wird zukünftig eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für das Bauprodukt erteilt, die zugleich eine Bauartgenehmigung umfasst. Ziffer 8 der Allgemeinen Bestimmungen weist auf diese Doppelfunktion des Bescheids hin.

Fall 3: Der Antrag enthält nur bauartbezogene Aspekte.

Die bisherige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart wird durch eine allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt.

[10] Niemöller/Harr in Sieberath/Niemöller, Kommentar zur DIN EN 14351-1, Teil II: Rechtlicher Kommentar, S. 279, 3. Aufl. 2013

[11] vgl. zur Bedeutung und der Wirkung der CE-Kennzeichnung nach der EU-BauPVO z.B. Winkelmüller/van Schewick / Müller, Bauproduktrecht und technische Normung, Rdnr. 204 ff., 2015

[12] vgl. hierzu insbes. die Stellungnahmen, Informationen und Hinweise des DIBt auf www.dibt.de

[13] Eine Urteilsbesprechung findet sich z.B. bei Niemöller/Harr, Freier Warenverkehr und Produktsicherheit – ein Gegensatz? in NZBau, 2015, S. 274 ff.

[14] Mitteilung des DIBt, Information zu neuen Bescheidtypen, Stand: 07.07.2017, abrufbar unter www.dibt.de

Die neue Musterbauordnung

Statt auf die zuletzt maßgeblichen Bauregellisten verweist die neue/aktuelle MBO auf die (Muster-) Verwaltungsvorschrift der Technischen Baubestimmungen (MVV TB). Diese liegt aktuell in der Fassung vom 31.08.2017 (nebst Druckfehlerkorrektur vom 11.12.2017) vor. In den Vorbemerkungen hierzu heißt es wie folgt:

„Die Musterbauordnung (MBO) enthält in § 85 a Abs. 1 MBO die Ermächtigung, im Rahmen einer Verwaltungsvorschrift die allgemeinen Anforderungen an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen durch Technische Baubestimmungen zu konkretisieren. In § 85 a Abs. 2 MBO werden detaillierte Vorgaben gemacht, zu welchen bauaufsichtlichen Anforderungen Konkretisierungen vorgenommen werden können. Die Konkretisierungen können durch Bezugnahme auf technische Regeln und deren Fundstellen oder auf andere Weise erfolgen, insbesondere in Bezug auf:

- die Planung, Bemessung und Ausführung baulicher Anlagen und ihrer Teile,
- Merkmale und Leistungen von Bauprodukten in bestimmten baulichen Anlagen oder ihren Teilen,
- Verfahren für die Feststellung der Leistung eines Bauproduktes, das nicht das CE-Zeichen nach Bauproduktenverordnung trägt,
- zulässige und unzulässige besondere Verwendungszwecke für Bauprodukte,
- Festlegungen von Klassen und Stufen, die Bauprodukte für bestimmte Verwendungszwecke aufweisen sollen,
- Voraussetzungen für die Abgabe der Übereinstimmungserklärung für nicht harmonisierte Produkte,
- Angaben zu nicht harmonisierten Bauprodukten sowie zu Bauarten, die eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses bedürfen sowie
- Art, Inhalt und Form der technischen Dokumentation.

Es gilt der Grundsatz, dass nur solche Inhalte in die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) als Technische Baubestimmungen aufgenommen werden, die zur Erfüllung der Anforderungen der Bauordnungen an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen unerlässlich sind. Die Bauaufsichtsbehörden können jedoch im Rahmen ihrer Entscheidungen zur Ausfüllung unbestimmter Rechtsbegriffe auch auf allgemein anerkannte Regeln der Technik zurückgreifen, die keine Technischen Baubestimmungen sind. Das Deutsche Institut für Bautechnik macht nach Anhörung der beteiligten Kreise im Einvernehmen mit den obersten Bauaufsichtsbehörden die Technischen Baubestimmungen als Muster-Verwaltungsvorschrift bekannt. Für eine unmittelbare Geltung in dem jeweiligen Land ist die öffentliche Bekanntmachung der Verwaltungsvorschrift erforderlich.“

Aufgebaut ist die MVV TB wie folgt:

Teil A

Technische Baubestimmungen, die bei der Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke zu beachten sind.

Teil B

Technische Baubestimmungen für Bauteile und Sonderkonstruktionen, die zusätzlich zu den in Abschnitt A aufgeführten Technischen Baubestimmungen zu beachten sind.

Teil C

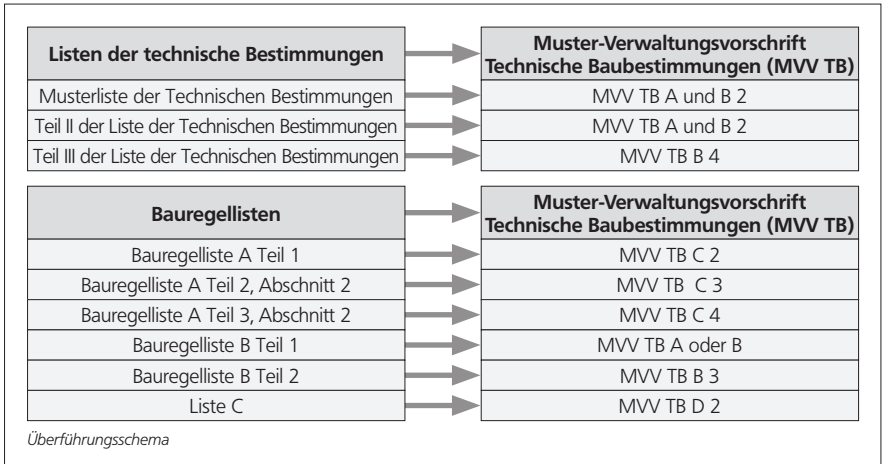
Technische Baubestimmungen für Bauprodukte, die nicht die CE-Kennzeichnung tragen, und für Bauarten.

Teil D

Bauprodukte, die keines Verwendbarkeitsnachweises bedürfen.

Die MVV TB müssen auch weiterhin wie bisher die (Muster-) Liste der Technischen Baubestimmungen in den einzelnen Bundesländern eingeführt werden. Der aktuelle Stand der Umsetzung wird auf der Homepage des DIBT dargestellt.

Das nachfolgende Schaubild verdeutlicht die Überführung der Liste der Technischen Baubestimmungen und Bauregellisten nach alter Rechtslage in die MVV TB nach aktueller MBO.



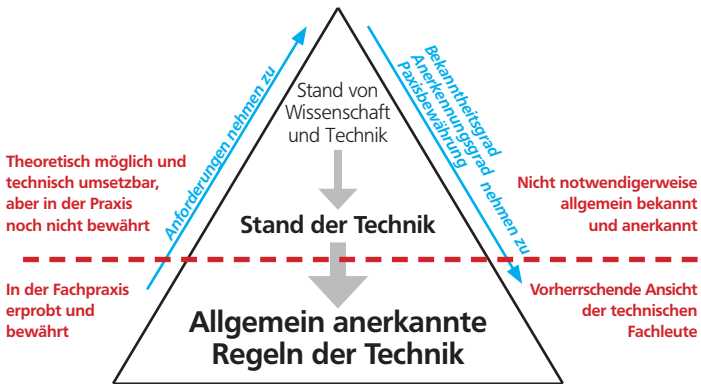
Technikklauseln

In Deutschland kennt man drei Technikstandards:^[16]

Unter dem Begriff der *allgemein anerkannten Regeln der Technik* werden technische Regelwerke verstanden, die wissenschaftlich erwiesen, theoretisch richtig, in Fachkreisen bekannt, aufgrund fortdauernder Erfahrung weiterhin geeignet sind und die sich in der Praxis restlos durchgesetzt haben.

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.

Unter dem *Stand der Wissenschaft* versteht man technische Regelwerke, die wissenschaftlich nachgewiesen, experimentell erprobt, anwendungstechnisch aber nicht erprobt sind.



Die drei Stufen der Technikstandards^[17]

[16] Besser beraten mit warmer Kanten, Glaswelt 02-2014, Ingrid Meyer-Quel

[17] Zu den Definitionen und Abgrenzungen s. Seibel, „Stand der Technik“, „allgemein anerkannte Regeln der Technik“ und „Stand von Wissenschaft und Technik“ in BauR 2004, 266 ff.

Zusammenfassung

Bauarten dürfen nur angewendet werden, wenn sie den Anforderungen der MBO bzw. der jeweils maßgeblichen LBO entsprechen. Bauarten, die von einer Technischen Baubestimmung (VV TB) abweichen oder für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt, bedürfen grundsätzlich einer allgemeinen Bauartgenehmigung oder einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vgl. § 16a MBO).

Bauprodukte müssen den allgemeinen Anforderungen an deren Verwendung entsprechen (vgl. § 16b

MBO). Im Übrigen ist zwischen dem europäisch harmonisierten Bereich (Bauprodukte mit CE-Kennzeichnung, vgl. § 16 c MBO) und dem nicht harmonisierten, mithin dem rein nationalen Bereich (vgl. §§ 17 ff. MBO), zu unterscheiden. Nur im zuletzt genannten Bereich muss der Hersteller das altbekannte Ü-Zeichen weiterhin abgeben, soweit es sich nicht um ein Produkt handelt, das keines Verwendbarkeitsnachweises bedarf. Mit dem Ü-Zeichen wird die Übereinstimmung mit den Technischen Baubestimmungen, den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen oder den Zustimmungen im Einzelfall bestätigt (§ 21 Abs. 1 MBO).

3.2 Europäische Bauproduktenverordnung EU-BauPVO

Die Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) vom 9. März 2011 ersetzt die Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG vom 21. Dezember 1988

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

3.2

1) Allgemeines

Die o. g. Bauproduktenverordnung ersetzt die Bauproduktenrichtlinie (BPR). Dies hat auch Auswirkungen auf die praktizierte „CE-Kennzeichnung“ (siehe Kap. 3.3).

- die Angabe der Leistung von Bauprodukten (Leistungserklärung) und
- die CE-Kennzeichnung

Keine CE-Kennzeichnung ohne Leistungserklärung!

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.

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)

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.

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 NPД 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, durchschuss- und explosionshemmende Verglasungen) gilt System 1.

3) CE-Kennzeichnung

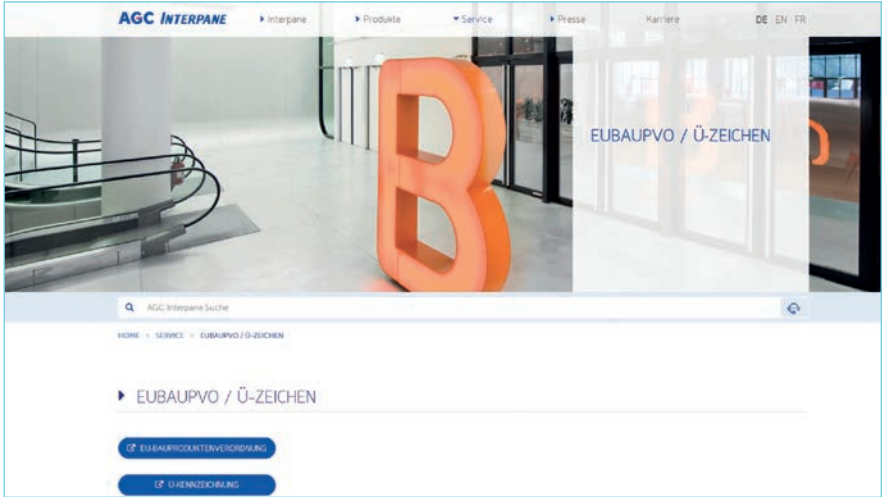
- Eine CE-Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn auch eine Leistungserklärung abgegeben wurde.
- Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Hersteller die Konformität des Produkts mit der in der Leistungserklärung angegebenen Leistung. Bisher wurde nur die Übereinstimmung des Bauprodukts mit der harmonisierten Norm bestätigt.

Zur-Verfügung-Stellung der Leistungserklärung und CE-Deklaration

3.2

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.



Beispiel einer Leistungserklärung

Leistungserklärung AGC INTERPANE	
0502234945001	
1. Produkttyp	BG ipa.neut.70/37 Fl.6 FM
2. Typ	0502234945001
3. Verwendungszweck	Beschichtetes Glas zur Verwendung in Gebäuden und Bauten
4. Hersteller	INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG Sohnreysstr. 21, D - 37697 Lauenförde
5. Bevollmächtigter	AVCP System
6. System zur Bewertung der Leistungsbestandigkeit	Entsprechend EN 1096-4:2004 wurde eine Erstprüfung nach dem AVCP System vorgenommen und ein Prüfbericht erstellt.
7. Harmonisierte Produktnorm	-
8. Notifizierte Stelle	-
9. Erklärte Leistung:	
Wesentliche Merkmale	AVCP System Leistung
B.1 Feuerwiderstand	1 NPD
B.2 Brandverhalten	3,4 A1
B.3 Verhalten bei Beanspruchung durch Feuer von außen	3,4 NPD
B.4 Durchschusshemmung	1 NPD
B.5 Sprengwirkungshemmung	1 NPD
B.6 Einbruchhemmung	3 NPD
B.7 Widerstand gegen Penetration	3 NPD
B.8 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturschläge	4 40K
B.9 Widerstand gegen Schnee, Wind, Dauerlast bzw. weitere Beanspruchungen der Verglasung	4 6mm
B.10 Direkte Luftschalldämmung	3 31(-2;-3) dB
B.11 Thermische Eigenschaften	3 5,7 W/(m²K)
B.12 Lichttransmissionsgrad und Lichtreflexion	3 0,77(0,66/0,88)
B.13 Solarenergetische Merkmale Gesamtenergiedurchlassgrad	3 0,38(0,45/0,33)
B.14 Dauerhaftigkeit	3 Bestanden

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. Urheberrechtlich für den Hersteller und im Namen des Herstellers von:

gez. Ann C. Heschbach (Vorstand) gez. Christophe Heinrich (Vorstand)
Lauenförde, 03.07.2018

Dieses Dokument wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

AGC INTERPANE	
INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG Sohnreysstr. 21, D - 37697 Lauenförde	
18	
EN 1096-4:2004	
Beschichtetes Glas zur Verwendung in Gebäuden und Bauten	
BG ipa.neut.70/37 Fl.6 FM	
Eigenschaften:	
Sicherheit im Brandfall	NPD
Widerstand	A1
Brandverhalten	NPD
Nutzungssicherheit	
Durchschusshemmung	NPD
Sprengwirkungshemmung	NPD
Einbruchhemmung	NPD
Widerstand gegen Penetration	NPD
Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturschläge	40K
Widerstand gegen Schnee, Wind, Dauerlast bzw. weitere Beanspruchungen der Verglasung	6mm
Schallschutz	
Direkte Luftschalldämmung	31(-2;-3) dB
Energiehaltung und Wärmeschutz	
Thermische Eigenschaften	5,7 W/(m²K)
Lichttransmissionsgrad	0,77
Lichtreflexionsgrad	0,88
- Oberfläche 1	0,88
- Oberfläche 2	0,88
Gesamtenergiedurchlassgrad	0,43
Sonnenenergieertragskoeffizient	0,39
Sonnenenergieertragskoeffizient	0,45
- Oberfläche 1	0,33
- Oberfläche 2	0,33

Caen, 03.07.2018 CPR002204945001 Werk Interpane Pflanzl. Auftrag 2204840/Produkt 1 [Dokument drucken](#)

Die deklarierten Eigenschaften und Werte gelten für den durchschnittlichen Flächenanteil der Glasfläche, deren Oberfläche nicht mehr weiter bearbeitet ist, z.B. durch Siebdruck, Emailierung, Bohrungen.

3.3 CE-Kennzeichnung – europäische Produktnormen

CE heißt Communautés Europeennes – 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 Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen bekannt gegeben. Zur Zeit betrifft dies Produkte, die über eine AbZ in Deutschland zugelassen sind, wie z. B. emailliertes ESG, ESG-H und TVG für geklebte Fassadenelemente zur Verklebung mit dem Klebstoff DC 993, Structural Glazing und ESG-H.

Die CE-Kennzeichnung ist die Erklärung des Herstellers, dass das Produkt mit der entsprechenden 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.

3.3

Produktnorm	Zeitpunkt der ersten 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 Erstprüfergebnissen
 - 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 AGC 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.

3.3.1 Freiwillige Kennzeichnung RAL-Gütezeichen Mehrscheiben-Isolierglas

Qualitätsanforderungen an Isolierglas nach RAL

Die europäisch harmonisierten Produktnormen (EN) für Isolierglas beinhalten das Konzept festgelegter Qualitätseigenschaften, werkseigener Qualitätskontrollen und Dokumentation der Prüfergebnisse. Diese Normen vereinen somit Elemente 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 fremdüberwachten, Isolierglas. In den aktuellen Güte- und Prüfbestimmungen erfolgt nun auch die Fremdüberwachung der Vor-Produkte von MIG, um dem Ansatz einer geschlossenen Qualitätskette näher zu kommen. So werden die Hersteller von Primär- und Sekundärdichtstoff, Abstandhaltern sowie Trockenmitteln durch externe Institute überprüft.

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 Festlegungen 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.

3.3.1

3.4 Nachhaltigkeit von transparenten Bauteilen

3.4

Die Klimaschutzdebatte, drastisch gestiegene Energiepreise sowie die bereits zu beobachtende Ressourcenverknappung durch kontinuierliche Nachfrageausweitung der BRIC-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China) und die immer schwierigeren 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 nachdrücklich 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 ökologisches, soziales und ökonomisches Gefüge hinterlassen.“



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_{wv} von $0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mit einem hocheffizienten Dreifach-Sonnenschutzglas ipasol Sondertyp.

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 nachhaltiges 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 Marktvorteile 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 Preisauflagen 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 der 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, BREEAM 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.

3.4.1 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 Planer, 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™*-Zertifikat anbietet.

C2C: wachsende Akzeptanz bei Gebäuden und Inneneinrichtungen

Über 60 % der nach *Cradle to Cradle Certified™* 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™*.

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™

In der neuen LEED-Version 4 für Neubauten, deren offizielle Markteinführung Ende November 2013 war, werden für Produkte des Standards Cradle to Cradle Certified™ mehr Punkte als bisher vergeben. In der neuen Version tragen Produkte des Standards *Cradle to Cradle Certified™* bis zu zwei Punkte im Bereich Materialien & Ressourcen bei. Diese Punkterhöhung spürt 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™* können Architekten und Bauunternehmen also eine höhere Punktzahl erzielen.

Es gibt fünf Zertifizierungsstufen:

Basic, Bronze, Silber, Gold und Platin. Mit dem Ziel, die Zertifikate 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™-Silber-Zertifikat*

- Floatglas-Produkte
- Glasprodukte mit Magnetronbeschichtung
- Lackiertes und säuregeätztes Glas

und ein *Cradle-to-Cradle-Certified™-Bronze-Zertifikat* für

- Isolierglas
- Verbundsicherheitsglas
- Dekorglas
- Spiegel.

3.4.2 LEED

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) ist ein Zertifizierungssystem für ökologisches Bauen, das die Gesamtleistung eines Gebäudes mit einer Reihe von Kriterien vergleicht. Dieses System wurde von der US Green Building Council (USGBC) entwickelt.

Seit Ende 2016 gelten für alle Bauvorhaben die Bestimmungen von LEED® v4, die die Produkttransparenz, Informationsweitergabe und Lebenszyklusanalyse der im Gebäude verwendeten Materialien und Komponenten stärker in den Vordergrund stellen.

Bei LEED® v4 werden in neun Hauptkategorien eine Reihe von Anforderungen, den sogenannten Credits, für die Bewertung verschiedener Parameter der in einem Bauvorhaben eingesetzten Produkte und Materialien gestellt. Gibt es für einen Credit keine Vorbedingungen, so werden hierfür die Punkte in Abhängigkeit von der Relevanz für Nachhaltigkeit und das Wohlbefinden vergeben.

Beurteilungskategorien:

- Integrativer Prozess
- Lage und Transport
- Nachhaltige Standortentwicklung
- Wassereinsparung
- Energie und Atmosphäre
- Materialien und Ressourcen
- Innenraumqualität und –komfort
- Innovation
- Regionale Priorität

AGC INTERPANE kann die Kunden in ihrem Bemühen um eine bessere Einstufung ihrer Gebäude unterstützen. Durch den aktiven Einsatz von Cradle to Cradle™-Produkten (s. Kapitel 3.4.1) haben Architekten, Designer und Fachplaner Anspruch auf LEED-Punkte in der Innovationskategorie und werden somit bei der Green Building-Zertifizierung höher eingestuft.

Glas ist ein hervorragendes Material, um die Ökobilanz von Gebäuden zu verbessern. Folgende vier Umweltsektionen werden direkt oder indirekt von Glas beeinflusst:

- Energie und Atmosphäre
- Materialien und Ressourcen
- Innenraumqualität und –komfort
- Innovation

Die Produkte von AGC INTERPANE können bis zu 41 der 110 Zertifizierungspunkte ausmachen.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an unsere Abteilung IBC unter ibc@interpane.com. Eine ausführliche Broschüre ist unter www.agc-yourglass.com zu finden.

LEED Certified (Zertifikat)	LEED Silver (Silber)	LEED GoldLEED	Platinum (Platin)
40-49 Punkte	50-59 Punkte	60-79 Punkte	80 oder mehr Punkte

3.4.2

3.4.3 BREEAM

3.4.3

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ist ein ursprünglich aus Großbritannien stammendes Bewertungssystem für ökologische und soziokulturelle Aspekte der Nachhaltigkeit von Gebäuden und somit das älteste und am weitesten verbreitete Zertifizierungssystem für nachhaltiges Bauen. Zuerst wurde es von Building Research Establishment (BRE) 1990 publiziert.

Dabei wird die Gesamtleistung eines Gebäudes mit bestimmten Kriterien verglichen. Es gibt mehrere BREEAM®-Zertifizierungssysteme zur besseren Beurteilung der Umwelleistung eines Projekts in Abhängigkeit von seinem Standort, seiner Funktion (Büro, Einzelhandel, etc.) und Bauart (Sanierung, Neubau, etc.).

BREEAM vergibt nach einem einfachen Punktesystem in zehn Beurteilungskategorien ein Gütesiegel in vier Abstufungen (Ausgezeichnet, Sehr gut, Gut oder Durchschnittlich). Die Kriterien berücksichtigen Auswirkungen auf globaler, regionaler, lokaler und innenräumlicher Ebene. BREEAM betrachtet den gesamten Lebenszyklus und gewichtet die Umweltauswirkungen.

Beurteilungskategorien:

- Management
- Energie
- Wasser
- Abfall
- Verschmutzung
- Gesundheit und Wohlbefinden
- Transport
- Materialien
- Flächenverbrauch und Umweltschutz
- Innovation

BREEAM® International NC 2016 ist in zehn Umweltsektionen unterteilt, in denen ein Bauvorhaben bei Erfüllung der Anforderungen jeweils Punkte anhand verschiedener Bewertungskriterien erzielen kann. Da die eigentliche Bewertung am Gebäude vorgenommen wird, müssen die BREEAM®-Kriterien zur Erzielung einer hohen Punktzahl in jedem Stadium des Vorhabens (Planung, Konzeptionierung, Bau, Nutzung) erfüllt werden. Verwendete Baustoffe fließen mit in die Berechnung ein und wirken sich somit direkt auf die zu erreichende Punktzahl aus.

Ab 2016 müssen alle Bauvorhaben den Vorgaben der BREEAM® International NC 2016 entsprechen, die die Produkttransparenz, Informationsweitergabe und Lebenszyklusanalyse der im Gebäude verwendeten Materialien und Komponenten stärker in den Vordergrund stellen.

AGC INTERPANE kann die Kunden in ihrem Bemühen um eine bessere Einstufung ihrer Gebäude unterstützen. Glas ist ein hervorragendes Material, um die Ökobilanz von Gebäuden zu verbessern. Folgende vier Umweltsektionen werden direkt oder indirekt von Glas beeinflusst:

- Energie
- Gesundheit und Wohlbefinden
- Materialien
- Innovation

Bei Bürogebäuden können die Produkte von AGC INTERPANE bis zu 34% von 110% (100% der 9 Sektionen plus zusätzliche 10% für die Innovation) der Gesamtbewertung ausmachen.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an unsere Abteilung IBC unter ibc@interpane.com. Eine ausführliche Broschüre ist unter www.agc-yourglass.com zu finden.

Pass (Bestanden)	Good (Gut)	Very good (Sehr gut)	Excellent (Ausgezeichnet)	Outstanding (Herausragend)
40-45 %	45-55%	55-70%	70-85%	≥ 85%

3.5 Energieeinsparung

Die effiziente Nutzung unserer Ressourcen wird zunehmend wichtiger. Die Gebäudehülle von Wohn- und Nichtwohngebäuden trägt einen entscheidenden Teil zur Energieeinsparung bei. Da sich der Baustoff Glas großer Beliebtheit erfreut, wird Fenstern und Fassaden eine zentrale Rolle zuteil. Sowohl bei der Wärmedämmung, um Heizkosten einzu-

sparen, als auch beim sommerlichen Wärmeschutz, um die Kosten für die Klimatisierung zu optimieren. Ferner versorgen Verglasungen Räume mit natürlichem Tageslicht und helfen somit, die Energie für den Einsatz von Kunstlicht zu minimieren.

Diesen und weiteren Themen widmet sich Kapitel 3.

3.5

3.5.1 Regeln und Vorschriften für das Energiesparen bei Gebäuden mit dem Fokus auf Glas, transparente Außenbauteile, Fenster und Fassaden

Autorin: Melita Tuschinski, Dipl.-Ing.UT, Freie Architektin Stuttgart,
Herausgeberin des Experten-Portals EnEV-online.de

3.5.1

Einführung und Historie

Die Geschichte der Energiesparregeln für Gebäude beginnt vor über 40 Jahren mit der Erdölkrise. Die plötzlich „versiegten“ Heizölquellen bringen den Wärmeverlust durch die Gebäudehüllen in den Fokus der Politik und die ersten Regeln fordern einen besseren Wärmeschutz für Fenster, Fassaden, Dächer und Decken. Seither haben sich die politischen Ziele und der gesteckte Zeitrahmen erheblich gewandelt: Gebäude sollen nicht nur Heizenergie einsparen, sondern auch erneuerbare Energien nutzen und den Klimaschutz berücksichtigen. Auch erweitert sich der Blick zunehmend auf Quartiers- und Orts-Ebene. Die kürzlich verabschiedete EU-Gebäuderichtlinie 2018 – bekannt unter der englischen Abkürzung „EPBD“ Energy Performance on Buildings Directive – schreibt beispielsweise die Gebäude-Standards bis 2030 vor und der Klimaschutzplan der Bundesregierung sieht einen nahezu klimaneutralen Baubestand bis 2050 vor.

Energieeinsparungsgesetz (EnEG)

Der Erdöl-Schock der 70-er Jahre enthüllt erstmals, wie direkt unsere Gebäude-Heizung von den Importen abhängt. Die Politik antwortet darauf mit dem Energieeinsparungsgesetz für Gebäude – abgekürzt: EnEG. Dieses ermächtigt seither die Bundesregierung, dass sie Verordnungen erlässt, die helfen sollen, den Energieverbrauch zum Heizen und Wassererwärmen in Gebäuden zu mindern. Dieses Gesetz änderte der Bund seither mehrfach aufgrund neuer europäischer Vorgaben. Mittlerweile gilt das EnEG 2013. Es verpflichtet die Bundesregierung, auch die Vorgaben der EU-Gebäuderichtlinie EPBD 2010 umzusetzen. Dazu gehört auch den Niedrigenergie-Standard für alle Neubauten ab 2021 einzuführen und für öffentliche Gebäude bereits ab 2019. Das EnEG betrifft jedoch auch Planer, Bauherren und die Bauwirtschaft, denn die aktuelle Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) verweist – wie auch frühere Versionen – bei Ordnungswidrigkeiten direkt auf die Bußgeldvorschriften des Gesetzes. Wer beispielsweise über 10 Prozent der Fensterfläche oder der Außenwand seines Gebäudes energetisch saniert und den EnEV-Wärmeschutz nicht erfüllt, riskiert bis zu 50.000 Euro Bußgeld. Dies betrifft sowohl Bauherren als auch die beauftragten Fachleute.

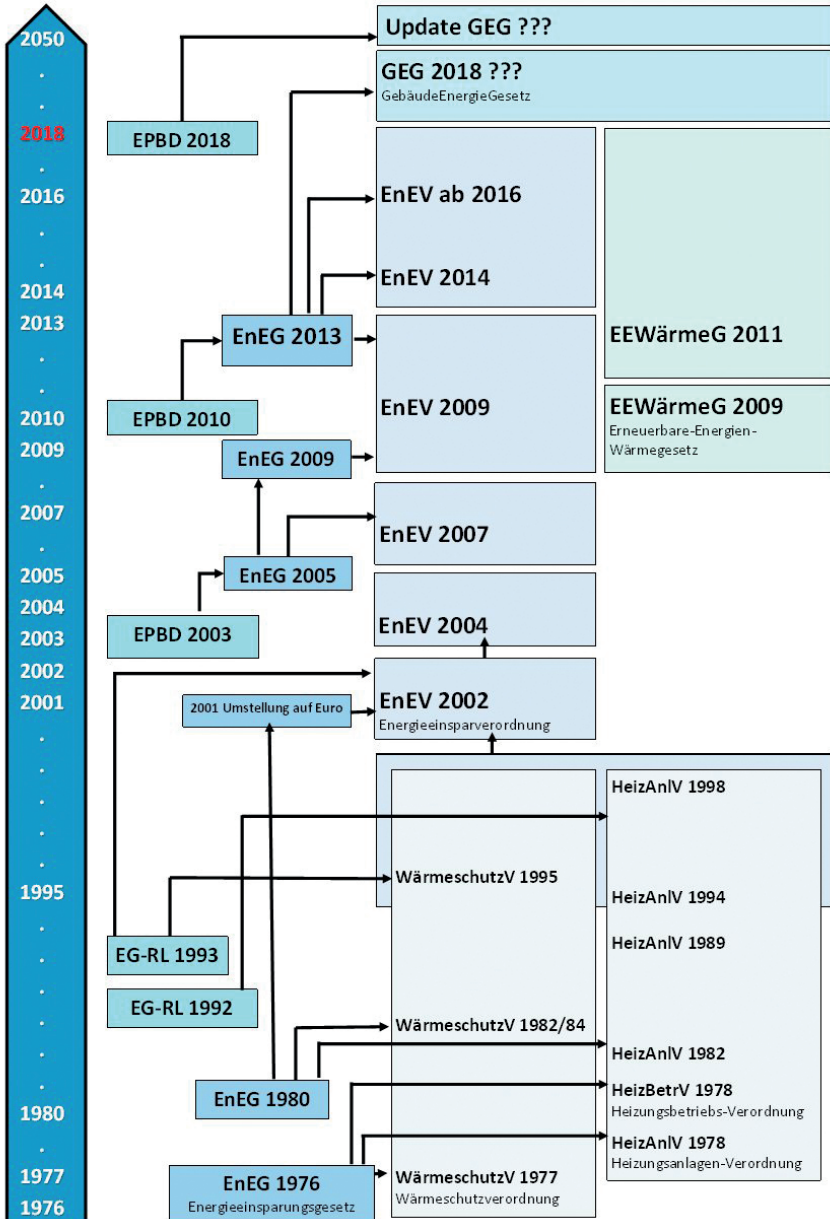
EU-Gebäuderichtlinien (EPBD)

Weil die klimaschädlichen Heizungsabgase keine Ländergrenzen kennen, verabschiedete die Europäische Gemeinschaft bereits 1992 die erste Richt-

linie zur Energieeinsparung in Gebäuden. Diese betrifft zunächst den Wirkungsgrad von Heizkesseln. In Deutschland setzte die erste Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV) diese Vorgaben um. Doch bereits 1993 handelte, die erste EU-Richtlinie für Gebäude davon, dass die Mitgliedstaaten die gesetzlichen Rahmen schaffen, beispielsweise für Energieausweise und die Wärmedämmung von Neubauten. Seither aktualisieren die EU-Gremien die Gebäuderichtlinie stetig und erlassen in größeren Zeitintervallen auch erneuerte Versionen. Seit der EPBD 2003 hat sich der Fokus auf die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erweitert. Der Bund setzte bisher die verbindlichen EU-Vorgaben jeweils über geänderte EnEG-Versionen um. In einem weiteren Schritt regeln die bundesweiten Verordnungen der EnEV die Anforderungen an Gebäude und ihre Anlagentechnik zum Heizen, Lüften, Wassererwärmen, Beleuchten, usw. (siehe Abbildung). Über die neueste EPBD 2018 berichten wir im letzten Abschnitt „Ausblick auf Regeln und Normen“ Seite 81.

Wärmeschutzverordnung (WSchVO)

Aufgrund des EnEG 1976 erlässt der Bund die erste Wärmeschutzverordnung – kurz: WSchVO 1977. Als Maßstab für den Schutz der Wärme in Gebäuden setzt die Verordnung den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Wert) der wärmeabgebenden Hülle um das beheizte Bauvolumen des Gebäudes. Dieser Kennwert berücksichtigt Außenwände, Fenster, Türen, Dächer und Decken. Der k-Wert besagt, wie viel Wärmeenergie in Watt (W) durch einen Quadratmeter (m²) eines Außenbauteils bei einer Temperaturdifferenz von einem Kelvin (K) entweicht. Die WSchVO 1977 setzt den Wärmeschutz in Bezug zum Formfaktor des Gebäudes, also des Verhältnisses der wärmeübertragenden Umfassungsfläche zum beheizten Bauvolumen. Kompaktere Gebäude mit kleineren Formfaktoren verlieren weniger Wärme und dürfen höhere mittlere k-Werte aufweisen. Dabei bilden Fenster und Fassaden einen Großteil der Außenhülle. Deshalb fordert die WSchVO 1977 für außenliegende Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen mindestens Isolier- oder Doppelverglasungen. Auch begrenzt sie den Wärmeverlust durch Außenwände und Fenster im Bereich von Heizkörpern sowie durch Fugen von außenliegenden Fenstern und Bauteilen. Alternativ zum mittleren k-Wert der Gebäudehülle gibt die WSchVO 1977 auch Höchstwerte für die k-Werte der Außenbauteil-Typen an, jeweils abhängig von der Grundrissgröße des Gebäudes. Die erneuerte WSchVO 1982



Überblick der Geschichte der Energiesparregeln für Gebäude – Autorin: Melita Tuschinski - 31.05.2018

setzt bei außenliegenden Fenstern die Grenze für den k-Wert bei $3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ an, mit Ausnahmen bei großflächigen Verglasungen.

Die letzte WSchVO 1995 erlaubt nur noch Doppelverglasungen und erweiterte ihr Konzept, indem sie den Heizwärmebedarf von Gebäuden zusätzlich begrenzt, parallel zu den inzwischen geltenden Heizungsanlagenverordnungen (HeizAnlV 1994 und 1998).

Energieeinsparverordnung (EnEV)

Im Jahr 2002 löst die erste Energieeinsparverordnung (EnEV 2002) die bis dahin parallel geltenden Verordnungen für den Wärmeschutz (WSchVO) und für die Heizungsanlagen (HeizAnlVO) ab. Sie begrenzt parallel zum Wärmeschutz der Gebäudehülle auch den Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden zum Heizen, Wassererwärmen und Lüften sowie bei Nichtwohnbauten auch zum Beleuchten. Dabei berücksichtigt die EnEV auch die Verluste durch Wärmebrücken von Außenbauteilen und fordert luftdichte Außenhüllen. Dieses Prinzip hat die Verordnung auch in späteren Novellen (EnEV 2004, 2007, 2009, 2014) beibehalten und die energetischen Anforderungen Schritt für Schritt – zuletzt ab 2016 nur für Neubauten – erhöht. Für Fenster schreibt die EnEV 2014 beispielsweise als Standard-Ausführung des Referenzgebäudes im Neubau und als Höchstwert bei Erneuerung im Bestand – einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vor.

Die aktuelle EnEV 2014 sieht auch vor, dass der Bund die Energiesparregeln für Gebäude vereinfacht und zusammenführt, denn seit 2009 berücksichtigen Bauherren parallel auch das Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz (EEWärmeG). Diesem zufolge decken sie die benötigte Wärme und Kälte in ihren Neubauten teilweise durch erneuerbare Energien oder anerkannte Ersatzmaßnahmen ab. Zu Letzteren zählt die „Übererfüllung“ der EnEV-Vorgaben, was erfahrungsgemäß viele Bauherren gerne wahrnehmen, samt dem besseren Wärmeschutz der Gebäudehülle.

2017 arbeiteten die zuständigen Bundesministerien einen Entwurf für ein neues GebäudeEnergieGesetz (GEG) aus, das die bisherigen Regeln zusammenführt. Dieses blieb jedoch auf den parlamentarischen Wegen vor der Bundestagswahl „stecken“. Nun soll im Herbst 2018 voraussichtlich ein neuer GEG-Entwurf auch die Vorgaben des Koalitionsvertrages der neuen Bundesregierung mitberücksichtigen. Wir berichten im letzten Abschnitt „Ausblick auf Regeln und Normen“ Seite 81.

Anforderungen bei Neubauten

Auf dem Weg zum EU-geforderten Niedrigstenergie-Standard erhöht die EnEV 2014 seit dem 1. Januar 2016 die energetischen Anforderungen an Neubauten: Den erlaubten Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes mindert die Verordnung seither um 25 Prozent und den maximalen Wärmeverlust durch die Gebäudehülle um ungefähr 20 Prozent.

Referenzgebäude-Prinzip

Seit der ersten EnEV 2002 gibt das entsprechende Referenzgebäude den Höchstwert für den erlaubten Jahres-Primärenergiebedarf eines zu errichtenden Gebäudes an. Der Planer berechnet parallel den Jahresprimärenergiebedarf für sein eigenes Gebäude und für das Referenzgebäude. Während beide Gebäude die gleiche Geometrie, Baumaße, Nutzflächen, Ausrichtung, Nutzung und Anordnung der Nutzungseinheiten aufweisen, ist das Referenzgebäude mit den Standardwerten nach EnEV ausgestattet. Dieses betrifft die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Außenbauteile, den Wärmebrückenzuschlag, die Bemessungswerte für die Luftdichtheit der Gebäudehülle, die Berücksichtigung des Sonnenschutzes sowie die technische Ausstattung zum Heizen, Lüften, Warmwassererwärmen, Kühlen und bei Nichtwohngebäuden auch für die Tageslichtnutzung und Beleuchtung. Dabei gibt die EnEV einige Werte direkt an und verweist für andere Angaben auf deren Berechnung anhand der entsprechenden Normen.

Hier einige Beispiele von Referenzwerten für Wohngebäude nach EnEV 2014:

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient U_w	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
Fenster und Fenstertüren	$1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,60
Dachflächenfenster	$1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,60
Lichtkuppeln	$2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,64

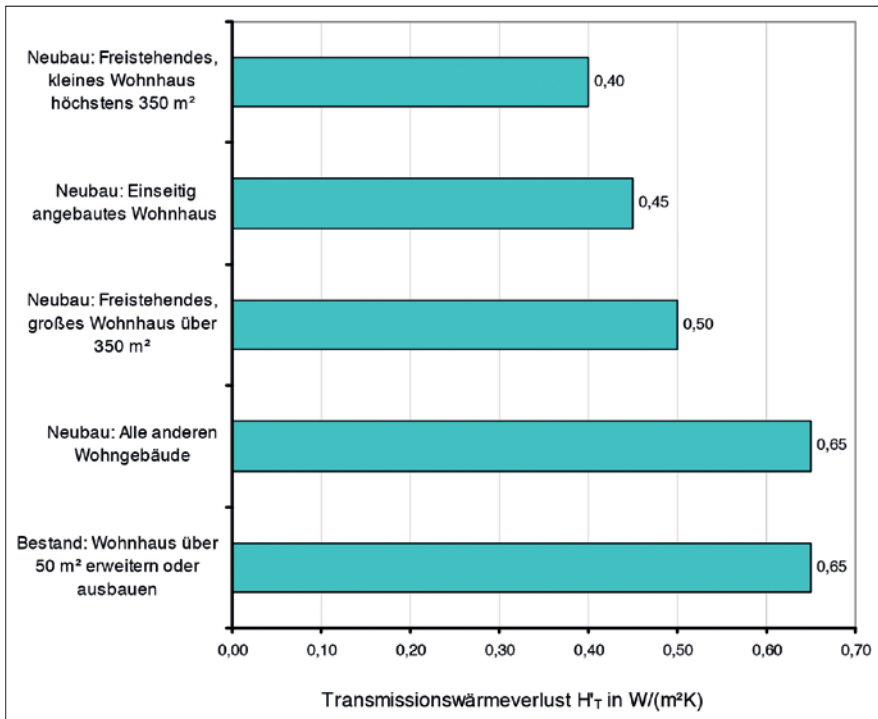
Neue Wohngebäude

Die EnEV fordert energieeffiziente, neu errichtete Wohngebäude. Als Maßstab für die Energieeffizienz gelten dabei folgende Anforderungen an das fertig erbaute Wohnhaus:

- Der jährliche Primärenergiebedarf für die Anlagentechnik darf den Jahres-Primärenergiebedarf des entsprechenden Referenzhauses nicht überschreiten.
- Der Wärmeschutz der Außenhülle muss gewährleisten, dass der spezifische Transmissionswärmeverlust die von der EnEV vorgegebenen Werte nicht überschreitet. (siehe Diagramm).

- Der sommerliche Wärmeschutz muss dermaßen ausgeführt werden, dass die Anforderungen der EnEV 2014 zum Hitzeschutz gewährleistet sind.
- Die Luftdichtheit der Außenhülle muss den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.
- Der Mindestluftwechsel muss im Wohnhaus sichergestellt sein.

3.5.1



Anforderungen der EnEV 2014 an den Wärmeschutz der Gebäudehülle bei neu gebauten Wohngebäuden sowie bei großflächigen Anbauten und Ausbauten im Wohnbestand: Höchstwerte des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts (H_T) gemessen in Watt pro Quadratmeter und Kelvin ($W/(m^2 K)$).

Quelle: Energiesparverordnung, EnEV 2014, Anlage 2 Anforderungen an Nichtwohngebäude, Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger, Köln 2013.

Neue Nichtwohngebäude

Auch für Nichtwohngebäude gilt das gleiche Referenz-Prinzip, jedoch gibt die EnEV 2014 gesonderte, ausführlichere Werte für die Standard-Ausstattung des Referenzgebäudes an. Dabei verweist die Verordnung auch auf die Regelungen der DIN V 18599 (Energetische Bewertung von Gebäuden). Für den Wärmeschutz darf die Außenhülle eines neu erbauten Nichtwohngebäudes die vorgegebenen EnEV-Höchstwerte nicht überschreiten. Als Maßstab gelten die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Außenbauteile, die die wärmeübertragende Gebäudehülle bilden. Sie unterscheiden sich

in Bezug auf die Raum-Solltemperaturen im Heizfall – von mindestens 19 Grad Celsius (°C) und von 12 °C bis unter 19 °C. Auch gibt die EnEV die verschärften Werte für den erhöhten Wärmeschutz in neuen Nichtwohngebäuden seit 2016 direkt an. Diese betreffen:

- opake Außenbauteile (Außenwand, Dach, Decken, Böden),
- transparente Außenbauteile (Fenster, Fenstertüren),
- Vorhangfassaden,
- Glasdächer, Lichtbänder und Lichtkuppeln (siehe nachfolgende Tabelle).

Zeile	Bauteile	Anforderungsniveau	Höchstwerte der nach Nummer 2.3 bestimmten Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
			Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis < 19 °C
1a	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	nach EnEV 2009 *	$\bar{U} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1b		für Neubauvorhaben bis zum 31. Dezember 2015 **	$\bar{U} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
1c		für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 **	$\bar{U} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
2a	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	nach EnEV 2009 *	$\bar{U} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
2b		für Neubauvorhaben bis zum 31. Dezember 2015 **	$\bar{U} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
2c		für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 **	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
3a	Vorhangfassade	nach EnEV 2009 *	$\bar{U} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
3b		für Neubauvorhaben bis zum 31. Dezember 2015 **	$\bar{U} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
3c		für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 **	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
4a	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	nach EnEV 2009 *	$\bar{U} = 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
4b		für Neubauvorhaben bis zum 31. Dezember 2015 **	$\bar{U} = 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
4c		für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 **	$U = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	

* Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. I S. 954) geändert worden ist.

** § 28 bleibt unberührt.

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten, die die EnEV 2014 für Nichtwohngebäude – auch seit dem 1. Januar 2016 – erlaubt. Quelle: Energiesparverordnung, EnEV 2014, Anlage 2 Anforderungen an Nichtwohngebäude, Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger, Köln 2013.

Vorschläge des GEG-Entwurfs 2017

Das leider „steckengebliebene“ GebäudeEnergie-Gesetz (GEG) stellt Anforderungen an den Gesamtenergiebedarf von Gebäuden, an den baulichen Wärmeschutz ihrer Hülle sowie an die Nutzung von erneuerbaren Energien. Grundsätzlich genießen im Entwurf für das GEG Vorschriften zum Brandschutz, Schallschutz und zum Schutz der Gesundheit einen Vorrang. Weitere Regelungen des GEG-Entwurfs sind beispielsweise:

- Gebäude der Bundeswehr fallen nicht unter das GEG.
- Öffentliche Gebäude sind nur diejenigen Bauten im Eigentum der öffentlichen Hand, die von Behörden genutzt werden. Diese Gebäude erfüllen eine Vorbildfunktion.
- Niedrigstenergiegebäude definiert das Gesetz als Gebäude mit einem sehr guten Gesamtenergiebedarf und einem sehr geringen Energiebedarf, der höchstmöglich durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Ab 2019 werden öffentliche Neubauten und ab 2021 private Neubauten nur noch als Niedrigstenergiegebäude ausgeführt.
- Die Anforderung an den Mindestwärmeschutz verweist nicht nur auf die anerkannten Regeln der Technik sondern auch direkt wie folgt:
- beim Mindestwärmeschutz auf die Musterlösungen der DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03 (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Beiblatt 2 Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele, Ausgabe März 2006),
- beim sommerlichen Wärmeschutz auf die DIN 4108-2: 2013-02 (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe Februar 2013).
- Beim sommerlichen Wärmeschutz genießen bauliche Maßnahmen Vorrang, um eine aufwendige Kühlung zu vermeiden.
- Die bisherige zusätzliche Anforderung an den Wärmeschutz von neuen Wohnhäusern nach Gebäudetyp (freistehend, einseitig angebaut oder Bestands-Erweiterung) entfällt.
- Zonen in Nichtwohngebäuden mit über 4 Meter (m) Raumhöhe, die durch dezentrale Gebläse- oder Strahlungsheizungen beheizt werden, sind nicht mehr von den Anforderungen des höheren energetischen Standards der EnEV seit 2016 befreit.
- Niedrigstenergie-Neubauten der öffentlichen Hand müssen ab 2019 dermaßen gebaut werden,

dass sie den Standard des heutigen KfW-Effizienzhauses 55 erfüllen. Allerdings sind überschuldete Kommunen und Praxisfälle, die zu einer unbilligen Härte führen könnten, von den erhöhten energetischen Anforderungen befreit.

Anforderungen im Bestand – bei Sanierung, Erweiterung und Ausbau

Politik und Bauwirtschaft sind sich einig: Die größten Potenziale Energie einzusparen schlummern im unsanierten Baubestand. Eine attraktive steuerliche Abschreibungsmöglichkeit der Sanierungskosten könnte die Investitionsbereitschaft unter Eigentümern dabei erheblich beschleunigen. Bei Baumaßnahmen im Bestand spricht die Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) allerdings bei der Sanierung der Außenhülle von „Änderung von Außenbauteilen“ und bei Anbauten oder Aufstockungen im Bestand von „Erweiterung um beheizte oder gekühlte Räume“. Zu Letzteren gehört auch der Ausbau bisher unbeheizter Räume. Bei Nutzungsänderungen in Bestandsgebäuden ohne bauliche Maßnahmen gelten die Anforderungen der EnEV üblicherweise nicht.

Gebäudehülle energetisch verändern

Wer über ein Zehntel der Gesamtfläche eines Außenbauteils - Fenster, Fassade, Dach oder Decke – eines bestehenden Gebäudes energetisch verändert, ersetzt oder neu einbaut muss gegebenenfalls die Wärmeschutz-Anforderungen der EnEV 2014 erfüllen. Dazu listet die Verordnung die Außenbauteiltypen sowie die energetisch relevanten Maßnahmen auf, beispielsweise für Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster und Glasdächer „ersetzen, ergänzen oder neu verglasen“ oder für Vorhangfassaden „erneuern“.

Wenn die betroffene Fläche höchstens 10 Prozent der gesamten gleichartigen Außenbauteilfläche des Gebäudes umfasst, fällt die Modernisierung NICHT unter die EnEV 2014. In diesem Fall gilt der bauliche Mindestwärmeschutz der Baunorm DIN 4108-2: 2013-02 (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz) Ausgabe Februar 2013. Wenn die EnEV 2014 greift, muss ein nach Landesrecht berechtigter Fachmann rechnerisch nachweisen, dass die sanierten oder erneuerten Außenbauteile die Wärmeschutzanforderungen der Verordnung erfüllen. Als Maß gilt der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des Außenbauteils gemessen in Watt pro Quadratmeter und Kelvin ($W/(m^2K)$). Dabei unterscheidet die Verordnung in ihren Anforderungen zwischen Wohngebäuden und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von mindestens 19 Grad Celsius ($^{\circ}C$) und von 12 bis unter $19^{\circ}C$ (siehe folgende Tabelle auf Seite 76).

3.5.1

Bauteil	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen mindestens 19°C	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12 bis unter 19°C
Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{\max}		
Außenwände	0,24 W/(m ² K)	0,35 W/(m ² K)
Fenster, Fenstertüren ersetzen oder neu einbauen oder zusätzlich Vor- und Innenfenster einbauen	1,3 W/(m ² K)	1,9 W/(m ² K)
Dachflächenfenster ersetzen oder neu einbauen oder zusätzlich Vor- und Innenfenster einbauen	1,4 W/(m ² K)	1,9 W/(m ² K)
Verglasungen oder verglaste Flügelrahmen ersetzen	1,1 W/(m ² K)	keine Anforderung
Glasdächer	2,0 W/(m ² K)	2,7 W/(m ² K)
Fenstertüren mit Klapp-, Fall-, Schiebe- oder Hebemechanismus	1,6 W/(m ² K)	1,9 W/(m ² K)
Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	2,0 W/(m ² K)	2,8 W/(m ² K)
Sonderverglasungen – einsetzen in Fenster und Flügelrahmen	1,6 W/(m ² K)	keine Anforderung
Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen sanieren	2,3 W/(m ² K)	3,0 W/(m ² K)

Übersicht der nach EnEV 2014 erlaubten Höchstwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Außenbauteilen.

Quelle: Energieeinsparverordnung EnEV 2014, Anlage 3: Anforderungen bei Änderung von Außenbauteilen, Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger-Verlag, Köln, 2013

Nutzfläche im Bestand erweitern

Die EnEV 2014 bringt eine neue Sichtweise zu dieser Thematik: Die Anforderungen bei Bestandserweiterung hängen nun davon ab, ob der Eigentümer bei dieser Gelegenheit auch eine neue Heizung einbaut. Auch spielt es eine Rolle, wie groß die zusammenhängende neue Nutzfläche der beheizten oder gekühlten Räume ist. Die EnEV-Regeln sehen nun folgendermaßen aus:

- Erweiterung ohne neue Heizung: Die betroffenen Außenbauteile müssen nur die EnEV-Anforderungen für die Bauteil-Sanierung im Bestand erfüllen. Für diese listet die Verordnung in der Anlage 3 (Anforderungen bei Änderung von Außenbauteilen) in einer Tabelle die höchstzulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte). Wenn die neu hinzugekommene Nutzfläche 50 m² übersteigt, muss der Planer auch den sommerlichen Wärmeschutz für die Erweiterung nachweisen.
- Erweiterung mit neuer Heizung: Bei kleineren Erweiterungen bis 50 m² Nutzfläche müssen die betroffenen Außenbauteile nur die Anforderungen für die Bauteil-Sanierung erfüllen. Bei großflächigen Erweiterungen und Ausbauten von min-

destens 50 m² muss der neue Gebäudeteil die Neubau-Anforderungen der EnEV 2014 erfüllen. Allerdings greift die energetische Verschärfung für Neubauten, die seit Anfang des Jahres 2016 gilt, nicht auch für Erweiterungen im Bestand, obwohl die EnEV den Neubau-Standard fordert. Die Höchstwerte für den Wärmeschutz der Gebäudehülle ergeben sich aus den Tabellen in den Anlagen für neu errichtete Wohn- und Nichtwohngebäude. Beim Nachweis kann der beauftragte Fachmann auch die Dichtheit der Gebäudehülle der neuen Erweiterung beim Referenzgebäude mitberücksichtigen.

Energetische Qualität erhalten

Grundsätzlich verbietet die EnEV 2014, wie auch ihre Vorgänger-Versionen, dass man die Außenbauteile eines Bestandsgebäudes dermaßen verändert, dass sich die energetische Qualität des Gebäudes verschlechtert. Wenn der Eigentümer die Gebäudehülle jedoch nur in geringem Umfang saniert, d.h. höchstens ein Zehntel der gesamten Fläche eines bestimmten Außenbauteils energetisch verändert, kann er sich auf die Bagatellgrenze berufen und muss die speziellen Anforderungen der EnEV bei Sanierung der Bauhülle nicht erfüllen. Dabei darf

er gegebenenfalls in diesen speziellen Praxisfällen auch ausnahmsweise die energetische Qualität des Gebäudes verschlechtern. Die Bundesregierung begründet, dass es in diesem neugesteckten Rahmen leichter möglich sei, dass Eigentümer ihre Gebäude für andere Nutzungen oder Funktionen anpassen.

Vorschläge des GEG-Entwurfs 2017

- Als Verantwortliche sind nun nicht nur Bauherren, sondern auch Eigentümer von Gebäuden aufgeführt sowie beauftragte Fachleute.
- Die Anforderungen bei Anbau, Aufstockung oder Ausbau im Baubestand vereinfacht der GEG-Entwurf und bezieht seine Anforderungen nur noch auf den Wärmeschutz der neu hinzugekommenen Außenbauteile, ganz gleich, ob die Heizung erneuert wird oder nicht.
- Bei Erweiterungen über 50 m² Nutzfläche gelten jedoch nach wie vor auch die Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes für die neu hinzugekommenen Räume.

Nachweise führen im Neubau und Bestand

Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) gelten bundesweit. Als Verantwortliche nennt die Verordnung primär die Bauherren, doch sie betrifft auch Eigentümer von Gebäuden und beauftragte Fachleute. Für jede Anforderung definiert die EnEV auch den entsprechenden Nachweis, der gegebenenfalls von der zuständigen Baubehörde geprüft wird.

Nachweise für Neubauten

Für die einzelnen Anforderungen bei neu zu errichtenden Gebäuden müssen berechnete Fachleute im Auftrag der Bauherren folgende Nachweise erbringen:

- Der Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes berücksichtigt die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle und durch Lüftung sowie die benötigte Energie für die Anlagentechnik zum Heizen, Wasser erwärmen, Lüften und Kühlen – bei Nichtwohngebäuden auch für die eingebaute Beleuchtung. Desgleichen fließt der Primärenergiefaktor der eingesetzten Energieträger in die Berechnung ein. Der Jahres-Primärenergiebedarf wird in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/(m²a)) gemessen. Im Energieausweis für das fertig errichtete Gebäude werden als Nachweis der berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des neuen Gebäudes (Ist-Wert) und der Primäre-

nergiebedarf des entsprechenden Referenzhauses (Anforderungswert) angegeben. Dabei darf der Ist-Wert des neuen Gebäudes den Anforderungswert des Referenzgebäudes nicht übersteigen.

- Der Wärmeschutz der Außenhülle wird am spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust des Gebäudes gemessen. Er muss unter dem von der EnEV erlaubten Höchstwert liegen. Gemessen wird dieser Kennwert für die energetische Qualität der Gebäudehülle in Watt pro Quadratmeter und Kelvin (W/(m²K)). Auch dieser Nachweis wird im Energieausweis dokumentiert, indem der berechnete Planer den berechneten Wert für das Gebäude (Ist-Wert) und den von der EnEV vorgegebenen Wert (Anforderungswert) einträgt. Auch hier darf der Ist-Wert des neuen Gebäudes den vorgegebenen Anforderungswert der EnEV nicht übersteigen.
- Den sommerlichen Wärmeschutz des Gebäudes kann der Planer anhand der Sonneneintragskennwerte oder der Übertemperatur-Gradstunden nachweisen und zwar für diejenigen Räume oder Raumbereiche, die besonders gefährdet sind. Wenn ein Wohnhaus zusätzlich mit einer Kühlanlage ausgestattet ist, muss der Planer auch bauliche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz vorsehen, allerdings nur im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen. Den sommerlichen Wärmeschutz regelt die DIN 4108-2: 2013-02 (siehe EnEV 2014, Anlage 1, Wohnbau, Nummer 3) (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz) im Kapitel 8 (Sommerlicher Wärmeschutz) in der neuen Ausgabe vom Februar 2013, auf die sich die EnEV ebenfalls bezieht. Den Nachweis können Planer auch mit Hilfe von Simulationsrechnungen führen, wobei die DIN Norm auch die Randbedingungen für den Standort des Gebäudes und die höchstzulässigen Übertemperatur-Gradstunden listet. Im Energieausweis gibt der Planer lediglich an, dass das Gebäude den sommerlichen Wärmeschutz für Neubauten einhält.

Nachweise im Baubestand

Bei Änderungen an Bestandsgebäuden fordert die EnEV 2014 folgende Nachweise:

- Der Bauteil-Nachweis betrifft den Wärmeschutz von geänderten, erneuerten oder neu eingebauten Außenbauteilen. Dieser wird anhand der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der

3.5.1

entsprechenden Bauteile berechnet und nachgewiesen, dass diese unter den von der EnEV vorgegebenen Höchstwerten liegen.

- Der Gebäude-Nachweis nach der sogenannten 140-Prozent-Regel zeigt auf, dass das gesamte geänderte Bestandsgebäude die von der EnEV für Neubauten erlaubten Höchstwerte für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Wärmeverlust durch die Gebäudehülle um höchstens 40 Prozent übersteigt. Wenn dieser rechnerische Nachweis erbracht wird, muss für das geänderte Gebäude auch ein neuer Bedarfs-Energieausweis ausgestellt werden. Dieser ersetzt den bisherigen Energieausweis des Gebäudes.
- Zu erwähnen sind hier auch die privaten Nachweise von Fachleuten, die im Auftrag des Eigentümers die Gebäudehülle verändern oder die Anlagentechnik im Gebäude neu installieren bzw. ersetzen. Diese müssen unverzüglich nach Abschluss der Arbeiten dem Auftraggeber in einer Unternehmererklärung schriftlich bestätigen, dass sie die Anforderungen der Verordnung berücksichtigt haben. Der Eigentümer ist verpflichtet diese Nachweise aufzubewahren und sie den Mitarbeitern der Baubehörde vorzulegen, wenn diese sie verlangen.

Vorschläge des GEG-Entwurfs 2017

- Der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz wird für Wohn- und Nichtwohnbauten nach dem gleichen Prinzip geführt aufgrund der technischen Regeln der DIN 4108-2 (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe Februar 2013). Neben dem ausführlichen Nachweisverfahren anhand der Simulationsrechnung ist auch ein vereinfachter Nachweis mittels Sonneneintragskennwerten möglich.
- Der Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden wird anhand der neuen Ausgabe vom Oktober 2016 der Normenreihe DIN V 18599 (Energetische Bewertung von Gebäuden) berechnet. Für Wohngebäude sollten bis Ende des Jahres 2018 noch die älteren üblichen Normen der DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 gelten.
- Für die Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) von Bauteilen verweist der GEG-Entwurf auf die entsprechenden Normen: für transparente Bauteile und Vorhangfassaden ist es die DIN 4108-4 (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, Ausgabe März 2017).
- Die Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs berücksichtigt auch die Primärenergiefaktoren der eingesetzten Energieträger, Technologien und Verfahren zur Bereitstellung von Wärme und Kälte sowie von elektrischem Strom. Der GEG-Entwurf ermächtigt die Bundesregierung die Primärenergiefaktoren in einer Rechtsverordnung festzulegen und gibt für die Übergangszeit die Werte vor, die verwendet werden, beispielsweise für den nicht erneuerbaren Anteil an elektrischem Strom 1,8.
- Das vereinfachte Berechnungsverfahren für Nichtwohngebäude als Ein-Zonen-Modell wird laut GEG-Entwurf weitergeführt. Allerdings sollen die erlaubten Nutzungen künftig im Bundesanzeiger bekannt gemacht werden.
- Neu ist der geforderte Erfüllungsnachweis zum GEG für jeden errichteten Neubau, den der Bauherr oder Eigentümer nach Fertigstellung der Baubehörde vorlegen muss. Dieser enthält alle erforderlichen Angaben, die es der Baubehörde erlauben zu überprüfen, ob das Gebäude die Anforderungen des GEG erfüllt. Dafür ermächtigt das Gesetz die Landesregierungen die geforderten Inhalte und Details in entsprechenden Rechtsverordnungen zu regeln.
- Im Baubestand bleibt weiterhin die Alternative, den Nachweis anhand des gesamten geänderten Gebäudes zu führen. Im GEG-Entwurf wird dafür wieder für die Wärmeschutz-Anforderung bei Wohngebäuden der Maßstab anhand des Gebäudetyps (freistehend großflächig, freistehend kleiner, einseitig angebaut) definiert. Der GEG-Entwurf gibt dazu die Werte im Kontext der primärenergetischen Bewertung von bestehenden Gebäuden an.
- Bei Erweiterungen im Bestand beziehen sich die Nachweise nur noch auf die neu hinzukommenden Außenbauteile wie folgt:
 - Bei Wohngebäuden darf der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust den Wert des entsprechenden Referenzgebäudes nicht überschreiten.
 - Bei Nichtwohngebäuden darf der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Wertes des Referenzgebäudes nicht überschreiten.

- Zur Verbesserung des Vollzugs umfasst der GEG-Entwurf auch behördliche Befugnisse. So müssen auch Fachleute, die bei der Planung, Errichtung oder Änderung des Gebäudes oder seiner technischen Anlagen beteiligt waren, die Anordnungen der Behörden befolgen.
- Die zuständigen Behörden-Mitarbeiter dürfen für Stichprobenkontrollen zum Energieausweis oder zu Inspektionsberichten für Klimaanlage die entsprechenden Nichtwohngebäude zu deren üblichen Geschäftszeiten betreten. Außerhalb dieser Zeiten oder für das Betreten von Wohnungen müssen die Betroffenen ihr Einverständnis erklären, es sei denn, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung in Gefahr ist.

Energieausweise für Neubauten und Baubestand

Die EnEV 2007 führte den Energieausweis für Bestands-Gebäude ein und erfüllte damit eine der Vorgaben der ersten EU-Gebäuderichtlinie EPBD 2003. Die vorhergehenden EnEV-Versionen schreiben bei Neubauten und bei gewissen Änderungen im Bestand einen Energiebedarfsausweis vor sowie für niedrig beheizte Neubauten einen Wärmeschutz-Nachweis vor. Die Regeln dazu legte eine separate Verwaltungsvorschrift fest.

Energieausweis im Bestand

Dieser „Gebäude-Ausweis“ dokumentiert die Energieeffizienz eines bestehenden Gebäudes anhand seines Energiebedarfs oder -verbrauchs zum Heizen, Wassererwärmen, Lüften – und bei Nichtwohnbauten – auch zum Beleuchten. Als Bedarfs-Ausweis berücksichtigt er die baulichen Eigenschaften des Gebäudes und seine Anlagentechnik unter normierter Nutzung. Als Verbrauchs-Ausweis beruht er auf den gemessenen Verbrauchsdaten der letzten drei Jahre. Für Wohnhäuser mit höchstens vier Wohnungen, die den Standard der WSchVO 1977 nicht erfüllen, erlaubt die EnEV nur Bedarfs-Ausweise. Ein Energieausweis wird jeweils für ein gesamtes Gebäude ausgestellt, es sei denn, dass sich sowohl Wohn- als auch Nichtwohnnutzungen darin befinden. In diesem Fall berechnet der Aussteller zwei Energieausweise aufgrund der unterschiedlichen Methoden und Mustervorlagen der Verordnung für Wohn- und Nichtwohnbauten. Beim Wohnbestand gibt er seit der EnEV 2014 auch die Energieeffizienzklasse mit an. Dieser Energieausweis dient nur der Information und soll potenziellen Käufern und Neumieter helfen, Gebäude energetisch zu vergleichen. Deshalb legen nach EnEV 2014 Verkäufer und Vermieter den

Energieausweis ihren potenziellen Kunden spätestens bei der Besichtigung vor und überreichen ihn nach Vertragsabschluss als Original oder Kopie. In vielbesuchten, großflächigen Gebäuden verpflichtet die EnEV öffentliche und private Eigentümer, die Energieausweise für das Publikum auszuhängen. Die Verordnung regelt dabei auch, wer bundesweit diese Energieausweise ausstellt, je nach Qualifikation für Wohn- und Nichtwohnbau. Die Energieausweise für bestehende Gebäude laufen gemäß EnEV nach zehn Jahren ab und deshalb benötigen Eigentümer zunehmend neue Ausweise.

Modernisierungen empfehlen

Der Aussteller weist den Eigentümer zusammen mit dem Energieausweis gegebenenfalls auch darauf hin, wie er seinen Bestandsbau energetisch verbessern könnte. Auf einer speziellen Seite im Energieausweis listet er unter dem Titel „Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung“ die entsprechenden Maßnahmen in einzelnen Schritten für die verschiedenen Bau- und Anlagenteile auf. Dabei gibt er an, ob er sie im Zuge einer größeren Modernisierung oder als Einzelmaßnahme empfiehlt. Freiwillig kann er zusätzlich auch angeben, in welchem Zeitraum sich die Kosten für die Maßnahme amortisieren würden und wieviel die eingesparte Kilowattstunde Endenergie kosten würde. Bezogen auf transparente Außenbauteile kann ein Aussteller eine Sanierung auf verschiedenen Ebenen empfehlen:

- das gesamte Fenster zu ersetzen oder neu einzubauen,
- zusätzlich zum Bestand ein Vor- oder Innenfenster zu installieren,
- die Verglasung oder verglaste Flügelrahmen zu ersetzen.

Wichtig ist auch zu wissen, dass der Staat die Fenster-Sanierung in Bestandsgebäuden durch die KfW-Programme finanziell fördert, sowohl als Einzelmaßnahme als auch zusammen in Verbund mit anderen Maßnahmen, wie dem „Lüftungspaket“. Bei Letzterem wird eine Lüftungsanlage im Bestandsgebäude installiert und die Gebäudehülle energetisch verbessert, beispielsweise durch sanierte Fenster und Fassaden.

Energieausweis für Neubauten

Leider hat die EnEV 2007 den bis dahin geltdenen Energiebedarfsausweis für Neubauten auch in „Energieausweis“ umbenannt und nach demselben Muster aufgebaut. Seither erfüllt der Ausweis zwei Rollen und führt auch dadurch zu weit verbreiteten Irrtümern. Denn wer als Bauherr ein neues Gebäu-

3.5.1

de errichtet muss dafür sorgen, dass ein berechtigter Fachmann ihm aufgrund der Eigenschaften des fertiggestellten Neubaus einen Energieausweis ausstellt. Auch bei KfW-geförderten Bauprojekten ist dies sehr wichtig, denn während der Bauphase wird so manches Planungsdetail geändert. Der Energieausweis erfüllt folgende zwei Rollen:

- Als EnEV-Nachweis muss der Bauherr das Dokument aufbewahren und den Behörden vorzeigen, wenn sie es verlangen. Der Energieausweis gilt so lange, bis eine Änderung des Gebäudes dazu führt, dass ein neuer Energieausweis ausgestellt werden muss, weil der EnEV-Nachweis aufgrund des gesamten geänderten Gebäudes geführt wurde.
- Als Information für potenzielle Käufer, Neumieter und Publikum unterliegt der Ausweis allen Regeln für Energieausweise im Bestand und läuft nach zehn Jahren ab. Eigentümer können dann zwischen einem bedarfs- oder verbrauchsbasierten Ausweis wählen.

Neuerungen durch GEG-Entwurf 2017

Der erste Entwurf für das Gebäudeenergiegesetz aus dem Jahr 2017 bringt etliche Vorschläge zum Energieausweis:

- Darstellung: Die Muster für den Energieausweis sind nicht im GEG integriert, sondern werden von den zuständigen Bundesministerien im Bundesanzeiger bekannt gemacht.
- CO₂-Emission: Dieser neue Kennwert im Energieausweis soll zusätzlich mit angegeben werden und die Berechnungsregeln dazu werden separat veröffentlicht.
- Energiebedarfsausweis: Wer einen Neubau errichtet und diesen ganz oder teilweise noch vor Fertigstellung zum Verkauf, Vermietung oder Leasing anbietet, muss einen Bedarfsausweis anhand des geplanten Gebäudes ausstellen lassen und ihn potenziellen Kunden vorlegen und nach Vertragsabschluss überreichen. Sobald das Gebäude fertig errichtet ist, muss ein Energieausweis wie bisher ausgestellt werden.
- Immobilienmakler: Sie sind nun auch direkt angesprochen, wenn es um die Pflicht, geht den Energieausweis potenziellen Kunden spätestens bei der Besichtigung vorzulegen. Auch die energetischen Kennwerte müssen sie in Immobilienanzeigen mitveröffentlichen.
- Gebäudedaten: Aussteller von Energieausweisen müssen die Daten viel sorgfältiger prüfen, die sie als Grundlage für den Energieausweis erhalten.
- Modernisierungsempfehlungen: Diese sollen verbessert werden. Aussteller müssen das Gebäude selbst in Augenschein nehmen, was früher nicht immer der Fall war. Alternativ können sie sich passende Aufnahmen zusenden lassen, um sich eine Meinung zu bilden.
- Effizienzklassen Wohngebäude: Maßgeblich wird künftig der Primärenergiebedarf und -verbrauch sein, nicht der Endenergiebedarf oder -verbrauch wie bisher.

Ausschnitt aus dem Muster für den Energieausweis für Wohngebäude.
 Quelle: Energieeinsparverordnung EnEV 2014, Anlage 6 (Muster Energieausweis Wohngebäude), Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger-Verlag, Köln, 2013

Ausblick auf Regeln und Normen

Wir befinden uns an einer sehr wichtigen „Weg-Kreuzung“ zu den Energiesparregeln für Gebäude: Während Deutschland noch den Niedrigstenergie-Standard für Neubauten gemäß den EU-Vorgaben der EPBD 2010 definieren muss, haben die EU-Gremien bereits die EPBD 2018 verabschiedet mit neuen Anforderungen bis 2030. Die zuständigen Bundesministerien hatten vor der Bundestagswahl 2017 den Entwurf für ein neues Gebäude Energie-Gesetz (GEG) auf den Weg gebracht. Doch angesichts der Ziele des Koalitionsvertrages der neuen Bundesregierung und der EPBD 2018 arbeiten die Bundesministerien einen neuen Entwurf aus, den sie im Herbst dieses Jahres auf den Weg bringen wollen.

Niedrigstenergie-Standard

Laut EU-Gebäuderichtlinie (EPBD 2010) darf der Bund ab 2021 nur noch Niedrigstenergie-Neubauten erlauben, bei öffentlichen Gebäuden bereits ab 2019. Ihr Energiebedarf liegt fast bei null und wird größtenteils durch erneuerbare Energien gedeckt. Was die EU-Kommission sich unter „Niedrigstenergiegebäude“ vorstellt, entspricht ungefähr unseren staatlich geförderten „KfW-40“ bis „KfW-55“ Effizienzhäusern. Diese weisen höchstens 40, bzw. 55 Prozent der Verluste auf, die die EnEV 2014 für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Wärmeverlust durch die Gebäudehülle erlaubt. Dabei hat die EnEV 2014 seit Anfang des Jahres 2016 bereits einen ersten Schritt in Richtung EU-Vorgaben getan: bei Neubauten sind nur noch höchstens 75 Prozent des bisherigen Jahres-Primärenergiebedarfs und höchstens 80 Prozent des bisherigen Wärmeverlustes durch die Gebäudehülle erlaubt. Dieser Standard ist deshalb als „EnEV 75“ bekannt. Wenn der Bund nun die energetischen Anforderungen weiter erhöht, wären bisher finanziell unterstützte KfW-Effizienzhäuser nicht mehr förderberechtigt. Dies wollen Bauherren-Verbände und die Bauwirtschaft vermeiden. Denn staatliche „Finanzspritzen“ erhalten nur diejenigen Bauherren, die noch energieeffizienter planen und bauen als gesetzlich vorgeschrieben. Dieses Dilemma spielt sich heute vor dem Hintergrund eines immensen Wohnungsbedarfs ab: „1,5 Millionen neue Wohnungen und Eigenheime in den nächsten vier Jahren“ verspricht deshalb Bundeskanzlerin Angela Merkel Ende Mai 2018 per Video-Podcast.

EU-Gebäuderichtlinie EPBD 2018

Mitte Mai 2018 hat nach dem Europäischen Parlament auch der Rat der Europäischen Union der Novelle der EU-Gebäuderichtlinie zugestimmt. Die verabschiedete EPBD 2018 wurde am 19. Juni 2018 im Amtsblatt der Europäischen Union in allen Spra-

chen verkündet. Sie ist seit dem 09. Juli 2018 in Kraft und die Mitgliedsstaaten haben 20 Monate Zeit um die Vorgaben umzusetzen. Neu sind beispielsweise folgende Ziele und Anforderungen:

- Erhöhung des Bestands an emissionsarmen und -freien Gebäuden in der EU bis 2050 aufgrund von nationalen Fahrplänen zur Senkung der CO₂-Emissionen von Gebäuden;
- Förderung der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) sowie „intelligenter“ Technologien, um einen effizienten Gebäudebetrieb sicherzustellen, etwa durch Einführung von Automatisierungs- und Steuerungssystemen;
- Förderung des Aufbaus der Infrastruktur für Elektromobilität in allen Gebäuden;
- Einführung eines „Intelligenzindikators“, der die Fähigkeit eines Gebäudes misst, neue Technologien und elektronische Systeme zu nutzen, die sich an die Bedürfnisse des Verbrauchers anpassen und den Betrieb sowie die Interaktion mit dem Netz optimieren;
- Integration und Stärkung langfristiger Strategien für die Renovierung von Gebäuden;
- Mobilisierung öffentlicher und privater Investitionen;
- Bekämpfung der Energiearmut und Senkung der Energiekosten der Haushalte durch Renovierung älterer Gebäude.

Gebäude Energie Gesetz GEG

Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung vom 12. März 2018 spricht sich gegen eine Verschärfung der energetischen Vorschriften für Neubauten aus: „Wir werden ... die Vorschriften der EnEV, des EnergieeinsparG und des EEWärmeG in einem modernen Gebäudeenergiegesetz zusammenführen und damit die Anforderungen des EU-Rechts zum 1. Januar 2019 für öffentliche Gebäude und zum 1. Januar 2021 für alle Gebäude umsetzen. Dabei gelten die aktuellen energetischen Anforderungen für Bestand und Neubau fort.“ Der jetzige Neubau-Standard „EnEV 75“ würde demnach fortbestehen trotz strengerer EU-Vorgaben der EPBD 2010. Zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses dieses Beitrags bereiten die Bundesministerien für Wirtschaft (BMWi) und Bauen (BMI) deshalb einen neuen Referentenentwurf für das GebäudeEnergieGesetz (GEG) vor. Die-

sen wollen sie nach der Sommerpause auf den parlamentarischen Weg bringen. Laut Medienberichten soll das neue GEG bis Ende des Jahres 2018 kommen, samt der Definition für Niedrigstenergiegebäude für öffentliche Bauten ab 2019. Der GEG-Entwurf von 2017 hatte noch eine Verschärfung vorgesehen: höchstens 75 Prozent des erlaubten Jahres-Primärenergiebedarfs und höchstens 87 Prozent des erlaubten Wärmeverlustes durch die Gebäudehülle sollten diese aufweisen. Angesichts des Wirtschaftlichkeitsgebotes des Energiesparrechts für Gebäude sollen für den neuen GEG-Entwurf neue Studien durchgeführt worden sein, denn das Gesetz darf nur energetische Anforderungen stellen, die sich in der Praxis als wirtschaftlich erweisen. Ferner soll der neue GEG-Entwurf angeblich auch Vorgaben der neuen EPBD 2018 aufgreifen wie Parkplätze und Auflade-Möglichkeiten für Elektro-Autos und Intelligenz-Indikatoren für Gebäude.

Neue DIN-Normen

Bereits der GEG-Entwurf von 2017 verweist auf etliche neue Normen, die seit der Verkündung der letzten EnEV im November 2013 weiterentwickelt wurden. Der neu zu konzipierende GEG-Entwurf dürfte auch diese Verweise übernehmen:

- Die Ausgabe vom Oktober 2016 der DIN V 18599 (Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung) sollte laut GEG-Entwurf von 2017 ab 2019 auch für die Nachweis-Berechnungen für Wohngebäude verpflichtend werden.
- Das im März 2017 erschienene Beiblatt 2 (Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele) zur DIN 4108 (Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden) bietet nun insgesamt 388 Beispiele, darunter auch zu Lichtkuppeln.

Fazit

Mit Blick auf die Klimaschutzziele 2030 und 2050 setzen die Energiesparregeln für Gebäude bereits jetzt die Weichen und können gegebenenfalls dazu beitragen, diese auch tatsächlich zu erreichen. Dabei spielen die transparenten Außenbauteile der Gebäudehülle – Fenster, Fenstertüren und Fassaden – eine wesentliche und wachsende Rolle: Sie ermöglichen positiven äußeren Einflüsse wie Tageslicht, Sonnenwärme und Frischluft bedarfsgerecht dosiert und zeitlich flexibel in das Gebäude zu dringen. Andererseits schützen sie bei Bedarf auch die Innenräume des Gebäudes vor der sommerlichen Hitze und dem winterlichen Wärmeverlust. Den Planern kommt die komplexe Aufgabe zu, für jeden Anspruch die passenden Glasprodukte auszuwählen und die Vorgaben der Energiesparregeln für Gebäude zukunftsorientiert zu berücksichtigen.

Literatur- und Internetquellen

EnEV 2014: EnEV 2009 geändert durch die „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung“ vom 18. November 2013, verkündet im Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger Verlag, Köln, Jahrgang 2013, Teil I, Nr. 67, Seite 3951 bis 3990, am 21. November 2013. In Kraft seit 1. Mai 2014. www.bundesgesetzblatt.de, nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.com/enev_2014_volltext/index.htm

EnEV 2009: EnEV 2007 geändert durch die „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung“ vom 29. April 2009, verkündet im Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger Verlag, Köln, Jahrgang 2009, Teil I, Nr. 23, Seite 954 bis 989, am 30. April 2009. In Kraft vom 1. Okt. 2009 bis 30. April 2014. www.bundesgesetzblatt.de, nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.org/enev_2009_volltext/index.htm

EnEV 2007: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagen-technik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 24. Juli 2007, verkündet im Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger Verlag, Köln, Jahrgang 2007, Teil I, Nr. 34, Seite 1519 bis 1563, am 26. Juli 2007. In Kraft vom 1. Okt. 2007 bis 30. Sept. 2009. www.bundesgesetzblatt.de, nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.net/enev_2007/index.htm

EEWärmeG 2011: EEWärmeG 2009 geändert durch Artikel 2 und Artikel 6 des Gesetzes zur Umsetzung der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Europarechtsanpassungsgesetz Erneuerbare Energien – EAG EE) vom 12. April 2011, verkündet im Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2011, Teil I, Nr. 17, am 15. April 2011, ab Seite 623. In Kraft seit 1. Mai 2011. www.bundesgesetzblatt.de, nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.de/eewaermeg/2011

EEWärmeG 2009: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG) vom 7. August 2008, verkündet im Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger Verlag, Jahrgang 2008, Teil I, Nr. 36, am 18. August 2008. In Kraft vom 1. Januar 2009 bis 30. April 2011. www.bundesgesetzblatt.de, nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.de/eewaermeg/2009

DIN V 18599: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Herausgeber): DIN V 18599 - Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Beuth Verlag Berlin, Vornorm, www.beuth.de

DIN 4108-2: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Herausgeber): DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Beuth Verlag Berlin, Februar 2013, www.enev-normen.de, www.beuth.de

DIN V 4108-6: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Herausgeber): DIN V 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs, Beuth Verlag Berlin, Vornorm, Juni 2003. Diese Vornorm wurde geändert durch Berichtigungen zu DIN V 4108-6:2003-06, Beuth Verlag, März 2004, www.beuth.de

EPBD 2010: EU-Gebäuderichtlinie - Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 18. Juni 2010, L 153, Seite 13-35, www.enev-online.de/epbd/

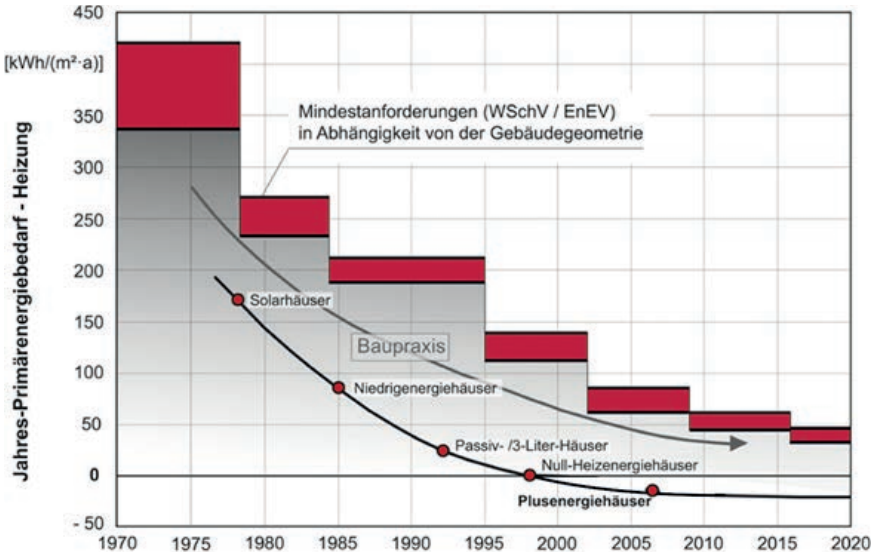
EPBD 2018 - EU-Gebäuderichtlinie: Richtlinie EU 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz, verkündet im Amtsblatt der Europäischen Union, Ausgabe L 156, vom 19. Juni 2018, Seite 75 bis 91. nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.de/epbd/2018/text.htm

GEG-Entwurf 2017 für das GebäudeEnergieGesetz: Referentenentwurf des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit für das Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden. nichtamtliche Html-Fassung: www.enev-online.eu/geg/referentenentwurf/text/index.htm

3.5.2 3-Liter-Haus, Passiv- und Nullenergiehäuser

Energieeffizientes Bauen ist eine Herausforderung, der sich Investoren, Architekten und Bauindustrie stets aufs Neue zu stellen haben.

3.5.2



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.

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 jährliche 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 den 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

- 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 Sonnenergienutzung 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. www.passiv.de

Zertifikat

Zertifizierte Passivhaus Komponente
für kühl gemäßigtes Klima, gültig bis 31.12.2018

Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist
64283 Darmstadt
GERMANY

Kategorie: Verglasung

Hersteller: INTERPANE GLAS INDUSTRIE AG
37697 Lauenförde, Sohneyst. 21, GERMANY

Produkt: iplus 3 LS

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 Diesemford durch Strahlungsenergiezug und durch Kaltebrücke zu vermeiden, muß der Wärmeübergangskoeffizient der Verglasung nach oben begrenzt werden.

Passivhaus Energiekriterium:

für kühl gemäßigtes Klima

U_g [W/(m²K)] $- 1.6^\circ \text{g} \leq 0$ [2]

Begründung: Glasflächen in wenig verschatteten Südfassaden müssen auch während der kurzen Heizzeit im Passivhaus (November - Februar) noch einen Netto-Wärmegewinn erzielen können.

Anhang: Bei Formel [2] handelt es sich um eine komponentenbezogene Grobschätzung für kühl gemäßigtes Klima, welche die Energiebilanz im Haus nur im Spezialfall widerspiegelt. Im konkreten Gebäude muß die Energiebilanz mit dem „Passivhaus Projektorientierte Panel“ 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 einen 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 Ar 90%	0.69	0.62
4/14/-/4 Ar 90%	0.75	0.62

0422g103 - 0423g103

www.passiv.de

**ZERTIFIZIERTE
KOMponente**

Passivhaus Institut

3.5.2

3.6 Wärmeschutz in Fenster und Fassade

3.6

Seit der Einführung der ersten Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 werden die Anforderungen an den Energieverbrauch von Gebäuden und damit auch an die Dämmqualität der thermischen Gebäudehülle stetig verschärft. Bei den stufenweisen Anpassungen spielt Glas immer eine wichtige Rolle.

Die am 1. Oktober 2009 eingeführte Novelle der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) war ein bedeutender Schritt der Bundesregierung zur weiteren Umsetzung ihrer klimapolitischen Ziele. Die deutlichen Verschärfungen des Anforderungsniveaus führten auch zu höheren Ansprüchen an die thermischen Eigenschaften von Fenstern, Fassaden und Glas. Insgesamt hat die EnEV 2009 eine Nachfrage nach energetisch optimierten Fenstern und Fassaden ausgelöst. Eine weitere Verschärfung des Anforderungsniveaus erfolgte mit der EnEV 2014.

Aus energetischer Sicht ist der transparente Werkstoff Glas das bestimmende Element in der Gesamtkonstruktion von Fenstern und Fassaden. Deshalb war vorhersehbar, dass diese Entwicklung zu einem zunehmenden Einsatz von Dreifach-Isolierglas führt. Darüber hinaus werden immer mehr Isolierglas-Elemente mit wärmetechnisch verbessertem Randverbund („warme Kante“) eingesetzt.

In einem nächsten Schritt sollen die Regelwerke und Gesetze EnEV (= Energieeinsparverordnung), EnEG (= Energieeinsparungsgesetz) und EEWärmeG (= Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) zu einem Gesetz, dem Gebäudeenergiegesetz GEG zusammengefasst werden.

Die Bewertung des Wärmeschutzes erfolgt auf der Grundlage der harmonisierten europäischen Produktnormen. Die wärmetechnischen Kennwerte für die Deklaration der Leistungseigenschaften von Fenstern und Fassaden sind gemäß den Vorgaben folgender Normen zu ermitteln:

Fenster U_w *W= window*
 EN 14351-1 Fenster und Türen - Produktnorm,
 Leistungseigenschaften -
 Teil 1: Fenster und Außentüren

Fassaden U_{CW} *CW= curtain walling*
 EN 13830 Vorhangfassaden - Produktnorm
 Da Fenster und Fassadenelemente aus verschiede-

nen Komponenten zusammengesetzt sind, für die jeweils eigene Wärmedurchgangskoeffizienten ermittelt werden können, gibt es mehrere Wege für die Bestimmung von U_w bzw. U_{CW} die alle zum Ziel führen. Neben Berechnungs- und Tabellenverfahren ist immer auch eine messtechnische Ermittlung zulässig.

Die Anforderungen an Bauprodukte werden in den jeweiligen, harmonisierten Produktnormen beschrieben. Die Einhaltung dieser Anforderungen wird durch das CE Zeichen zusammen mit der Leistungserklärung bestätigt. Die für die Anwendung dieser Bauprodukte in Deutschland zu beachtenden technischen Regeln werden in der Muster Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom DIBT bekannt gemacht. Diese werden dann in den jeweiligen Bundesländern als Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen umgesetzt. Bisher wurden die für Planung, Bemessung und Konstruktion zu beachtenden technischen Regeln (in einigen Bundesländern gilt dies immer noch) in der Musterliste der technischen Baubestimmungen und in den Bundesländern als Liste der technischen Baubestimmungen bekannt gemacht.

3.6.1 Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von Fenstern

Die Produktnorm EN 14351-1 gibt drei verschiedene Verfahren für die Ermittlung des U_w -Wertes vor:

Verfahren	Erläuterung
Verfahren 1 Tabellen H1 bis H4 im Anhang H der EN ISO 10077-1	Ablesen von U_w für vertikale Fenster in Abhängigkeit von U_g und U_f , jeweils mit Rahmenflächenanteil 30% bzw. 20 % – mit typischen Arten von Abstandhaltern aus Tabellen H1 und H2 – mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern aus Tab. H3 und H4
Verfahren 2 Berechnung mit der Summenformel für U_w aus EN ISO 10077-1	Eingangsdaten für die Summenformel stammen aus: a) Tabellen: – U_f aus Tabellen und Diagrammen gemäß Anhang F der EN ISO 10077-1 – ψ_g aus Tabellen gemäß Anhang G der EN ISO 10077-1 b) Berechnung: – U_f gemäß EN ISO 10077-2 – U_g gemäß EN 673 – ψ_g gemäß EN ISO 10077-2 c) Messung: – U_g gemäß EN 673 – U_f gemäß EN 12412-2
Verfahren 3 Messung gemäß EN ISO 12567-1/2	Messung eines Probekörpers nach dem Heizkastenverfahren Teil 1: Komplette Fenster und Türen Teil 2: Dachflächenfenster und andere auskragende Fenster

3.6.1

Verfahren 1: Die Ablesung aus den Tabellen H1 bis H4 im Anhang H der EN ISO 10077-1 (siehe Seite 99 bis 102) ergibt lediglich Werte für das Standardfenstermaß 1,23 m x 1,48 m und für Flächenanteile des Rahmens von 30 % bzw. 20 % an der Gesamtfläche. U_w -Werte für Fenster mit anderen Maßen müssen über eine Berechnung mit der Summenformel gemäß EN ISO 10077-1 bestimmt werden. Dasselbe gilt für Fenster mit anderen Rahmenflächenanteilen, mit anderen Kombinationen von Rahmen und Verglasung oder die anders als vertikal angeordnet sind (siehe 3.6.4).

Verfahren 2: Die Messung eines Probekörpers nach dem Heizkastenverfahren der EN ISO 12567-1/2 liefert zwar als Ergebnis den U_w -Wert, jedoch keine Informationen über die thermische Qualität der einzelnen Fensterbestandteile. Eine Berechnung anderer Fensterformate und -größen ist damit nicht möglich.

Verfahren 3: Für die Berechnung von U_w aus Eingangsdaten gibt es gemäß EN ISO 10077 wiederum mehrere Möglichkeiten. Die Norm besteht aus zwei Teilen:
EN ISO 10077-1 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Allgemeines
EN ISO 10077-2 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen

Summenformel für die Berechnung von U_w gemäß EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_w}$$

A_w Fensterfläche

A_g sichtbare verglaste Fläche (ggf. ist der kleinere Wert zu verwenden, falls Innen- und Außenfläche nicht gleich groß sind)

A_f Fläche des Rahmens

l_g sichtbare Umfangslänge der Verglasung (ggf. der größere Wert)

U_g Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung

U_f Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens

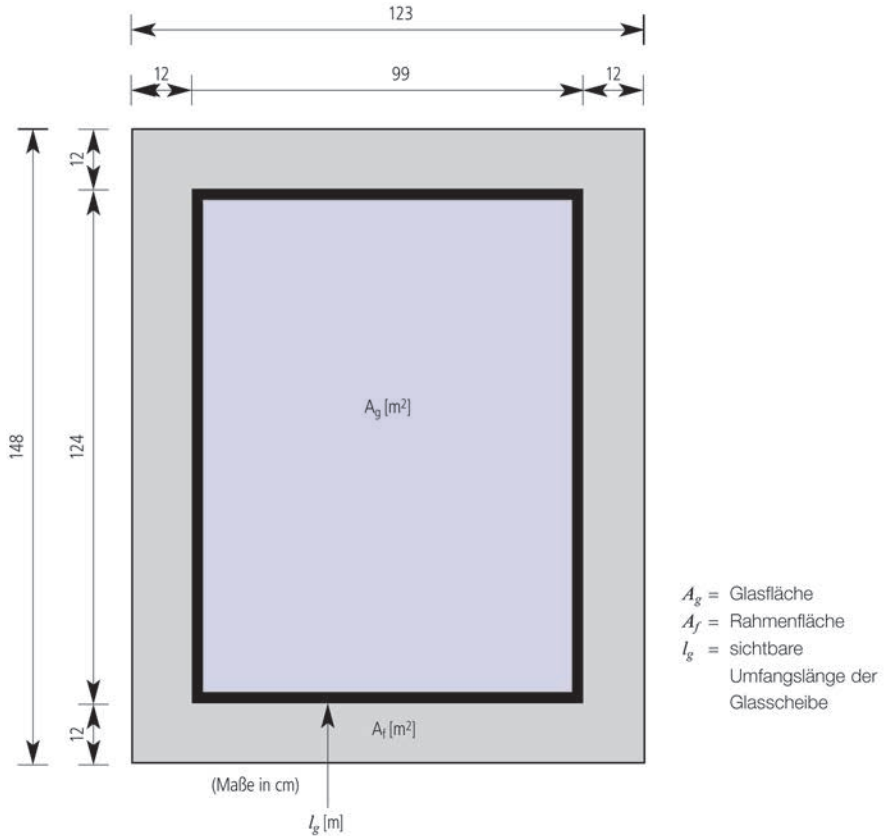
ψ_g Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten Einflusses von Verglasung, Abstandhalter und Rahmen

3.6.1

Zur Vergleichbarkeit wird für das CE-Zeichen und die Leistungserklärung immer der U_w -Wert eines Fensters mit der Abmessung 1,23 m x 1,48 m für senkrechten Einbau verwendet. Dabei ist der U_w -Wert mit zwei wertanzeigenden Stellen anzugeben. Für U_w -Werte $\geq 1,0$ W/(m²K) bedeutet dies eine Angabe mit einer Nachkommastelle, z. B. 1,2 W/(m²K). Ist U_w kleiner als 1,0 W/(m²K), werden für die Wertangabe zwei Nachkommastellen benötigt, z. B. 0,95 W/(m²K).

Beispiel für die U_w -Wert-Berechnung mit der Summenformel nach EN ISO 10077-1:

- | | |
|---|----------------------------------|
| Annahmen: Kunststoff-Fenster | $U_f = 1,2$ W/(m ² K) |
| Dreifach-Wärmedämmglas iplus 3LS | $U_g = 0,7$ W/(m ² K) |
| Aluminium-Abstandhalter | $\psi = 0,075$ W/(mK) |
| Wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter | $\psi = 0,039$ W/(mK) |



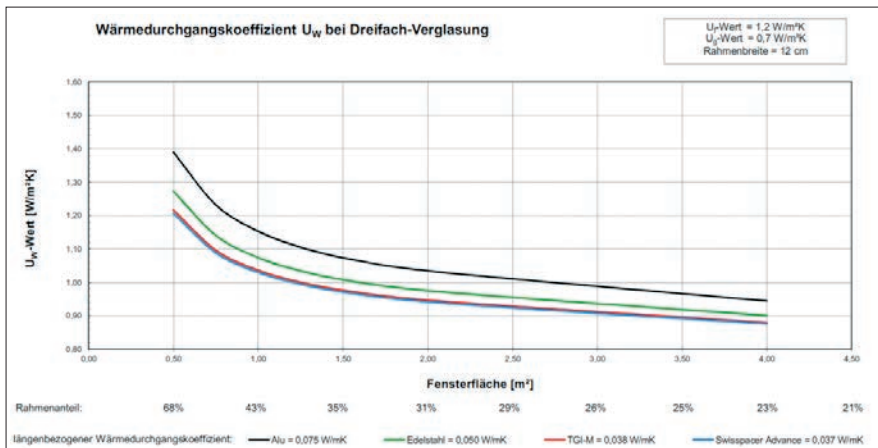
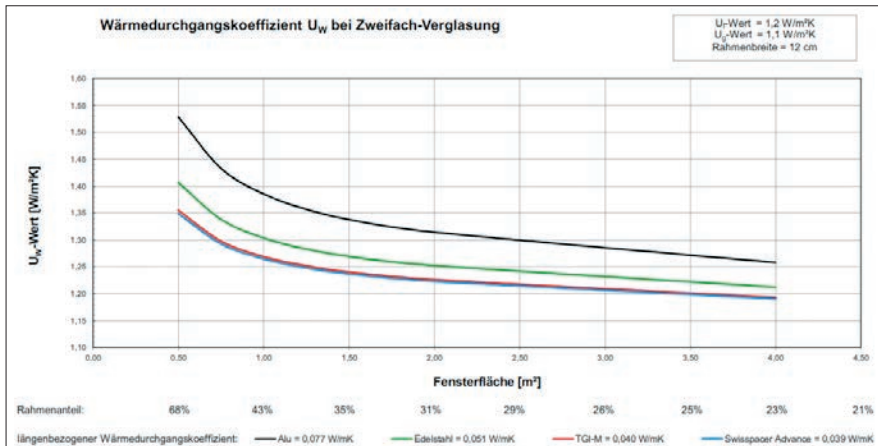
- Ergebnis:
- mit Aluminium-Abstandhalter $U_w = 1,0$ (1,047) W/(m²K)
 - mit wärmetechnisch verbessertem Abstandhalter $U_w = 0,96$ (0,958) W/(m²K)

Weil die Fenstergestaltung und das Fensterformat Einfluss auf den U_W -Wert haben, ist es vorteilhaft, wenn U_W -Werte auch für andere Fensterausführungen ermittelt werden können.

- Für die unterschiedlichen gestalterischen Ausführungen eines Fenstersystems (einfügliges Drehkippfenster, Drehfenster, Klappfenster oder festverglastes Fenster sowie zweiflügelige Varianten mit Setzpfosten oder Stulp, mit Oberlicht oder Seitenteilen) wird der U_W -Wert anhand von repräsentativen Probekörpern ermittelt. Er gilt dann jeweils für eine ganze Reihe von anderen gestalterischen Ausführungen.

- Zum U_W -Wert von Sprossenfenstern siehe Seite 91.
- Für die Berechnung der Wärmeverluste eines Gebäudes kann es erforderlich sein, individuelle U_W -Werte für jedes einzelne Fenster zu ermitteln. Wegen der Formatabhängigkeit ergeben sich bei identischem Fensteraufbau unterschiedliche U_W -Werte. Ein quadratisches Fenster hat einen niedrigeren (besseren) U_W -Wert als z. B. ein schmales, hohes Fenster („Handtuchformat“). Ebenso hat ein großes Fenster einen niedrigeren U_W -Wert als eine kleine Abmessung mit demselben Breiten-Höhen-Verhältnis. Für die Berechnung müssen alle drei Eingangsgrößen U_f , U_g und ψ_g bekannt sein.

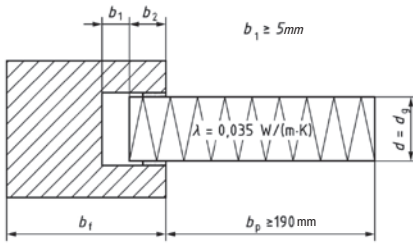
Beispiel für die Formatabhängigkeit des U_W -wertes, berechnet nach EN ISO 10077-1:



3.6.1

Für die Summenformel werden folgende Eingangsgrößen benötigt:

- Der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung U_g wird in der Regel vom Glashersteller gemäß EN 673 berechnet. Er gilt für die ungestörte Glasmitte und berücksichtigt nicht den Einfluss des Randbereichs. Die Messung von U_g im Plattengerät nach EN 674 sollte generell nur dann genutzt werden, wenn das Bemessungsverfahren nach EN 673 nicht anwendbar bzw. ungeeignet ist (zu Besonderheiten von U_g siehe 3.6.2 und 3.6.3).
- Der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmenprofils U_f wird durch den Fenstersystemgeber oder -hersteller gemäß EN ISO 10077-2 nach einem zweidimensionalen numerischen Verfahren mit geeigneter FEM-Software (FEM = Finite-Elemente-Methode) berechnet. Die alternative Ablesung aus den Tabellen und Diagrammen gemäß Anhang F der EN ISO 10077-1 ergibt unvorteilhafte Werte.



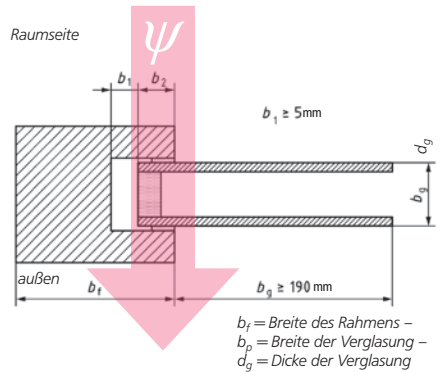
b_f = Breite des Rahmens – b_p = Breite der Füllung – d_g = Dicke der Verglasung

Berechnung von U_f durch Einsetzen einer Dämmfüllung anstelle der Verglasung im Berechnungsmodell des Fensterrahmens gemäß EN ISO 10077-2

- Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient ψ_{gr} , der die zusätzlichen Wärmeverluste an der Übergangsstelle zwischen Glas und Rahmen beschreibt, hängt von mehreren Faktoren ab. Die Wirkung dieser geometrischen und materialbedingten Wärmebrücke wird vor allem durch das Material des Abstandhalters beeinflusst. Allerdings spielen auch die Rahmengenometrie, der Glaseinstand und die wärmetechnischen Qualitäten von Glas und Rahmen eine Rolle.

Weil der ψ_{gr} -Wert kein Materialkennwert ist, sondern einen physikalischen Vorgang beschreibt, kann für einen isolierten Abstandhalter ohne Glas und Rahmen oder auch für eine Verglasung ohne das Fensterrahmenprofil kein ψ_{gr} -Wert-angegeben werden

Der genaue ψ_{gr} -Wert für eine individuelle Rahmen-Randverbund-Glas-Kombination ergibt sich bei der detaillierten Berechnung von U_i gemäß EN ISO 10077-2, sofern das Rahmenprofil auch noch mit der Verglasung inkl. Randverbund durchgerechnet wird.



Berechnung von j_g durch Modellierung von Verglasung und Randverbund im Berechnungsmodell des Fensterrahmens gemäß EN ISO 10077-2

Alternativ, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen, können die Tabellenwerte aus Anhang G der EN ISO 10077-1 verwendet werden (siehe Tabellen G.1 und G.2 auf Seiten 95 und 96).

Weil diese Tabellenwerte jedoch für alle Arten von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern gelten müssen, sind sie vergleichsweise unvorteilhaft. Datenblätter mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas, eröffnen einen dritten, normgerechten Weg für eine vorteilhaftere Ermittlung von ψ_{gr} -Werten für Fenster (siehe 3.6.3).

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_w von Sprossenfenstern

Sprossen im Scheibenzwischenraum von Zweifach- oder Dreifach-Isoliergläsern sind wärmetechnische „Störstellen“, die bei der Ermittlung des U_w -Wertes von Fenstern berücksichtigt werden müssen.

Im Anhang J der Produktnorm EN 14351-1 sind für Sprossenfenster pauschale Zuschläge ΔU_w auf den U_w -Wert desselben Fensters ohne Sprosse festgelegt. Dabei wird lediglich zwischen folgenden Sprossenausführungen unterschieden:

Bild J.1 Befestigte Sprosse(n), d. h. nur außen auf der Verglasung aufgesetztes Abdeckprofil, ohne Profil im Scheibenzwischenraum

Bild J.2 einfache Kreuzsprosse im Mehrscheiben-Isolierglas, d. h. Sprossenprofil im SZR,
– mit Abdeckprofil außen auf der Verglasung = „Wiener Sprosse“,
– ohne äußere Abdeckung = Dekorsprosse

Bild J.3 Mehrfach-Kreuzsprosse im Mehrscheiben-Isolierglas, d. h. wie vorstehend, jedoch mehr als je ein Sprossenprofil waagrecht und senkrecht

Bild J.4 Fenstersprosse = echte, glasteilende Sprossenkonstruktion

3.6.1

Auszug aus EN 14351-1:2016-12, Anhang J:

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)

3.6.1

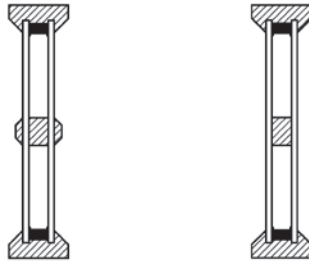


Bild J.2 — Einfache Kreuzprosse im Mehrscheiben-Isolierglas

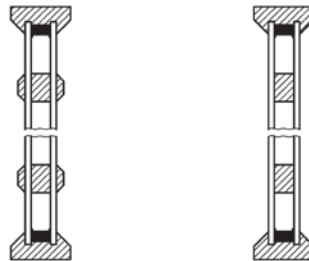


Bild J.3 — Mehrfach-Kreuzprossen im Mehrscheiben Isolierglas



Bild J.4 — Fenstersprosse

Die Zuschläge auf den U_w -Wert gemäß EN 14351-1 sind für die meisten Sprossenausführungen viel zu hoch. Sie sind zwar einfach anzuwenden, unterscheiden jedoch nicht zwischen konventionellen Sprossen aus Aluminium und wärmetechnisch verbesserten Sprossen aus Kunststoff. Auch spielt es keine Rolle, ob sich bei Dreifach-Isolierglas, Sprossen in beiden oder nur in einem Scheibenzwischenraum befinden.

Für die beiden Fälle J.2 und J.3 mit Sprossen im Scheibenzwischenraum von Mehrscheiben-Isolierglas ist die Berechnung von ΔU_w mit einem linearen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_{gb} und der tatsächlich verbauten Sprossenlänge deutlich vorteilhafter. Hierfür kann ein Sprossenfenster detailliert gemäß EN ISO 10077-2 inklusive Sprosse modelliert und berechnet werden. Alternativ können dem Anhang G der EN ISO 10077-1 ψ_{gb} -Werte für Sprossen aus Metall oder aus Kunststoff entnommen werden (siehe Tabellen G.3 und G.4 auf Seite 97 und 98). Anwendbar sind diese Tabellen bis zu einer maximalen Ansichtsbreite des Sprossenprofils von 30 mm.

Die Haupteinflussgrößen für die Wärmebrückenwirkung von Sprossen im SZR von beschichteten Mehrscheiben-Isoliergläsern sind:

- der beidseitige Abstand der Sprossen zur Glasscheibe d_{gb}
- bei Dreifach-Isolierglas: Sprossen in einem oder in beiden SZR
- das Material der Sprosse

Für die Berechnung des U_w -Wertes eines Fensters mit Sprossen im SZR wird die Summenformel erweitert:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g + l_{gb} \cdot \psi_{gb}}{A_w}$$

gb = glazing bar

l_{gb} = Gesamtlänge der Sprosse

ψ_{gb} = Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten Einflusses von Sprosse und Verglasung

Daraus ergibt sich der Aufschlag ΔU_w auf den U_w -Wert desselben Fensters ohne Sprosse:

$$\Delta U_w = \frac{l_{gb} \cdot \psi_{gb}}{A_w}$$

Beispielfenster von Seite 88 mit Sprosse aus Metall, Abstand zur Glasscheibe ≥ 2 mm, nur in 1 SZR:

$\psi_{gb} = 0,03$ W/(m·K) für Sprosse aus Metall
(EN ISO 10077-1, Anhang G, Tabelle G.3)

$A_w = 1,8204$ m²

einfache Kreuzsprosse (Bild J.2):

$l_{gb} = 1,24$ m + $0,99$ m = $2,23$ m,
ergibt $\Delta U_w = 0,037$ W/(m²K), anstelle
Pauschalauftschlag gemäß EN 14351-1
von $0,1$ W/(m²K).

Mehrfach-Kreuzsprosse (Bild J.3):

2 waagrecht, 2 senkrecht:
 $l_{gb} = 2 \times 1,24$ m + $2 \times 0,99$ m = $4,46$ m, ergibt
 $\Delta U_w = 0,074$ W/(m²K), anstelle
Pauschalauftschlag gemäß EN 14351-1 von
 $0,2$ W/(m²K).

Auszug aus EN ISO 10077-1: 2018-01, Anhang G:

Anhang G (normativ)

3.6.1

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Glas-Rahmen- Verbindungsbereichs und der Sprossen

G.1 Allgemeines

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_g des Glases bezieht sich auf den Mittenbereich des Glases und berücksichtigt nicht den Einfluss der Abstandhalter im Verglasungsrandbereich oder der in das Glas integrierten Sprossen. Der Wärmedurchgangskoeffizient U_f bezieht sich 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.

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient Ψ_{gb} beschreibt die zusätzliche Wärmeleitung aus der Wechselwirkung von Glas und Sprosse.

Das bevorzugte Verfahren zur Ermittlung der Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ist die numerische Berechnung nach ISO 10077-2.

Tabelle G.1 und Tabelle G.2 enthalten Standardwerte für Ψ_g für typische Kombinationen von Abstandhaltern, Rahmen- und Verglasungsarten. Diese können verwendet werden, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen.

Für Einzelscheiben ist $\Psi_g = 0$.

Tabelle G.3 und Tabelle G.4 enthalten Standardwerte für Ψ_{gb} für typische in Mehrscheiben-Isolierglas integrierte Sprossen. Diese können verwendet werden, wenn keine Ergebnisse aus detaillierten Berechnungen vorliegen.

G.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 G.1 angegeben.

Tabelle G.1 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für typische Abstandhalter (z. B. Aluminium oder Stahl)

Rahmenart	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen	
	ψ_g	
	Zweischeiben- oder Dreiseiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben ^a - oder Dreiseiben ^b -Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Holz oder PVC	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 Dreiseibenverglasungen

G.3 Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter

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

$$\sum (d \cdot \lambda) \leq 0,007 \text{ W/K} \quad (\text{G.1})$$

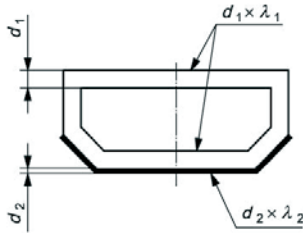
Dabei ist

d die Wanddicke des Abstandhalters, in m;

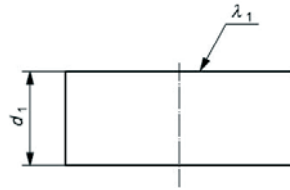
λ die Wärmeleitfähigkeit des Materials des Abstandhalters, in W/(m·K).

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

Wenn das Merkmal nach Gleichung (G.1) aufgrund der Bauweise des Abstandhalters nicht zutrifft, zum Beispiel wenn ein oder mehrere Wärmestrompfade eine Kombination aus Materialien mit verschiedener Wärmeleitfähigkeit umfassen, sollte der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient nach ISO 10077-2 berechnet werden.



$$\Sigma (d \times \lambda) = 2 (d_1 \times \lambda_1) + (d_2 \times \lambda_2)$$



$$\Sigma (d \times \lambda) = d_1 \times \lambda_1$$

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

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

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

Rahmenart	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen mit wärmetechnisch verbesserter Leistungsfähigkeit ψ_g	
	Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben ^a - oder Dreischeiben ^b -Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Holz oder PVC	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.

G.4 Sprossen

Die ψ_{gb} -Werte für Sprossen aus Metall (Aluminium und Stahl) sind in Tabelle G.3 angegeben und die ψ_{gb} -Werte für Sprossen aus Kunststoff, für bestimmte Verglasungsarten und für zwei Abstände d_{gb} zwischen den Glasscheiben und der Sprosse sind in Tabelle G.4 angegeben. Die Werte in Tabelle G.3 und Tabelle G.4 können für eine maximale Breite der Sprosse von bis zu $l_{gb} \leq 30$ mm verwendet werden.

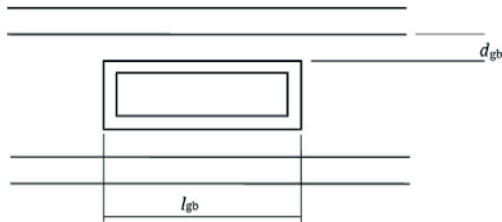


Bild G.2 — Schematische Darstellung einer in doppeltes Mehrscheiben-Isolierglas integrierten Sprosse



a) links: Sprosse in nur einem Hohlraum

b) rechts: Sprosse in beiden Hohlräumen

Bild G.3 — Schematische Darstellung einer in dreifaches Mehrscheiben-Isolierglas integrierten Sprosse

Tabelle G.3 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für in Mehrscheiben-Isolierglas integrierte Sprossen aus Metall [$\lambda \leq 160 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]

Art der Verglasung	Abstand zwischen Glasscheibe und Sprosse d_{gb} in mm	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen ψ_{gb}	
		Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben ^a - oder Dreischeiben ^b - Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Zweischeibenverglasung	≥ 2	0,03	0,07
	≥ 4	0,01	0,04
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in einem Hohlraum	≥ 2	—	0,03
	≥ 4	—	0,01
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in beiden Hohlräumen	≥ 2	—	0,05
	≥ 4	—	0,02

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

Tabelle G.4 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für in Mehrscheiben-Isolierglas integrierte Sprossen aus Kunststoff [$\lambda \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]

Art der Verglasung	Abstand zwischen Glasscheibe und Sprosse d_{gb} in mm	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient für verschiedene Arten von Verglasungen ψ_{gb}	
		Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung, unbeschichtetes Glas, Luft- oder Gaszwischenraum	Zweischeiben ^a - oder Dreischeiben ^b -Isolierverglasung, Glas mit niedrigem Emissionsgrad, Luft- oder Gaszwischenraum
Zweischeibenverglasung	≥ 2	0,00	0,04
	≥ 4	0,00	0,02
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in einem Hohlraum	≥ 2	—	0,02
	≥ 4	—	0,01
Dreischeibenverglasung mit Sprosse in beiden Hohlräumen	≥ 2	—	0,03
	≥ 4	—	0,02
^a Mit einer beschichteten Scheibe bei Zweischeibenverglasungen. ^b Mit zwei beschichteten Scheiben bei Dreischeibenverglasungen.			

Auszug aus EN ISO 10077-1, Anhang H:

Tabelle H.1 — Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von Abstandhaltern

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

3.6.1

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_f												
		0,80	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	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	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	0,93	0,99	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7	
0,6	0,86	0,92	0,98	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7	
0,5	0,79	0,85	0,91	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6	

Tabelle H.2 — Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 20 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von 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 20 % an der Gesamtfensterfläche und mit typischen Arten von 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	5,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	6,0
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,1	3,5
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,4	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,7	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,6	2,7	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,7	3,1
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3	
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2	
0,7	0,93	0,97	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1	
0,6	0,85	0,89	0,93	0,97	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0	
0,5	0,77	0,81	0,85	0,89	0,93	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	

Tabelle H.3 — Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 30 % an der Gesamtfensterfläche 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 Gesamtfensterfläche 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	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1 ^{N3)}	5,2	6,2	
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	0,95	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	0,88	0,94	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,6	0,18	0,87	0,93	0,99	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		
0,5	0,74	0,80	0,86	0,92	0,98	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5		

N3) Nationale Fußnote: In EN ISO 10077-1:2017 wird der Wert mit $51 W/(m^2 \cdot K)$ angegeben. Dies wurde in diesem Dokument zu $5,1 W/(m^2 \cdot K)$ korrigiert.

Tabelle H.4 — Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für vertikale Fenster mit einem Flächenanteil des Rahmens von 20 % an der Gesamtfensterfläche 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 20 % an der Gesamtfensterfläche 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	5,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	6,0	
Zweischeiben- oder Dreischeiben-Isolierverglasung	3,3	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,1	
	3,2	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	4,0	
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9	
	3,0	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,8	
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,7	
	2,8	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,7	
	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,6	
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,8	2,9	3,0	3,5	
	2,5	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,8	2,8	2,9	3,4	
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	2,7	2,8	2,8	3,3	
	2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,8	3,3	
	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,5	2,6	2,7	3,2	
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,6	3,1	
	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,5	2,5	3,0	
	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9	
	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,9	
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8	
	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7	
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6	
	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5	
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,5	
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4	
1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3		
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2		
0,8	0,96	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1		
0,7	0,88	0,92	0,96	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,1		
0,6	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0		
0,5	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9		

3.6.2 Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_{CW} von Fassaden

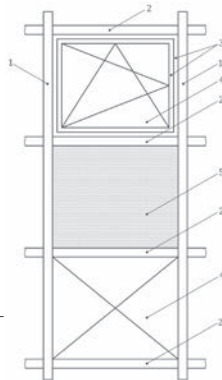
Für die Ermittlung des U_{CW} -Wertes verweist die Produktnorm EN 13830 für Vorhangfassaden auf die Berechnungsnorm EN ISO 12631 „Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten“. Dabei wird der U_{CW} -Wert in Abhängigkeit des Wärmedurchgangskoeffizienten der Fassadenbauteile und ihrer geometrischen Kenngrößen sowie der thermischen Wechselwirkungen zwischen den Bauteilen berechnet. Die Norm bietet die Wahl zwischen zwei grundsätzlich verschiedenen Wegen zu U_{CW} :

Vereinfachtes Beurteilungsverfahren für alle Arten von Vorhangfassaden, auch Structural-Glazing-Fassaden und hinterlüftete Fassaden

Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten nur für Elementfassaden und Pfosten-Riegel-Fassaden

Bei einem Fassadenelement sind verschiedene Materialien auf unterschiedliche Weise miteinander verbunden. Zu den Fassadenbauteilen gehören Verglasungen, opake Paneele, Rahmen, Pfosten und Riegel. Für die Beurteilung muss ein repräsentatives Bezugsэлеment definiert werden.

Repräsentatives Bezugsэлеment einer Pfosten-Riegel-Fassade aus Flächen mit unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften (Auszug aus der EN ISO 12631:2018-01)



- 1 Pfosten
- 2 Riegel
- 3 feststehender und beweglicher Rahmen
- 4 Verglasung
- 5 Paneel

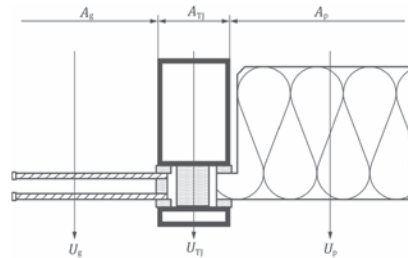
An den Grenzlinien zwischen den Fassaden-Füllungsflächen entstehen viele unterschiedliche Wärmebrücken, die bei der Ermittlung von U_{CW} berücksichtigt werden müssen: Am Rand der Festverglasung, entlang der Einbaulinie des Paneels, die Wärmebrücke des Fensterrahmeneinbaus und diejenige am Glasrand des eingebauten Fensterflügels.

Vereinfachtes Beurteilungsverfahren

Das vereinfachte Verfahren beruht auf detaillierten 2D- oder 3D-FEM-Berechnungen der Wärmeübertragung durch eine gesamte Konstruktion einschließlich Pfosten, Riegel und Füllungen.

Alles, was zwischen den Füllungsflächen liegt, d.h. alle Fassadenprofilflächen und Wärmebrücken der Anschlussbereiche, wird als „Fuge“ bezeichnet und in einem Fugendurchgangskoeffizienten zusammengefasst. Dieser Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge wird entweder als U_{Tj} auf die Fugenfläche oder als ψ_{Tj} auf die Fugenlänge bezogen (T_j = Fuge zwischen zwei Füllungen).

- a) Bezogen auf die Fugenfläche A_{Tj} : Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit einem flächenbezogenen Fugenwert U_{Tj} , im Beispiel für Verglasung, Pfosten und Paneel. (Auszug aus der EN ISO 12631:2018-01)



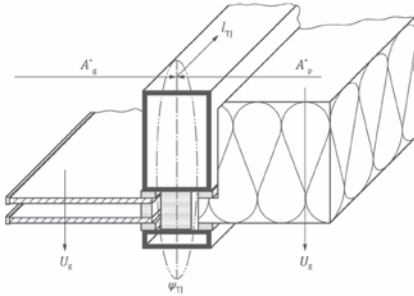
Der U_{CW} -Wert ergibt sich durch flächengewichtete Aufsummierung der Werte der Einzelteile.

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

- A_g verglaste Fläche
 A_p Fläche eines opaken Paneels
 A_{Tj} Fugenfläche (Verfahren a)
 U_g Wärmedurchgangskoeffizient der verglasten Fläche
 U_p Wärmedurchgangskoeffizient des Paneels
 U_{Tj} Wärmedurchgangskoeffizient der Fugenfläche

3.6.2

b) Bezogen auf die Fugenlänge l_{TJ} : Darstellung der Bereiche für die Vorgehensweise mit einem längenbezogenen Fugenwert ψ_{TJ} , im Beispiel für Verglasung, Pfosten und Paneel. (Auszug aus der EN ISO 12631:2018-01)



Der U_{CW} -Wert ergibt sich durch flächen- und längengewichtete Aufsummierung der Werte der Einzelteile.

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

- A_g^* äquivalente verglaste Fläche (definiert gemäß Abbildung)
- A_p^* äquivalente Fläche eines opaken Paneels (definiert gemäß Abbildung)
- l_{TJ} Fugenlänge
- U_g Wärmedurchgangskoeffizient der verglasten Fläche
- U_p Wärmedurchgangskoeffizient des Paneels
- ψ_{TJ} längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Fugen

Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten

Beim Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten wird ein repräsentatives Element in Flächen mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften unterteilt, die jeweils von linienförmigen Übergangsbereichen begrenzt werden:

- A_g verglaste Fläche
- A_f Fläche des Rahmens (f = frame)
- A_m Fläche des Pfostens (m = mullion)
- A_t Fläche des Riegels (t = transom)
- A_p Fläche eines opaken Paneels
- $l_{f,g}$ Gesamtlänge der Schnittstellen Rahmen/Verglasung
- $l_{m,g}$ Gesamtlänge der Schnittstelle Pfosten/Verglasung
- $l_{t,g}$ Gesamtlänge der Schnittstelle Riegel/Verglasung
- $l_{m,f}$ Gesamtlänge der Schnittstelle Pfosten/Rahmen
- $l_{t,f}$ Gesamtlänge der Schnittstelle Riegel/Rahmen
- $l_{m,p}$ Gesamtlänge der Schnittstelle Pfosten/Paneel
- $l_{t,p}$ Gesamtlänge der Schnittstelle Riegel/Paneel

Es ergeben sich bis zu fünf flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten U:

- U_g Glas
- U_p Paneel
- U_f Rahmenflächen
- U_m Pfostenflächen
- U_t Riegelflächen

sowie bis zu sechs verschiedene lineare Wärmedurchgangskoeffizienten ψ :

- ψ_{fg} frame-glass für die Wärmebrücke am Fenster zwischen Glas und Rahmen
- ψ_{mg} mullion-glass für die Wärmebrücke Pfosten-Festverglasung
- ψ_{tg} transom-glass für die Wärmebrücke Riegel-Festverglasung
- ψ_p panel für die Einbauwärmebrücke am Rand des Paneels
- ψ_{mf} mullion-frame für die Einbauwärmebrücke des Fensters in Pfosten
- ψ_{tf} transom-frame für die Einbauwärmebrücke des Fensters in Riegel

Durch die flächenbezogene Gewichtung der U-Werte der einzelnen Elemente sowie die längenbezogene Gewichtung der ψ -Werte für die Schnittstellen zwischen den Elementen lässt sich der U_{CW} -Wert für die Fassade als Ganzes berechnen. Dadurch wird die Formel zur Berechnung von U_{CW} nach dem Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten etwas länger:

$$U_{CW} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_t U_t + \sum A_m U_m + \sum A_t U_t + \sum l_{tg} \psi_{tg} + \sum l_{mg} \psi_{mg} + \sum l_{tg} \psi_{tg} + \sum l_p \psi_p + \sum l_{mf} \psi_{mf} + \sum l_{tf} \psi_{tf}}{A_{CW}}$$

Die Norm EN ISO 12631 gibt in Anhang D vereinfachte Tabellenwerte für die verschiedenen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Verbindungsbereiche vor.

Die ψ -Werte für eine eingebaute Festverglasung ψ_{mg} und ψ_{tg} liegen sowohl für übliche Abstandhalter aus Aluminium oder Stahl (Tabelle D.1) als auch für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter (Tabelle D.2) deutlich höher als die vom Fenster bekannten ψ_g -Werte.

Die Tabellen D.3 und D.4 mit ψ -Werten für in Rahmen eingebaute Verglasungen sind identisch mit den Tabellen aus Anhang G der EN ISO 10077-1.

Alternativ können beim „Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten“ alle Wärmebrücken auch detailliert mit der Berechnungsmethode nach EN ISO 10077-2 ermittelt werden.

Weil die Werte aus Tabelle D.2 für alle Arten von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern bei Festverglasungen in Pfosten-Riegel-Fassaden gelten müssen, sind sie vergleichsweise unvorteilhaft. Datenblätter mit repräsentativen ψ -Werten für Fassadenprofile, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas, eröffnen einen dritten, normgerechten Weg für eine vorteilhaftere Ermittlung von ψ_{mg} - und ψ_{tg} -Werten für Fassaden (siehe Kapitel 3.6.3).

Auszug EN ISO 12631: 2018-01 Anhang D:

Anhang D (normativ)

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsbereiches

D.1 Übersicht

Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung U_g und der Paneele U_p beziehen sich auf den Mittenbereich der Verglasung und des Paneels und berücksichtigen nicht den Einfluss der Abstandhalter im Randbereich der Verglasung oder des Paneels. Andererseits wurde der Wärmedurchgangskoeffizient von Rahmen, Pfosten und Riegeln (U_f , U_m , U_t) ohne Vorhandensein von Verglasung oder Paneelen definiert. Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient Ψ beschreibt die zusätzliche Wärmeleitung infolge der Wechselwirkung zwischen Rahmen, Verglasung oder Paneel und Abstandhalter. Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient Ψ ergibt sich hauptsächlich aus der Wärmeleitfähigkeit des Materials, aus dem die Abstandhalter hergestellt sind, und aus der Gestaltung des Rahmens oder des Pfostens und des Riegels.

Die Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten können durch Berechnungen nach ISO 10077-2:2012 ermittelt werden. Sofern keine detaillierten Ergebnisse vorliegen, dürfen die in diesem Anhang angegebenen Werte verwendet werden.

Die Tabellen D.1 und D.2 enthalten die Werte für $\Psi_{m,g}$ und $\Psi_{t,g}$ für die Abstandhalter für Verglasungen, die in Pfosten/Riegeln von Pfosten-Riegel-Konstruktionen eingebaut sind.

Die Tabellen D.3 und D.4 enthalten die Werte für $\Psi_{f,g}$ für die Abstandhalter für in Rahmen eingebaute Verglasungen.

Tabelle D.5 enthält die Ψ_p -Werte für die Abstandhalter, die in opaken Paneelen verwendet werden.

Die Tabellen D.6 und D.7 enthalten die Werte für $\Psi_{m,f}$ und $\Psi_{t,f}$ für den Pfosten/Riegel-Rahmen-Verbindungsbereich.

Tabelle D.1 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\psi_{m,g}$ und $\psi_{t,g}$ in $W/(m \cdot K)$ für übliche Abstandhalter (z. B. aus Aluminium oder Stahl, mit Trocknungsmittel gefüllt) für Verglasungen, die in Pfosten/Riegeln eingebaut sind

Art von Pfosten/Riegeln	Art der Verglasung	
	Doppel- oder Dreifachverglasung — unbeschichtetes Glas — mit Luft- oder Gaszwischenraum $W/(m \cdot K)$	Doppel- oder Dreifachverglasung — Glas mit niedrigem Emissionsgrad * Einfachbeschichtung bei Doppelverglasung * Zweifachbeschichtung bei Dreifachverglasung — mit Luft- oder Gaszwischenraum $W/(m \cdot K)$
Holz-Metall	0,08	0,11
Metall mit wärmetechnischer Trennung	$d_i \leq 100 \text{ mm}$: 0,13 $d_i \leq 200 \text{ mm}$: 0,15	$d_i \leq 100 \text{ mm}$: 0,17 $d_i \leq 200 \text{ mm}$: 0,19
d_i ist die raumseitige Tiefe des Pfostens/Riegels (siehe auch Bild 3).		

Tabelle D.2 — Werte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\psi_{m,g}$ und $\psi_{t,g}$ in $W/(m \cdot K)$ für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter für Verglasungen, die in Pfosten/Riegeln eingebaut sind

Art von Pfosten/Riegeln	Art der Verglasung	
	Doppel- oder Dreifachverglasung — unbeschichtetes Glas — mit Luft- oder Gaszwischenraum $W/(m \cdot K)$	Doppel- oder Dreifachverglasung — Glas mit niedrigem Emissionsgrad * Einfachbeschichtung bei Doppelverglasung * Zweifachbeschichtung bei Dreifachverglasung — mit Luft- oder Gaszwischenraum $W/(m \cdot K)$
Holz-Metall	0,06	0,08
Metall mit wärmetechnischer Trennung	$d_i \leq 100 \text{ mm}$: 0,09 $d_i \leq 200 \text{ mm}$: 0,10	$d_i \leq 100 \text{ mm}$: 0,12 $d_i \leq 200 \text{ mm}$: 0,13
d_i ist die raumseitige Tiefe des Pfostens/Riegels (siehe auch Bild 3).		

3.6.3 Wärmebrücken am Fenster „Warme Kante“

3.6.3

Je besser die Wärmedämmung der thermischen Gebäudehülle in der Fläche, umso mehr fallen die vorhandenen Wärmebrücken ins Gewicht. Ihr prozentualer Anteil an den Gesamtwärmeverlusten steigt.

Wärmebrücken entstehen an Schnittstellen mit unterschiedlicher Geometrie (Ecken, Kanten, Deckenanschlüsse usw.) bzw. dort, wo unterschiedliche Materialien aufeinandertreffen sowie durch kombinierten, geometrischen und materialbedingten Einfluss (z. B. Übergangsbereich zwischen Verglasung und Rahmen oder Fassadenprofil, Wandanschluss von Fenstern usw.).

Beim wärmetechnischen Nachweis eines Gebäudes auf Grundlage der EnEV müssen Wärmebrücken berücksichtigt werden. Dies geschieht entweder durch pauschale Aufschläge oder durch eine detaillierte Berechnung der Einzelfälle. Konstruktive bauliche Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrücken wirken sich durch einen reduzierten Gesamtverbrauch positiv aus.

Die Wärmebrücke ψ_g am Fenster zwischen Verglasung und Rahmen ist bereits im U_{Wf} -Wert enthalten, ebenso berücksichtigt der U_{CW} -Wert die Einbauwärmebrücken $\psi_{m,g}$ und $\psi_{t,g}$ von Festverglasungen in Pfosten-Riegel-Fassadenprofilen. Eine wärmetechnische Verbesserung des Isolierglas-Randverbunds führt zu besseren ψ_g - bzw. $\psi_{m,g}$ - und $\psi_{t,g}$ -Werten. Dies ergibt vorteilhaftere U_{Wf} - und U_{CW} -Werte und spart Heizwärme. Der Hauptvorteil ist aber in der Minimierung der Gefahr von Tauwasser- und Schimmelbildung an der raumseitigen Glaskante zu sehen.

Enthält der Isolierglas-Randverbund einen Aluminium-Abstandhalter, wird im Heizungsfall die Wärme durch das hochleitfähige Aluminium rasch nach außen geleitet. Dadurch kühlt der raumseitige Randbereich der Scheibe ab. Tauwasseranfall und Schimmelbildung am raumseitigen Glasrand können die Folge dieser eingebauten Wärmebrücke sein. Schimmel ist nicht nur ein ästhetisches Problem, sondern vor allem auch gesundheitsschädlich.

„Warme Kante“ bezeichnet einen Isolierglas-Randverbund, der einen wärmetechnisch verbesserten Abstandhalter enthält. „Warme-Kante“-Abstandhalter bestehen aus möglichst schlecht wärmeleitenden Materialien. Dadurch geht weniger Wärme verloren, der raumseitige Randbereich kühlt nicht so stark ab, die Tauwassergefahr ist gegenüber Aluminium-Abstandhaltern reduziert. Die linearen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_g bzw. $\psi_{m,g}$ und $\psi_{t,g}$ sind mit „warmer Kante“ anstelle von Aluminium-Abstandhaltern deutlich kleiner.

Repräsentative ψ_g -Werte für Fenster

Für eine bestimmte Glas-Rahmen-Kombination kann der ψ_g -Wert auf drei verschiedenen Wegen ermittelt werden (siehe auch 3.6.1):

- Tabellenwerte aus Anhang G der EN ISO 10077-1
- Detaillierte Berechnung gemäß EN ISO 10077-2
- Verwendung von repräsentativen ψ_g -Werten des eingesetzten Warme-Kante-Systems gemäß Datenblatt Psi-Werte Fenster, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas (BF)

Der letztgenannte Weg ist genauer als das einfache Tabellenverfahren, aber weniger aufwändig als die detaillierte Berechnung. Die repräsentativen Psi-Werte der Datenblätter sind präziser als die Tabellenwerte aus Teil 1 der EN ISO 10077 und führen zu besseren (niedrigeren) U_{Wf} -Werten. Die repräsentativen ψ_g -Werte dürfen jedoch nicht generell benutzt werden, ihr zulässiger Anwendungsbereich ist in der Richtlinie WA-08 des IfT Rosenheim vorgegeben. Die Verwendung von repräsentativen Psi-Werten ist ein in der EN ISO 10077-2 normativ verankertes Verfahren.

Produkt	Äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\psi_{g,eq}$ in mW/m²K	Material	Table 10 in mW/m²K
Standardfenster	X	Eisenstahl	X
Hochleistungsfenster	Wahl 1: Standardfenster	Kunststoff	0,0XX
	Wahl 2: Hochleistungsfenster	Alu	0,0XX
Hochleistungsfenster mit Verbundverglasung	Wahl 1: Standardfenster	Alu	0,0XX
	Wahl 2: Hochleistungsfenster	Alu	0,0XX
Hochleistungsfenster mit Verbundverglasung	Wahl 1: Standardfenster	Alu	0,0XX
	Wahl 2: Hochleistungsfenster	Alu	0,0XX
Hochleistungsfenster mit Verbundverglasung	Wahl 1: Standardfenster	Alu	0,0XX
	Wahl 2: Hochleistungsfenster	Alu	0,0XX
Hochleistungsfenster mit Verbundverglasung	Wahl 1: Standardfenster	Alu	0,0XX
	Wahl 2: Hochleistungsfenster	Alu	0,0XX

Die Äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\psi_{g,eq}$ wird nach der EN 12526:2010 (Wärmedurchgangskoeffizienten) ermittelt. Die Werte sind unter Berücksichtigung der Einbauwärmebrücken $\psi_{m,g}$ und $\psi_{t,g}$ zu verstehen. Die Werte sind nur für die in der Tabelle aufgeführten Fensterkonfigurationen gültig. Bei anderen Konfigurationen sind die Werte zu ermitteln. Die Werte sind nur für die in der Tabelle aufgeführten Fensterkonfigurationen gültig. Bei anderen Konfigurationen sind die Werte zu ermitteln. Die Werte sind nur für die in der Tabelle aufgeführten Fensterkonfigurationen gültig. Bei anderen Konfigurationen sind die Werte zu ermitteln.

Layout eines Datenblatts mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster.

Die repräsentativen ψ_g -Werte der BF-Datenblätter können im Rahmen der Herstellerdeklaration des $U_{w,F}$ -Wertes entsprechend EN 14351-1 für die Berechnung verwendet werden, sofern folgendes gilt:

- Die tatsächlichen Rahmenprofile müssen mit den repräsentativen Rahmenprofilen vergleichbar sein.
- Der tatsächliche Glaseinstand muss gemäß nachstehender Tabelle mindestens 13 mm bzw. bei hochdämmenden Rahmensystemen mindestens 18 mm betragen:

Rahmenmaterial	U_f in $W/(m^2K)$	Glaseinstand in mm
Holz	$\geq 1,0$	≥ 13
	$\geq 0,80$	≥ 18
Holz-Alu	$\geq 1,0$	≥ 13
	$\geq 0,80$	≥ 18
Kunststoff	$\geq 1,0$	≥ 13
	$\geq 0,80$	≥ 18
Metall	$\geq 1,3$	≥ 13
	$\geq 1,0$	≥ 18

- Freiliegender Glasrand ist ausgeschlossen.
- Ggf. sind Korrekturwerte für Glasdicken größer 4 mm zu berücksichtigen:
 - Pro mm, den die Außenscheibe dicker ist als 4 mm: $\Delta \psi_g = 0,001 W/mK$.
 - Pro mm, den die Innenscheibe dicker ist als 4 mm: $\Delta \psi_g = 0,002 W/mK$
 Die mittlere Scheibe bei Dreifach-Verglasung ist nicht signifikant.

Repräsentative $\psi_{m,g}$ - und $\psi_{t,g}$ -Werte für Fassadenprofile

Im Rahmen des Verfahrens mit Beurteilung der einzelnen Komponenten können die Werte $\psi_{m,g}$ und $\psi_{t,g}$ für eine bestimmte Kombination von Festverglasung und Fassadenprofil auf drei verschiedenen Wegen ermittelt werden (siehe auch 3.6.1):

- Tabellenwerte aus Anhang D der EN ISO 12631
- Detaillierte Berechnung gemäß EN ISO 10077-2
- Verwendung von repräsentativen $\psi_{m,g}$ - und $\psi_{t,g}$ -Werten des eingesetzten Warme-Kante-Systems gemäß Datenblatt „Psi-Werte Fassadenprofile“, herausgegeben vom BF.

Ebenso wie beim Fenster ist der letztgenannte Weg genauer als das einfache Tabellenverfahren, aber

weniger aufwändig als die detaillierte Berechnung. Die repräsentativen Psi-Werte der Datenblätter sind deutlich vorteilhafter als die Tabellenwerte aus der EN ISO 12631 und führen zu besseren (niedrigeren) U_{CW} -Werten. Auch bei Fassaden wird der zulässige Anwendungsbereich durch eine Richtlinie des ift Rosenheim (WA-22) vorgegeben.

Layout eines Datenblatts mit repräsentativen Psi-Werten für Fassaden

Die repräsentativen $\psi_{m,g}$ - und $\psi_{t,g}$ -Werte der BF-Datenblätter können im Rahmen der Herstellerdeklaration des $U_{w,F}$ -Wertes entsprechend EN 13830 für die Berechnung verwendet werden, sofern folgendes gilt:

- Die tatsächlich verwendeten Fassadenprofile müssen mit den repräsentativen Profilen der Datenblätter „Psi-Werte Fassade“ vergleichbar sein.
- Die repräsentativen ψ -Werte Fassadenprofile können für folgende U_g -Werte verwendet werden:
 - 2-fach-Isolierglas: $U_g \geq 1,0 W/(m^2K)$ mit Argon oder Luftfüllung
 - 3-fach-Isolierglas: $U_g \geq 0,5 W/(m^2K)$ mit Argon oder Luftfüllung
- Der tatsächliche Glaseinstand muss mindestens 13 mm betragen.

3.6.3

- Bei außen freiliegendem Glasrand und bei SSG (Structural Sealant Glazing)-Systemen dürfen die repräsentativen ψ -Werte nicht verwendet werden.
- Sind die Glasscheiben dicker als 6 mm, müssen die repräsentativen ψ -Werte mit Zuschlägen erhöht werden. Die Glasdicke der mittleren Scheibe bei Dreifach-Aufbauten ist nicht relevant. Sind die Glasdicken geringer als 6 mm, dürfen die Korrekturwerte von den repräsentativen ψ -Werten abgezogen werden.

Korrekturwerte zur Berücksichtigung des Einflusses der Glasdicke bei Fassaden

Material	$\Delta\psi$ in W/(mK) pro mm Dicke	
	Außenscheibe	Innenscheibe
Holz-Metall	0,001	0,001
Metall mit wärmetechnischer Trennung	0,001	0,000

- U_m - und U_t -Werte der tatsächlichen Fassadenprofile müssen (inkl. des Schraubeneinflusses) den Anforderungen nachfolgender Tabelle genügen:

Tabelle mit Fassadenprofil-Vorgaben für die Anwendung der repräsentativen ψ -Werte für Fassaden

Material	U_m bzw. U_t in W/(m ² K)
Holz-Metall	für 2-fach-Glas: $\geq 1,3$ für 3-fach-Glas $\geq 0,9$
Metall mit wärmetechnischer Trennung	für 2-fach-Glas: $\geq 1,3$ für 3-fach-Glas $\geq 0,9$

Hinweise zu den Datenblättern mit repräsentativen ψ -Werten

Basis für die Berechnung der repräsentativen ψ -Werte ist eine messtechnisch ermittelte, äquivalente Wärmeleitfähigkeit des jeweiligen Abstandhalterprofils inkl. Trockenmittel und Butyl gemäß Richtlinie WA-17 des ift Rosenheim.

Zur Vermeidung von Rundungsfehlern werden die ψ -Werte auf den Datenblättern auf 0,001 W/(mK) angegeben. Die Genauigkeit der repräsentativen ψ -Werte beträgt $\pm 0,003$ W/(mK). Unterschiede in ψ -Werten von kleiner als 5 Tausendstel sind nicht signifikant.

Die Datenblätter für wärmetechnisch verbesserte Abstandhaltersysteme sind auf der Homepage des BF verfügbar. Weiterführende Informationen siehe BF-Merkblatt 004 „Kompass ‚Warme Kante‘ für Fenster und Fassaden“.

3.6.4 Anmerkungen zum U_g -Wert

U_g -Werte bei geneigten Flächen

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.

3.6.4

U_g -Werte für Schrägverglasungen nach EN 673

Einbauwinkel	U_g -Wert in $W/(m^2K)$			
	2-fach-Isolierglas		3-fach-Isolierglas	
	iplus 1.1 (Argon) 4/16/4 Ar	iplus 1.1 (Krypton) 4/12/4 Kr	iplus 3 (Argon) 4/12/4/12/4 Ar	iplus 3C (Krypton) 4/12/4/12/4 Kr
90° (senkrecht)	1,12	1,06	0,72	0,49
75°	1,36	1,28	0,72	0,59
60°	1,48	1,38	0,72	0,65
45°	1,51	1,41	0,74	0,68
30°	1,62	1,51	0,81	0,73
15°	1,66	1,58	0,86	0,77
0° (waagrecht)	1,76	1,63	0,91	0,80

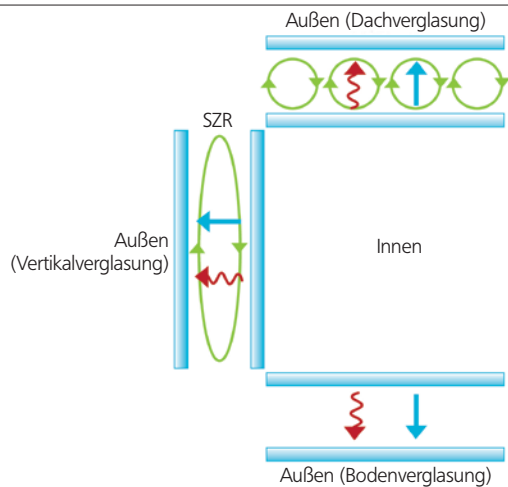
: kennzeichnet die Lage der Schicht(en)

Einfluss der Einbaulage

Strahlung
unverändert

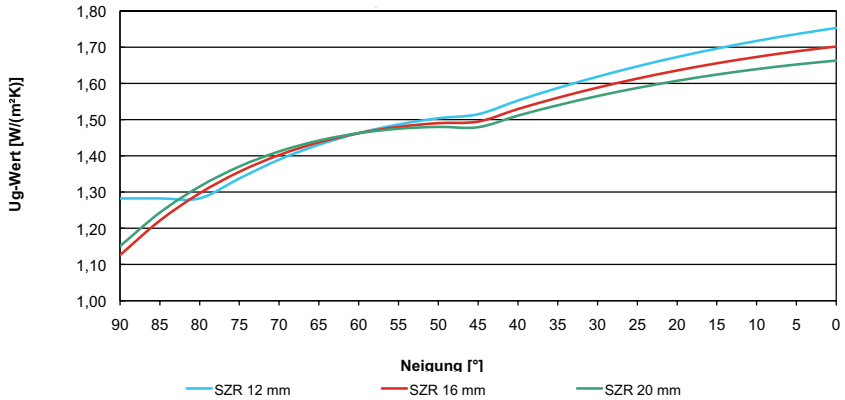
Leitung
unverändert

Konvektion:
Glasart, Abstand, Einbauwinkel,
Temperatur,
Wärmestromrichtung

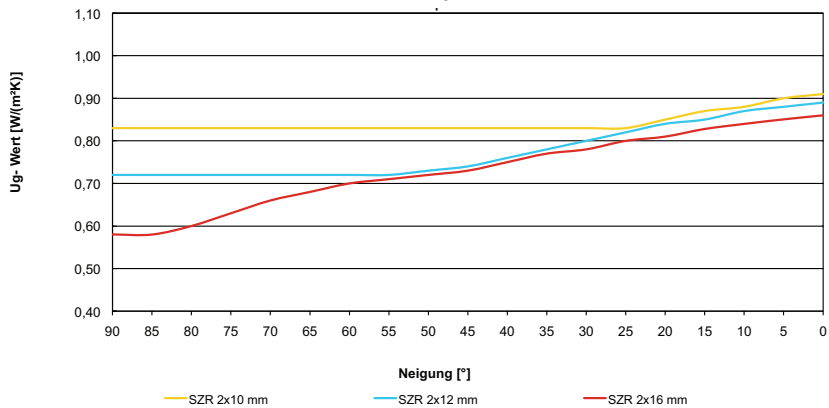


3.6.4

U_g -Wert nach EN 673 in Abhängigkeit der Neigung
i plus 1.1



U_g -Wert nach EN 673 in Abhängigkeit der Neigung
i plus 3

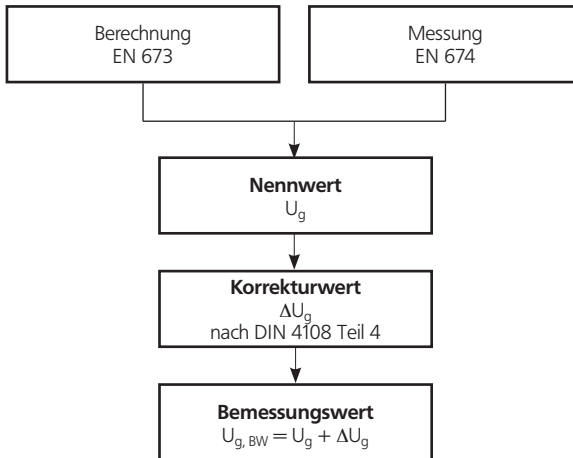


Ermittlung des Bemessungswertes $U_{g,BW}$ für Verglasungen nach DIN 4108 Teil 4

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:

3.6.4



Abschrift aus DIN 4108-4: 2017-03, Tabelle 9

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

Korrekturwert ΔU_g W/(m ² 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.

3.6.5 Taupunkttemperatur und Behaglichkeit

3.6.5

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

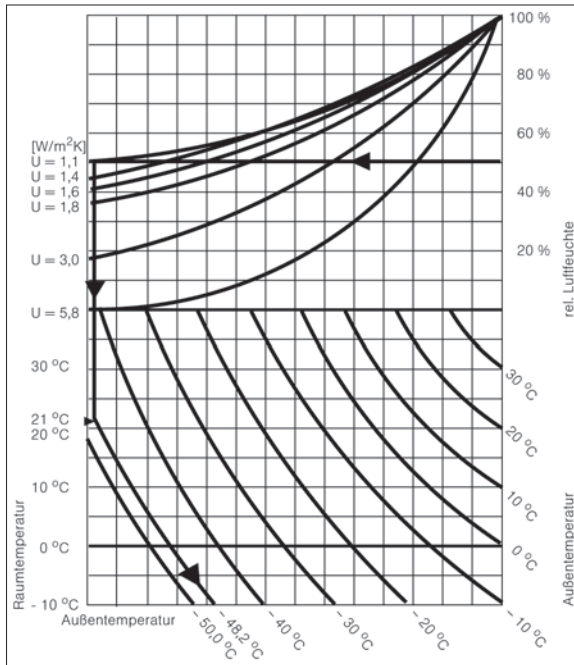
Zur Tauwasserbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche der Isolierglas-Einheit kommt es unter folgenden Bedingungen:

- 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 1.1, erheblich gemindert werden, da durch den verbesserten U-Wert die raumseitige Scheibenoberflächentemperatur erhöht wird. Dies wird im Taupunktogramm deutlich.

Hohem Wasserdampfanfall ist durch sachgemäßes Lüften (Kapitel 3.7) zu begegnen.

Taupunktogramm mit Beispiel



Aus dem Taupunktogramm lässt sich die Außentemperatur ermitteln, bei der eine Fensterscheibe auf der Raumseite beschlägt (= Taupunkt).

Eingezeichnetes Beispiel:

iplus 1.1,
U-Wert 1,1 W/(m²K),
Raumtemperatur + 21 °C,
rel. Luftfeuchte 50 %.

Ergebnis:

Erst bei $-48,2\text{ °C}$ beschlägt die raumseitige Scheibe von iplus 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 zu Kondensatbildung kommen. Dieser physikalische Effekt, den man auch bei parkenden Autos beobachten kann, ist auf die verbesserte Wärmedämmung der modernen Isoliergläser zurückzuführen.

Allgemein gilt, 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 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 Raumboflächen 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.

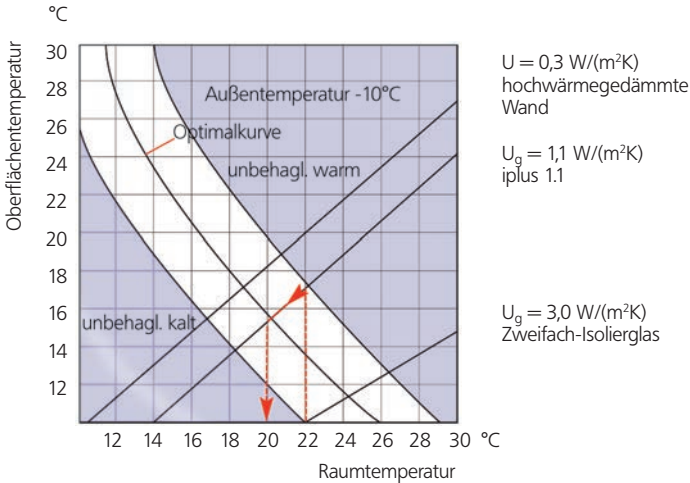
Durch Untersuchungen von Bedford und Liese wurde das auf der folgenden Seite stehende Behaglichkeitsdiagramm entwickelt.

Bei einer Raumtemperatur von +22 °C liegt iplus 1.1 bereits an der Grenze zum „unbehaglich“ warmen Raum. Durch Absenkung der Raumtemperatur um 2 K liegt iplus 1.1 auf der Optimalkurve.

3.6.5

iplus 1.1 und iplus 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, bodengebundene bzw. raumhohe Verglasungen) gegeben.



Behaglichkeitsdiagramm nach Bedford und Liese

Bei einer Außentemperatur von -10 °C und einer Raumtemperatur von $+21\text{ °C}$ ist die raumseitige Scheibentemperatur (Oberflächentemperatur)

für	U_g -Wert	Oberflächentemperatur
Konv. unbeschichtetes Isolierglas	$3,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$+9\text{ °C}$
iplus 1.1	$1,1\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$+17\text{ °C}$
iplus 1.0	$1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$+17\text{ °C}$
iplus 3C	$0,5\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$+19\text{ °C}$
Außenwand	$0,3\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$+20\text{ °C}$

3.7 Fenster und Lüftung

3.7

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. Nach DIN 18055 muss die Luftdurchlässigkeit (Fugendurchlässigkeit) Klasse 2 für bis zu zwei Vollgeschossen und bei mehr als zwei Vollgeschossen Klasse 3 betragen. Die Prüfung erfolgt nach der EN 1026 und die Klassifizierung nach der EN 12207.

Für Außentüren wird in der DIN 4108-2 die Luftdichtigkeitsklasse 2 nach der EN 12207 gefordert.

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 (kombinierte Lüftungssysteme) 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 Schimmelbildung 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 Feuchte-austausch verhindert. Die Folge davon ist eine Zunahme der relativen Raumluftfeuchte, die sich an den kalten, schlecht gedämmten 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.

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.

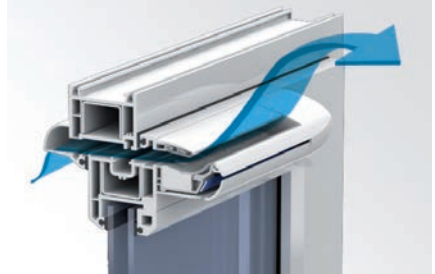
Ausschlaggebend ist dabei der Luftfeuchtigkeitsgrad in jedem Raum, der sich je nach Anzahl und Aktivitäten der Personen verändert.

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 Raumluftqualität in einem optimalen Rahmen zu halten, gibt es nur eine Lösung:

Ausreichend lüften! Denn gute Raumluft 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.

3.8 Schalldämmung in Fenster und Fassade

Zu den vielen Funktionen, die ein Fenster erbringen muss, gehört nicht zuletzt ein wirksamer Schallschutz.

Lärm zählt zu den größten und am häufigsten unterschätzten Umweltproblemen der heutigen Zeit. Somit nimmt auch die Bedeutung von Schallschutz stetig zu. Denn wer kennt das nicht? Man möchte an einem schönen Sommertag im Garten entspannen, doch die zunehmende Anzahl von störenden Geräuschen macht das nahezu unmöglich. Dem baulichen Schallschutz kommt daher besondere Bedeutung zu, um die Menschen besser gegen Lärm zu schützen. Denn Lärm kann erheblichen Stress verursachen und nachweislich zu gesundheitlichen Schäden führen. Prinzipiell sollte die Lärmbekämpfung an der Quelle erfolgen. Dem baulichen Schallschutz kommt bei Verringerung der Lärmbelastung in Wohn- als auch öffentlichen Gebäuden eine zentrale Bedeutung zu. Das bedeutet, dass auch 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 Sekundär-Maßnahmen zugeordnet werden.

Die Anforderungen an den Schallschutz wurden bisher auf der Basis der DIN 4109 (November 1989) „Schallschutz im Hochbau“ festgelegt.

Diese „alte“ Norm wurde in 2016 vollständig neu veröffentlicht. Die Teile 1 und 2 der DIN 4109 wurden im Januar 2018 in einer aktualisierten Version herausgegeben.

- Teil 1: Mindestanforderungen (01-2018)
- Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen (01-2018)
- Teil 4: Bauakustische Prüfungen (07-2016)
- Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument (07-2016)
- Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau (07-2016)
- Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau (07-2016)
- Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen (07-2016)
- Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden (07-2016)
- Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden (07-2016)

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 Teil 35.

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

3.8

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.

Unter anderem sind dabei folgende Aspekte zu beachten.

- 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 Teil 35 und EN 14351-1, Anhang B)

Bei fachgerechter Montage kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass ein um etwa 2 dB bis 5 dB höherer Laborwert dem geforderten Schalldämmwert im eingebauten Zustand entspricht.

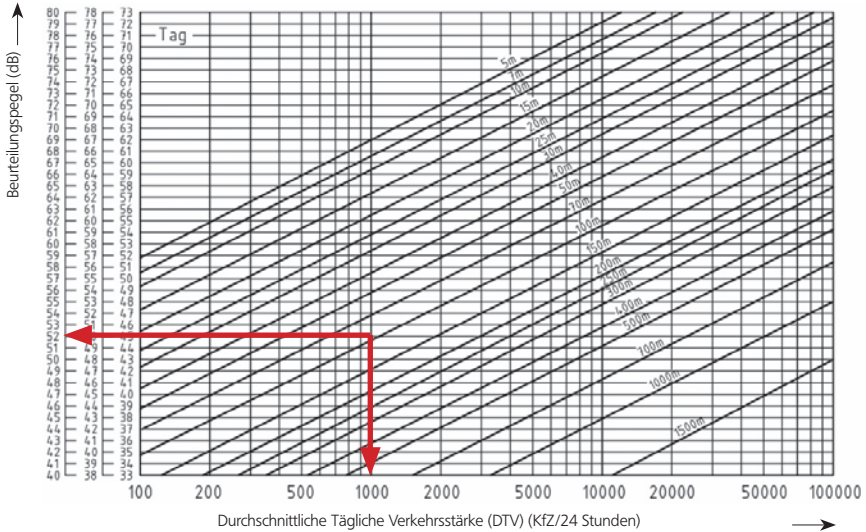
Aus dem Leistungsverzeichnis sollte aus diesem Grund deutlich hervorgehen, welche Schallschutzanforderungen definitiv an Glas und Fenster gestellt werden.

Während bei der Wärmedämmung grundsätzliche, allgemein gültige Anforderungen gestellt werden können, bleibt beim Schallschutz die individuelle Planungsarbeit wichtigste Voraussetzung für einen auf das individuelle Objekt abgestimmten Lärmschutz. Dazu ist es notwendig, den maßgeblichen Außenlärmpegel zu ermitteln. Der maßgebliche Außenlärmpegel, resultierend aus Straßen-, Schienen-, Luft-, Wasserverkehr sowie durch Industrie/Gewerbe/Handwerk, wird in der Regel berechnet, kann aber auch im Sonderfall durch Messung ermittelt werden. Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen sind im Kapitel 7 der DIN 4109-1 vorgegeben.

Auszug aus DIN 4109-2:2018-01, 4.4.5 „Festlegungen zur rechnerischen Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels, Beispiel Straßenverkehr

Sofern für die Einstufung in Lärmpegelbereiche keine anderen Festlegungen, z. B. gesetzliche Vorschriften oder Verwaltungsvorschriften, Bebauungspläne oder Lärmkarten maßgebend sind, können die Beurteilungspegel mithilfe der Nomogramme in DIN 18005-1:2002-07, A2, ermittelt werden, wobei zur Bildung des maßgeblichen Außenlärmpegels zu den abgelesenen Werten 3 dB(A) zu addieren sind.

Auszug aus DIN 18005-1:2002-07



Korrekturen für Sonderfälle

Straßengattung	Autobahn
	Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen
	Stadt- und Gemeindestraßen

- Zulässige Höchstgeschwindigkeit
 - auf Autobahnen 80 km/h oder auf Stadtstraßen 30 km/h: – 2,5 dB

- Straßenoberfläche
 - offenporiger Asphalt auf Außenortsstraßen mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten von mehr als 60 km/h: – 3 dB
 - unebenes Pflaster auf Straßen mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten von 50 km/h und mehr: + 6 dB
 - unebenes Pflaster auf Straßen mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten von 30 km/h und mehr: + 3 dB

Befindet sich ein Immissionsort in weniger als 100 m Entfernung von einer Lichtsignalanlage, sollte ein Zuschlag von 2 dB auf den Beurteilungspegel erfolgen. Auch die Beurteilungspegel für Immissionsorte in Straßenschluchten (beidseitige, mehrgeschossige und geschlossene Bebauung) sollten mit 2 dB beaufschlagt werden.

Bild A. 1 – Diagramm zur Abschätzung des Beurteilungspegels von Straßenverkehr für verschiedene Abstände als Parameter, Tag

Ablesebeispiel: 1000 Kfz/Tag mit 100 m Entfernung -> Beurteilungspegel für Autobahnen von 52 dB

3.8

In Deutschland gibt es keine konkreten Anforderungen an den Schallschutz für die Bauteile Fenster, Außentür und Fassaden. Die Anforderung wird an die gesamte Wand gestellt. Es besteht darüber hinaus daher keine verpflichtende Angabe des Schalldämm-Maßes in der Leistungserklärung im Rahmen der CE-Kennzeichnung. Anhand des ermittelten Lärmpegelbereiches bzw. des maßgeblichen Außenlärmpegels, sowie der Raumnutzung wird das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ des Außenbauteils entsprechend Tabelle 7 der DIN 4109-1 „Zuordnung zwischen Lärmpegelbereichen und maßgeblichem Außenlärmpegel“ als Anforderungswert bestimmt.

Nach DIN 4109-1 ist die relevante Größe zur Darstellung der Schalldämmung zwischen dem Außenbereich und Räumen in Gebäuden das gesamte bewertete Bau-Schalldämmmaß $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile. Die vollständige Berechnung von $R'_{w,ges}$ unter Berücksichtigung der flankierenden Übertragung erfolgt sinngemäß nach DIN EN 12354-3. Der Einfluss der Flankenübertragung ist in vielen Fällen jedoch unbedeutend und muss deshalb nur in besonderen Fällen berechnet werden. In allen anderen Fällen bleibt die flankierende Übertragung unberücksichtigt.

Die Berechnung der Luftschalldämmung der Außenbauteile erfolgt nach Abschnitt 4.4 der DIN 4109-2.

Die **Anforderungen** an die gesamten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile von schutzbedürftigen Räumen ergibt sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumarten nach Gleichung (6 der DIN 4109-1):

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart} \quad (6)$$

Dabei ist

$K_{Raumart} = 25$ dB für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien;

$K_{Raumart} = 30$ dB für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches;

$K_{Raumart} = 35$ dB für Büroräume und Ähnliches;

L_a = der Maßgebliche Außenlärmpegel nach DIN 4109-2, 4.5.5.

Mindestens einzuhalten sind:

$R'_{w,ges} = 35$ dB für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien;

$R'_{w,ges} = 30$ dB für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Büroräume und Ähnliches.

Für gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maße von $R'_{w,ges} > 50$ dB sind die Anforderungen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Die erforderlichen gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ sind in Abhängigkeit vom Verhältnis der vom Raum aus gesehenen gesamten Außenfläche eines Raumes S_G zur Grundfläche des Raumes S_G nach DIN 4109-2, Gleichung (32 nach DIN 4109-1) mit dem Korrekturwert K_{Al} nach Gleichung (33 nach DIN 4109-1) zu korrigieren.

Für Außenbauteile, die unterschiedlich zur maßgeblichen Lärmquelle orientiert sind, siehe DIN 4109-2, 4.4.1. Gleichung (6) gilt nicht für Fluglärm, soweit er in FluLärmG geregelt ist. In diesem Fall sind die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Fluglärm im FluLärmG bzw. in FluLärmGDV 2 festgelegt. Sofern ausschließlich Lärmpegelbereiche vorliegen, ist der maßgebliche Außenlärmpegel L_a für die Berechnung nach Gleichung (6) der DIN 4109-1 in Tabelle 7 festgelegt.

Auszug aus DIN 4109-1:2018-01
Tabelle 7 **Zuordnung zwischen Lärmpegelbereichen und maßgeblichem Außenlärmpegel**

Zeile	Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel
		dB
1	I	55
2	II	60
3	III	65
4	IV	70
5	V	75
6	VI	80
7	VII	> 80 ^{a)}

a) Für Maßgebliche Außenlärmpegel $L_a > 80$ dB sind die Anforderungen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Das **gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$** der Fassade ergibt sich aus den Schalldämm-Maßen der in der Fassade vorhandenen Bauteile (z.B. Wand, Fenster, Rolladenkasten, etc.).

Mit dem in der DIN 4109-02 im Kapitel 4.4 beschriebenen Berechnungsverfahren wird das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ ermittelt.

Im Rahmen des Nachweises muss der errechnete Wert der Prognoseberechnung nach Gleichung (32) von $R'_{w,ges}$ um den in 5.3.2 (Sicherheitskonzept) in Gleichung (46) festgelegten Sicherheitsbeiwert vermindert und das erforderliche gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß mit dem Korrekturwert Außenlärm K_{AL} korrigiert werden. Für die vereinfachte Ermittlung der Unsicherheit gelten die Festlegungen nach 5.3.3 oder Anhang C der DIN 4109-2. Das bedeutet ein Abschlag von 2dB.

Mit dem nachfolgenden Berechnungsverfahren wird das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ ermittelt.

$$R'_{w,ges} - u_{prog} \geq \text{erf. } R'_{w,ges} + K_{AL} \quad (\text{dB}) \quad (46)$$

Dabei ist

$R'_{w,ges}$ das nach Gleichung (34) nach DIN 4109 bzw. (35) nach DIN 4109 ermittelte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß der Fassade, in dB;

erf. $R'_{w,ges}$ das nach DIN 4109-1, 7.1 geforderte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß, in dB;

K_{AL} der nach Gleichung (33) nach DIN 4109 ermittelte Korrekturwert für das erforderliche Schalldämm-Maß für den Außenlärm nach DIN 4109-1, 7.1, in dB.

Für K_{AL} gilt

$$K_{AL} = 10 \lg (S_S / (0,5 \cdot S_G))$$

Dabei ist

S_S die vom Raum aus gesehene gesamte Fassadenfläche, in m^2 . Für Räume mit mehreren an der Schallübertragung beteiligten Außenflächen (z. B. Eckräume mit zwei Außenwänden, Dachwohnungen mit Außenwand und Dachfläche) gilt die vom Raum aus gesehene gesamte Außenfläche als S_S , d. h. die Summe der gesamten abgewinkelten Flächen, die den Raum nach außen begrenzen.

S_G ist die Grundfläche des Raumes, in m^2 . Die R_w -Werte für das Bauteil Fenster können aus der DIN 4109-35 oder Labormessungen nach EN ISO 10140-1 und EN ISO 10140-2 entnommen werden.

Der Sicherheitsbeiwert u_{prog} entspricht der Unsicherheit der Prognose, die dem Endergebnis der Prognoseberechnung für den Schallschutznachweis zuzurechnen ist. Folgende Sicherheitsbeiwerte für Luftschalldämmungen sind festgelegt:

- u_{prog} bei Fenster, Fassaden usw. 2 dB
- u_{prog} bei Türen 5 dB

Somit ergibt sich für Fenster folgende Gleichung

$$R'_{w,ges} - 2 \text{dB} \geq \text{erf. } R'_{w,ges} + K_{AL} \quad (49)$$

und für Türen

$$R_w - 5 \text{ dB} \geq \text{erf. } R_w \quad (52)$$

Ein „Vorhaltemaß“ nach DIN 4109:1989-11 gibt es damit nicht mehr. Mit der Neuauflage der DIN 4109 in 2016 wurde der Sicherheitsbeiwert u_{prog} für die Gesamtkonstruktion eingeführt, der bei der Berechnung der Schalldämm-Eigenschaften zu berücksichtigen ist. Das Vorhaltemaß wurde abgezogen, um eventuelle Bauteilschwankungen auszugleichen, die sich aus dem Unterschied zwischen der Prüfung im Labor und den tatsächlichen Gegebenheiten am Bau ergeben können.

Tabelle 7 des VFF Merkblatts zeigt Anhaltswerte für erforderliche Schalldämm-Maße (erf. $R'_{w,ges}$) von Kombinationen aus Außenwänden und Fenstern.

Tabelle nach VFF Merkblatt Schall.01, Ausgabe März 2017

Tabelle 7 Anhaltswerte für erforderliche Schalldämm-Maße erf. $R'_{w,ges}$ von Kombinationen von Außenwänden und Fenstern							
Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	erf. $R'_{w,ges}$ in dB nach Tabelle 6	Schalldämm-Maße für Wand/Fenster in ...dB/...dB bei folgenden Fensterflächenanteilen in %					
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
1	30	45/20	45/23	45/25	45/26	45/27	45/28
2	35	45/25	45/28	45/30	45/31	45/32	45/33
3	40	45/32	45/34	45/36	45/37	45/38	45/38
		55/30	55/33	55/35	55/36	55/37	55/38
4	45	55/35	55/38	55/40	55/41	55/42	55/43
5	50	55/41	55/44	55/46	55/47	55/48	55/48
		65/40	65/43	65/45	65/46	65/47	65/48

Diese Tabelle gilt 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. $R'_{w,ges}$ des Außenbauteils nach Abschnitt 7.1 der DIN 4109-01.

Der Eingangswert für den rechnerischen Nachweis entspricht dem nach EN 14351-1 deklarierten Wert des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w als Prüfergebnis einer Prüfung nach EN ISO 10140-2 oder dem Tabellenwert nach EN 14351-1:2010-08, Anhang B. Für den Fall, dass kein bewertetes Schalldämm-Maß deklariert ist oder Fensterkonstruktionen erst festgelegt werden sollen, gelten

Tabellen 1 und 2 der DIN 4109-35. Für Einfachfenster mit Mehrscheibenisolierverglasung (MIG) können die Eingangswerte für den rechnerischen Nachweis der Tabelle 1 der DIN 4109-35 entnommen werden.

Zudem sind in diesen Tabellen auch die erforderlichen Schalldämmwerte und der Aufbau der Verglasung angegeben.

Auszug aus DIN 4109-35:2016-07

Tabelle 1 Schalldämmung von Einfachfenstern mit Mehrscheiben Isolierglas (MIG)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeile	dB R_v	dB C^a	dB C_{tr}^a	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster mit MIG ^b	Korrekturwerte				
						dB K_{RA}	dB K_S	dB K_{FV}	dB $K_{F,1,5}$	dB K_{Sp}
1	25	-	-	d_{ges} in mm	≥ 6	-	-	-	-	-
				SZR in mm	≥ 8					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 27					
				Falzdichtung	-					
2	30	-	-	d_{ges} in mm	≥ 6	-	-	-	-	-
				SZR in mm	≥ 12					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 30					
				Falzdichtung	①					
3	33	-2	-5	Glasaufbau in mm	$\geq 4 + 4$	-2	0	-1	0	0
				SZR in mm	≥ 12					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 30					
				Falzdichtung	①					
4	34	-2	-6	Glasaufbau in mm	$\geq 4 + 4$	-2	0	-1	0	0
				SZR in mm	≥ 16					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 30					
				Falzdichtung	①					
5	35	-2	-4	Glasaufbau in mm	$\geq 6 + 4$	-2	0	-1	0	0
				SZR in mm	≥ 12					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 32					
				Falzdichtung	①					
6	36	-1	-4	Glasaufbau in mm	$\geq 6 + 4$	-2	0	-1	0	0
				SZR in mm	≥ 16					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 33					
				Falzdichtung	①					
7	37	-1	-4	Glasaufbau in mm	$\geq 6 + 4$	-2	0	-1	0	0
				SZR in mm	≥ 16					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 35					
				Falzdichtung	①					
8	38	-2	-5	Glasaufbau in mm	$\geq 8 + 4$	-2	0	0	0	0
				SZR in mm	≥ 16					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 38					
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID) ^c					
9	39	-2	-5	Glasaufbau in mm	$\geq 10 + 4$	-2	0	0	0	0
				SZR in mm	≥ 20					
				oder $R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 39					
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID) ^c					

Spalte	1	2	3	4	5	Korrekturwerte				
Zelle	dB R_w	dB C	dB C_{tr}	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster mit MIG ^b	dB K_{RA}	dB K_S	dB K_{FV}	dB $K_{F, L}$	dB K_{Sp}
10	40	-2	-5	$R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 40	-2	0	0	-1	-1
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID)					
11	41	-2	-5	$R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 41	0	0	0	-1	-2
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID)					
12	42	-2	-5	$R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 44	0	-1	0	-1	-2
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID)					
13	43	-2	-4	$R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 46	0	-2	0	-1	-2
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID)					
14	44	-1	-4	$R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 49	0	-2	+1	-1	-2
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID)					
15	45	-1	-5	$R_{w, GLAS}$ in dB	≥ 51	0	-2	+1	-1	-2
				Falzdichtung	② (AD/MD+ID)					
16	$\geq 46^d$	-	-	-	-	-	-	-	-	-

d_{ges} Gesamtglasdicke
 Glasaufbau Zusammensetzung der außenliegenden Einzelscheiben
 SZR Scheibenzwischenraum (bei 3-fach MIG Summe der Zwischenräume); mit Luft oder Argon gefüllt
 $R_{w, GLAS}$ ist der nach der zutreffenden DIN-EN-Norm deklarierte Wert des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w (z. B. MIG: DIN EN 1279-5).
 Anmerkung Die Angabe $R_{w, Glas}$ dient dem Nachweis abweichender Glasprodukte und korreliert nicht zwingend mit dem beschriebenen Glasaufbau.
 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.

a Die Spektrums-Anpassungswerte gelten nur für das Bauteil Fenster. Sie können von den glasspezifischen Werten abweichen.
 b Doppelfalze bei Flügeln von Holzfenstern; mindestens zwei wirksame Anschläge bei Flügeln von Metall- und Kunststofffenstern. Erforderliche Falzdichtungen sind umlaufend, ohne Unterbrechungen 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 (zu Anforderungen an Fenster siehe auch DIN EN 14351-1).
 c Bei Holzfenstern genügt eine umlaufende Dichtung.
 d Nachweis nach DIN EN 14351-1 durch Prüfung.

Der aus Tabelle 1 abzuleitende Wert für das bewertete Schalldämm-Maß $R_{w, \text{Fenster}}$ für Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) kann nach Gleichung (1) bestimmt werden:

$$R_{w, \text{Fenster}} = R_w + K_{\text{AH}} + K_{\text{RA}} + K_{\text{S}} + K_{\text{FV}} + K_{\text{F}, 1,5} + K_{\text{F}, 3} + K_{\text{Sp}} \text{ (dB)}$$

Dabei ist

- R_w der Wert für das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters nach Spalte 1, in dB.
- K_{AH} der Korrekturwert für Aluminium-Holzfenster; $K_{\text{AH}} = -1$ dB;
Diese Korrektur entfällt, wenn die Aluminiumschale zum Flügel- und Blendrahmen hin abgedichtet wird. Kleine Öffnungen zum Zweck des Dampfdruckausgleichs zwischen Aluminiumschale und Holzrahmen sind zulässig.
- K_{RA} der Korrekturwert für einen Rahmenanteil < 30 % in dB;
Der Rahmenanteil ist die Gesamtfläche des Fensters abzüglich der sichtbaren Scheibengröße. K_{R} darf bei Festverglasungen nicht berücksichtigt werden.
- K_{S} der Korrekturwert für Stulpfenster (zweiflügelige Fenster ohne festes Mittelstück), in dB;
- K_{FV} der Korrekturwert für Festverglasungen mit erhöhtem Scheibenanteil, in dB;
- $K_{\text{F}, 1,5}$ der Korrekturwert für Fenster $< 1,5$ m²; in dB;
- $K_{\text{F}, 3}$ der Korrekturwert für Fenster mit Einzelscheibe > 3 m²; $K_{\text{F}, 3} = -2$ dB;
- K_{Sp} der Korrekturwert für gasteilende Sprossen, in dB.

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

Bei der Berechnung der Luftschalldämmung von Außenbauteilen für Wohngebäude ist also zunächst die Anforderung an das erforderliche (erf.) Schalldämm-Maß $R'_{w, \text{ges}}$ an das Außenbauteil zu errechnen. Dieses wird in Abhängigkeit der Raumnutzung und des Außenlärmpegels ermittelt. Danach wird dann $R'_{w, \text{ges}}$ für die Fassaden ermittelt. Zusammenfassend wird dies in der folgenden Gleichung dargestellt:

$$R'_{w, \text{ges}} \geq \text{erf. } R'_{w, \text{ges}} + K_{\text{AL}} + u_{\text{prog}}$$

Die R_w -Werte für das Bauteil Fenster können aus der DIN 4109-35 entnommen oder nach Labormessungen nach EN ISO 10140-1 und EN ISO 10140-2 ermittelt werden.

Für Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) können die Eingangswerte für den rechnerischen Nachweis der Tabelle 1 der DIN 4109-35 entnommen werden. DIN 4109-35 enthält schalltechnische Daten für Bauteile, die ohne bauakustische Prüfungen in den in DIN 4109-2 genannten Berechnungsverfahren für die rechnerischen Nachweise der DIN 4109-1 verwendet werden dürfen. Unter anderem sind dies Daten zu Fenstern, Glasfüllungen, Rolladenkästen und Vorhangfassaden.

Weiterhin enthält DIN 4109-35 Daten zu Innentüren sowie zur Schalldämmung von Öffnungen und Fugen. DIN 4109-35 gilt nur in Verbindung mit dem Rahmendokument DIN 4109-31.

In den Tabellen der DIN 4109-35 sind auch die erforderlichen Schalldämmwerte und der Aufbau der Verglasung angegeben.

Diese Eingangswerte für die rechnerischen Nachweise werden ohne Zu- oder Abschläge für die Berechnungen angewendet.

Eingangswerte, die aus Prüfberichten entnommen werden, müssen ebenfalls ohne Zu- oder Abschläge übernommen werden.

In der DIN 4109-2 findet das Schalldämm-Maß R_w Eingang als $R_{e, \text{iW}}$ in die Berechnung von $R'_{w, \text{ges}}$ der Fassade. Fassade bedeutet im Kontext der DIN 4109 die Gesamtheit aller Außenbauteile eines Raumes. Eine Fassade kann aus verschiedenen Bauteilen (z. B. Wand, Dach, Fenster, Türen) und Elementen (z. B. Lüftungseinrichtungen, Rolladenkästen) bestehen. Die Schalldämmung von Bauteilen wird durch das bewertete Schalldämm-Maß R_w und von Elementen üblicherweise durch die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n, \text{eW}}$ beschrieben (siehe 4.4.2 der DIN 4109-2). Die resultierende Schallübertragung über die Fassade wird durch die Schallübertragung jedes einzelnen Bauteils und Elements bestimmt. Es wird angenommen, dass deren Schallübertragung von der Übertragung durch andere Bauteile und Elemente unabhängig ist. Durch die äußere Fassadestruktur kann die Schallübertragung verstärkt (z. B. durch Reflexionen) oder vermindert werden (z. B. Abschirmung durch Balkone). Für den Nachweis im Rahmen von DIN 4109 wird der Einfluss der Fassadestruktur nicht berücksichtigt. Für Planungszwecke außerhalb des Anwendungsbereichs von DIN 4109 kann der Einfluss der Fassadestruktur nach DIN EN 12354-3:2000-09 bei Bedarf berücksichtigt werden.

3.8.1 Schalldämmung bei Glas, Fenstern, Außentüren und Fassade

Vorhangfassaden

EN 13830 „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 10140-2 zu bestimmen ist. Die Prüfergebnisse sind nach EN ISO 717-1 zu bestimmen.

Fenster und Türen

Die Produktnorm für Fenster EN 14351-1 "Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren" enthält Angaben zur Ermittlung und Bewertung des Schallschutzes von Fenstern und Außentüren.

Der Schallschutz von Fenstern muss durch eine Prüfung nach EN ISO 10140-2 (Referenzverfahren) ermittelt werden. Als eine Alternative kann der Schallschutz von Einfachfenstern (Definition siehe EN 12519:2004, 2.2.10) mit MIG (Mehrscheiben-Isolierglas) unter Anwendung von tabellarischen Werten (EN 14351-1, Tabelle B.1) bestimmt werden. Die Ergebnisse müssen nach EN ISO 717-1 angegeben werden. Die Schallschutzwerte von Fenstern $R_w \geq 39$ dB oder $R_w + C_{tr} \geq 35$ dB müssen durch Prüfung ermittelt werden. Da die Tabellenwerte in Anhang B der EN 14351 bei $R_w = 38$ dB oder $R_w + C_{tr} = 34$ dB enden sind höhere Schalldämm-Maße durch Prüfung zu bestimmen.

Tabellenwerte nach DIN 4109 können von denen der EN 14351-1 geringfügig abweichen. In Deutschland kann das Schalldämm-Maß für Fenster auch weiterhin nach dem bisherigen Verfahren der Tabelle in DIN 4109-35 ermittelt werden. Dieser Wert kann jedoch nicht für die CE-Kennzeichnung verwendet werden.

Eine Änderung der Isolierglaseinheit ist ohne neue Prüfung des Fensters zulässig, vorausgesetzt, dass die Isolierglaseinheit den gleichen oder besseren R_w und/oder $R_w + C_{tr}$ aufweist (Daten aus der Prüfung nach EN ISO 10140-2) oder generische Daten verwendet werden, siehe EN 12758 oder EN 12354-3. Diese Regel gilt nicht für Isolierglaseinheiten mit SF₆.

EN 12758

EN 12758 „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 kLf (keine Leistung festgestellt) zulässig ist, sollte ein Nachweis gesondert vereinbart werden. Die EN 12758 enthält eine Tabelle mit standardisierten DIN-Schalldämmwerten (siehe Tabelle 4).

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. 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 der Tabelle 4:

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

Für den Fall, dass genaue gemessene Leistungswerte für die Berechnung von R_w , C und C_{tr} fehlen, werden allgemein anerkannte Werte angegeben.

Tabelle 4 der EN 12758 enthält allgemein anerkannte Werte für R_w , C und C_{tr} für einen großen Bereich von Glaserzeugnissen.

Die Werte dieser Tabelle wurden aus dem Mittelwert typischer Messwerte unter Abzug einer Standardabweichung abgeleitet. Daher stellen sie vorsichtig bemessene Werte dar, die nach Abschnitt 5 der EN 12758 angewendet werden dürfen, wenn keine speziellen Messwerte zur Verfügung stehen.

Bei Anwendung dieser Tabelle ist unbedingt das Folgende zu beachten:

- Die Daten beziehen sich auf Floatglas oder aus Floatglas hergestellte Glaserzeugnisse;
- Die Werte für Zweischeiben-Isolierglas für luft- oder argongefüllte Zwischenräume können verwendet werden;
- Die akustischen Werte für eine gegebene Glaskombination über Zwischenräume mit Breiten im Bereich von 6 mm bis 16 mm werden als konstant betrachtet;
- Für Ornammentglas, dessen Dicke schwankt, müssen die zu der nächst niedrigeren Dicke unterhalb

der Nennstärke gehörenden akustischen Werte angenommen werden, z. B. wird 6-mm-Ornammentglas akustisch durch die Werte für 5-mm-Einfachglas beschrieben;

- Für Verbundglas mit einer nicht plastischen Zwischenschicht müssen die akustischen Werte für Einfachglas der gleichen Gesamtdicke angenommen werden. Wenn ein derartiges Erzeugnis nicht existiert, sind die entsprechenden Werte der nächst niedrigen Dicke anzuwenden;
- Die Oktavbandwerte wurden ursprünglich aus Terzbandwerten abgeleitet;
- Die Werte für Verbundglas gelten nur für Verbundglas mit plastischen Zwischenschichten.

Für Erzeugnisse, die nicht in Tabelle 4 erfasst sind, müssen entsprechende Prüfdaten zur Verfügung gestellt werden, aus denen sich die zugehörigen Werte für R_w , C und C_{tr} ableiten lassen.

Auszug aus der EN 12758:2011-04 Tabelle 4 – Tabelle mit standardisierten Schalldämmwerten

Glastyp und Dicke (in mm)	Schalldämm-Maß R (in dB) bei Oktavband-Mittelfrequenzen (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	26	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: ^a									
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
Mehrscheibenisolierglas: ^b									
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	20	19	30	39	37	46	33	-2	-5
6/(6-16)/10 Verbundgläser	24	25	33	39	40	49	37	-1	-5

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

^b Der Aufbau der MIGs wird, sofern zutreffend, durch Glasdicke/Scheibenabstand/Glastyp und Glasdicke angegeben.

3.8.2 Schalldämmung mit Glas

3.8.2

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 Anschluss näher erläutert werden, maßgeblich beeinflusst und mit dem Einzahlwert R_w angegeben. Bei allen beeinflussenden Parametern ist die Bemerkung „in der Regel“ anzufügen. Gerade im Schallschutz kann eine Verallgemeinerung 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.

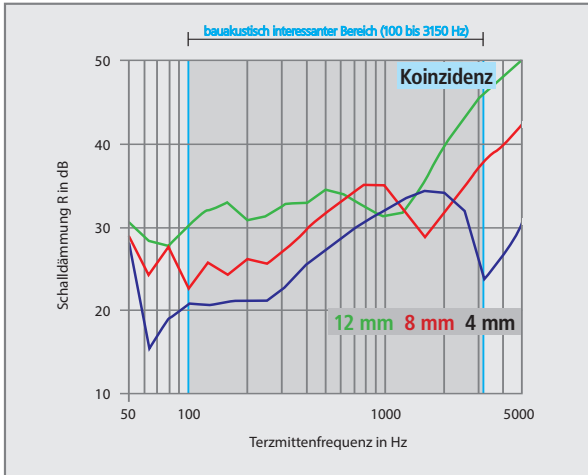
Die nachfolgend genannten Punkte ermöglichen auch eine einfache und praktische Einschätzung von R_w ohne Vorliegen von Prüfergebnissen.

Scheibengewicht

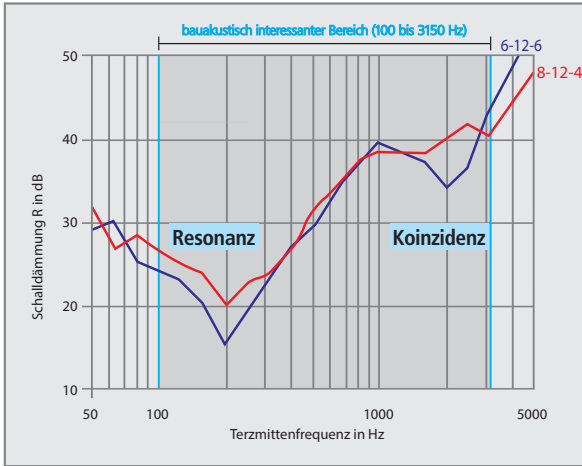
Je schwerer die Scheibe je Flächeneinheit ist, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Einschichtige Bauteile weisen eine Verminderung der Schalldämmung in einem bestimmten Frequenzbereich auf. Diese Frequenzen nennt man Koinzidenzfrequenzen. Dieser Effekt tritt ein, wenn Schallwellen schräg auf eine Scheibe fallen. Der niedrigste Frequenzwert, bei dem dieser Effekt ausgelöst wird, heißt Koinzidenz-Grenzfrequenz. Sie ist materialspezifisch und abhängig von der Bauteildicke. Folgende Abbildung 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



Schalldämmung von Einfachglas
 in Abhängigkeit von
 Frequenz und Glasdicke

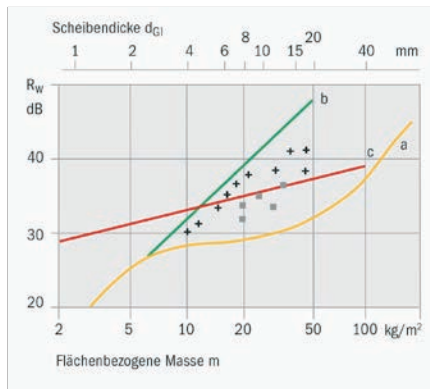


Koinzidenz- und Resonanz
Vergleich eines asymmetrischen und
symmetrischen MIG-Aufbaus

Bei Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) sollte die Dicke der Außen- und Innenscheibe unterschiedlich sein. Je asymmetrischer die Glasdicken der Einzelscheiben sind, bei ansonsten gleicher Gesamtdicke, desto höher ist in der Regel der Schalldämmwert. Der Grund hierfür ist, dass die Koinzidenz-Grenzfrequenzen (auch genannt Spuranpassungsfrequenzen) der Einzelscheiben des MIG unterschiedlich 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

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. 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). 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. Für die heute gebräuchlichen Gasfüllungen können folgende Aussagen getroffen werden:

Die Füllgase Argon und Luft haben im Rahmen der Messtoleranzen 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.

Einfachglas (Monolithische Scheiben)

Nach EN 12758 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 (siehe Seite 129) 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 Glastypen mit VG/VSG gibt es prinzipiell zwei Bauarten: zum einen VG/VSG ohne verbessernde 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.

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.

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 EN 12758 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 aus schalltechnischer Sicht rauminnenseitig montiert werden.

Gelten zusätzlich Anforderungen an die Längsschalldämmung der Glasaufbauten, z. B. bei Fensterbändern, hat die Schalldämmung der raumseitigen Scheibe einen Einfluss. Um diesen Einfluss bewerten zu können, ist eine Messung des gesamten Elementes Fenster oder Fassaden zu empfehlen.

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^[12] entnehmen. Diese gelten für das Gesamtelement Fenster und Fassade.

Tabelle 9 aus VFF Merkblatt Schall.01, Ausgabe März 2017 Größenübertragung von Fenstern aus EN 14351-1 Anhang B

Bereiche für Fenstergrößen		Schalldämmung für Fenster
Bei Anwendung auf Prüfergebnisse im Normformat 1,23 m, x 1,48 m	Bei Anwendung auf tabellarisch ermittelte Werte	
Gesamtfläche $\leq 2,7 \text{ m}^2$		R_w und $R_w + C_{tr}$ als Prüfwert/Tabellenwert
$2,7 \text{ m}^2 < \text{Gesamtfläche} \leq 3,6 \text{ m}^2$		R_w und $R_w + C_{tr}$ als korrigiert durch -1 dB
$3,6 \text{ m}^2 < \text{Gesamtfläche} \leq 4,6 \text{ m}^2$		R_w und $R_w + C_{tr}$ als korrigiert durch -2 dB
$4,6 \text{ m}^2 < \text{Gesamtfläche}$		R_w und $R_w + C_{tr}$ als korrigiert durch -3

3.8.3 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 $10 \mu\text{bar}$.



Die Schwingungen einer Schallwelle lassen sich sehr gut mit den Wellen im Wasser vergleichen. 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 Verdoppelung 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 ISO 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. Üblicherweise 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 .

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

Hierin bedeuten:

p vorhandener Schalldruck bzw. I vorhandene Schallintensität

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

Der Schalldruckpegel und alle Schallpegeldifferenzen werden in der Einheit Dezibel (dB) angegeben. $20 \mu\text{Pa}$ entsprechen somit 0 dB. 130 dB („Schmerzgrenze“) entspricht ca. 63 Pa.

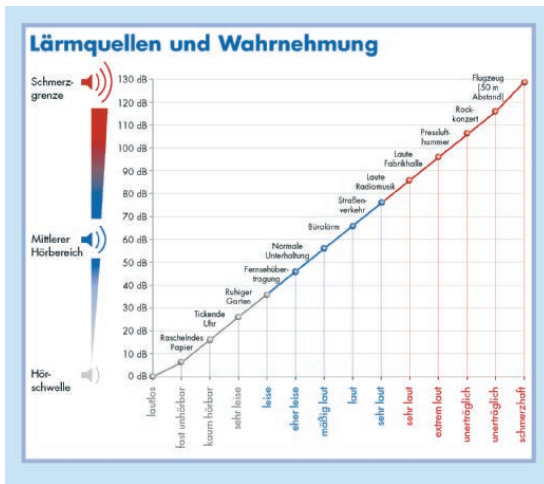
Bei der Prüfung der Luftschalldämmung von Bauteilen wird die Schallpegeldifferenz für einen Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz bestimmt. Der Unterschied zwischen dem Schallpegel L_{p1} vor dem

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

Lärmquellen und Wahrnehmung (Quelle: Trosifol)



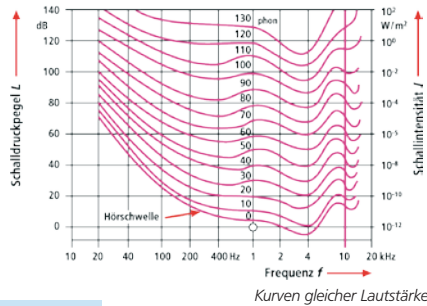
Lautstärkeempfinden

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.

Dieser kennzeichnet das Lautstärkeempfinden des menschlichen Ohrs und wird in phon angegeben. Das menschliche Ohr ist für hohe und tiefe Frequenzen unterschiedlich 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 im Bild oben rechts Schalldruckpegel L) mit dem subjektiv empfundenen Lautstärkepegel L_N bei einer Frequenz von 1000 Hz übereinstimmt.

[11] Gottfried C.O. Lohmeyer, Matthias Post, Heinz Bergmann, „Praktische Bauphysik – Einführung mit Berechnungsbeispielen“.

[10] Karl Gösele, Walter Schüle, „Schall Wärme Feuchte – Grundlagen, Erfahrungen und praktische Hinweise für den Hochbau“.



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 verschieden laut empfindet, werden sogenannte Frequenzbewertungskurven verwendet. Dazu werden Filter mit empirisch angepassten Übertragungsfunktionen eingesetzt. In Abhängigkeit der Höhe des Schalldruckpegels werden divergierend 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 auftreffenden 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.

3.8.3

3.8.3

Messung der Schalldämmung

Die Teile der Normenreihe EN ISO 140, die sich mit Laborprüfungen befassen, wurden im Dezember 2010 zurückgezogen und durch die Reihe EN ISO 10140 ersetzt. Das betrifft auch die 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 EN ISO 10140 beschrieben. Teil 1 enthält im Anhang C die konkretisierte Festlegung zur Prüfung von Fenstern. Die bekannten Prüfverfahren wurden neu sortiert und zusammengefasst, inhaltlich jedoch nicht verändert. 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. 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 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 (EN ISO10140-5)“. 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 (EN ISO 10140-2)“. 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 Senderraum, 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 m²
 - A die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum, in m²
- Die Abmessung einer Glasscheibe beträgt 1,23 m x 1,48 m.

Das bewertete Schalldämm-Maß R_w

Die Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w 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. 1)

¹⁾ In mehreren europäischen Ländern bestehen Rechenverfahren für Straßenverkehrsgeräusche 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. $R_{Atr} = R_W + C_{tr}$

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.

Schalldämm-Minderung durch streifenden Schalleinfall

Koinzidenz

Je nach Einbausituation kann ein gerichteter, streifenförmiger 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 Normenreihe ermittelt kann diesem Umstand Rechnung getragen werden. Weitere Informationen zu Koinzidenzfrequenzen einschaliger Bauteile siehe Seite 130 „Scheibengewicht“.

Schalldämm-Minderung im unteren Frequenzbereich

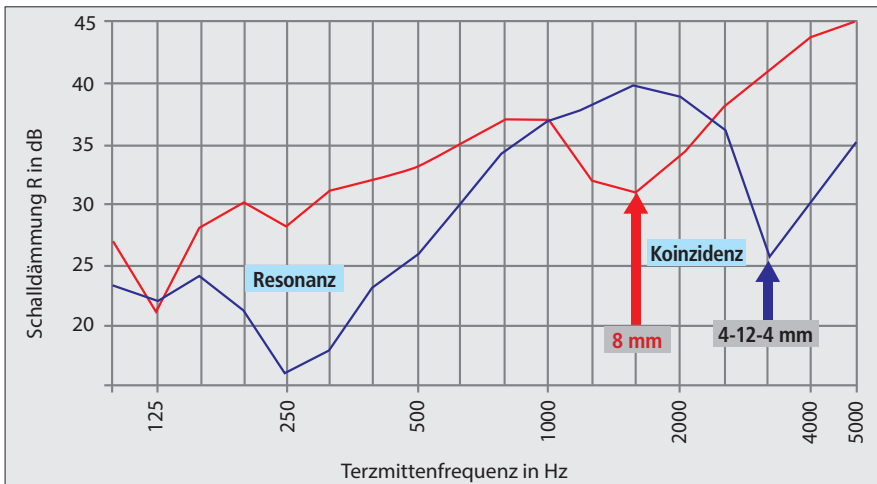
Resonanz

In der Regel 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

Resonanzen 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



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, Änderung 2016, gefordert:

„(2) ¹Gebäude müssen einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. ²Geräusche, 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.

In der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen werden die Technischen Baubestimmungen genannt, die zur Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke zu erfüllen sind. Unter anderem werden dort auch die technischen Regeln genannt, die beim Schallschutz zu beachten sind. Gemäß § 3 und § 15 Absatz 2 MBO 1 sind bauliche Anlagen so zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass sie einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben.

Zur Erfüllung dieser Anforderung sind die technischen Regeln bezüglich des Schallschutzes aus Abschnitt A 5.2 zu beachten. A 5.2.1 führt damit die DIN 4109 als zu beachtende technische Regeln zusammen mit den Anlagen A 5.2/1 bis 5.2/5 bauaufsichtlich ein. Zum Stand der Drucklegung war das die Ausgabe 2016. Die Teile 1 und 2 der DIN 4109 gibt es aber bereits mit einer neuen Ausgabe, Januar 2018.

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 „Schallimmissionspläne“ legt die einheitliche Vorgehensweise bei der Erstellung von Schallimmissionsplänen fest und nennt die Mindestanforderungen an Eingangsdaten und Ergebnissen. 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 in 1989 wurde der Anwendungsbereich der VDI-Richtlinie 2719 bereits erheblich eingeschränkt. Die VDI 2719 selbst ist aber bauaufsichtlich nicht eingeführt und hatte in der Vergangenheit jedoch 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, und hat somit Ausschreibungen, Auswahl und Kennzeichnung von Fenstern vereinfacht. In der Tabelle 2 der VDI 2719 werden die bewerteten Schalldämm-Maße der Fenster in sechs Schallschutzklassen (SSK I bis SSK VI) eingeteilt (siehe Tabelle auf der folgenden Seite). Maßgeblich ist das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters im funktionstüchtig eingebauten Zustand. Die Außenwand bleibt hierbei unberücksichtigt. Heute sind aber zur Ermittlung von R_w die Verfahren aus EN 14351-1 und DIN 4109 zu verwenden.

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

Forderungen gem. VDI 2719, Tab. 2 und 3		
Verglasung R_{w}	SSK	Fenster R'_{w}
≥ 27 dB oder: d ges. ≥ 6 mm SZR ≥ 8 mm	1	25 dB bis 29 dB
≥ 32 dB oder: d ges. ≥ 8 mm SZR ≥ 12 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

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 die Nachhallzeit bezogene Kenngrößen abgestellt werden. 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.

Schallschutzstufe I entspricht dabei den Mindestanforderungen an den Schallschutz aus der DIN 4109 Normenreihe.

Bei Schallschutzstufe II gibt es erhöhte Anforderungen gegen Geräusche zwischen Aufenthaltsräumen und durch Anlagentechnik.

Erst in Schallschutzstufe III wird das Niveau des Luftschallschutzes gegen von außen eindringende Geräusche um 5 dB angehoben. Generell werden Fenster individuell nach der Außenlärmbelastung ausgelegt, das Niveau hat den nutzungsabhängigen, maximalen Innenschallpegel zum Maßstab. Dieser ist nach den Vorgaben der VDI 4100 zu ermitteln.

Sie definiert also drei Schallschutzstufen (SST) von üblichen bis zu gehobenen Komfortansprüchen.

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 von Häusern, Wohnungen und wohnungsähnlichen Räumen mit den darin befindlichen Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung.

3.8.3

3.9 Sonnenschutz in Fenster und Fassade

3.9

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 und 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 Sonnenschutzvorrichtungen, z. B. Lamellen, auf. Nachteilig erweisen sich hierbei die höheren Fassadenkosten und der zusätzliche Platzbedarf, der zu Lasten der nutzbaren oder vermietbaren Fläche geht.

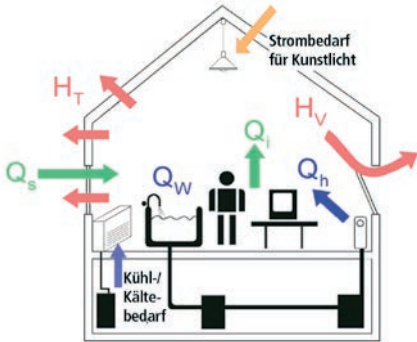
Fazit:

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.

3.9.1 Sommerlicher Wärmeschutz

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 „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 nach Kapitel 8.4 der DIN 4108-2 oder über Temperatur-Gradstunden angewendet werden.

Die Anforderungen und die Randbedingungen für dieses Verfahren sind in der DIN 4108-2 festgelegt. Die Anforderungen gelten nicht für Räume hinter Schaufenstern und ähnlichen Einrichtungen.

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). Ein Glasvorbau wird nicht als kritischer Raum herangezogen.

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

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.

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

3.9.1

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
- die wirksame Wärmekapazität der Bauart

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 nutzungspezifische 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
- 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 5.4).

3.10 Bemessung von Glas

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 Kapitel 3.10

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 wurde 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 wurden somit in einem Regelwerk zusammengefasst.

Folgende Teile der DIN 18008 liegen vor:

Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

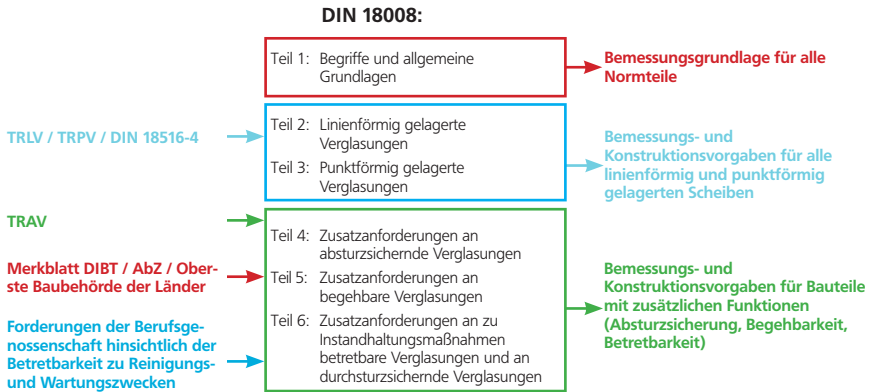
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen

Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen

Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichernde Verglasungen

Folgende Abbildung gibt einen Überblick über die derzeit gültigen Regelwerke und die Struktur der DIN 18008 [1].



Einordnung der DIN 18008

Alle Konstruktionen, deren Anwendungen beschrieben 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. Prinzipiell können mit Hilfe dieses Teils 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, begehrbar 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 den 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 an Treppen, Podeste, Stege oder Abdeckungen von Lichtschächten. Die zulässigen Glasaufbauten sind in Abschnitt 1.8, Tabelle 14 angegeben.</p>
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichernde Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasung</p> <p>Der Teil 6 unterscheidet zwischen betretbaren und durchsturzsichernden Verglasungen. Im Vergleich zu betretbaren Verglasungen werden durchsturzsichernde Verglasungen nicht betreten, sondern sie liegen in der Nähe von betretbaren Verglasungen und es besteht die Gefahr, dass man darauf stürzt. Durchsturzsichernde Verglasungen können Horizontal- oder auch Vertikalverglasungen sein. Die Anforderungen sind hier jedoch geringer als z. B. bei absturzsichernden Verglasungen. Eine Scheibe muss durchsturzsicher ausgeführt werden, wenn der Abstand zur betretbaren Scheibe kleiner ist als 2 m. Die konstruktiven Regeln für Horizontalverglasungen der Teile 2 und 3 gelten hier entsprechend.</p>

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
E _d	Einwirkungskombinationen
R _d	Bauteilwiderstand
C _d	Gebrauchstauglichkeitskriterium (ehemals Durchbiegung)
L	Länge in Haupttragrichtung
S	Sehnenlänge
h	Durchbiegung

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, 5 und 6) 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>Anforderungen an die Konstruktion bzw. die Geometrie:</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 von 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>Anforderungen an die Glasprodukte, welche über die Produktnormen hinausgehen:</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)

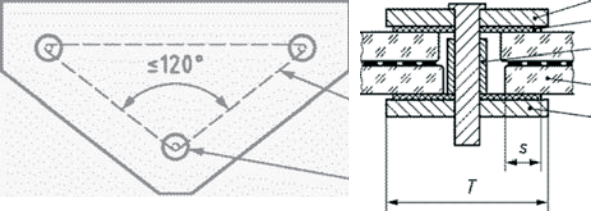
Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen (Fortsetzung)	 <p>– Mindestabmessung Tellerhalter $T = 50$ mm, Mindestglaseinstand $s = 12$ mm auch im verformten Zustand</p> <p>– Breite von Stegen zwischen Bohrungen und Rand mindestens 80 mm, eine Unterschreitung ist hier 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>– dPVB $\geq 0,76$ 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>Beschreibung der Kategorie und zulässige Glasarten:</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>

Tabelle 3 Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Fortsetzung)

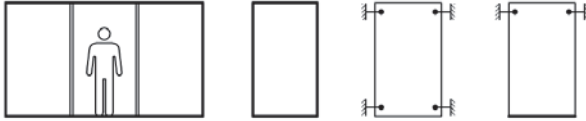

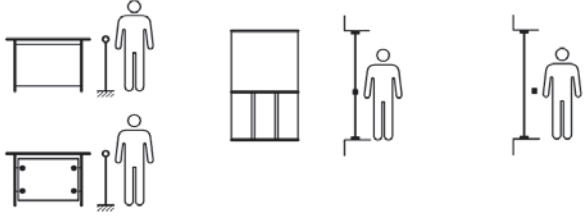
Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen (Fortsetzung)	<p data-bbox="367 272 956 387">– Mindestens eine Scheibe eines MIG muss ein VSG sein. – Bei einem Dreifach-Isolierglas darf sich hinter der angriffsseitigen ESG-Scheibe eine grob brechende Glasart befinden, wenn beim Pendelschlagversuch die angriffsseitige ESG-Scheibe nicht zu Bruch geht. Die Forderungen hierzu sind in Tabelle 15 zusammengestellt.</p>  <p data-bbox="367 555 956 691">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 data-bbox="367 831 956 874">Verglasungen der Kategorie C werden nur ausfachend unterhalb eines lastabtragenden Holmes verwendet:</p> <ul data-bbox="367 898 956 1129" 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 data-bbox="378 1382 479 1406">Kategorie C1</p> <p data-bbox="602 1382 703 1406">Kategorie C2</p> <p data-bbox="860 1382 960 1406">Kategorie C3</p>

Tabelle 3 Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Fortsetzung)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	Die Scheiben müssen ausreichend rutschsicher und in der Lage gesichert sein. Gegebenenfalls sind diese gegen Abheben zu sichern. Als Glasaufbau ist ein VSG aus mindestens drei Scheiben zu verwenden. Lastbegrenzung: Personenverkehr bei üblicher Nutzung und lotrechten Lasten von max. 5 kN/m ²
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzichernde Verglasungen	Abweichend von den Regeln von Teil 2 und 3 ist für betretbare und durchsturzichernde Verglasungen Drahtglas nicht zugelassen. Die oberste Schicht eines Mehrscheiben-Isolierglases ist als ESG oder VSG auszuführen.
¹⁾ Die DIN 18008 ist das maßgebende Regelwerk. Für die Planung und Bemessung sollte diese immer herangezogen werden.	

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 sind nicht nur 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 linien- und 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).

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, 15 und 16).

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, 14 und 15).

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 Y_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 Y_G und Y_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). 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*:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} Y_{G,j} \cdot G_{k,j} + Y_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

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):

$$E_{dA} = \sum_{j \geq 1} Y_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Die relevanten Ψ -Beiwerte sind in DIN 18008-1 angegeben, da z. B. Beiwerte für Klimalasten für Isolierglas hier neu festgelegt werden mussten (vgl. Tabelle 4).

Für eine Horizontalverglasung (VSG aus 2 x Floatglas) sind die relevanten Einwirkungskombinationen in Tabelle 17 beispielhaft angegeben. Weitere Beispiele finden sich in [15, 16] für verschiedene Anwendungen.

3.10

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	$Y_G = 1,35$	$Y_G = 1,0$
Veränderliche Einwirkung Q	$Y_Q = 1,5$	$Y_Q = 1,0$
Außergewöhnliche Einwirkung	$Y_{GA} = 1,0$	$Y_{GA} = 1,0$

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 (E_d) 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 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, sodass 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.

Die Lastansätze für die Klimalasten der TRLV [2] und das Berechnungsverfahren nach Feldmeier wurden in der DIN 18008 unverändert übernommen (Tabelle 7), jedoch wurde die Klimalast (physikalisch richtig) in zwei Lastanteile entsprechend der Einwirkungsdauern aufgeteilt. Die Beanspruchungen infolge des geodätischen Höhenunterschiedes zwischen Herstell- und Einbauort sind als ständige Beanspruchung zu betrachten, wohingegen Druckänderungen im Scheibenzwischenraum aus Temperaturunterschieden und meteorologischen Luftdruckänderungen der mittleren Einwirkungsdauer 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 Klimabeanspruchung 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 Klimalasten und der Lastkopplung herangezogen werden.

Tabelle 6 Zuordnung der Einwirkungsdauern

Einwirkung	Einwirkungsdauer
Eigengewicht	ständig
Klimalast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort	ständig
Klimalast infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	mittel
Schnee	mittel
Wind	kurz
Holmlasten	kurz
Personenlasten bei Treppen und Podesten gemäß DIN 18008-5 und Einzellast gemäß DIN 18008-6	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 Einwirkungsdauer wie Schneelasten vorhanden sind. Beim Teilsicherheitskonzept berechnet sich der Bauteilwiderstand allein in Abhängigkeit der Einwirkungsdauer (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 den 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):

Glasart 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. kleinformatige Isolierglasscheiben.

Tabelle 8 Vorgaben der DIN 18008 für die Berechnung des Bauteilwiderstandes R_d der Spannungen und der Verformung

Einwirkung	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>
	$R_d = \frac{k_c \cdot f_k}{Y_M}$	$R_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{Y_M}$
	$Y_M = 1,5$	$Y_M = 1,8$
		k_{mod} in Abhängigkeit der Einwirkungsdaeuern $k_{mod \text{ ständig}} = 0,25$ $k_{mod \text{ mittel}} = 0,4$ $k_{mod \text{ kurz}} = 0,7$
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 Spannungen und der Verformung (Fortsetzung)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
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 Einwirkungsauern 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: <ul style="list-style-type: none"> – 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 Einwirkungsauer mit $k_{mod} = 0,7$ für nicht thermisch vorgespannte Gläser ausgegangen werden, bei abweichenden Beanspruchungsdauern ist k_{mod} entsprechend anzupassen.

Tabelle 8 Vorgaben der DIN 18008 für die Berechnung des Bauteilwiderstandes R_d der Spannungen und der Verformung (Fortsetzung)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze 1)
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturz sichernde Verglasungen	<p>Bei durchsturz sichernden Scheiben sind keine besonderen Nachweise für die Tragfähigkeit zu führen.</p> <p>Beim Nachweis von betretbaren Scheiben wird unter der Annahme, dass alle Scheiben intakt sind, eine Personenersatzlast von 1,5 kN mit einer Aufstandsfläche von 10 cm x 10 cm in ungünstiger Laststellung angesetzt. Schnee und Windlasten müssen nicht überlagert werden. Falls die Verglasung auch bei vorhandenen Schneelasten betreten werden soll, dann gilt als Kombinationsbeiwert $Y_0 = 1,0$.</p>

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.

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 dieses Kapitels) 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 Gebrauchstauglichkeitskriteriums 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 zur 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>

Tabelle 12 Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit in Abhängigkeit der Lagerung und der Verwendung (Fortsetzung)

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	$C_d = L/100$ Falls bei Klemmhaltern 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). Anforderungen an das Rechenmodell: s. Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit
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. $C_d = L/200$
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichernde Verglasungen	Es gelten die Durchbiegungsbegrenzungen der Teile 2 und 3.

1.8 Nachweis der Stoßsicherheit

Ein Nachweis der Stoßsicherheit ist nur bei absturzsichernden, begehbaren durchsturzsichernden und betretbaren Verglasungen erforderlich. Er erfasst z. B. das Fallen einer Person gegen eine Verglasung (z. B. Absturzsicherung) oder aber das Ausrutschen einer Person auf einer Verglasung (z. B. Begehrbarkeit). Bei absturzsichernden Verglasungen geht man von einem weichen Stoß aus, bei begehbaren 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.

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> <ol style="list-style-type: none"> experimentellen Nachweis nach Teil 4, Anhang A: Durch einen Versuch werden das Glas und die zugehörige Befestigung zusammen nachgewiesen oder durch Einhaltung der konstruktiven Bedingungen nach Teil 4, Anhang B: Dieser Nachweis bezieht sich nur auf das Glas! rechnerischen Nachweis nach Teil 4, Anhang C: Dieser Nachweis bezieht sich nur auf das Glas oder durch 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 Stoßvorgangs 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	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	18
			500	1500	500	1100	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/6 ESG	19
			1000	bel.	500	1100	6 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	20
	Einfach	allseitig	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 Gebrauchtauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

Tabelle 13 Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung (Fortsetzung)

3.10

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: linienförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen der Kategorien A und C nach DIN 18008-4 Anhang B.2			
Kat.	VSG-Aufbau [mm] mit $d_{pVB} = 1,52 \text{ mm}$	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:

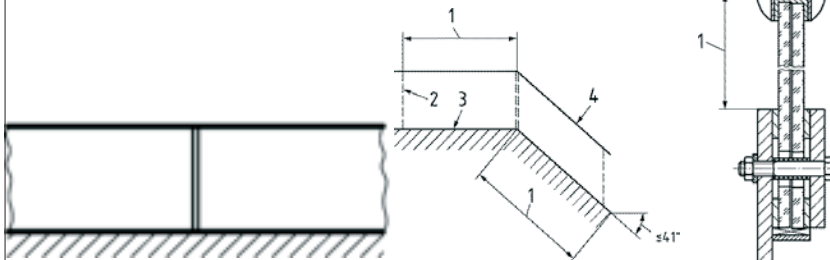
- Festigkeitsreduzierende Emaillierungen sind unzulässig.
- Die oben angegebenen Stützenraster werden eingehalten, die Größe der Scheiben ist nicht beschränkt.
- Tellerhalter nach Teil 3 mit $D_{\min} = 50 \text{ mm}$, bei Achsabständen der Halter größer als 1200 mm $D_{\min} = 70 \text{ mm}$.
- Nachweis der Stoßsicherheit der Halter nach DIN 18008-4 Anhang D.2.
- Bohrungen und Ausschnitte in der Verglasung sind unzulässig.

Anmerkung: Die Nachweise im Grenzstand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: linienförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen der Kategorien A und C 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 $d_{pVB} = 1,52 \text{ mm}$
- 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 Grenzstand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

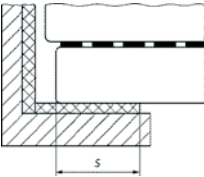
Tabelle 14 Vorgaben der DIN 18008-5 zum Nachweis der Stoßsicherheit und der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung

Normteil	Nachweis der Stoßsicherheit
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbbare 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)

Begehbbare Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit nach DIN 18008-5			
Max. Länge [mm]	Max. Breite [mm]	VSG-Aufbau [mm] mit dPVB = 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.

Tabelle 15 Vorgaben der DIN 18008-6 zum Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit

Normteil	Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betreibbare Verglasungen und an durchsturz sichernde Verglasungen	Die Nachweise werden durch einen Versuch gemäß Teil 6, Anhang A erbracht. Für vierseitig linienförmig gelagerte Verglasungen darf auch der rechnerische Nachweis gemäß Teil 4, Anhang C geführt werden. An betreibbaren und durchsturz sichernden Verglasungen werden unterschiedliche Anforderungen an die Fallhöhen und die Zerstörungszustände gestellt („intakte“ Scheiben oder „oberste Scheibe gebrochen“). Glasaufbauten und zugehörige Lagerungsbedingungen mit nachgewiesener Stoß- und Resttragfähigkeit liegen nicht vor.

1.9 Nachweis der Resttragfähigkeit

Der Nachweis der Resttragfähigkeit, welcher beim spröden Werkstoff Glas auch ohne Vorankündigung durch Verformung auftreten kann, betrachtet einen möglichen Bruch von Glasschichten. Das Risiko von herabfallenden Glasscherben oder aber das Verletzungsrisiko wird hierdurch minimiert. Die Vorgaben orientieren sich an langjährigen Erfahrungen und in der Praxis bewährten 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 Verglasung müssen dann z. B. die Forderungen der DIN 18008-2 und DIN 18008-4 erfüllt werden.

Tabelle 16 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. $d_{pVB} \geq 0,76$ mm – bei Stützweite $L \leq 0,8$ m auch $d_{pVB} = 0,38$ mm zulässig – Drahtglas nur bei $L \leq 0,7$ m, Glaseinstand mindestens 15 mm, Kanten müssen abtrocknen können! <p>Vertikalverglasungen (nur konstruktive Vorgaben):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einbauhöhe > 4 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 $2 \times$ TVG (keine Isolierverglasung) zulässig. – Die Mindestdicke der Einzelscheiben beträgt 6 mm. – Die Mindestdicke der PVB-Folie beträgt $d = 1,52$ 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 16 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, sodass 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	<p>Rechnerischer Nachweis (nur für Kategorie B):</p> <p>Außergewöhnliche Einwirkung im Sinne von EN 1990 und EN 1990/NA</p> <p>Ausfall eines beliebigen Elementes der Glasbrüstung</p> <p>a) Ungeschützte Kanten: Szenario „komplette Glasscheibe fällt aus“ b) Geschützte Kanten: Szenario „eine Schicht der VSG-Scheibe fällt aus“</p> <p>Handlauf muss in der Lage sein, die Holmlasten auf die Nachbarelemente, Endpfosten oder die Verankerung am Gebäude zu übertragen.</p> <p>Konstruktive Vorgaben:</p> <p>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.</p>			

Tabelle 16 Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung (Fortsetzung)

<p>Normteil</p>	<p>Rechnerischer Nachweis „Ausfallszenario“, Versuche und zusätzliche konstruktive Regeln</p>
<p>Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen (Fortsetzung)</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Die Anforderungen an den Kantenschutz können der DIN 18008-4 entnommen werden.</p>
<p>Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen</p>	<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.
<p>Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichernde Verglasungen</p>	<p>Der Nachweis der Resttragfähigkeit wird durch einen Versuch nachgewiesen (vgl. Tabelle 15).</p>
<p>Da bisher nur Resttragfähigkeitsversuche in DIN 18008-5 und DIN 18008-6 definiert wurden, sind bei Abweichungen von den konstruktiven Randbedingungen bei DIN 18008-2 oder DIN 18008-3 (Verglasungen OHNE Zusatzanforderungen) die Versuchsbedingungen mit den Obersten Baubehörden abzustimmen und eine Zustimmung im Einzelfall zu beantragen.</p>	

1.10 Vorgehen bei der Bemessung

Anhand der Vorgehensweise in Tabelle 17 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 17 Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008

	<p>Vorgehen</p>
<p>Die Anwendung ist beschrieben: – Lagerung</p>	<p>Festlegung der geltenden Normteile: – DIN 18008-1 ist immer gültig</p>
<p>– Einbau – Zusatzanforderungen (Absturzsicherung, oder Betretbarkeit)</p>	<p>– 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 Begebarkeit zu beachten (DIN 18008-4, DIN 18008-5 und DIN 18008-6).</p>
<p>Wahl der Glasart und Auflagerbedingungen</p>	<p>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</p>

Tabelle 17 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>
Möglichkeit A) Geometrisch lineare Berechnung der Spannungen und Verformungen	<p>Lastaufteilung 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 ohne und vollen Verbund, Lastaufteilung nach DIN 18008-2 für rechteckige 2-fach-MIG oder sonst nach Feldmeier [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. Beispiel für ein Verbundglas im Überkopfbereich für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (vgl. Abschnitt 1.4 ff):</p> $E_{d \text{ ständig}} = 1,35 g$ $E_{d \text{ mittel}} = 1,35 g + 1,5 s$ $E_{d \text{ kurz}} = \max \left(1,35 g + 1,5 s + 1,5 \times 0,6 \times w_{\text{Druck}}, 1,35 g + 1,5 w_{\text{Druck}} + 1,5 \times 0,5 s \right)$
Möglichkeit B) Geometrisch nichtlineare Berechnung der Spannungen und Verformungen	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.
Berechnung der Bauteilwiderstände	R_d wird gemäß Tabelle 8 berechnet:
Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	$E_d < R_d$

Tabelle 17 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 mit linearer Plattentheorie berechnet nicht erfüllt wird, kann für die entsprechende Einwirkungskombination ein nichtlinearer Nachweis geführt werden. Eine lineare Überlagerung der Einzelanteile 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 16 noch ein rechnerischer 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 Kapitel 3.10

- [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 Durchsturzicherheit 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.; Pieplow, K.: DIN 18008 - Teil 1 und Teil 2 - Was ändert sich gegenüber der TRLV?
- [16] Kasper, R.; Pieplow, K.: DIN 18008 - Bemessungs- und Konstruktionsregeln für Bauprodukte aus Glas - Erfassung von Nutzlasten und Ausfallszenarien. Stahlbau 7/2012

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

3.10

Rechenbeispiel

Berechnung der Klimalasten für eine Dreifachisolierverglasung, 4-seitig linienförmig gelagert	
Scheibenabmessung	500 mm / 2000 mm
Glasaufbau	4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas
$\Delta p_{geo,So}$	$-7,2 \text{ kN/m}^2$
$\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}$	$-8,8 \text{ kN/m}^2$
Volumen des SZR	$V_{pr} = 0,5 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 0,016 \text{ m} = 0,016 \text{ m}^3$
Seitenverhältnis	$\frac{a}{b} = 500 \text{ mm} / 2000 \text{ mm} = 0,25$ => Tabellenwert $B_V = \frac{0,0676+0,0767}{2} = 0,0722$
Volumenänderung [$\text{m}^3 / \text{kN/m}^2$]	$v_{p,4} = 0,0722 \cdot \frac{500^4}{70.000 \cdot 4^3} \cdot 500 \cdot 2000 / 1000^4 = 0,001007 \text{ m}^3/(\text{kN/m}^2)$
Relative Volumenänderung der Einzelscheiben	$\alpha_1 = \frac{0,001007}{0,016} \cdot 100 = 6,29$ $\alpha_1 = \alpha_1^+ = \alpha_2 = \alpha_2^+$
Isolierglasfaktoren φ	$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{1 + 6,29 + 6,29} = 0,074$
Hilfswert β	$\beta = 1 - 0,074 \cdot 6,29 \cdot 0,074 \cdot 6,29 = 0,783$
Druckdifferenzen in den Scheibenzwischenräumen	$\Delta p_1 = \Delta p_2 = 0,074 \cdot \frac{1 + 0,074 \cdot 6,29}{0,783} \cdot \text{Isochorer Druck} = 0,138 \cdot \text{Isochorer Druck}$
	Die Druckdifferenzen bezogen auf die innere Scheibe wirken entgegengesetzt, so dass diese aus Klimalasten nicht beansprucht wird. Da das System symmetrisch ist, wird im Folgenden nur eine Scheibe betrachtet.
Klima ständig $p_{geo,So,1}$	$0,138 \cdot \Delta p_{geo,So} = 0,138 \cdot 7,20 \text{ kN/m}^2 = 0,99 \text{ kN/m}^2$
Klima mittel $p_{met+\Delta T,So,1}$	$0,138 \cdot (\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}) = 0,138 \cdot 8,80 \text{ kN/m}^2 = 1,21 \text{ kN/m}^2$
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
TRLV	DIN 18008
Klimalast $0,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,2 \text{ kN/m}^2$	$E_{d,mittel} = 1,35 \cdot 0,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,5 \cdot 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 3,15 \text{ kN/m}^2$
Berechnung der Spannungen (das System wirkt wie ein Einfeldträger)	
$a/b = 0,25 \Rightarrow k_{\sigma} = 0,75$	$\sigma_{max} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot p$
$\sigma_{Klimalast} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,0022 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 25,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{Ed,mittel} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00315 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 36,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
$\sigma_{zul,TRLV} = 18 \text{ N/mm}^2$	$R_{d,mittel,Float} = \frac{0,4 \cdot 45 \text{ N/mm}^2}{1,8} \cdot 1,8 = 18 \text{ N/mm}^2$
Nachweis $25,8 / 18,0 = 1,43 > 1,0$	Nachweis $36,9 / 18 = 2,05 > 1,0$

Weitere Hinweise zum verwendeten Verfahren, Tabellenwerte, usw. findet man in [14], [17] und [18].

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Rechenbeispiel

Berechnung der Klimalasten für eine Dreifachisolierverglasung, 4-seitig linienförmig gelagert	
Scheibenabmessung	850 mm / 2000 mm
Glasaufbau	4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas
$\Delta p_{geo,So}$	$-7,2 \text{ kN/m}^2$
$\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}$	$-8,8 \text{ kN/m}^2$
Volumen des SZR	$V_{pr} = 0,85 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 0,016 \text{ m} = 0,0272 \text{ m}^3$
Seitenverhältnis	$\frac{a}{b} = 850 \text{ mm} / 2000 \text{ mm} = 0,425$ => Tabellenwert $B_V = 0,0587 - \frac{(0,0587 - 0,0501)}{0,1} \cdot 0,025 = 0,0566$
Volumenänderung [$\text{m}^3 / \text{KN/m}^2$]	$V_{p,4} = 0,0566 \cdot \frac{850^4}{70.000 \cdot 4^3} \cdot 850 \cdot 2000 / 1000^4 = 0,0112 \text{ m}^3/(\text{KN/m}^2)$
Relative Volumenänderung der Einzelscheiben	$\alpha_1 = \frac{0,0112}{0,0272} \cdot 100 = 41,2$ $\alpha_1 = \alpha_1^+ = \alpha_2 = \alpha_2^+$
Isolierglasfaktoren φ	$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{1 + 41,2 + 41,2} = 0,012$
Hilfswert β	$\beta = 1 - 0,012 \cdot 41,2 \cdot 0,012 \cdot 41,2 = 0,756$
Druckdifferenzen in den Scheibenzwischenräumen	$\Delta p_1 = \Delta p_2 = 0,012 \cdot \frac{1 + 0,012 \cdot 41,2}{0,756} \cdot \text{Isochorer Druck} = 0,024 \cdot \text{Isochorer Druck}$
	Die Druckdifferenzen bezogen auf die innere Scheibe wirken entgegengesetzt, so dass diese aus Klimalasten nicht beansprucht wird. Da das System symmetrisch ist, wird im Folgenden nur eine Scheibe betrachtet.
Klima ständig $p_{geo,So,1}$	$0,024 \cdot \Delta p_{geo,So} = 0,024 \cdot 7,20 \text{ kN/m}^2 = 0,17 \text{ kN/m}^2$
Klima mittel $p_{met+\Delta T,So,1}$	$0,024 \cdot (\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}) = 0,024 \cdot 8,80 \text{ kN/m}^2 = 0,21 \text{ kN/m}^2$
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
TRLV	DIN 18008
Klimalast $0,17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,38 \text{ kN/m}^2$	$E_{d,mittel} = 1,35 \cdot 0,17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,5 \cdot 0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,54 \text{ kN/m}^2$
Berechnung der Spannungen	
$b/a = 2,35 \Rightarrow k_{\sigma} = 0,603 + \frac{(0,711 - 0,603)}{1,0} \cdot 0,35 = 0,64$	$\sigma_{max} = 0,64 \cdot \left(\frac{850 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot p$
$\sigma_{Klimalast} = 0,64 \cdot \left(\frac{850 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00038 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 11,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{Ed,mittel} = 0,64 \cdot \left(\frac{850 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00054 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 15,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
$\sigma_{zul,TRLV} = 18 \text{ N/mm}^2$	$R_{d,mittel,Float} = \frac{0,4 \cdot 45 \text{ N/mm}^2}{1,8} \cdot 1,8 = 18 \text{ N/mm}^2$
Nachweis $11,0 / 18,0 = 0,61 < 1,0$	Nachweis $15,6 / 18 = 0,87 < 1,0$

Weitere Hinweise zum verwendeten Verfahren, Tabellenwerte, usw. findet man in [14], [17] und [18].

3.11 Sicherheit in Fenster und Fassade

3.11

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 der 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 EN 1627 bis EN 1630 in den Widerstandsklassen RC 1 N bis RC 6.

Die EN 1627 „Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung - Anforderungen und Klassifizierung“ klassifiziert Bauprodukte in sechs Widerstandsklassen. Dabei werden von Einbrechern angewendete Angriffsmethoden sowie die Kriminalstatistiken aus vielen Ländern berücksichtigt.

Die Norm gilt für die verschiedenen Öffnungsarten: Drehen, Kippen, Falten, Drehen und Kippen, Schwingen, Schieben (horizontal und vertikal) und Rollen sowie für nicht offene Konstruktionen. Zudem behandelt sie Produkte, die Zusatzelemente wie beispielsweise Briefklappen oder Lüftungsgitter, enthalten.

Übersicht der Normenreihe EN 1627 bis EN 1630

EN 1627	EN 1628	EN 1629	EN 1630
	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – 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 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 Gelegenheitsstätern 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 oft 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 normalerweise 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.

ANMERKUNG: Bei Verglasung mit einer geringeren Widerstandsklasse als P4 A kann die Verwendung eines Beschlageloses erforderlich sein, bei dem zur Entriegelung ein abnehmbarer Schlüssel notwendig ist.

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.

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.

Tabelle „Widerstandsklassen“

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

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 „Funktionalität und Sicherheit – Fenster und Türen“

Die Bauteile werden als Einheit geprüft, denn erst das Zusammenspiel der eingesetzten Materialien wie Beschlag, Rahmen, Glas und Befestigung 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 geprüft 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.

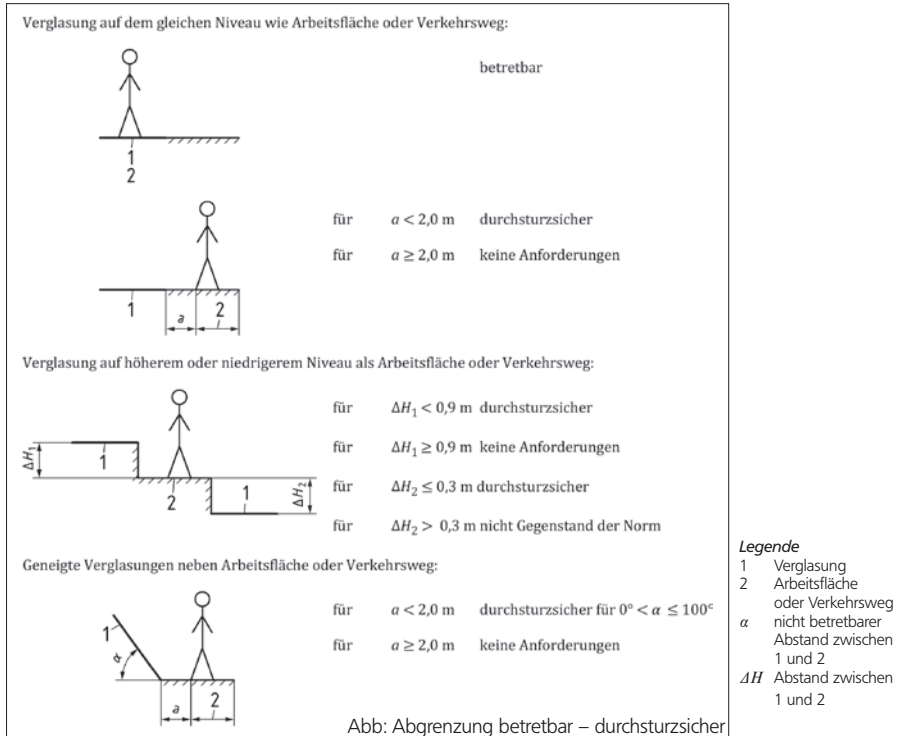
VdS 3511 „Sicherungsrichtlinien für Museen und Ausstellungshäuser“

3.12 Betretbare Verglasungen sowie durchsturz-sichernde Verglasungen nach DIN 18008 Teil 6

3.12

Die Normenreihe DIN 18008 „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln“ beschreibt in Teil 6 „Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare sowie durchsturz-sichernde Verglasungen“. Grundsätzlich gelten die zuvor im Kapitel 3.10 beschriebenen Anforderungen von Teil 1 und Teil 2 bzw. 3 der DIN 18008.

Eine betretbare Verglasung ist eine Verglasung, die für Instandhaltungs- und Reinigungsmaßnahmen betreten werden kann und die die Anforderungen der DIN 18008-6 erfüllt.



Unter Instandhaltung versteht man alle Maßnahmen zur Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung baulicher Anlagen. Wartungen sind Maßnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes baulicher Anlagen.

Durchsturz-sichernde Verglasungen dagegen sind Verglasungen, die zunächst einmal aufgrund ihrer Anwendung nicht betreten oder begangen werden können. Wenn diese aber in der Nähe von Flächen angeordnet werden, die zu Instandhaltungsmaßnahmen betreten werden können, müssen auch durchsturz-sichernde Verglasungen die Anforderungen der DIN 18008-6 erfüllen.

Die Verwendung von Drahtglas ist für die oben genannten Anwendungen nicht möglich. Bei betretbaren Verglasungen geht man davon aus, dass diese nur

von einer Person betreten werden. Man geht davon aus, dass als Arbeitsmittel maximal ein Kunststoff-eimer mit einem Fassungsvermögen von 10 l mitgeführt wird. Neben den Anforderungen aus den Teilen 1 bis 3 der DIN 18008 werden nach Teil 6 zusätzliche Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit, der Stoßsicherheit sowie der Resttragfähigkeit gestellt. Die Nachweise für statische Lasten, u. a. Eigengewicht, Wind- und Schneelasten, müssen immer erbracht werden. Zusätzlich dazu muss für eine betretbare Verglasung der Nachweis einer zusätzlichen Nutzlast als Einzellast (Q_k) von 1,5 kN (charakteristischer Wert der Personenersatzlast) nach DIN 4426 geführt werden. Diese ist auf einer Aufstandsfläche von 10 cm x 10 cm an ungünstigster Stelle anzusetzen. Diese Last muss nicht mit Schnee- oder Windlasten überlagert werden.

Neben den Nachweisen für statische Lasten sind auch Nachweise für eine ausreichende Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit zu erbringen. Dieser Nachweis kann entweder durch Bauteilversuche oder rechnerisch, durch entsprechende Simulationen, erbracht werden. Um eine erste Vorstellung einer erforderlichen Glasdicke für betretbare Verglasungen zu bekommen, können folgende Tabellen verwendet werden.

Bitte beachten Sie, dass es sich hier um eine Vordimensionierung und nicht um eine prüffähige Statik handelt. Die Glasaufbauten müssen im Einzelfall mit den erforderlichen Lastannahmen verifiziert werden.

Glasdicke	Scheibe (kurze Kante b)			
	a/b ≤ 1,2		a/b > 1,2	
	VSG Float	VSG TVG	VSG Float	VSG TVG
6	-	-	-	-
8	-	-	-	-
10	-	-	-	-
12	-	300	-	300
16	300	2400	300	1800
20	2320	2600	1600	2100

Tabelle 1: Vordimensionierung Monoverglasung VSG

Beispiel: Tabelle 1

Wenn eine monolitische Verbundsicherheitsglasscheibe mit den Abmessungen 800 mm x 3500 mm zu Reinigungszwecken betretbar ausgeführt werden soll, ist wie folgt vorzugehen:

Zunächst ermittelt man das Seitenverhältnis: $3500/800 = 4,375 > 1,2$

Somit sind nur die Spalten a/b > 1,2 relevant. Die in der linken Spalte genannten Glasdicken gelten nur für VSG aus denselben Glasdicken. Wenn VSG aus Floatglas ausgeführt werden soll, ist somit ein VSG 20/2 aus 2 x Floatglas 10 mm und bei VSG aus TVG ein VSG 16/2 aus 2 x TVG 8 mm erforderlich.

Beispiel Tabelle 2:

Wenn ein Mehrscheiben-Isolierglas zu Reinigungszwecken betretbar ausgeführt werden soll, muss man zunächst die Glasdicke der äußeren Scheibe festlegen. Auswahlkriterien können zum einen Vorgaben der produkttechnischen Möglichkeiten sein zum anderen eine Bemessung der Glasdicke mit Eigengewicht, Wind- und Schneelasten. Anschließend geht man genau so vor wie bei Tabelle 1. Das

bedeutet, wenn eine auszuführende Verglasung die gleichen Abmessungen wie beim Beispiel zuvor hat, gelten wiederum die beiden rechten Spalten. Bei einer Innenscheibe VSG aus Floatglas beträgt die Mindestdicke dann VSG 16/2 aus 2 x Floatglas 8 mm und bei VSG aus TVG 12/2 aus 2 x TVG 6 mm.

Glasdicke	obere Scheibe ESG 8 mm			
	untere Scheibe (kurze Kante b)			
	a/b ≤ 1,2		a/b > 1,2	
	Float	TVG	Float	TVG
6	-	-	-	-
8	-	350	-	300
10	500	950	300	700
12	950	1600	550	1400
16	1800	2600	1200	1200
20	2600	2600	1200	1200

Tabelle 2: Vordimensionierung Mehrscheibenisolierverglasung obere Scheibe ESG 8 mm untere Scheibe VSG

Glasdicke	obere Scheibe ESG 10 mm			
	untere Scheibe (kurze Kante b)			
	a/b ≤ 1,2		a/b > 1,2	
	Float	TVG	Float	TVG
6	-	-	-	-
8	-	350	-	300
10	500	950	300	700
12	950	1600	550	1900
16	1800	2600	1650	1900
20	2600	2600	1900	1900

Tabelle 3: Vordimensionierung Mehrscheibenisolierverglasung obere Scheibe ESG 10 mm untere Scheibe VSG

VSG aus TVG:

Glasdicke 12: Verbundsicherheitsglas (VSG) 12/2-4 (EN ISO 12543) aus 2 x Teil-vorgespanntem Glas (TVG) 6 mm (EN 1863 mit AbZ) aus Floatglas (EN 572-2), PVB-Folie 1,52 mm

Glasdicke 16: Verbundsicherheitsglas (VSG) 16/2-4 (EN ISO 12543) aus 2 x Teil-vorgespanntem Glas (TVG) 8 mm (EN 1863 mit AbZ) aus Floatglas (EN 572-2), PVB-Folie 1,52 mm

Glasdicke 20: Verbundsicherheitsglas (VSG) 20/2-4 (EN ISO 12543) aus 2 x Teil-vorgespanntem Glas (TVG) 10 mm (EN 1863 mit AbZ) aus Floatglas (EN 572-2), PVB-Folie 1,52 mm

VSG aus Floatglas:

Glasdicke 16: Verbundsicherheitsglas (VSG) 16/2-4 (EN ISO 12543) aus 2 x Floatglas 8 mm (EN 572-2), PVB-Folie 1,52 mm

Glasdicke 20: Verbundsicherheitsglas (VSG) 20/2-4 (EN ISO 12543) aus 2 x Floatglas 10 mm (EN 572-2), PVB-Folie 1,52 mm

Die Randbedingungen unserer Berechnungen sind:

- Nachweise nach DIN 18008-6 nur für Eigengewicht und eine Personenersatzlast nach DIN 4426 – Q_k 1,5 kN auf einer Fläche von 10 cm x 10 cm.
- Für die hier untersuchten Fälle ist die ungünstigste Stelle die Scheibenmitte.
- Die Punktlast zu Wartungs- und Reinigungszwecken wird als kurzfristige Last angenommen (Lasteinwirkungsdauer < 30 min).
- Die Glasscheibe ist vierseitig linienförmig senkrecht zur Scheibenebene unverschieblich gelagert.
- Das Rechenmodell wird anhand geometrisch nichtlinearer und materiell linearer Analysen untersucht.
- Die Eigengewichtslast des betretbaren Glases ist entsprechend dem angegebenen spezifischen Gewicht nach EN 572-1 für Kalk-Natron Glas berücksichtigt.

Für die Punktlast aus dem Betreten für Reinigungs- und Wartungszwecke nach DIN 18008-6 ist kein Gebrauchstauglichkeitsnachweis zu führen.

Beschädigte Verglasungen sind umgehend auszutauschen. Bis zum Austausch sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen, auch für die Verkehrsflächen

unterhalb der betroffenen Verglasungen, vorzunehmen. Es ist von Vorteil, eine entsprechende Nutzungsanweisung zu erstellen und bereit zu halten. Betretbare Verglasungen dürfen nur von besonders geschultem bzw. eingewiesenem Personal mit entsprechender Schutzausrüstung betreten werden. Die Vorgaben der Arbeitsstättenverordnung und die technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) sind zu beachten. An Arbeitsplätzen und Verkehrswegen müssen Einrichtungen vorhanden sein, die einen Absturz von Personen verhindern. Diese Einrichtungen, wie z.B. Umwehungen, Geländer oder Netze, haben Vorrang vor Einrichtungen zum Befestigen von Persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA). Die Verwendung von PSAgA ist nur in Verbindung mit geeigneten Einrichtungen für Rettungsmaßnahmen zulässig (weitere Information siehe DIN 4426).

Werden im Rahmen der Instandhaltungs- und Reinigungsmaßnahmen harte Gegenstände auf der Verglasung abgestellt, sind geeignete Zwischenlagen (z. B. Bohlen, weiche Unterlagen wie Bautenschutzmatten) vorzusehen. Die Glasfläche muss entsprechend sauber sein, um diese nicht durch die Zwischenlagen zu verkratzen.

Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen müssen regelmäßig gewartet werden, da sie Bestandteil der baulichen Anlage sind. Arbeitsplätze und Verkehrswege dürfen nur im schnee- und eisfreien Zustand betreten werden.

3.13 Begehbares Glas

Begehbares Glas ist seit vielen Jahren bei Architekten und Bauherren beliebt, um Gebäude und Innenräume mit mehr Tageslicht zu versorgen und gleichzeitig Zugänge zu Gebäuden und innerhalb von Gebäuden zu ermöglichen.

Die statischen Nachweise werden nach DIN 18008 Teil 1 bis 3 geführt. Grundsätzliche Anforderungen, die für alle Teile der DIN 18008 gelten, werden in Teil 1 und je nach Lagerungsart in Teil 2 oder 3 beschrieben. Zusatzanforderungen je nach Anwendung werden in den Teilen 4 bis 6 beschrieben. Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen werden in Teil 5 der DIN 18008 beschrieben. In Teil 5 werden auch Glasaufbauten genannt, bei denen nachzuweisende Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit bereits erbracht sind (siehe auch Seite 143, Kapitel 3.10).

Werden z. B. andere Lagerungsarten und/oder Glasaufbauten verwendet oder sollen andere Abmessungen zur Ausführung kommen, müssen alternative Anwendungsnachweise erbracht werden (derzeit noch AbZ und AbP oder ZIE oder in Zukunft eine allgemeine Bauartgenehmigung oder eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (siehe auch Kapitel 3.1 Bauordnungsrecht).

Für ipasafe S liegen bauartbezogene Nachweise zur Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit sowie entsprechende statische Nachweise vor (siehe Kapitel 5).

3.13

3.14 Brüstungselemente

3.14

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.

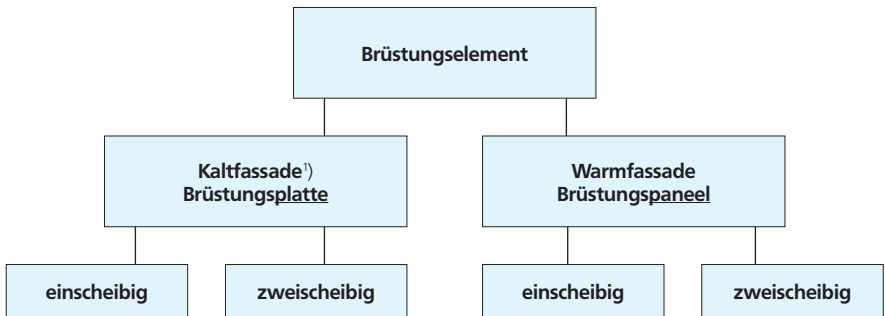
Glas ist

- witterungsbeständig
- resistent gegen Umwelteinflüsse
- alterungsbeständig
- mechanisch widerstandsfähig
- wartungsarm

Durch unterschiedliche Baukonstruktionen können prinzipiell zwei Fassadenkonzepte verwirklicht werden: Kaltfassade und Warmfassade.

In einer Kaltfassade¹⁾ 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 § 25 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.

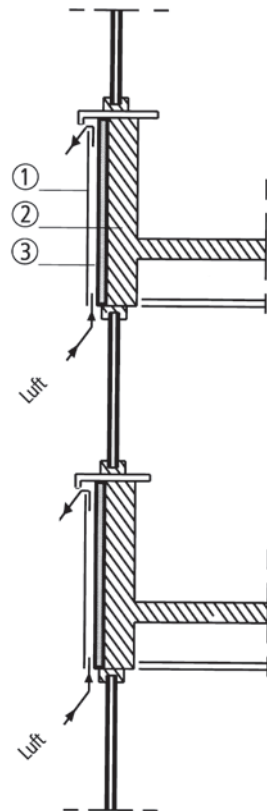
Der Zwischenraum für die Hinterlüftung ist für einschiebige Brüstungsplatten nach DIN 18 516 Teil 1 zu dimensionieren:

- 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 Wärmefalls ≥ 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

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,
- Brandschutz u. a. m.

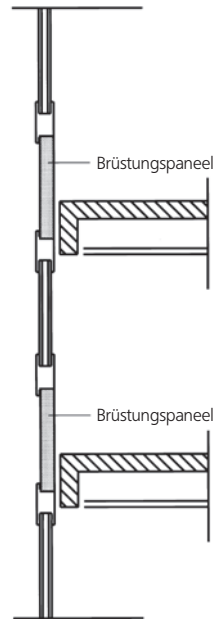
Brüstungspaneelle übernehmen jedoch keine tragende Funktion.

Da bei der Warmfassade eine Hinterlüftung fehlt, sind für den Isolierglas-Aufbau der zweischiebigen Brüstungspaneelle 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. Kapitel 5.11.2).

Allgemeine Produktspezifikationen von Brüstungselementen

- Brüstungselemente sind aus heißgelagertem ESG gefertigt.
- Für die Bemessung der Glasdicke sind die Belastungen entsprechend der DIN 18516 Teil 1 maßgebend, falls nicht objektbezogene erhöhte Be-



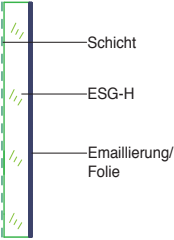
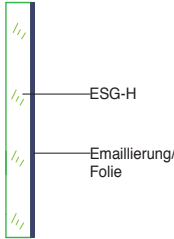
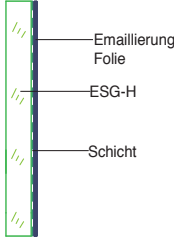
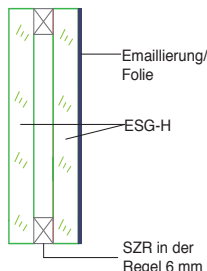
Warmfassade

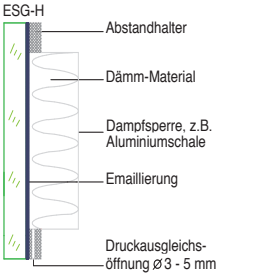
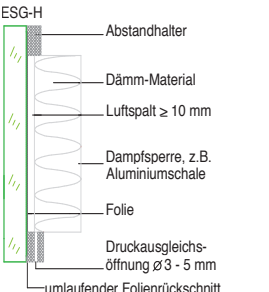
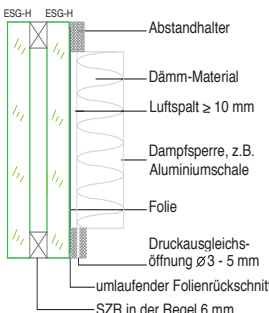
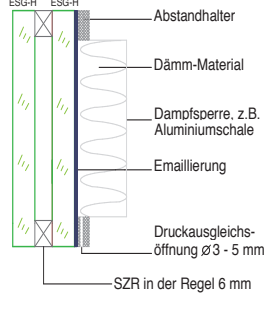
lastungen vorgegeben sind. Darüber hinaus sind die Bemessungsgrundlagen der DIN 18516 Teil 4 zu berücksichtigen. Die Dicke von 6 mm darf bei der jeweiligen Einzelscheibe nicht unterschritten werden.

Zusätzlich 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.

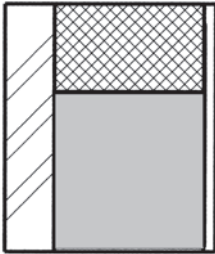
Aufbau	Lagerung	Ergänzende Hinweise
 <p>Schicht</p> <p>ESG-H</p> <p>Emaillierung/ Folie</p>	<ul style="list-style-type: none"> – allseitig – zweiseitig – punktförmig 	<p>Die Ausführung mit „reinigungsunterstützenden“ Beschichtungen zur Witterungsseite ist möglich.</p> <p>ESG-H entspricht ESG mit Heißlagerungstest</p>
 <p>ESG-H</p> <p>Emaillierung/ Folie</p>	<ul style="list-style-type: none"> – allseitig – zweiseitig – punktförmig 	<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>ESG-H entspricht ESG mit Heißlagerungstest</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>ESG-H entspricht ESG mit Heißlagerungstest</p>
 <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. <p>ESG-H entspricht ESG mit Heißlagerungstest</p>

Aufbau	Lagerung	Ergänzende Hinweise
 <p>ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Emallierung Druckausgleichsöffnung $\varnothing 3 - 5$ mm 		
 <p>ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Luftspalt ≥ 10 mm Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Folie Druckausgleichsöffnung $\varnothing 3 - 5$ mm umlaufender Folienrückschnitt 		<ul style="list-style-type: none"> – Druckausgleichsöffnungen sind grundsätzlich zu empfehlen. Sie müssen immer dann vorhanden sein, wenn Luft eingeschlossen wird. Das gilt immer wenn ein Luftspalt vorliegt - unabhängig vom Typ des Dämmstoffs. Bei offenporigen Dämmstoffen, wie z. B. Mineralwolle ist ein Druckausgleich erforderlich. Druckausgleichsöffnungen können immer dann vermieden werden, wenn kein Luftspalt zwischen Glas und Dämmstoff vorgesehen ist oder wenn geschlossenzellige Dämmstoffe, wie z. B. EPS, XPS oder PUR, zur Ausführung kommen. Der Falzraum muss belüftet sein.
 <p>ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Luftspalt ≥ 10 mm Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Folie Druckausgleichsöffnung $\varnothing 3 - 5$ mm umlaufender Folienrückschnitt SZR in der Regel 6 mm 	<p>– allseitig</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Eine vollsattete Ausfüllung des Falzraumes mit Dichtstoff ist nicht zulässig. – 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. – grundsätzlich ist ein Standsicherheitsnachweis auch bei diesen Konstruktionen erforderlich.
 <p>ESG-H</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstandhalter Dämm-Material Dampfsperre, z.B. Aluminiumschale Emallierung Druckausgleichsöffnung $\varnothing 3 - 5$ mm SZR in der Regel 6 mm 		<p>ESG-H entspricht ESG mit Heißlagerungstest</p>

Bauphysikalische Eigenschaften der Brüstungspaneele

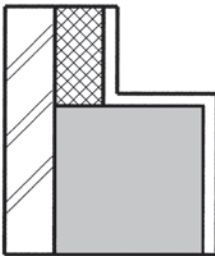
Wärmeschutz

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

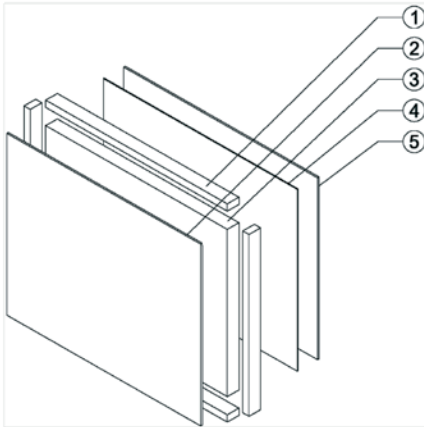
Durch die Verwendung bestimmter Dämmmaterialien bei Brüstungspaneelen besteht die Möglichkeit, auch zusätzlich schalldämmende Eigenschaften zu erzielen. Es sind jedoch zur Bestimmung des Schalldämm-Maßes Eignungsprüfungen durchzuführen.

Brandschutz

Werden zusätzlich Anforderungen an den Brandschutz gestellt, müssen nichtbrennbare Baustoffe zum Einsatz kommen.

3.14

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:*

- zusätzlich 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 4108-4 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärme- und feuchtetechnische Bemessungswerte“

3.14.1 Umwehungen mit Glas

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 technischen Richtlinie (TR) des Glasherwerkes Nr. 18 „Absturz-

sichernde Verglasungen nach TRAV“ des Bundesinnungsverbands des Glaserhandwerks Hadamar, sind die Anforderungen der einzelnen Bundesländer aufgeführt. Bitte prüfen Sie, ob diese Regelungen im Einzelfall noch gültig und aktuell sind.

Für absturzsichernde Verglasungen gilt die DIN 18008 „Bemessungs- und Konstruktionsregeln Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen“.

Dieser Teil beschreibt zusätzliche Anforderungen für absturzsichernde Verglasungen, insbesondere welche Glasarten verwendet werden dürfen, konstruktive Randbedingungen sowie Vorgaben für den stoßartigen und statischen Nachweis (weitere Informationen siehe Kapitel 3.10).

3.14.1

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 „Abschrankungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Bundesland	gem. LBO			gem. Versammlungsstättenverordnung des Landes	
Baden-Württemberg § 3 „Umwehrungen“ der Allg. Ausführungsverordnung (LECAVO) (zu § 16 Abs. 1 LBO)	1 m	Mind. 0,90 m, 0,80 m sind zulässig bei einer 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 „Abschrankungen und Schutzvorrichtungen“ 0,20 m	mind. 1,10 m*
Bayern Art. 36	50 cm	Ausreichend hoch und fest		§ 11 „Abschrankungen und Schutzvorrichtungen“ ¹⁾	mind. 1,10 m*
Berlin § 38 „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 MVStättV 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 „Abschrankungen 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 „Abschrankungen und Schutzvorrichtungen“ ¹⁾	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 ≥ 15 cm	§ 11 „Abschrankungen 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 „Abschrankungen 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 „Abschrankungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*

* Sonderregelungen für Brüstungen vor Sitzplatzeihen und bei bestimmter Tiefe der Brüstungen beachten!

Niedersachsen § 4 „Umwehrungen“ der Allgemeinen Durchführungsverordnung zu NbaaO zu § 23 NbaaO	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 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“, 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: „1,10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“ der Sonderbauverordnung	mind. 1,10 m*
Rheinland-Pfalz § 38 „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	§ 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: „1,10 m	Von 1–12 m Absturzhöhe: mind. 0,80 m, über 12 m Absturzhöhe: mind. 0,90 m	§ 11 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1 m*
Sachsen § 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 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Sachsen-Anhalt § 37 „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	§ 11 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Schleswig-Holstein § 39 „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	§ 11 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“	mind. 1,10 m*
Thüringen § 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	§ 11 „Abschänkungen und Schutzvorrichtungen“ momentan nur über MVStättV geregelt	mind. 1,10 m

* Sonderregelungen für Brüstungen für Sitzplatzreihen und bei bestimmter Tiefe der Brüstungen beachten!

Quelle: Technische Richtlinie Nr. 2 „Anwendung der Glasbemessungsnorm DIN 18008, Teil 4 – Zusatzerfordernisse an absturzsichernde Verglasungen, Bundesministerium des Innern und für Bauwesen, 1. Auflage 2016

Tabelle A: Absturzhöhen und Brüstungshöhen nach Landesbauordnungen und Versammlungsstättenverordnungen

3.15 Kleben von Glas in Fenster und Fassade

Structural Glazing

Structural Glazing ist eine Verglasungstechnik für ein besonders harmonisches Fassadenbild. Es besteht durch seine einheitliche durchgängige Optik (siehe auch Kapitel 5.16).

Für Planer bedeutet dies eine Erweiterung der Gestaltungsfreiheit bei Vorhangfassaden.

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 Gshalteileisten 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 Gshalteileisten ausgeführt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, punktuelle, mechanische Sicherungen einzubauen.

Bei der zweiseitigen Variante muss man je nach Statik unterscheiden:

Wenn die Verglasungen im Sinne der DIN 18008-2 gelagert sind 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.

z. B. eine

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 werkseigene 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 einen funktionsfähigen Isolierglasrandverbund und eine ausreichende Haftung bei geklebten Systemen herzustellen, muss die Beschichtung vor der Isolierglasfertigung im Randbereich der Scheibe entfernt werden.

Die Breite der Randentschichtung richtet sich u. a. nach dem verwendeten Randverbundsystem sowie der Anwendung in Fenstern und Fassaden.

Die Randentschichtung kann entweder während des Zusammenbaus der Isolierglaseinheiten oder während des Zuschnitts erfolgen. Der Schleifstaub muss hierbei immer vollständig entfernt werden.

Da die Verantwortung der Herstellung des Isolierglasrandverbundes beim Verarbeiter liegt, empfehlen wir, die Haftung des eingesetzten Sekundärdichtstoffes auf der Randentschichtung sowie auf der Floatglasoberfläche regelmäßig zu überprüfen.

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 PIB 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
- Mischungsverhältnis des Dicht- bzw. Klebstoffs

Produktionsbegleitende Qualitätssicherung:

- Prüfung der Maßgenauigkeit
- Prüfen des Aushärteverhaltens vom Dichtstoff

Eine ergänzende Fremdüberwachung der Produktion durch ein unabhängiges Prüfinstitut ist ebenfalls möglich und teilweise auch erforderlich.

e) Verwendung von typisierten Gesamtlösungen

Die unter Einbeziehung des Dichtstoffherstellers, des Fassadenbauers 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 Fassadenbauer 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 AGC INTERPANE Beratungszentrum (IBC) 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 mittragende 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 Mehrscheiben-Isolierglas (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 und dabei auch einige Punkte beachtet werden. Denn das Isolierglas hat hier als wichtige Komponente unter Umständen zusätzliche Belastungen aufzunehmen, die sich aus den verschiedenen Fenstersystemen oder Klebvarianten 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 bzw. ETAG 002.

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. Gelebt 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 sehr großer 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-08/4 – „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 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 Glaskonstruktionen Teil 2 – Verglasungsvorschriften für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen“
- in der ift-Richtlinie VE-08/4 – „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)
- 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 (Initial Type Test) zu prüfen, kann der Produzent den Nachweis für die CE-Kennzeichnung auch über Zusatzprüfungen nach der ift-Richtlinie VE 08/4 führen.

3.16 Elektromagnetische Dämpfung in Fenster und Fassade

3.16

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.

3.16.1 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.

Die obere Abbildung 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.



Abschirmungsmöglichkeiten

Raumschirmung

Das rechte Bild auf der folgenden Seite zeigt schematisch, wie die Raumschirmung nach außen die von Störquellen ausgehenden Störfelder zurückhält.

Der umgekehrte Fall ist im linken oberen Bild der nächsten Seite 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.

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.

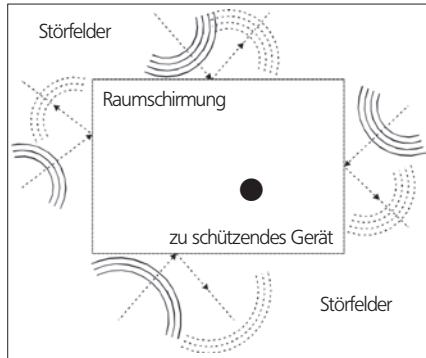
Die einfallenden Wellen werden beim Durchgang durch das einzelne Bauteil geschwächt, d.h. ein Teil der Wellen wird reflektiert und ein Teil absorbiert (Bild unten rechts).

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.

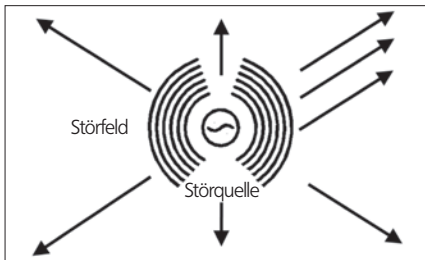
Die Einstellung auf die geforderten Schirmdämpfungswerte kann im Einzelfall durch einen spezifischen Glasaufbau erreicht werden. Dies erfordert frühzeitige Abstimmung in der Planungs- und Ausschreibungsphase.

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



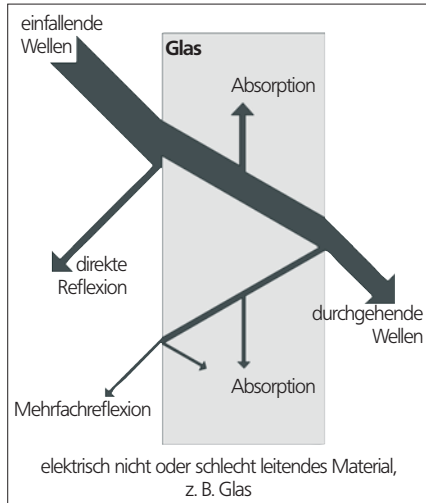
- Beispiele:
- Nachrichtengeräte und Übertragungseinrichtungen
 - Prozessrechneranlagen in Leitzentralen
 - EMV-Messeinrichtungen
 - Rechenzentren (Störbeeinflussung)
 - Prüf-, Eich- und Überwachungseinrichtungen
 - medizinische Einrichtungen

Raumschirmung gegen äußere Einflüsse



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

Raumschirmung nach außen

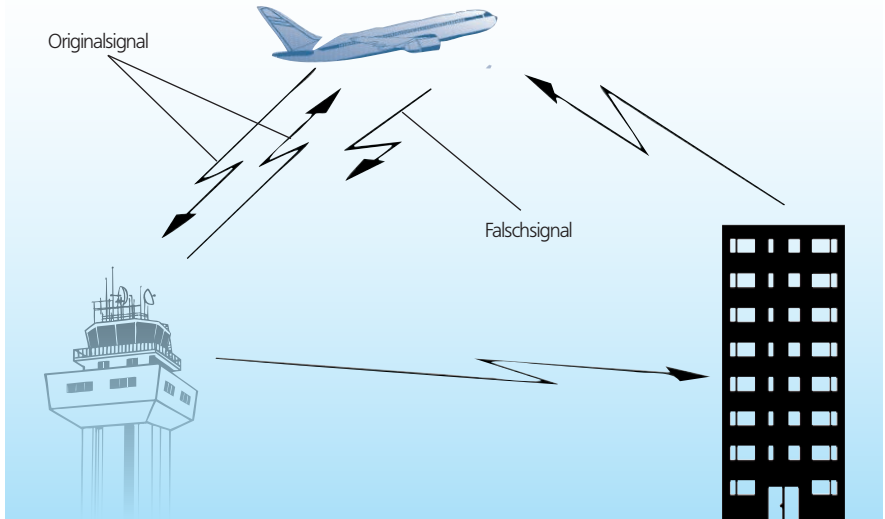


Dämpfung durch Reflexion und Absorption

elektrisch nicht oder schlecht leitendes Material, z. B. Glas

3.16.2 Radarreflexionsdämpfung

3.16.2



Im Flughafenbereich oder aber auch in der Nähe von Häfen der Binnen- und Seeschifffahrt kann der Radarsignalverkehr zwischen Flugzeugen und Schiffen sowie 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 spezielle Anforderungen 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 sowie Radargutachten abgeklärt werden.

3.17 Brandschutz in Fenster und Fassade

Der vorbeugende bauliche Brandschutz wird eingeteilt in

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

Die EN 1363 – „Feuerwiderstandsprüfungen“ und die EN 1364 – „Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile“ – 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 Bauordnungsrecht 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 und/oder im Gebäude genutzt werden.

3.18 Gebäudeintegrierte Photovoltaik

3.18

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. Sogenannte Standardmodule mit festgelegten Abmessungen werden dagegen i. d. R. außerhalb des Gebäudes, z. B. als sogenannte Aufdachanlagen oder integriert in die Dacheindeckung, eingesetzt. Sie ersetzen damit opake Bauteile, die aber im Gegensatz zur Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) nicht in die Gebäudehülle integriert sind.

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), welche in einen Verbund eingebettet, 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.

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 ca. 17 %, polykristalline von ca. 16 % und amorphe von ca. 8 %. Dünnschichtzellen besitzen einen Wirkungsgrad von 8 % bis 12 %.

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).

- [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
- [6] Weller B., Tasche S. (Hrsg.), Glasbau 2012, Schneider J., Kleuderlein J., Kuntsche J. Tragfähigkeit von Dünnschicht-Photovoltaik-Modulen, (Seite 315-325), Wilhelm Ernst & Sohn, 1. Auflage 2012

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 Ug-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

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 Flächen handelt, bietet die Integration in die Gebäudehülle dem Architekten und/oder Bauherren enorme Möglichkeiten, sowohl in Bezug auf Gestaltung als auch hinsichtlich Wirtschaftlichkeit. 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.

[7] Stark T., Lutz P., Photovoltaik Architektonische Gebäudeintegration, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg – Informationszentrum Energie, 4. Auflage 2001

Montagearten



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

Nach der Vor- und Entwurfsplanung müssen eine Ertragsanalyse unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden. Nur diese geben dem Bauherrn die notwendigen Informationen 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 haben 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 der 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 auch die Art der Unterkonstruktion und die Glasarten des Glas-Glas-Laminates festgelegt. Hier erfolgt nun die Dimensionierung der Unterkonstruktion sowie der Verglasung. Für die Fertigung und Montage werden bei diesem Schritt dann die Ausführungszeichnungen erstellt. Ebenso muss geprüft werden, ob für die Erzeugung, Einspeisung und den Verkauf von Solarstrom eine Gewerbeanmeldung erforderlich ist.

[1] Elstner M., Gebäudeintegrierte Photovoltaik, Technikerarbeit Jahrgang 2000/2002, Fachschule für Glasbautechnik Vilshofen

[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

[7] Stark T, Lutz P., Photovoltaik Architektonische Gebäudeintegration, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg – Informationszentrum Energie, 4. Auflage 2001

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.

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. Für die Bemessung und Konstruktion von Glas ist das die DIN 18008. Für den Einbau sind dann u. a. die Einbau- und Verglasungsvorschriften des Herstellers zu beachten. Die Normenreihe DIN 18008 definiert 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. Das ist, je nach verwendeter Zwischenschicht, ein Verbundglas oder gegebenenfalls ein Verbund-Sicherheitsglas nach EN 14449. Der Unterschied 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 Anforderungen an die Zwischenschicht zu erfüllen. Die Anforderungen an die Reißfestigkeit und Bruchdehnung werden nur von PVB-Zwischenlagen erfüllt. Das bedeutet, dass eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) oder ein alternativer Verwendbarkeitsnachweis für die Zwischenschicht als Nachweis 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, sondern auch ihre Eignung als Bauart erfüllen. Dabei erfolgen Tests in Bezug auf die Leistung der Module nach EN 61646; VDE 0126-32 „Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung“ und nach EN 61215; VDE 0126-31 „Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung“. Dabei darf man nicht davon ausgehen, dass

[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., Kleuderlein J., Kuntsche J. Tragfähigkeit von Dünnschicht-Photovoltaik-Modulen, (Seite 315-325), Wilhelm Ernst & Sohn, 1. Auflage 2012

durch den Begriff „Bauartzulassung“ und durch die Erfüllung der Anforderungen der genannten Normen eine abZ des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) als Verwendbarkeitsnachweis 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. Gegebenenfalls 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; VDE 0126-30 „Photovoltaik(PV)-Module – Sicherheitsqualifikation – Teil 1: Anforderungen an den Aufbau“ erfüllen. Neben den Nachweisen nach EN 61646; VDE 0126-32 bzw. EN 61215; VDE 0126-31 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. 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; VDE 0126-30 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.

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 integriert werden. Bei SunEwat-XL-Modulen besteht dabei die äußere Scheibe aus 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 5.17.3.

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.

3.19 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 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) ist hier der entscheidende Faktor.

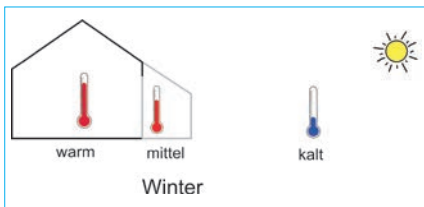
Somit erfüllen Wintergärten zahlreiche Funktionen, die zum Teil mit gestiegenem Umweltbewusstsein verknüpft sind.

Thermische Wirkung von Wintergärten

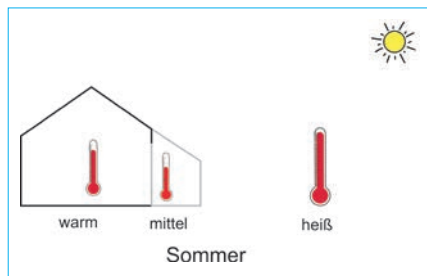
Die Wirkung von Wintergärten beruht auf den großen Glasflächen, wodurch entsprechend mehr Sonnenenergie eingefangen wird. Die Glashülle schafft eine Zone zwischen Raum- und Außenklima – die Pufferzone. Die Energieeinsparung durch die Pufferzone ergibt sich aus der geringeren Temperaturdifferenz zwischen Raum und Pufferzone gegenüber Raum- und Außenluft her.

Demnach ist ein verglaster Wintergarten immer eine vorgelagerte Pufferzone, unabhängig davon, 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 beheizte oder unbeheizte unterscheiden. Der Effekt Pufferzone trifft etwas mehr auf die unbeheizte Variante zu.



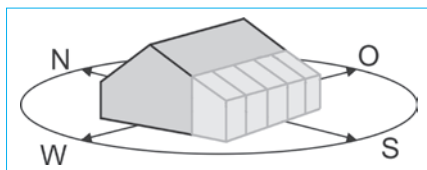
Klimatische Pufferzone Wintergarten



Klimatische Pufferzone Wintergarten

Gebäudeorientierung

In erster Linie hängt die Heizenergieeinsparung 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, als man bei der Planung, z. B. Südlage, zwar höchste Wärmegewinne erzielt, allerdings ohne ausreichenden Sonnenschutz auch über das Maß des Nutzbaren hinaus. Somit ist der Einfluss der Gebäudeorientierung ein wichtiger Aspekt der gesamten Planung.



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

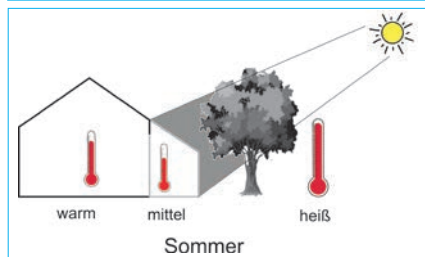
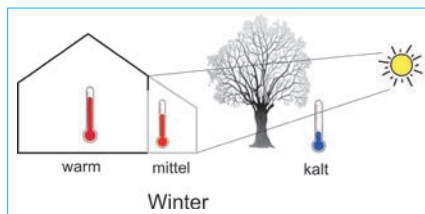
häufig zu unbehaglich hohen Temperaturen im Wintergarten. Um ihn auch während dieser Jahreszeit nutzen zu können, ist es daher erforderlich:

- 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.



Sonnenschutzmaßnahmen

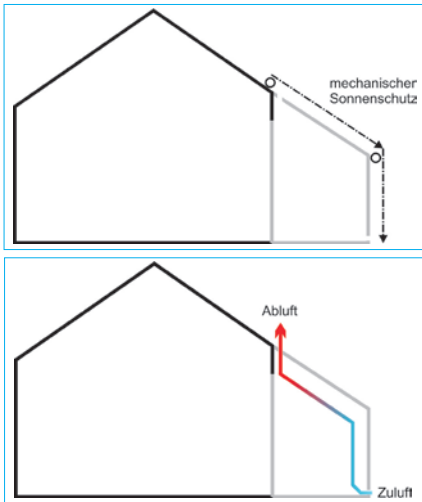
Im Winter kann die Sonne ungehindert ihre Wärme abgeben.

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.



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 Heizeregieeinsparung sollte dabei im Hintergrund stehen. Allerdings sollte beachtet werden, dass ein schlecht wärmedämmender 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 Außenscheibe aufbringen. Denn wer möchte schon vor einer außen beschlagenden Scheibe beim Frühstück sitzen, auch wenn das ein Beweis besonders hoher Wärmedämmung ist (Iplus ANTI-FOG Kapitel 5.4.7).

Bauanzeige und Baugenehmigung

In fast 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 – bezüglich 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.

3.19.1 Pflanzenwachstum hinter Glas

3.19.1

Häufig besteht die irrierte 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 (photosynthetisch aktive Strahlung) 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 Aktionsspektrum der Photosynthese für verschiedene Pflanzenarten, dass diese auch den grünen Strahlungsbereich nutzen. Die starke Absorption

der Gläser für dunkelrote Strahlung wirkt sich positiv auf die Morphologie der Pflanzen aus. Steigen des HR:DR-Verhältnis (Hellrot:Dunkelrot aus dem Phytochrom-System) 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 beim 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.

3.20 Verglasungen von Aufzugsanlagen

3.20

Verglaste Aufzüge in Gebäuden sind ein beliebtes architektonisches Mittel, um einen visuellen Bezug zur Umgebung in einem Gebäude zu ermöglichen. Neben den gestalterischen Möglichkeiten müssen auch Anforderungen an Sicherheit und Gesundheitsschutz beachtet werden. Diese Anforderungen werden in der Richtlinie 2014/33/EU des Europäischen Parlaments beschrieben. Die Umsetzung dieser Richtlinie erfolgte mit der 12. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Aufzugsverordnung – 12. ProdSV) vom 06.04.2016.

Für die technische Ausführung von Aufzügen ist EN 81 „Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen – Aufzüge für den Personen- und Gütertransport –“ maßgebend. Seit September 2017 ist die EN 81 Teil 20: „Personen- und Lastenaufzüge“, Ausgabe 2014-11 anzuwenden. Im Folgenden werden auszugsweise die wichtigsten glasrelevanten Vorgaben aus EN 81-20, Ausgabe 2014-11 wiedergegeben. Die Norm enthält Vorgaben für Verglasungen in Schachtwänden, Schacht- und Fahrkorbtüren sowie Fahrkorbwänden und -decken.

Für die Ausführung des Schachts und die Schachtumwehrungen gelten zusätzlich die Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung. So müssen u. a. Anforderungen aus der DIN 18008 beachtet werden. Teilweise auch deshalb, weil die Schachtwände gegen Absturz gesichert werden müssen (i. d. R. durch Absturz von außen in den Schacht).

Allgemeines

Alle ebenen oder gebogenen Glasscheiben müssen aus Verbundsicherheitsglas (VSG) bestehen.

Verglasungen in Schachtwänden

Glasscheiben in Schachtwänden sowie ihre Befestigungen müssen eine auf einer Fläche von 0,30 m x 0,30 m an beliebiger Stelle sowohl vom Schachtinneren als auch -äußeren her einwirkende horizontale statische Kraft von 1000 N ohne bleibende Verformung aufnehmen können, wobei die bleibende Verformung nicht mehr als 1 mm und die elastische Verformung max. 15 mm betragen darf.

Verglasungen in Schacht- und Fahrkorbtüren

Schachttüren müssen die für das betroffene Gebäude maßgebenden Brandschutzbestimmungen erfüllen. Das gilt auch für Glasscheiben in Schachttüren. Vollständige Schachttüren mit ihren Verriegelungen und Fahrkorbtüren müssen in der verriegelten

Stellung der Schachttür und in der geschlossenen Stellung der Fahrkorbtür folgende mechanische Festigkeit aufweisen: Wenn auf der einen oder anderen Seite an beliebiger Stelle vertikal zum Türblatt/ Türrahmen auf eine runde oder quadratische Fläche von 5 cm² einwirkende gleichmäßig verteilte statische Kraft von 300 N angreift, müssen sie diese ohne bleibende Verformung von mehr als 1 mm und einer elastischen Verformung von mehr als 15 mm standhalten. Nach dieser Prüfung darf die Tür in ihrer Sicherheitsfunktion nicht beeinträchtigt sein. Diese Anforderungen gelten auch für Schachttüren aus oder mit Glas.

Außerdem darf eine an einer Schachttür haltestellenseitig oder an einer Fahrkorbtür fahrkorbseitig an beliebiger Stelle vertikal auf eine runde oder quadratische Fläche von 100 cm² gleichmäßig verteilte statische Kraft von 1000 N keine wesentliche bleibende Verformung bewirken, die sich auf die Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Tür auswirken könnte.

Zusätzlich gilt bei den Pendelschlagprüfungen nach Abschnitt 5.3.5.3.4 der EN 81-20 in den Glaselementen:

1. Wenn eine Stoßenergie, die einer Fallhöhe von 800 mm mit einem Stoßkörper für den weichen Stoß (EN 81-50:2014, 5.14) entspricht, fahrkorb- oder haltestellenseitig auf Glasscheiben oder seitliche Rahmen in der Mitte der Scheiben- oder Rahmenbreite an Auftreffpunkten in Übereinstimmung mit Tabelle 5 der EN 81-20 einwirkt, dürfen bei Glaselementen keine bleibenden Verformungen und keine Risse entstehen. Die Türen müssen nicht funktionsfähig sein. Es darf zu keinem Integritätsverlust der Türausrüstung gekommen sein. Die gesamte Türeinheit muss an ihrem Einbaupunkt mit Spalten, die nicht größer als 0,12 m in Richtung auf den Schacht sind, verbleiben.
2. Wenn eine Stoßenergie, die einer Fallhöhe von 500 mm mit einem Stoßkörper für den harten Stoß (EN 81-50:2014, 5.14) entspricht, fahrkorb- oder haltestellenseitig auf Glasscheiben, die größer als in 5.3.7.2.1 a) angegeben sind, einwirkt und die Türblätter oder Glasscheiben in seitlichen Rahmenmittigen Auftreffpunkten nach Tabelle 5 trifft, darf es zu keinen Rissen und zu keiner Beschädigung der Glasoberfläche, ausgenommen Abplatzungen mit einem Durchmesser von höchstens 2 mm, kommen.

Anmerkung: Im Falle von mehreren Glaseinsätzen darf die schwächste Ausführung in Betracht gezogen werden.

Die Glasscheiben müssen mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Name des Herstellers und Handelsname,
- Art des Glases,
- Dicke (z. B. 8/8/0,76 mm).

Für Verglasungen in kraftbetätigten Türen enthält Abschnitt 5.3.6.2.2.1 der DIN EN 81-20 weitere Bestimmungen. Darüber hinaus enthält Abschnitt 5.3.7.2.1 (Fahrkorb-Anwesenheitsanzeige) Vorgaben für Sichtfensterverglasungen in von Hand zu öffnenden Schachttüren.

Verglasungen in Fahrkorbwänden, -böden und -dächern

Fahrkorbwände müssen eine mechanische Festigkeit haben, sodass

- eine vom Inneren des Fahrkorbs nach außen an beliebiger Stelle vertikal zur Wand auf eine runde oder quadratische Fläche von 5 cm^2 gleichmäßig verteilt angreifende Kraft von 300 N diese
 - weder bleibend um mehr als 1 mm verformt,
 - noch um mehr als 15 mm elastisch verformt;
- eine vom Inneren des Fahrkorbs nach außen an beliebiger Stelle vertikal zur Wand auf eine runde oder quadratische Fläche von 100 cm^2 gleichmäßig verteilt angreifende Kraft von 1000 N bei dieser zu keiner dauerhaften Verformung größer als 1 mm führt.

Zusätzlich heißt es nach EN 81-20:2014, 5.4.3.2.3:

Wenn eine Stoßenergie, die beim Pendelschlagversuch mit einem harten Stoßkörper (EN 81-50:2014, 5.14.2.1) einem Fall aus einer Höhe von 500 mm entspricht, und eine Stoßenergie, die beim Pendelschlagversuch mit einem weichen Stoßkörper (EN 81-50:2014, 5.14.2.2) einem Fall aus einer Höhe von 700 mm entspricht, auf einen Punkt 1 m über dem Boden auf der Mittellinie des Türblatts oder bei Wänden, die teilweise aus Glas bestehen, in der Mitte des Glaselements, auftrifft, muss das Folgende erfüllt sein:

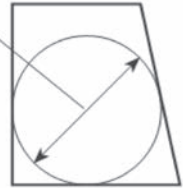
- es dürfen keine Risse auf dem Wandelement auftreten;
- es darf keine Beschädigung der Glasoberfläche erfolgt sein, ausgenommen Abplatzungen mit einem Durchmesser von höchstens 2 mm;
- es darf kein Verlust der Integrität auftreten.

Die Prüfungen sind bei allseitig linienförmig gelagerten ebenen Glasscheiben nicht erforderlich, wenn deren Maximalgröße, definiert über den Durchmesser des Inkreises, und deren Mindestaufbau folgender Tabelle entspricht.

Mindestaufbau von allseitig linienförmig gelagerten ebenen Glasscheiben für Fahrkorbwände nach Tabelle 9 der DIN EN 81-20 (2014-11)

Glasart	Durchmesser des Inkreises	
	≤ 1 m	≤ 2 m
VSG/ESG od. VSG/TVG	8,76 mm (44.2)	10,76 mm (55.2)
VSG Float	10,76 mm (55.2)	12,76 mm (66.2)

Durchmesser des Inkreises



Die Glasscheiben müssen auch hier mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Name des Herstellers und Handelsname,
- Art des Glases,
- Dicke (z. B. 8/8/0,76 mm).

Fahrkorbwände mit Glasflächen, deren Unterkanten weniger als 1,10 m vom Fußboden entfernt sind, müssen in einer Höhe zwischen 0,90 und 1,10 m einen Handlauf haben, der unabhängig vom Glas befestigt ist.

Verglasungen in Fahrkorbdächern müssen zusätzlich den Anforderungen nach Abschnitt 5.4.7 der EN 81-20 entsprechen.

Die tragende Struktur des Fahrkorbs muss aus nicht-entflammaren Werkstoffen hergestellt sein.

Die Feuerwiderstandsfähigkeit des Fußbodens des Fahrkorbs, der Wände und der Deckenmaterialien muss mindestens einer Klassifizierung nach EN 13501-1 wie folgt entsprechen:

- Fußboden: C_F-s2;
- Wand: C-s2, d1;
- Decke: C-s2, d0.

Lackierungen, Laminat bis zu 0,30 mm an den Wänden sowie Einbauten, wie z. B. Befehlsgeber, Beleuchtung und Anzeigen, sind von den oben genannten Anforderungen ausgenommen.

Im Fahrkorb verwendete Spiegel und sonstige Glasverkleidungen müssen bei Bruch die Anforderungen von Typ B oder C nach EN 12600:2002, Anhang C, erfüllen.





AGC INTERPANE

4

GRUNDBEGRIFFE

Faszination Glas

Transparenter Alleskönner

4

Der beeindruckende Siegeszug, den Funktionsglas in der Architektur gehalten hat, ist in erster Linie auf die Transparenz dieses Werkstoffes zurückzuführen. Kein anderes Material an und in Gebäuden 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 Innovationskraft der Glasindustrie gelungen, neben der „transparenten Urfunktion“ von Glas eine vielfältige Fülle von verschiedenen Schutzwirkungen bzw. Nutzungsmöglichkeiten in Architekturverglasungen zu integrieren.

Aus einer Scheibe, die ursprünglich einmal ausschließlich die Funktion hatte, ein Loch im Mauerwerk zu verschließen, wurde heute ein Multifunktionsprodukt mit Hightech-Charakter.

Terminologie der Eigenschaften moderner Verglasungen

In diesem Kapitel beschreiben wir die funktionellen Eigenschaften moderner Verglasungsprodukte. Diese Beschreibung folgt den in der Leistungserklärung im Rahmen der CE-Deklaration anzugebenden Werte.

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_a gem. EN 410
- 4.5.5 Gesamtenergiedurchlassgrad g gem. EN 410
- 4.5.6 Energieabsorption α_g 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

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 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 EN 13501-2

Die europäische Norm 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 Prüfzeiten an Systemen aus Rahmen und Ausfachung inklusive Halterungen, Befestigungen sowie Dichtungen etc. (Brandschutzglas) nach verschiedenen Europäischen Prüfnormen geprüft. So können seit November 2016 zum Beispiel Fenster, Türen und Tore mit Feuer und/oder Rauchschutzeigenschaften auf Basis der Europäischen Produktnorm EN 16034 mit dem CE-Kennzeichen versehen werden. Hierfür müssen die Bauteile auf Basis der entsprechenden Prüfnormen geprüft und in Übereinstimmung mit der EN 13501-2 klassifiziert werden. Die Klassifizierung von durchsichtigen oder durchscheinenden Glaserzeugnissen (Brandschutzglas) in feuerwiderstandsfähigen (Brandschutz)-Verglasungen wiederum erfolgt nach EN 357. Dabei werden folgende Kennbuchstaben verwendet.

Charakteristische Leistungseigenschaften

- R – Tragfähigkeit
- E – Raumabschluss
- I – Wärmedämmung
- W – Strahlung
- C – Selbstschließende Eigenschaft
- S – Rauchdichtheit

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 siehe neues Kapitel 5.18 Brandschutz.

4.2.2 Brandverhalten nach 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 EN 13501-1 ^{1,2)}	Glasprodukt
	kein Rauch	kein brennendes Abfallen/ Abtropfen	Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe und Bodenbeläge	
Nichtbrennbar	X	X	A1	Basisglas nach EN 572-9 TVG nach EN 1863-2 ESG nach EN 12150-2 ESG mit Heat-Soak-Test nach 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 EN 13501-1) und E kann das Brandverhalten von Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen (Bauarten) nach 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 wie beschrieben nach der entsprechenden Prüfnorm zu prüfen und nach EN

13051-2 zu klassifizieren. Für Türen, Tore, Abschlüsse und Fenster ist der Feuerwiderstand z. B. nach 1634-1 und für Vorhangfassaden (Gesamtausführung) nach EN 1364-3 zu prüfen.

4.3

4.3 Nutzungssicherheit

Der Begriff Sicherheitssonderverglasungen beschreibt im Allgemeinen Eigenschaften der Durchschusshemmung, Sprengwirkungshemmung sowie

Einbruchshemmung. Es können darüber hinaus weitere Sicherheitseigenschaften, wie z. B. die Ballwurfsicherheit gefordert sein.

4.3.1 Durchschusshemmung nach EN 1063

Eine durchschusshemmende Verglasung ist eine Sicherheitssonderverglasung, 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, Menschen gegen Explosionsdruckwellen zu schützen.

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

4.3.3 Einbruchhemmung nach EN 356

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

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

Siehe auch Erläuterungen im Kapitel 5.14 ipasafe Objekt- und Personenschutz

4.3.4 Pendelschlag nach EN 12600

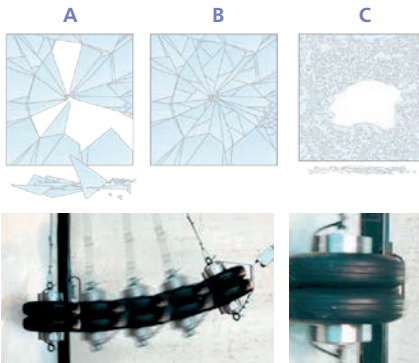
Mit der EN 12600 werden Produkte aus Flachglas für den Gebrauch im Bauwesen über ihr Verhalten bei Stoßbeanspruchung und das Bruchverhalten klassifiziert.

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.

α ist hierbei 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 und entsprachen nicht Typ B

Im Rahmen des Nachweises der Stoßsicherheit nach DIN 18008-4 wird die EN 12600 als Basis verwendet. Dabei weichen im Wesentlichen die Fallhöhen ab, und die höchste Fallhöhe für die Kategorie A nach DIN 18008-4 beträgt 900 mm. Dennoch müssen in einer Leistungserklärung die Klassen nach EN 12600 nachgewiesen und angegeben werden, wenn diese gefordert ist. Es ist auch dann erforderlich, wenn Nachweise nach DIN 18008-4 vorliegen.

4.3.4

4.3.5 Beständigkeit gegen plötzliche Temperaturwechsel und Temperaturunterschiede

Diese Eigenschaft beschreibt, welchen maximalen Temperaturunterschieden und plötzlichen Temperaturwechseln ein Glasprodukt widerstehen kann, ohne dass ein Glasbruchrisiko besteht. Vor allem bei Floatglas ist zu beachten, dass es sich nicht um eine charakteristische Eigenschaft handelt sondern eher um einen Wirkungsbereich, der im Wesentlichen von der Beschaffenheit der Glaskante abhängt.

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

4.3.5

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 Standicherheit erbracht werden. Weitere Informationen zur Glasbemessung s. Kapitel 3.10.

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 10-fache logarithmische Verhältnis von der auf das Bauteil auftreffenden Schallleistung P_1 zu der von diesem Bauteil abgestrahlten Schallleistung P_2 .

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

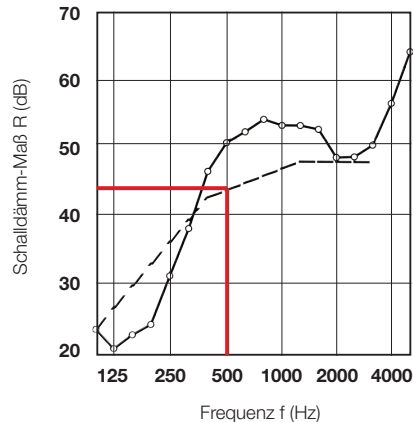
Verwendung bei der schalltechnischen Beurteilung von Verglasungen findet das **bewertete** Schalldämm-Maß R_w nach EN ISO 10140 Teil 2, das durch Messungen und Vergleich mit der Bezugskurve ermittelt wird. Es wird in der Maßeinheit Dezibel (dB) ausgedrückt.

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 .

Neben R_w gibt es auch das bewertete Schalldämmmaß R'_w . Dieses berücksichtigt auch die Schallübertragung der flankierenden Bauteile und evtl. Nebenwege.

Die DIN 4109:2 definiert folgende Formelzeichen:

R_w	Bewertetes Schalldämm-Maß ohne Flankenübertragung in dB
R'_w	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß mit Flankenübertragung in dB
$R_{w,res}$	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß zusammengesetzter Bauteile in dB
$R'_{w,ges}$	Gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der Fassade in dB



—○—○—○—○—○—○—○—○— Messkurve
 - - - - - Bezugskurve

Typ: ipaphon SF 43/31

Um die unterschiedlichen Frequenz-Spektren von Wohn- und Verkehrsgläuschen zu berücksichtigen, wurden entsprechend der EN ISO 717-1 sogenannte **Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}** eingeführt (s. Kapitel 3.8.1 Seite 128). 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.

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 m² eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied der angrenzenden Raum- und Außenluft von 1 Kelvin hindurchgeht. Je kleiner der U-Wert, desto besser also die Wärmedämmung. Die Maßeinheit ist W/(m²K).

Die U-Wert-Ermittlung für Verglasungen erfolgt durch Berechnung nach EN 673 mit den Referenzwerten gem. Abschnitt 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 AGC 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 geeigneten Konstruktionen. Nähere Informationen dazu finden Sie in Kapitel 3.6.4.

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 ausschließlich für die Isolierverglasung gibt es demnach nicht (s. Kap. 3.6.1 und 3.6.3).

4.5.2 Emissionsvermögen ϵ gem. EN 12898

Unter Emissionsvermögen ϵ ist das Abstrahlverhalten eines Körpers zu verstehen. Hinsichtlich der Wärmedämmung von Isolierglas bedeutet dies: Je niedriger das Emissionsvermögen ist, desto niedriger 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 673). 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

$$\epsilon = 1 - R$$

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 $5 \mu\text{m}$ und $50 \mu\text{m}$ ausgewertet werden.

Aus diesen Einzelergebnissen wird der Mittelwert unter Berücksichtigung der Verteilung der Temperaturstrahlung bei 283 K ($+ 10^\circ \text{C}$) 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.

- korrigiertes (effektives) Emissionsvermögen nach EN 12898

Zur Ermittlung des U_g -Wertes wird das sog. korrigierte Emissionsvermögen benötigt. Dieses wird mit Hilfe von Korrekturfaktoren rechnerisch auf Basis des normalen Emissionsvermögens ermittelt. Das korrigierte Emissionsvermögen berücksichtigt die Winkelverteilung des Emissionsgrades bei der Berechnung des Wärmeübergangs von Verglasungen.

4.5.2

4.5.3 Lichttransmissionsgrad τ_V gem. EN 410

4.5.3

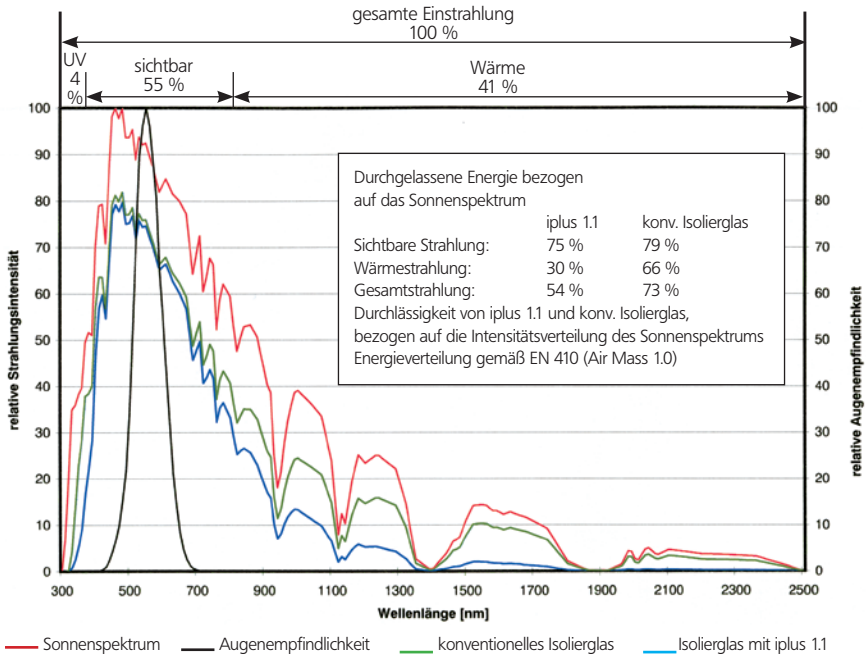
Der Lichttransmissionsgrad τ_V (= Lichtdurchlässigkeit) drückt den direkt durchgelassenen, sichtbaren Strahlungsanteil im Bereich der Wellenlänge von 380 nm bis 780 nm bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges aus. Die Lichtdurchlässigkeit wird in % angegeben und u. a. von der Glasdicke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

Der Lichttransmissionsgrad der Verglasung sollte objekt- und umgebungsbezogen gewählt werden. Auch die Raumnutzung (z. B. Arbeitsstätten) sollte bzw. muss berücksichtigt werden und damit eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht sichergestellt werden.

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

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

- Floatglas als Einzelscheibe verfügt im sichtbaren Spektralbereich über eine Lichtdurchlässigkeit von ca. 90 %,
- INTERPANE Isolierglas, bestehend aus 2 Floatglas-scheiben (Clearlite) besitzt eine Lichtdurchlässigkeit von 82 %,
- Mit der Beschichtung auf Pos. 3 iplus 1.1 als 2-fach Isolierglas besitzt das MIG immer noch einen Lichttransmissionsgrad von 82 %.



Durchlässigkeit von iplus 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.

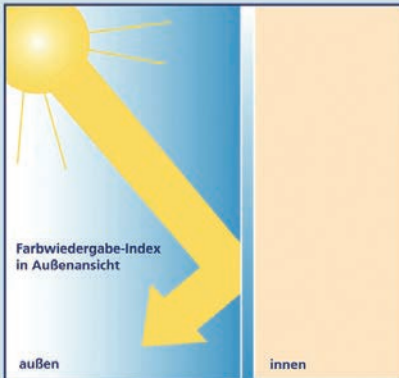
Dies wird bei Verglasungen erreicht, deren spektraler Transmissionsgrad im sichtbaren Spektralbereich vollkommen konstant ist (z. B. bei Weißglas „Planibel (Clearvision)“: $R_{a,D} = 100$ bis Glasdicke 8 mm unbeschichtet). In der Beleuchtungstechnik kennzeichnen allgemeine Farbwiedergabe-Index-Werte $R_a > 90$ 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 (in Reflexion). Die Farbwiedergabeeigenschaften einer Verglasung werden durch den allgemeinen Farbwiedergabe-Index R_a nach EN 410 ermittelt.

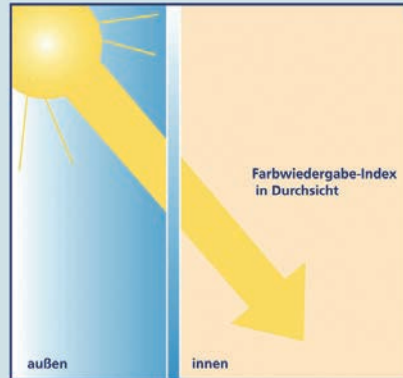
Als Bezugslichtart wird die Normlichtart D 65 zugrunde gelegt. Das bedeutet ein Strahlungsspektrum bei 6504 Kelvin und entspricht in etwa dem Spektrum von Sonnenlicht um die Mittagszeit bei bedecktem Himmel (D= Daylight).

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 klimatische Berechnungen von Bedeutung und wird in % ausgedrückt.

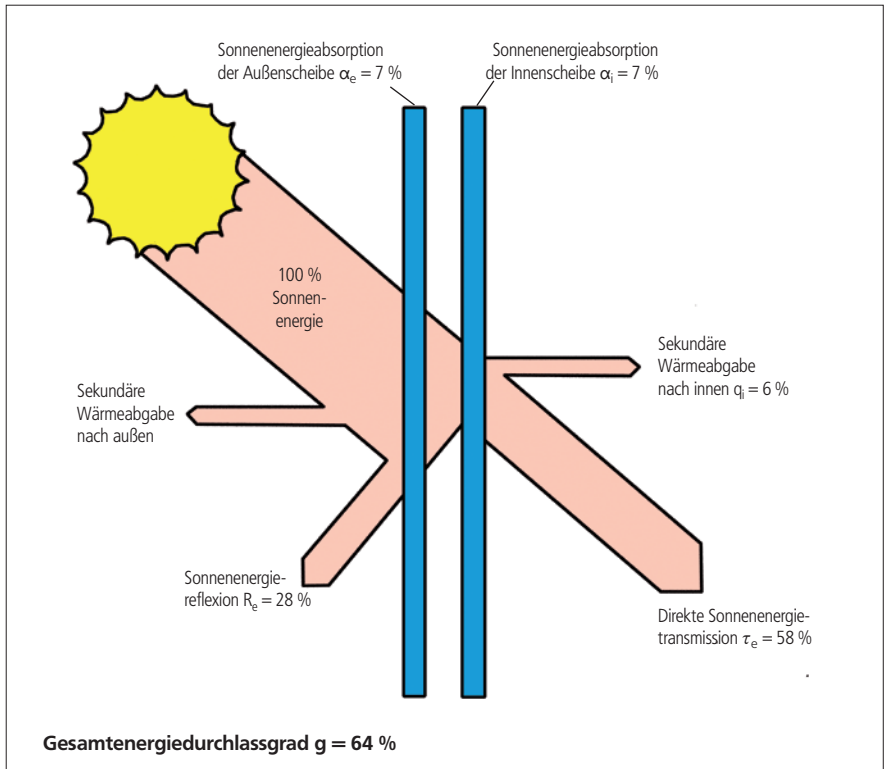
Der g-Wert setzt sich zusammen aus direkter Sonnenenergie-Transmission τ_e und sekundärer Wärmeabgabe nach innen q_i infolge langwelliger Strahlung und Konvektion.

$$g = \tau_e + q_i$$

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 nach EN 410:

$$g_{BW} = g$$



Gesamtenergiedurchlassgrad von *iplus 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 Durchlassfaktor/Shading Coefficient (SC)

Nach EN 410 wird der Durchlassfaktor/Shading Coefficient (SC) wie folgt ermittelt.

$$SC = \frac{g_{EN\ 410}}{0,87}$$

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_l) 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.

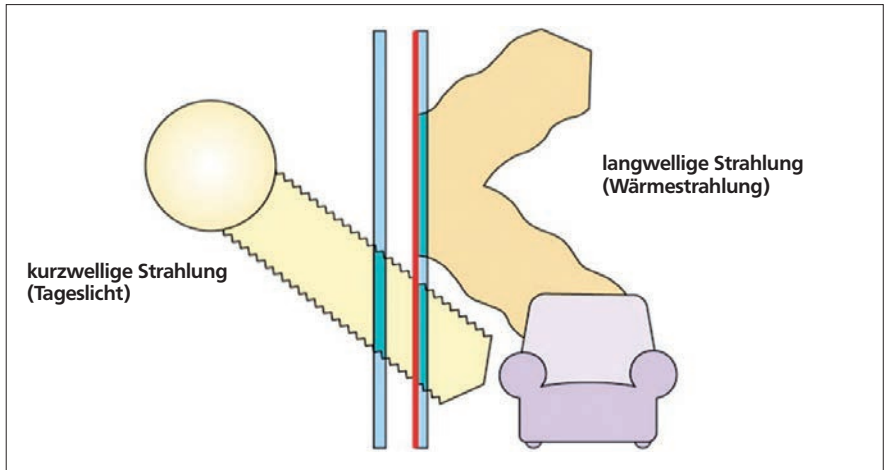
Dies bedeutet für die Praxis, dass Sonnenenergie (bis etwa 2500 nm) relativ ungehindert in den Innenraum gelangt (Sonnenkollektoreffekt, Glashauseffekt, Energiefalle).

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 Ug-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 Kapitel 3.5.1.

Die Zertifizierung „Passivhaus-geeignete Komponente“ des Passivhausinstituts Prof. Feist erfolgt bereits seit einigen Jahren u. a. auf der Basis von Energiebilanzwerten, s. Kap. 5.4.5.



4.6 Ermittlung der technischen Werte

AGC INTERPANE bietet versierten Abnehmern und Planern die Möglichkeit, die technischen Werte verschiedener Isolierverglasungen oder auch Einfachscheiben leicht und sicher online zu ermitteln.

Ein Berechnungstool ist verfügbar über www.interpane.com und www.agc-yourglass.com.

Beachten Sie bitte auch, dass über die Standard-Produktpalette von AGC INTERPANE hinaus mit dem Glaskonfigurator von AGC Berechnungen durchgeführt werden können.

4.6



AGC INTERPANE

5

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.

Wir bieten hierfür 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.

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 und das neu gefasste, wesentlich erweiterte Sortiment der Glasprodukte für die dekorative Gestaltung.

5.1 Basisglas

5.2 Floatglas klar

5.2.1 Planibel Clearlite

5.2.2 Planibel Clearvision

5.2.3 Planibel Linea Azzura

5.3 Floatglas eingefärbt

5.3.1 Planibel Coloured

5.4 Produktpalette Wärmedämmglas

5.4.1 iplus 1.1 – das Warmglas von AGC INTERPANE

5.4.2 iplus 1.0 für U-Wert-optimierte

Fenster- und Fassadenlösungen

5.4.3 iplus 1.1T – das verspannbare Warmglas

5.4.4 iplus 1.0T

5.4.5 iplus Dreifach-Wärmedämmglas iplus 3,

iplus 3C, iplus 3LS und iplus 3CLS

5.4.6 Energy N und Energy NT

5.4.7 ANTI-FOG (AF)

5.5 Sonnenschutzglas

5.5.1 ipasol und Stopray

5.5.2 ipachrome design als Sonnenschutzverglasung

5.5.3 ipasol bright als monolithischer Sonnenschutz

5.5.4 Stopsol

5.5.5 Sunergy

5.6 Schallschutz ipaphon

5.6.1 Planungskriterien beim Einsatz des Schallschutz-Isolierglas-Systems ipaphon

5.6.2 Produktpalette

Schallschutz-Isolierglas-System ipaphon

5.6.3 Sonnenschutz-Isolierglas in

Kombination mit Schallschutz

5.6.4 Schallschutz-Isolierglas-System ipaphon

5.6.5 Sonnenschutz-Isolierglas in

Kombination mit Schallschutz

5.7 Konventionelles Isolierglas

5.8 Isolierglas als funktionales Gestaltungselement

5.8.1 Modellscheiben

5.8.2 Sprossen

5.8.3 Isolierglas mit Ornamentglas

5.8.4 Ornamentglas-Kombinationen

5.9 Brüstungselemente

5.10 Elektromagnetische Abschirmung ipascreen

5.11 Thermisch vorgespannte Gläser

5.12 Verbund- und Verbundsicherheitsglas

5.13 Designglas – Dekorative Verglasungen

5.14 Anwendungen für Objekt- und Personenschutz

5.15 Konstruktiver Glasbau

5.16 Sicherheitsglas für besondere Anwendungen

5.17 Technische Funktionsgläser

5.18 Brandschutzglas

5.1 Basisglas

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 AGC INTERPANE werden in Europa hochwertige Floatglas-Produkte hergestellt, veredelt und weltweit vermarktet.

Basisglas ist das Ausgangsprodukt für die Weiterverarbeitung zu

- beschichtetem Basisglas (s. Kap. 2.5)
- Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (s. Kap. 5.12)
- vorgespanntem Glas (ESG/TVG) (s. Kap. 5.11)
- technischen Funktionsgläsern (s. Kap. 5.17)
- dekorativen Glasprodukten (s. Kap. 5.13).

5.1

Der mechanischen Bearbeitung sind keine Grenzen gesetzt, es kann problemlos bearbeitet werden (schneiden, Kantenbearbeitung, Bohrungen und Ausschnitte).

Auszug aus der EN 572-1:2016-06

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.		

5.2 Floatglas klar

Floatglas klar wird von AGC INTERPANE unter dem Markennamen Planibel Clearlite 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 mit seitlichen Endkappen.

5.2

5.2.1 Planibel Clearlite

Unter dem Markennamen Planibel Clearlite vertreibt AGC INTERPANE das Standardfloatglas mit der glastypischen Eigenfarbe. Wie der Produktname Clearlite widerspiegelt, ist die Eigenfärbung jedoch reduziert. Speziell zur Herstellung von höhertransmissiven Drei-

fach-Isoliergläsern, die mehr und mehr zum Standard werden, macht die sonst noch vielfach übliche Eigenfärbung keinen Sinn mehr. AGC INTERPANE hat darauf reagiert und bietet dieses neutralere Produkt an.

Technische Daten: Planibel Clearlite

Produktbezeichnung	Glasdicke	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_V	Q_V	τ_e	Q_e	α_V	U_g
mm	%	%	%	%	%	W/(m ² K)	
Planibel Clearlite	3	91	8	88	8	4	5,8
Planibel Clearlite	4	90	8	87	8	5	5,8
Planibel Clearlite	5	90	8	86	8	7	5,7
Planibel Clearlite	6	90	8	85	8	8	5,7
Planibel Clearlite	8	89	8	83	7	10	5,6
Planibel Clearlite	10	88	8	81	7	12	5,6
Planibel Clearlite	12	87	8	72	7	14	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.

5.2.2 Planibel Clearvision

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 Farb laminaten von vielen Architekten, Verarbeitern und Bauherren geschätzt.

In der Innenarchitektur eröffnet es die Möglichkeit, mit einer Vielzahl von Produkten ohne den glastypischen, leicht farbverfälschenden Aspekt zu gestalten. Planibel Clearvision bildet deshalb die Basis für hochwertige Spiegel, mattierte Gläser, farbige Verbundsicherheitsgläser, als Trägermedium für Farbbeschichtungen sowie Grafikdrucke u. v. m.. Da Unterschiede in den Herstellchargen optisch nicht wahr

genommen werden, sind alle Produkte aus diesem Glas über einen langen Zeitraum farbverlässlich.

Besonders interessant wird der Einsatz heute im Isolierglas. Erhöhung des g-Wertes, also der solaren Energiegewinne 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 Planibel Clearvision.

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.

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die licht- und energetischen Daten (basierend auf EN 410):

5.2.2

Technische Daten: Planibel Clearvision

Produktbezeichnung	Glasdicke	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_V	q_V	τ_e	q_e	α_V	U_g
	mm	%	%	%	%	%	W/(m ² K)
Planibel Clearvision	3	92	8	91	8	1	5,8
Planibel Clearvision	4	92	8	91	8	1	5,8
Planibel Clearvision	5	92	8	90	8	2	5,7
Planibel Clearvision	6	92	8	90	8	2	5,7
Planibel Clearvision	8	92	8	90	8	3	5,6
Planibel Clearvision	10	92	8	89	8	3	5,6
Planibel Clearvision	12	91	8	89	8	3	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.

5.2.3 Planibel Linea Azzura

Planibel Linea Azzura ist ein klares Floatglas, bei dem die „glasübliche“ grünliche Eigenfarbe durch einen bläulichen Farbaspekt ersetzt wird. Es ist optimal ge-

eignet für große verglaste Flächen, für die Möbeldustrie und den Bau von Ganzglasmöbeln sowie den dekorativen Innenausbau.

5.2.3

Technische Daten: Planibel Linea Azzura

Produktbezeichnung	Glasdicke	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_V	ρ_V	τ_e	ρ_e	α_V	U_g
mm	%	%	%	%	%	W/(m ² K)	
Planibel Linea Azzura	8	88	8	79	7	13	5,6
Planibel Linea Azzura	10	87	8	77	7	16	5,6
Planibel Linea Azzura	12	86	8	75	7	19	5,5
Planibel Linea Azzura	15	85	8	71	7	22	5,4
Planibel Linea Azzura	19	83	8	67	6	27	5,3
Planibel Linea Azzura	25	81	7	61	6	32	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.

5.3 Floatglas eingefärbt

Eingefärbtes Floatglas findet seine Anwendung in verschiedenen Branchen, u. a. im Baubereich, in der Innenarchitektur oder in der Möbelindustrie. Es kann wie klares Floatglas uneingeschränkt weiterverarbei-

tet (z. B. Vorspannung, Beschichtung, Isolierglas, Verbundsicherheitsglas etc.) als auch als Einfachscheibe eingesetzt werden.

5.3

5.3.1 Planibel Coloured

Planibel Coloured ist ein in der Masse eingefärbtes Floatglas, das in sieben attraktiven Tönungen verfügbar ist. Besonders einzigartig sind die unterschiedlichen Blautöne, die in dieser Auswahl nur von AGC angeboten werden.

Wie das klare Glas so bilden auch einige der Farbgläser die Basis für Veredelungen wie Mattierungen, Spiegel, mattierte Spiegel und vieles mehr. Planibel Dark Grey wird in Dicken über 6 mm auch „Schwarzglas“ genannt, weil es eine stark reduzierte Lichttransmission aufweist. Unterschiedliche Glasdicken führen bei diesen Gläsern zu sehr unterschiedlicher optischer Erscheinung.


Technische Daten: Planibel Coloured

Produktbezeichnung	Glasdicke mm	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte					
		EN 410					EN 673
		τ_V	Q_V	τ_e	Q_e	α_V	U_g
		%	%	%	%	%	W/(m ² K)
Planibel Green	6	73	7	44	5	50	5.7
Planibel Bronze	6	51	6	51	6	44	5.7
Planibel Grey	6	44	5	46	5	48	5.7
Planibel Azur	6	73	7	49	6	45	5.7
Planibel PrivaBlue	6	34	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		✓		✓	✓	✓	



**Hohe Wärmedämmung
ist nach wie vor die
Grundvoraussetzung
energieeffizienter Ver-
glasungen in Neubau
und bei Renovierung.
Die iplus-Produktpa-
LETTE bietet ein breites
Spektrum geeigneter
Funktionsverglasungen.**

AGC INTERPANE

5.4 Produktpalette Wärmedämmglas

5.4

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 oder verbesserte Beschichtungen – 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 1.1, das Synonym für farbneutrales Warmglas mit $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- iplus 1.0, die maßgeschneiderte Lösung für U_w -optimierte Fenster
- iplus 1.1T und iplus 1.0T als vorspannbare Warmgläser
- iplus 3 und iplus 3C – Superwarmgläser für Niedrigstenergie- und Passivhäuser
- iplus 3LS und iplus 3CLS als 3fach-Wärmedämmglas mit optimaler Energiebilanz.

Neben diesen im Magnetron-Sputter-Verfahren hergestellten Schichten (Softcoatings) können 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 vorspannen. 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

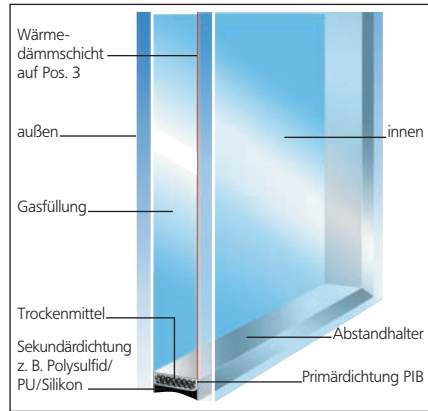
5.4.1 iplus 1.1 – das Warmglas von AGC INTERPANE

Das Warmglas iplus 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 1.1-Schicht aufgebracht.

Die hauchdünne Beschichtung (Dicke $\approx 0,1 \mu\text{m}$) ist auf der Innenseibe zum SZR auf Pos. 3 angeordnet.



5.4.1

Nach wie vor ist iplus 1.1 Maßstab für Farbneutralität bei beschichtetem Isolierglas.

Schnitt durch iplus 1.1

Lieferprogramm für iplus 1.1

Technische Daten:

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. Farbwertabgabe-Index					
	mm	W/(m ² K)	%	%	-	mm	kg/m ²	cm	m ²	-
iplus 1.1	4/16/:4	1,1	64	82	98	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.1	5/16/:6	1,1	64	81	98	27	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.1	6/16/:6	1,1	63	80	98	28	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus 1.1	4/14/:4	1,2	64	82	98	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.1	5/14/:6	1,1	64	81	98	25	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.1	6/14/:6	1,1	63	80	98	26	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus 1.1	4/12/:4	1,3	64	82	98	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.1	5/12/:6	1,3	63	81	98	23	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.1	6/12/:6	1,3	63	80	98	24	30	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten

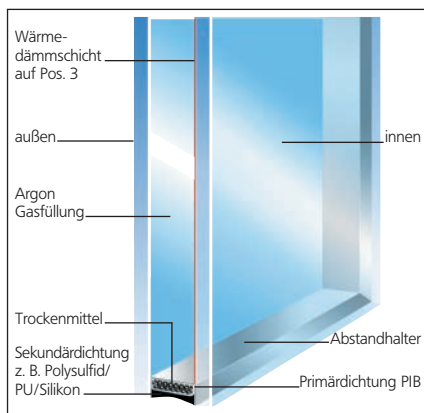
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.4.2 iplus 1.0 für U-Wert-optimierte Fenster- und Fassadenlösungen

5.4.2

iplus 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 1.0 hilft Fensterbauern und Bauherren die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Dabei lassen sich die gängigen Standardbeschläge verwenden.



Schnitt durch iplus 1.0

Lieferprogramm für iplus 1.0

Technische Daten:

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	Farbwiedergabeindex	Durchsicht					
	mm	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	%	%	-	mm	kg/m^2	cm	m^2	-	
iplus 1.0	4/16/:4	1,0	57	77	98	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6	
iplus 1.0	4/14/:4	1,1	57	77	98	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6	
iplus 1.0	4/12/:4	1,2	56	77	98	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.

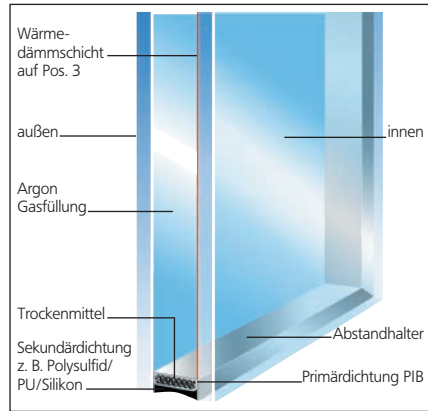
Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.4.3 iplus 1.1T – das vorspannbare Warmglas

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 1.1T 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 lieferfähig. Aufwändige und kostenintensive Festmaßtransporte entfallen.



Schnitt durch iplus 1.1T

5.4.3

Lieferprogramm für iplus 1.1T

Technische Daten:

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. Farbwertabgabe-Index Durchsicht					
	mm	W/(m²K)	%	%	-	mm	kg/m²	cm	m²	-
iplus 1.1T	4/16/:4	1,1	66	82	99	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.1T	5/16/:6	1,1	65	82	98	27	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.1T	6/16/:6	1,1	64	81	98	28	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus 1.1T	4/14/:4	1,2	66	82	99	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.1T	5/14/:6	1,1	65	82	98	25	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.1T	6/14/:6	1,1	64	81	98	26	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus 1.1T	4/12/:4	1,3	66	82	99	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.1T	5/12/:6	1,3	65	82	98	23	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.1T	6/12/:6	1,3	64	81	98	24	30	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten

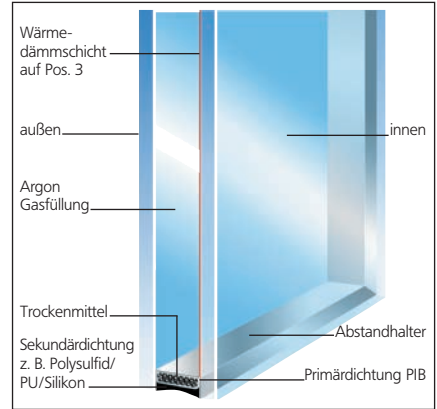
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten führen zu Wertänderungen.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

Größere Abmessungen sind möglich – bitte fragen Sie an!

5.4.4 iplus 1.0T

iplus 1.0T ist die vorspannfähige Variante von iplus 1.0.

Gegenüber iplus 1.1 ist der Wärmedurchgangskoeffizient von 1,0 W/(m²K) nach EN an die Grenze des physikalisch Machbaren im Zweifachaufbau gerückt.



Schnitt durch iplus 1.0T

Lieferprogramm für iplus 1.0T

Technische Daten:

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. Farbweidegrad-Index					
	mm	W/(m²K)	%	%	-	mm	kg/m²	cm	m²	-
iplus 1.0T	4/16/:4	1,0	62	81	98	24	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.0T	5/16/:6	1,0	61	80	98	27	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.0T	6/16/:6	1,0	60	80	98	28	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus 1.0T	4/14/:4	1,1	62	81	98	22	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.0T	5/14/:6	1,1	61	80	98	25	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.0T	6/14/:6	1,1	60	80	98	26	30	250 / 400	8,00	1 : 10
iplus 1.0T	4/12/:4	1,2	62	81	98	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 1.0T	5/12/:6	1,2	61	80	98	23	27	245 / 300	6,00	1 : 10
iplus 1.0T	6/12/:6	1,2	60	80	98	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!

5.4.5 iplus Dreifach-Wärmedämmglas

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.

AGC INTERPANE bietet speziell für diese Anforderungen eine attraktive Produktpalette an.

iplus 3 und iplus 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 3 und 3C werden mit dem Basisglas iplus 1.1 kombiniert.

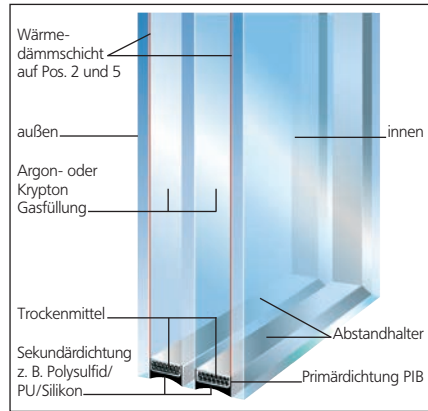
iplus 3LS und iplus 3CLS

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 Warmglas iplus 1.1 Basisglas. Deshalb erreicht iplus 3LS auch eine höhere Lichtdurchlässigkeit und einen höheren Gesamte-nergiedurchlassgrad. 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. 2.6.2).



Schnitt durch iplus 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 3 mit $2 \times 16 \text{ mm SZR}$
 $0,58 - 1,6 \times 0,53 = -0,268$

iplus 3LS mit $2 \times 16 \text{ mm SZR}$
 $0,69 - 1,6 \times 0,62 = -0,302$

AGC INTERPANE bietet iplus Dreifach-Wärmedämmgläser an, die die Kriterien des Passivhaus-Instituts erfüllen.

5.4.5

Lieferprogramm für iplus 3fach-Verglasungen

Technische Daten: iplus 3 und iplus 3C

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 3	4:/16/4/16:/4	0,6	53	74	97	44	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3	4:/14/4/14:/4	0,6	53	74	97	40	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3	4:/12/4/12:/4	0,7	53	74	97	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3C	4:/12/4/12:/4	0,5	53	74	97	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3C	4:/10/4/10:/4	0,6	53	74	97	32	30	141 x 240	3,40	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

C kennzeichnet die Krypton-Gasfüllung

- 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/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 3LS	4/16/:4/16/:4	0,7	62	74	99	44	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS	4/14/:4/14/:4	0,7	62	74	99	40	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3LS	4/12/:4/12/:4	0,8	62	74	99	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3CLS	4/12/:4/12/:4	0,6	62	74	99	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
iplus 3CLS	4/10/:4/10/:4	0,7	62	74	99	32	30	141 x 240	3,40	1 : 6

: kennzeichnet die Lage der Schichten

C kennzeichnet die Krypton-Gasfüllung

- 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!

5.4.6 Energy N und Energy NT

Diese Klimagläser sorgen für helle, angenehm temperierte Räume – selbst bei Fenstern und Fassaden mit Südausrichtung. Energy N und Energy NT bewähren sich besonders im privaten Wohnungsbau oder als Dachverglasung für Wintergärten.

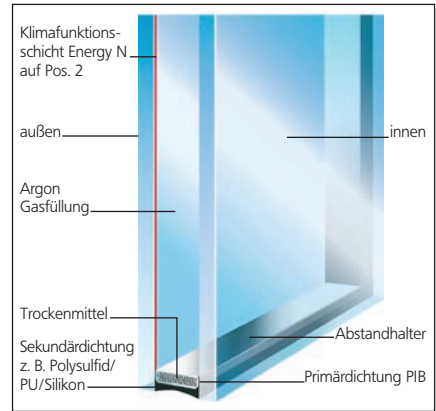
5.4.6

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 Energy N ist 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 drinnen, im Sommer außen. Durch den Isolierglas-Aufbau in Verbindung mit einer Argon-Gasfüllung verfügen die Produkte standardmäßig über einen erhöhten Wärmeschutz. Niedrige g-Werte tragen auch in den Sommermonaten zu einem angenehmen Raumklima bei.



Schnitt durch Energy N

Lieferprogramm für Energy N und Energy NT

Technische Daten:

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/Mitte/SZR/innen	U _j -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	-
Energy N	4/16Ar/4	1.0	41	74	97	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
Energy N	6/16Ar/4	1.0	41	73	97	26	25	141 x 240	3,4	1 : 6
Energy NT	4/16Ar/4	1.0	42	74	99	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
Energy NT	6/16Ar/4	1.0	42	73	99	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!

5.4.7 ANTI-FOG (AF)

Sichtbar besser

Durch die besonders gute Wärmedämmung moderner Isoliergläser kann es unter bestimmten Wetterbedingungen (hohe Luftfeuchtigkeit und schnell wechselnde Temperaturen) zu Kondensatbildung an der äußeren Scheibenoberfläche kommen. Dadurch wird die Sicht nach draußen beeinträchtigt. Die ANTI-FOG-Beschichtung vermindert bzw. verhindert die Kondensatbildung an der Scheibe wirksam.

Kondensatbildung an der Außenverglasung – ein physikalisches Phänomen

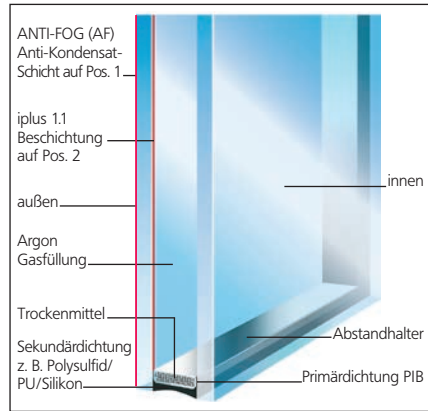
Durch die Kondensatbildung wird die Sicht durch das Glas beeinträchtigt. Kondensatbildung an der Außenverglasung ist der Beweis für eine gute Wärmedämmung. Je besser wir unsere Häuser dämmen, desto größer ist die Gefahr für Kondensatbildung; nicht nur auf den Glasoberflächen, aber nur dort ist Kondensat einfach sichtbar.

Kondensation auf der Außenscheibe vermeiden

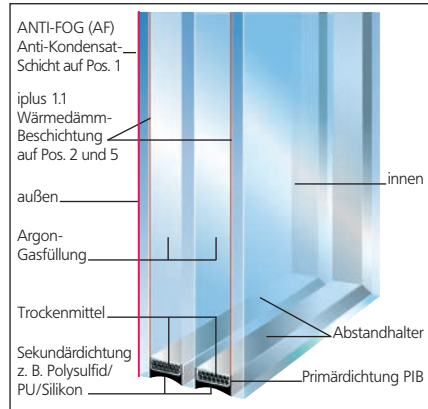
AGC INTERPANE bietet eine spezielle Beschichtung auf der Außenscheibenoberfläche an, die vor zu starker Wärmeabstrahlung in die Atmosphäre schützt und damit die Temperatur der Außenverglasung leicht oberhalb der Taupunkttemperatur hält: iplus ANTI-FOG. In einer Studie des unabhängigen Fraunhofer-Instituts 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 ca. 97 Prozent.

AGC INTERPANE steht für innovative Lösungen nach Maß.

- iplus AF: Verglasung mit Anti-Kondensat-Beschichtung auf Position 1.
- iplus 1.1 AF: Verglasungen mit zwei Beschichtungen, bei der die Anti-Kondensat-Funktion auf Position 1 und die Wärmedämmfunktion auf Position 2 aufgebracht ist.
- Energy N AF: Verglasung mit zwei Beschichtungen, die drei Funktionen kombinieren: Anti-Kondensatbildung, Wärmedämmung und Sonnenschutz.



iplus 1.1 AF, ANTI-FOG-Verglasung mit Anti-Kondensat-Beschichtung



iplus 3 AF mit ANTI-FOG-Beschichtung

5.4.7

5.4.7

Lieferprogramm für AF

Technische Daten:

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					
	mm	W/(m²K)	%	%	-	mm	kg/m²	cm	m²	-
iplus 1.1 AF	:4/16/:4	1,1	61	77	99	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus 1.1 AF	:4/:16/4	1,1	57	77	99	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus 3 AF	:4/:14/4/14/:4	0,6	50	70	98	40	30	141 x 240	3,4	1 : 6
iplus 3LS AF	:4/14/:4/14/:4	0,7	55	69	99	40	30	141 x 240	3,4	1 : 6
Energy N AF	:4/16/:4	1,0	48	69	98	24	20	141 x 240	3,4	1 : 6
Energy N AF	:4/:16/4	1,0	39	68	98	24	20	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!

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



5.5 Sonnenschutzglas

5.5

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 dazu noch Anforderungen an das optische Erscheinungsbild, denn die Glasfassade trägt oft maßgeblich zum markanten Aussehen eines Objektes bei.

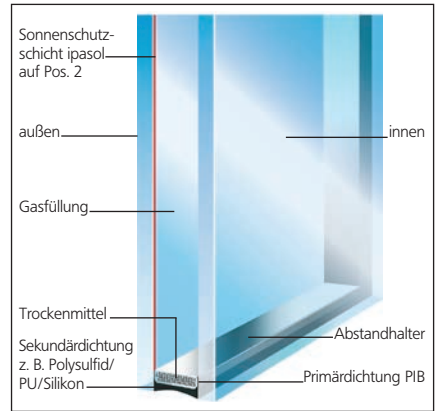
Idealerweise sollen Sonnenschutzverglasungen über eine möglichst hohe Selektivität verfügen, d. h. einem niedrigen Gesamtenergiedurchlassgrad soll eine hohe Lichtdurchlässigkeit gegenüberstehen. Die Funktionalität von Sonnenschutzglas trägt maßgeblich zum energetischen Verhalten des gesamten Objektes 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

AGC INTERPANE verfügt über eine der wohl weltweit performantesten Produktpaletten im Sonnenschutzbereich. 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 2.5). Ein so veredeltes Glas erweist sich als multifunktionales Spitzenprodukt, das Überhitzung vermindert und Heizenergie einspart. AGC INTERPANE vertreibt Sonnenschutzglasprodukte, die im Vakuumbeschichtungsprozess hergestellt sind, unter den Markennamen ipasol und Stopray.



Schnitt durch ein Mehrscheiben-Isolierglas mit Sonnenschutzschicht

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 5.3.1).

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, partielle oder ganzflächige spiegelnde Beschichtungen wie z. B. ipachrome design oder monolithische Sonnenschutzgläser an.

Sonnenschutzglas in der Innenarchitektur

Die äußerst widerstandsfähige Sonnenschutz-Beschichtung ist durch den spiegelnden Effekt neben ihrem eigentlichen Zweck auch bestens für gestalterische und funktionale Aspekte im Innenbereich geeignet. Die sich ergebenden Teildurchlässigkeiten bei räumlich unterschiedlichen Lichtsituationen lassen mal überraschende Einblicke oder spiegelnde Farbflächen zu - bis hin zu unsichtbar hinter spiegelnden Flächen angeordneten Bildschirmen. In Kombination mit ergänzenden Techniken wie Bedrucken, Lasern, Sandstrahlen usw. sind den experimentellen Möglichkeiten nahezu keine Grenzen gesetzt.

Nutzen Sie unsere Kompetenz in der Beratung auch in gestalterischen Belangen!

Objektbezogene Beschichtungslösungen

Sonnenschutzgläser, die im Magnetron-Sputter-Verfahren hergestellt werden, z. B. ipasol oder Stopray, werden sowohl auf Bandmaßen als 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 (Float-, 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, um die deklarierten Eigenschaften zu erreichen.

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 uns 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 können 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 ausgeweitet.

Beim Einsatz von übergroßen Verglasungen müssen vorab alle Details mit dem Produktionswerk abgestimmt werden.

5.5.1 ipasol und Stopray

5.5.1

Diese im Magnetron-Sputter-Verfahren produzierten Sonnenschutzgläser lassen ungewöhnlich viel natürliches Licht durch, dennoch verzeichnen sie einen außergewöhnlich niedrigen Sonnenenergie durchgang.

Diese hoch-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 Isolierglas-Effektes (siehe Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen, Stand: Mai 2009, Kapitel 4.2) überprüft werden.

ipasol und Stopray können sowohl als Zweifach- als auch als Dreifach-Kombination produziert werden.

Lieferprogramm Produktpalette Sonnenschutz-Verglasung

Technische Daten: Sonnenschutz-Verglasung

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	Lichtdurchlässigkeit	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen						
	mm	W/(m²K)	%	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg	
Zweifach-Verglasungen														
ipasol														
ipasol neutral 70/37	6/16/4	1,0	37	70	12	28	-	1	1,89	46	43	26	25	
ipasol ultraselect 62/29	6/16/4	1,0	29	62	9	33	-	1	2,14	37	34	26	25	
ipasol light grey 60/33	6/16/4	1,0	33	60	10	35	-	1	1,82	42	38	26	25	
ipasol neutral 50/27	6/16/4	1,1	27	50	8	49	-	1	1,85	34	31	26	25	
ipasol platin 47/29	6/16/4	1,0	29	47	40	25	-	1	1,62	37	34	26	25	
ipasol shine 40/22	6/16/4	1,1	22	40	16	52	-	1	1,82	28	26	26	25	
ipasol sky 30/17 *)	6/16/4	1,1	17	30	18	62	-	1	1,76	21	20	26	25	
ipasol platin 25/17	6/16/4	1,0	17	25	61	23	-	1	1,47	22	20	26	25	
ipasol bright neutral	6/16/4	1,1	49	58	35	17	-	5	1,18	61	56	26	25	
ipasol bright white	6/16/4	1,1	51	59	36	4	-	6	1,17	64	59	26	25	
Stopray														
Stopray Ultra-60	6/16/4	1,0	28	60	13	37	-	1	2,14	35	33	26	25	
Stopray Vision-60	6/16/4	1,0	35	61	15	36	-	1	1,74	43	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	27	26	25	
Stopray Silver Flex	6/16/4	1,0	27	44	48	21	-	1	1,63	34	31	26	25	
Stopray Vision-72	6/16/4	1,0	38	72	13	25	-	1	1,89	48	44	26	25	
Stopray Vision-72T	6/16/4	1,0	38	72	13	25	-	1	1,89	48	44	26	25	
Stopray Vision-61	6/16/4	1,0	33	61	13	34	-	1	1,85	41	38	26	25	
Stopray Vision-61T	6/16/4	1,0	33	61	13	34	-	1	1,85	41	38	26	25	
Stopray Vision-51	6/16/4	1,0	27	51	14	38	-	1	1,89	34	31	26	25	
Stopray Vision-51T	6/16/4	1,0	27	51	14	38	-	1	1,89	34	31	26	25	
Stopray Vision-40	6/16/4	1,0	21	40	19	39	-	1	1,90	27	24	26	25	
Stopray Vision-40T	6/16/4	1,0	21	40	19	39	-	1	1,90	27	24	26	25	
Stopray Ultraselect-50 on Clearvision	6/16/4	1,0	24	50	20	32	-	1	2,08	30	28	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.

Lieferprogramm Produktpalette Sonnenschutz-Verglasung

Technische Daten: Sonnenschutz-Verglasung

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	Lichtdurchlässigkeit	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen	%					
Dreifach-Verglasungen	mm	W/(m²K)	%	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg	
ipasol														
ipasol neutral 70/37	6:/14/4/14:/4	0,6	34	64	15	29	1	2	1,88	43	39	42	35	
ipasol ultraselect 62/29	6:/14/4/14:/4	0,6	27	56	11	34	1	2	2,07	34	31	42	35	
ipasol light grey 60/33	6:/14/4/14:/4	0,6	30	54	12	36	1	2	1,80	38	35	42	35	
ipasol neutral 50/27	6:/14/4/14:/4	0,6	24	45	9	50	1	2	1,88	31	28	42	35	
ipasol platin 47/29	6:/14/4/14:/4	0,6	27	43	41	26	1	2	1,59	33	31	42	35	
ipasol shine 40/22	6:/14/4/14:/4	0,6	20	36	17	53	1	1	1,80	25	23	42	35	
ipasol sky 30/17 ¹⁾	6:/14/4/14:/4	0,6	15	27	19	62	1	1	1,80	19	17	42	35	
ipasol platin 25/17	6:/14/4/14:/4	0,6	15	23	61	24	1	1	1,53	19	18	42	35	
ipasol bright neutral	6:/14/4/14:/4	0,9	45	54	38	11	5	5	1,20	57	52	42	35	
ipasol bright white	6:/14/4/14:/4	0,9	47	55	40	4	5	5	1,17	59	54	42	35	
Stopray														
Stopray Ultra-60	6:/14/4/14:/4	0,6	26	54	14	38	1	2	2,08	33	30	42	35	
Stopray Vision-60	6:/14/4/14:/4	0,6	31	55	17	37	1	2	1,77	39	36	42	35	
Stopray Vision-60T	6:/14/4/14:/4	0,6	34	54	16	37	1	2	1,58	42	39	42	35	
Stopray Vision-50	6:/14/4/14:/4	0,6	25	46	20	42	1	2	1,84	32	29	42	35	
Stopray Vision-50T	6:/14/4/14:/4	0,6	27	45	19	39	1	2	1,67	34	31	42	35	
Stopray Ultra-50 on Clearvision	6:/14/4/14:/4	0,6	21	44	20	33	1	1	2,10	27	24	42	35	
Stopray Silver Flex	6:/14/4/14:/4	0,6	25	40	49	21	1	2	1,60	31	29	42	35	
Stopray Vision-72	6:/14/4/16:/4	0,6	35	65	16	26	1	2	1,86	44	40	42	35	
Stopray Vision-72T	6:/14/4/16:/4	0,6	35	65	16	26	1	2	1,86	44	40	42	35	
Stopray Vision-61	6:/14/4/16:/4	0,6	30	55	15	34	1	2	1,83	38	35	42	35	
Stopray Vision-61T	6:/14/4/16:/4	0,6	30	55	15	34	1	2	1,83	38	35	42	35	
Stopray Vision-51	6:/14/4/16:/4	0,6	25	46	16	39	1	2	1,84	31	29	42	35	
Stopray Vision-51T	6:/14/4/16:/4	0,6	25	46	16	39	1	2	1,84	31	29	42	35	
Stopray Vision-40	6:/14/4/16:/4	0,6	19	37	20	39	1	1	1,95	24	22	42	35	
Stopray Vision-40T	6:/14/4/16:/4	0,6	19	37	20	39	1	1	1,95	24	22	42	35	
Stopray Ultraselect-50 on Clearvision	6:/14/4/16:/4	0,6	22	46	21	32	1	1	2,09	28	26	42	35	

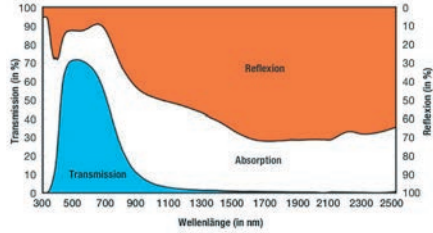
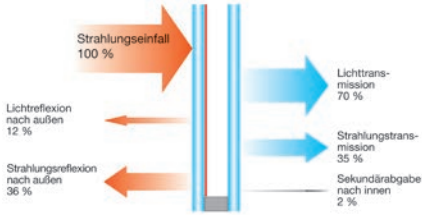
: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n).
 iplus 1.1 auf Pos. 5.

¹⁾ Die äußere Scheibe ist in ESG, ESG-H (ESG mit Heat Soak Test) oder TVG ausgeführt.

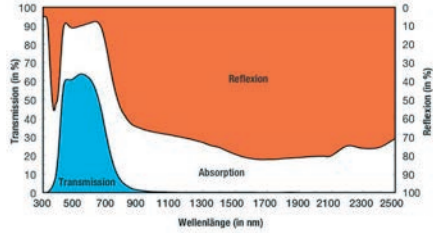
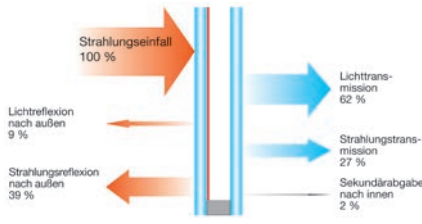
- Der Besteller unserer Produkte hat eigenverantwortlich für die richtige Glasdickendimensionierung gemäß den jeweils geltenden technischen Regeln zu sorgen.
- Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm. Abweichungen von der Senkrechten 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.

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.

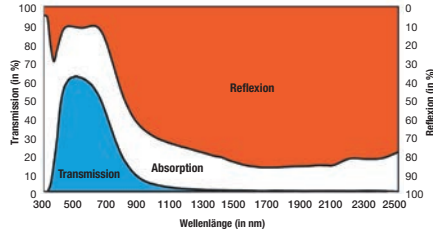
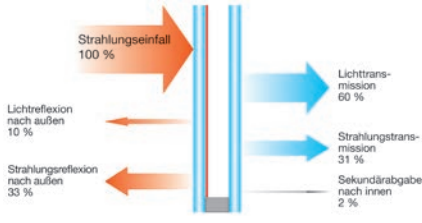
ipasol neutral 70/37



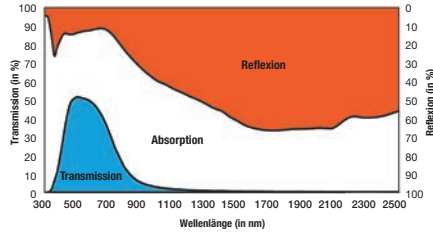
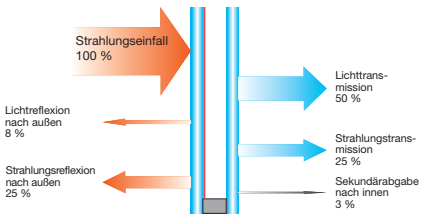
ipasol ultraselect 62/29



ipasol light grey 60/33



ipasol neutral 50/27

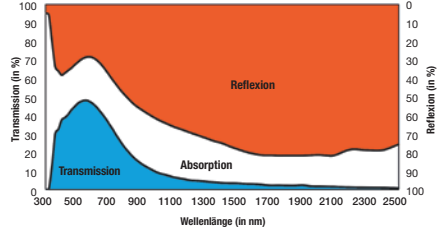
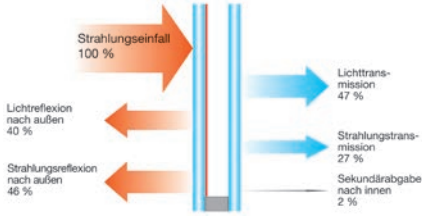


Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

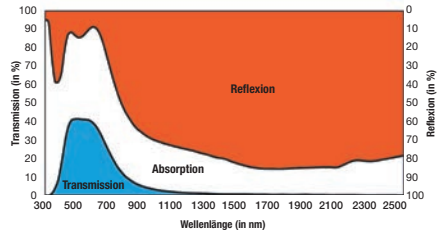
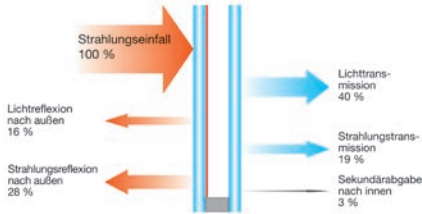
5.5.1

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.

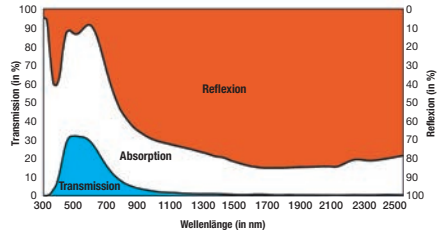
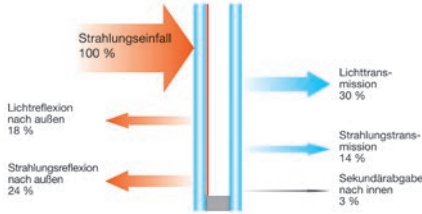
**ipasol
platin 47/29**



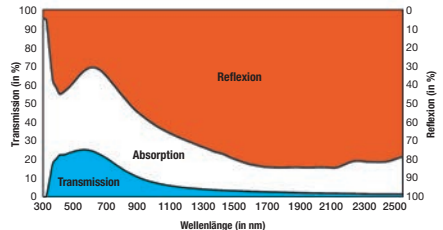
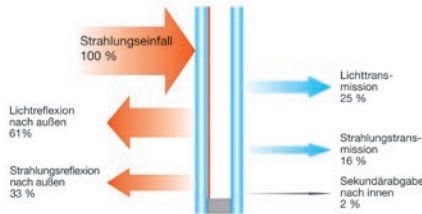
**ipasol
shine 40/22**



**ipasol
sky 30/17**



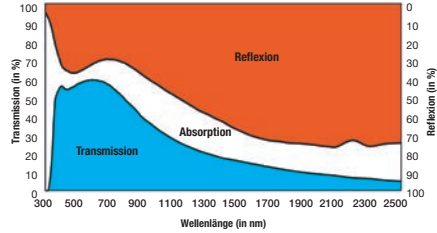
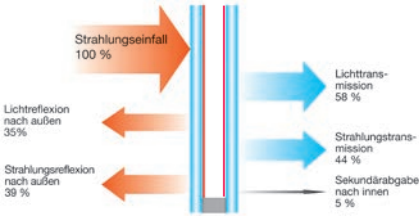
**ipasol
platin 25/17**



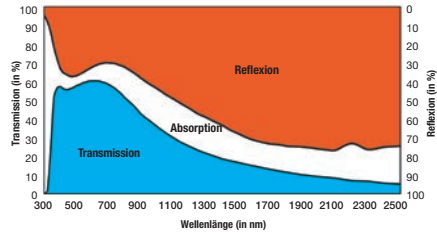
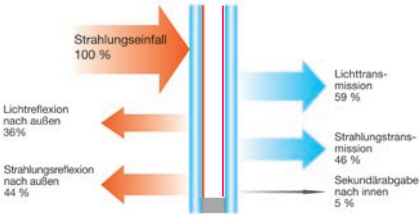
Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

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.

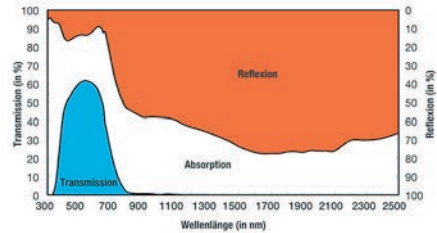
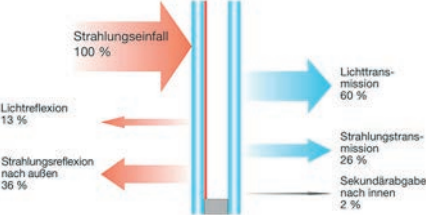
ipasol bright neutral mit iplus 1.1 auf Pos 3



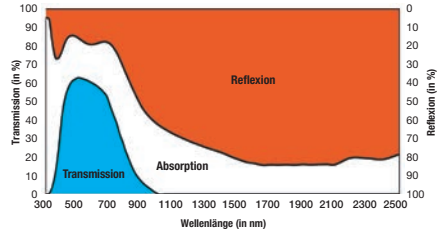
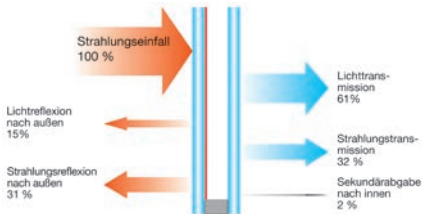
ipasol bright white neutral mit iplus 1.1 auf Pos 3



Stopray Ultra-60



Stopray Vision-60

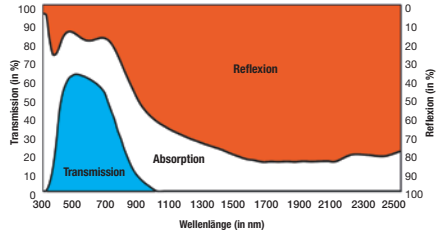
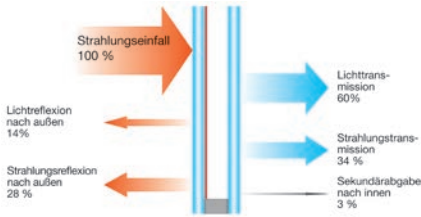


Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

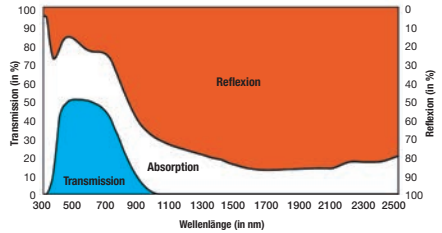
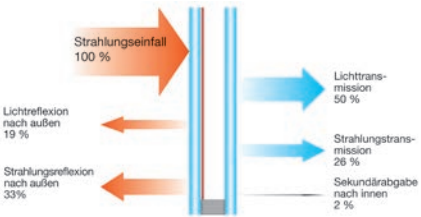
5.5.1

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.

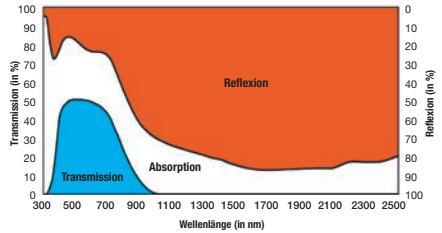
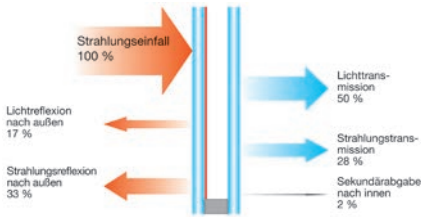
Stopray Vision-60T



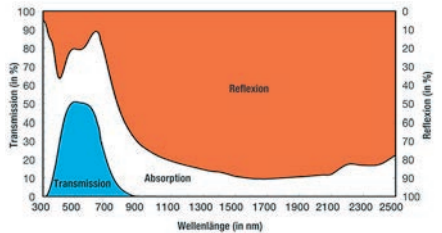
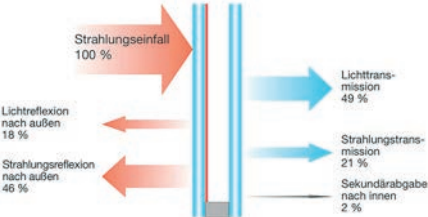
Stopray Vision-50



Stopray Vision-50T



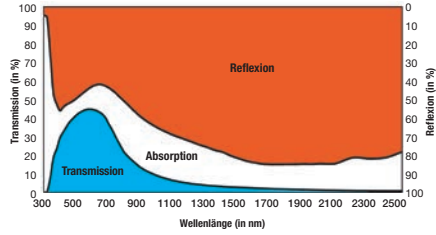
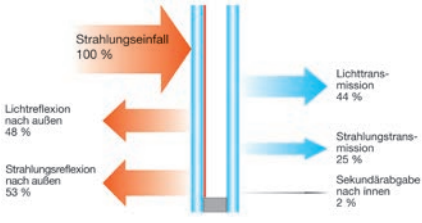
Stopray Ultra-50 on Clearvision



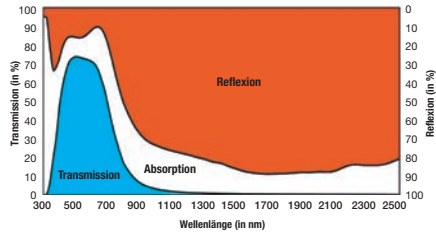
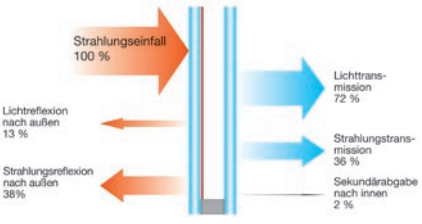
Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

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.

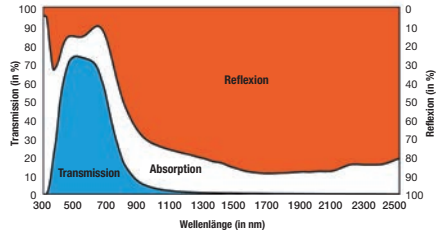
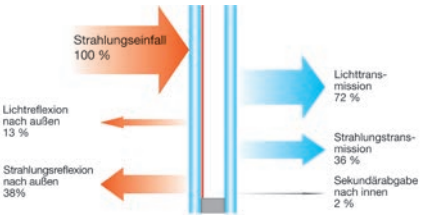
Stopray Silver Flex



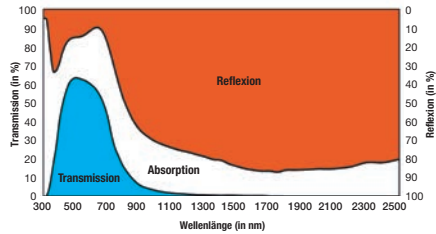
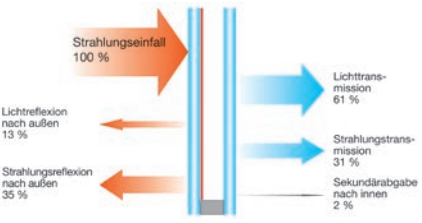
Stopray Vision-72



Stopray Vision-72T



Stopray Vision-61

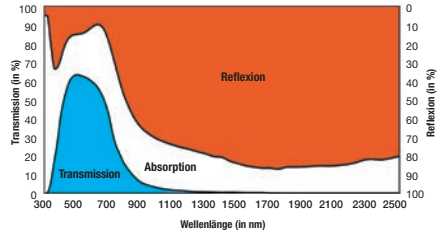
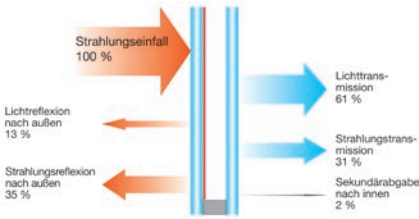


Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

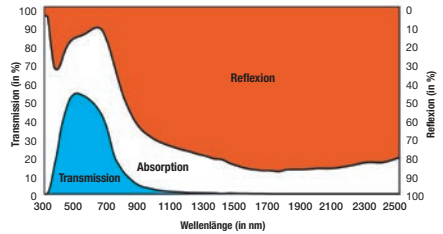
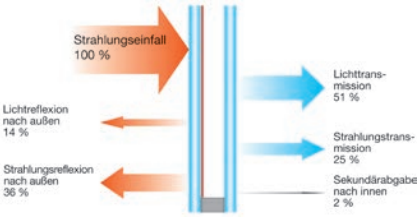
5.5.1

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.

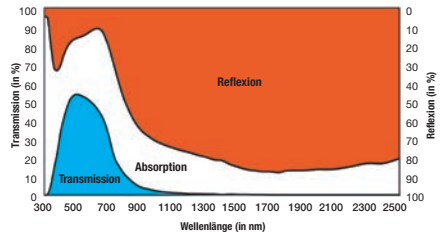
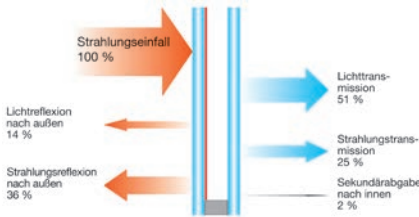
Stopray Vision-61T



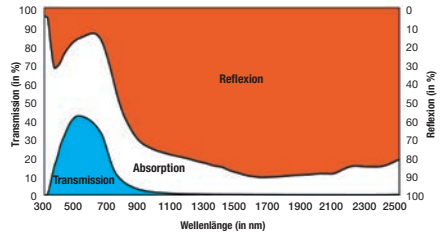
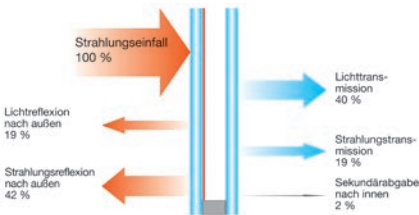
Stopray Vision-51



Stopray Vision-51T



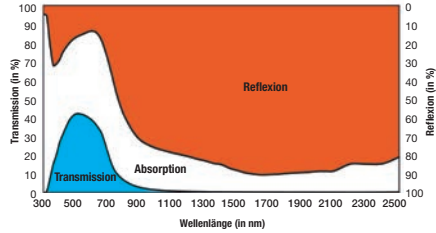
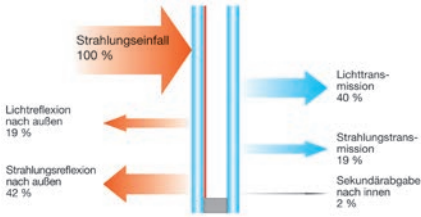
Stopray Vision 40



Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

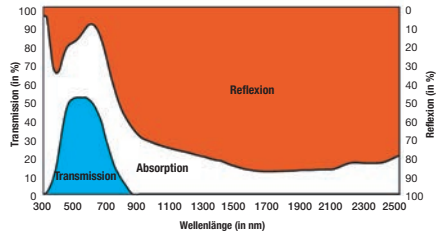
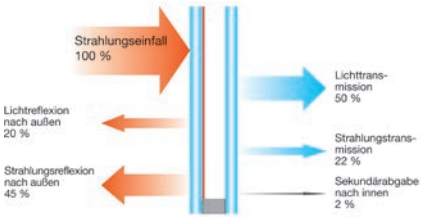
Aus dem Reflexionsanteil im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts von 380 nm bis 780 nm sind die farbliche Außenansicht und die Intensität der Spiegelung des Glases ablesbar.

**Stopray
Vision-40T**



5.5.1

**Stopray
Ultraselct 50 on Clearvision**



Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

5.5.2 ipachrome design als Sonnenschutzverglasung

5.5.2

Die von AGC INTERPANE entwickelte ipachrome-Beschichtung ist ein designorientiertes Verglasungsprodukt (s. Kap. 5.13.5). 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 70/37, beide Schichten auf Pos. 2, Aufbau 6/16/6, mit unterschiedlichen Belegungsgraden:

25 % Belegungsgrad ipachrome design

$\tau_L = 53 \%$	$R_L = 22 \%$
$g = 29 \%$	$U_g = 1,0 \text{ W(m}^2\text{K)}$

50 % Belegungsgrad ipachrome design

$\tau_L = 37 \%$	$R_L = 32 \%$
$g = 21 \%$	$U_g = 1,0 \text{ W(m}^2\text{K)}$

ipachrome design kann mit der Schicht zur Folie zu VSG verarbeitet werden. Eine AbZ liegt vor.

ipachrome design in der Innenarchitektur

Durch den intensiven Spiegeleffekt und die spannenden Effekte dieser Beschichtung ist ipachrome design ebenfalls für den Innenbereich optimal geeignet. Siehe dazu Kap. 5.13.5

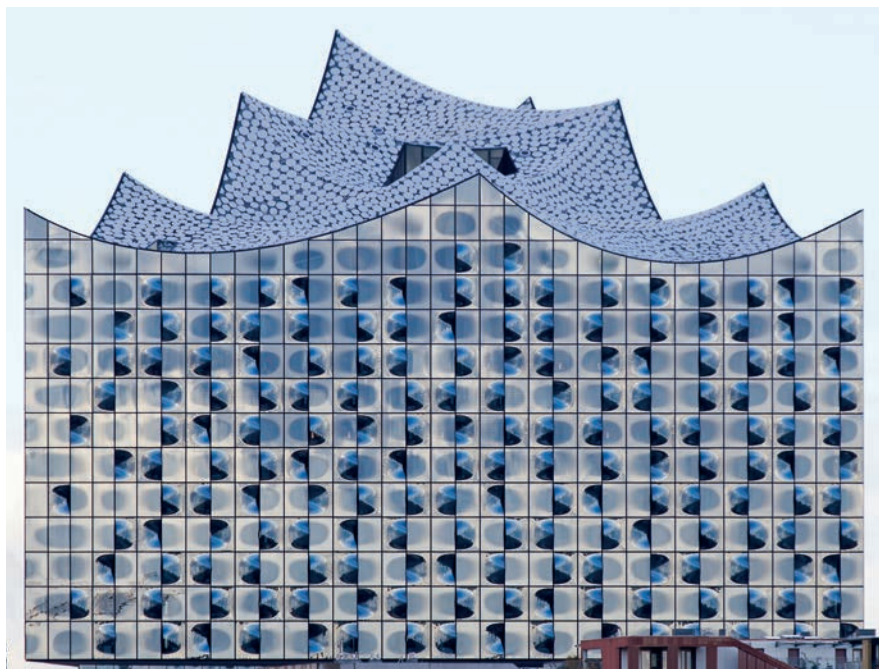


Foto: Oliver Heissner

5.5.3 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 (s. Kap. 5.13.5 ipachrome design), Vordachsystemen oder in Doppelhautfassaden.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung



Zulassungstitel für Bauprodukte und Bauarten
Beutschweiches Präfix
 Eine vom Bund und den Ländern
 gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
 Mitglied der ECTA, der UEAtc und der WFTAD
 Datum: 14.10.2016
 Geschäftszeichen: I 39-1.70.4-47/15

5.5.3

Zulassungsnummer:
Z-70.4-138

Geltungsdauer
 vom **14. Oktober 2016**
 bis **14. April 2020**

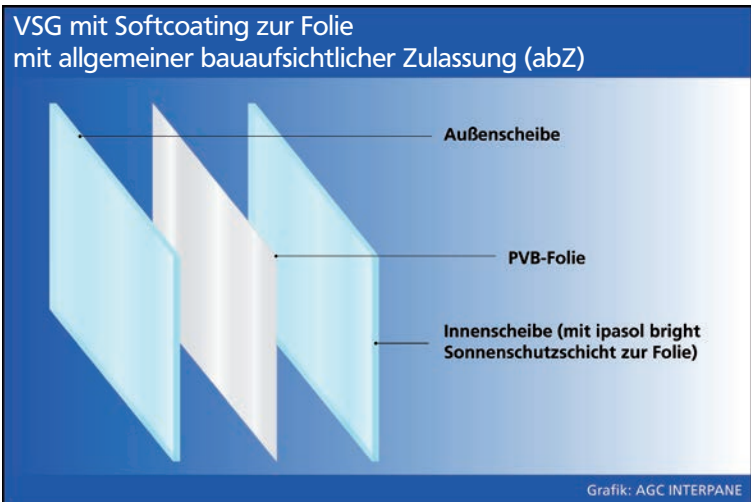
Antragsteller:
AGC Interpane
Interpane Glasindustrie AG
 Sonnenviertel 21
 37697 Lauenförde

Zulassungsgegenstand:
Vorbund-Sicherheitsglas mit Beschichtung zur Folie/Zwischenschicht

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird Hermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
 Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst sechs Seiten.
 Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
 Nr. Z-70.4-138 vom 13. Mai 2014. Der Gegenstand ist erstmals am 10. März 2009 allgemein
 bauaufsichtlich zugelassen worden.



DIBt | Kolonnenstraße 30 | D-10529 Berlin | Tel.: +49 30 78725-0 | Fax: +49 30 78725-320 | E-Mail: dibt@ibt.de | www.dibt.de



5.5.3

Lieferprogramm ipasol bright, monolithischer Sonnenschutz

Technische Daten: ipasol bright (monolithisch)

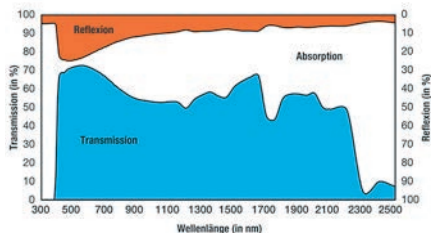
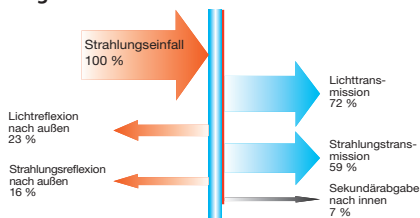
Produktbezeichnung	Aufbau außen/ Folie/ innen	U _g -Nennwert EN 673	lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410				Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0.80)	Shading Coefficient (g-Wert EN 410/0.87)	Shading Coefficient (g-Wert NFRC 0.87)
			g-Wert	Lichttransmission	Lichtreflexionsgrad nach außen	Absorption			
	mm	W/(m ² K)	%	%	%	%	-	-	-
ipasol bright neutral SzF	VSG 6/:6	5,5	68	72	23	21	0,86	0,79	0,82
ipasol bright white SzF	VSG 6/:6	5,5	74	75	24	12	0,92	0,85	0,88

: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n). SzF = Beschichtung zur Folie

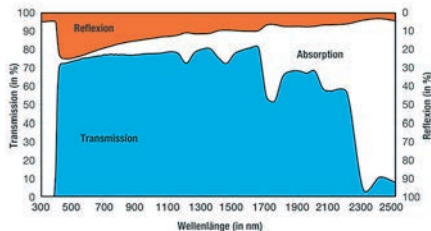
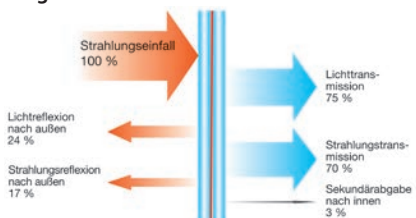
- Standardabmessungen 2.600 mm x 4.200 mm - größere Abmessungen sind auf Anfrage lieferbar.
- Die technischen Daten unterliegen Toleranzen gemäß dem AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.
- Lieferbar sind auch abweichende VSG-Aufbauten
- Abweichungen von der Senkrechten

Die angegebenen Nennwerte beziehen sich auf die Prüfbedingungen und den Anwendungsbereich der jeweiligen Norm.

ipasol bright neutral SzF



ipasol bright white SzF



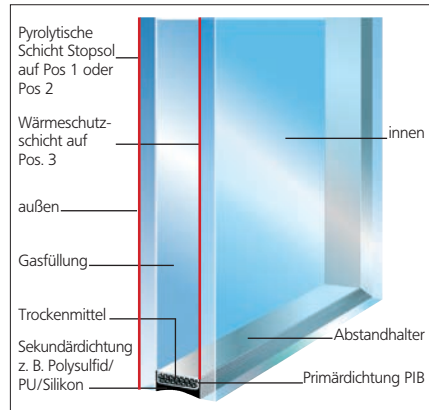
5.5.4 Stopsol

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 angeordnet werden. Stopsol ist erhältlich auf verschiedenfarbigen Basisgläsern und mit drei Beschichtungsarten (Classic, Supersilver, Silverlight). Dadurch erfüllt Stopsol jeden Geschmack.

Stopsol Gläser mit ihrer äußerst widerstandsfähigen und flexiblen Sonnenschutz-Beschichtung sind durch den spiegelnden Effekt neben ihrem eigentlichen Zweck auch bestens für gestalterische und funktionale Aspekte im Innenbereich geeignet. Die sich ergebenden Teildurchlässigkeiten bei räumlich unterschiedlichen Lichtsituationen lassen mal überraschende Einblicke mal spiegelnde Farbflächen zu – bis hin zu unsichtbar hinter spiegelnden Flächen angeordneten Bildschirmen. In Kombination mit ergänzenden Techniken wie Bedrucken, Lasern, Sandstrahlen usw. sind den experimentellen Möglichkeiten nahezu keine Grenzen gesetzt.

Vorzüge:

- Reflektierendes Glas sorgt für Ungestörtheit und Behaglichkeit.
- Vielfältige Kombinationsmöglichkeiten von Sonnenschutz, Lichtdurchlässigkeit und Farbe.
- Einfache und flexible Bearbeitungsmöglichkeiten.
- Der architektonischen Kreativität sind keine Grenzen gesetzt: Das Glas ist überall flexibel einsetzbar, vor allem im Exterieur, aber auch im Interieur, z. B. in der Möbelindustrie.



Schnitt durch Stopsol

5.5.4

5.5.4

Lieferprogramm Produktpalette Stopsol

Technische Daten: Stopsol mit Innenscheibe iplus 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	Lichtdurchlässigkeit	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption innen	–					
	mm	W/(m ² K)	%	%	%	%	%	–	%	%	mm	kg	
Stopsol Classic Clear	:6/16/:4	1.1	32	35	35	29	4	1,09	40	37	26	25	
Stopsol Classic Clear	6/16/:4	1.1	33	35	28	36	4	1,06	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	2	0,81	26	24	26	25	
Stopsol Classic Green	:6/16/:4	1.1	19	28	35	54	1	1,47	23	21	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	2	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	5	1,24	58	53	26	25	
Stopsol Supersilver Clear	6/16/:4	1.1	47	57	36	15	5	1,21	58	54	26	25	
Stopsol Supersilver Dark Blue	:6/16/:4	1.1	25	36	35	48	2	1,44	32	29	26	25	
Stopsol Supersilver Dark Blue ¹⁾	6/16/:4	1.1	26	37	18	62	2	1,42	33	30	26	25	
Stopsol Supersilver Grey	:6/16/:4	1.1	25	27	35	45	2	1,08	32	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	47	36	45	2	1,68	35	32	26	25	
Stopsol Supersilver Green ¹⁾	6/16/:4	1.1	29	47	26	58	2	1,62	36	33	26	25	
Stopsol SilverLight Privablu ¹⁾	:6/16/:4	1.1	16	24	25	67	1	1,50	20	19	26	25	
Stopsol SilverLight Privablu ¹⁾	6/16/:4	1.1	17	25	8	80	1	1,07	21	19	26	25	

: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n) iplus 1.1 auf Pos. 3.

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.

5.5.5 Sunergy

Sunergy ist die Antwort auf hohe architektonische Ansprüche. Mit seiner geringen Reflexion und hoher Neutralität eignet sich Sunergy perfekt für die aktuellen architektonischen Trends.

Sunergy ist eine Verglasung mit pyrolytischer Beschichtung für erhöhten Sonnenschutz, gute Wärmedämmung und geringe Lichtreflexion.

Sunergy eignet sich für zahlreiche Weiterverarbeitungsmöglichkeiten einschließlich Vorspannen, Biegen etc.

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.

5.5.5

Lieferprogramm Sonnenschutz-Verglasung Sunergy

Technische Daten: Sunergy mit Innenscheibe iplus 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	Lichtdurchlässigkeit	Lichtreflexionsgrad nach außen	Energieabsorption außen	Energieabsorption Mitte	Energieabsorption innen					
	mm	W/(m²K)	%	%	%	%	%	%	-	%	%	mm	kg
Sunergy Clear	6/16/4	1,1	45	61	11	42	-	4	1,36	57	52	26	25
Sunergy Green ¹⁾	6/16/4	1,1	30	51	9	66	-	2	1,70	37	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	37	7	71	-	2	1,42	32	30	26	25
Sunergy Grey ¹⁾	6/16/4	1,1	27	30	6	68	-	2	1,11	34	31	26	25

: kennzeichnet die beschichtete(n) Glasoberfläche(n) iplus 1.1 auf Pos. 3.

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.

Die neue Schallschutz-Isolierglas-Palette
von AGC INTERPANE:
Stets kombiniert mit bestem
Wärmeschutz und auch als
3fach-Verglasung verfügbar.
Schallschutzfolien 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 bold, dark blue, sans-serif font.

AGC INTERPANE

5.6 Schallschutz ipaphon

5.6

Umweltschutz in seiner gesamtheitlichen Betrachtung erfordert nicht nur eine hohe Wärmedämmung, sondern oft auch einen zusätzlichen wirksamen Schallschutz.

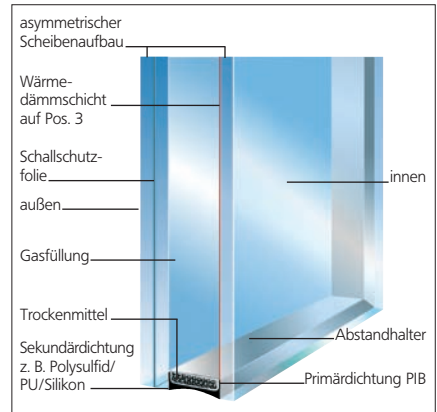
Zeitgemäße Schallschutz-Isolierglas-Systeme können sowohl ein breites Spektrum von Schalldämmeigenschaften (bis zu $R_W = 52$ dB) abdecken als auch Transmissionswärmeverluste kräftig reduzieren.

Die ipaphon-Schallschutzpalette ist standardmäßig mit der hochwertigen iplus 1.1-Beschichtung versehen.

Sämtliche ipaphon-Typen sind anstelle der iplus 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.

Selbstverständlich sind auch unsere Schallschutz Verbundsicherheitsgläser für den Innenbereich einsetzbar, z. B. für Trennwände, Festverglasungen zwischen Räumen und vielem mehr. Bei Bedarf können Sie mit allen gestalterischen Möglichkeiten kombiniert werden. Von farblicher Gestaltung bis hin zu unterschiedlichen Transluzenzen – ganz nach Wunsch.



Schnitt durch ipaphon SF

5.6.1 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

- vergrößerter SZR und
- asymmetrischer 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 (siehe „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“, Stand: Mai 2009) 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, schon 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.

5.6.1

5.6.2 Produktpalette Schallschutz-Isolierglas-System ipaphon

5.6.2

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.

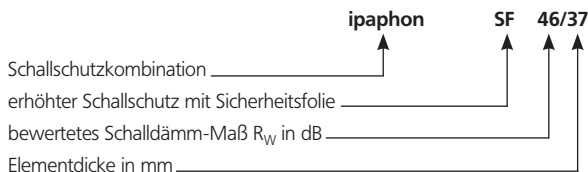
Die Produktbezeichnung des ipaphon-Schallschutz-Isolierglases setzt sich folgendermaßen zusammen:

- bewertetes Schalldämm-Maß R_w in dB
- Isolierglas-Elementdicke in mm
- Kennung für Scheibenaufbau mit Folie

INTERPANE Schallschutzprodukte sind grundsätzlich mit erhöhtem Wärmeschutz (ipus 1.1-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 V
ipaphon SF	erhöhter Schallschutz mit Schallschutz-Sicherheitsfolie	SF 46/37

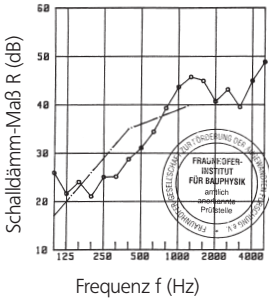
Beispiel für erhöhten Schallschutz mit Schallschutz-Sicherheitsfolie



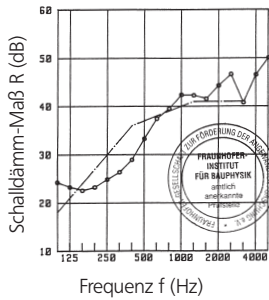
Standardausführung ipaphon ist immer ipus 1.1 – es sind nahezu alle Low-E- und Sonnenschutzbeschichtungen kombinierbar.

Schalldämmkurven ipaphon und ipaphon SF

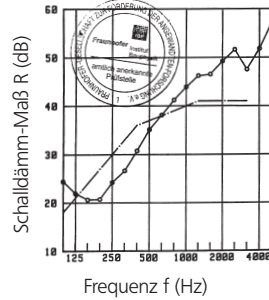
5.6.2



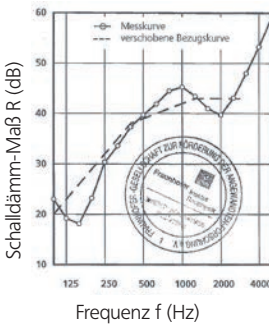
Typ: 36/26



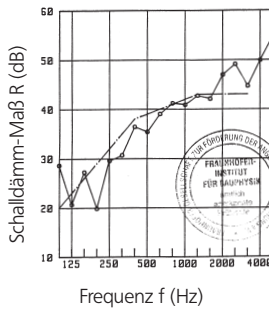
Typ: 37/28



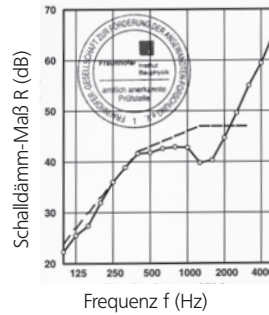
Typ: 37/29 V



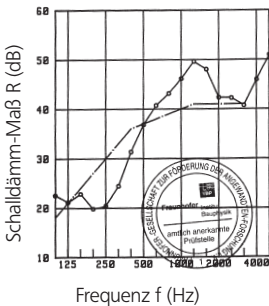
Typ: 39/31 V



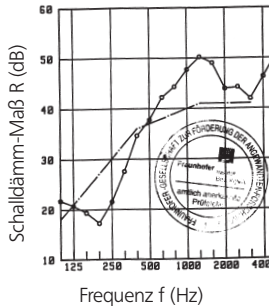
Typ: 39/34



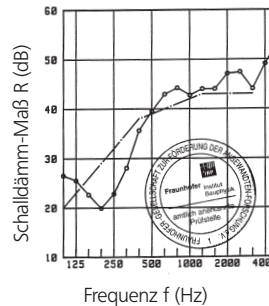
Typ: 43/36 V



Typ: 37/22



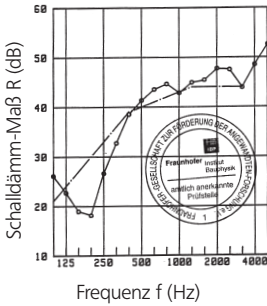
Typ: 37/26



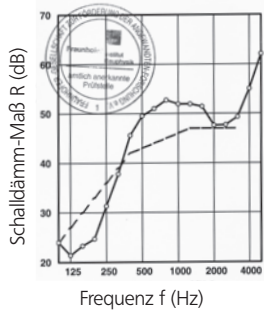
Typ: 39/26

5.6.2

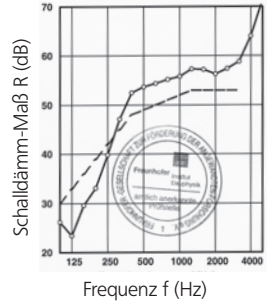
Schalldämmkurven ipaphon und ipaphon SF



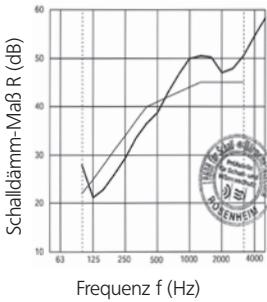
Typ: 40/30



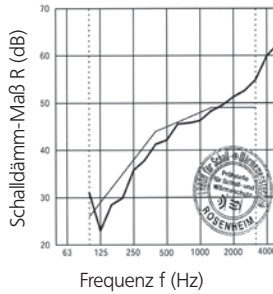
Typ: SF 43/31



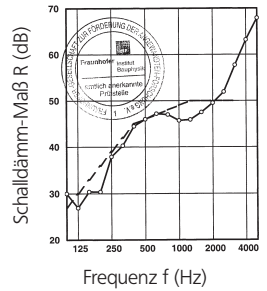
Typ: SF 49/38



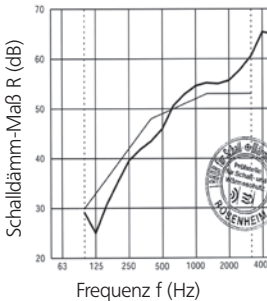
Typ: SF 41/31



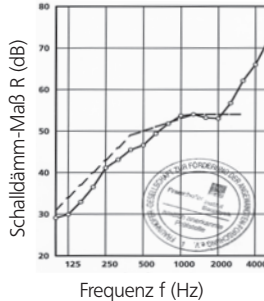
Typ: SF 45/35



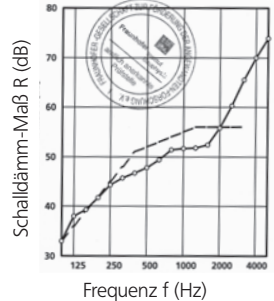
Typ: SF 46/37



Typ: SF 49/38

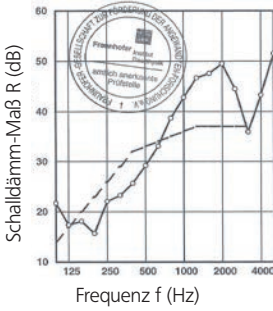


Typ: SF 50/42

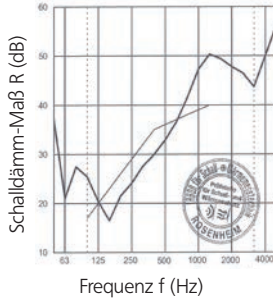


Typ: SF 52/46

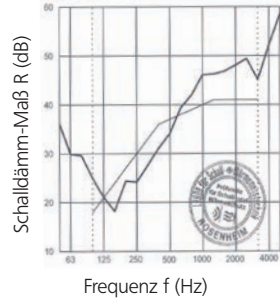
Schalldämmkurven ipaphon und ipaphon SF



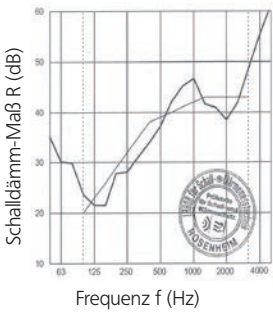
Typ: 33/36



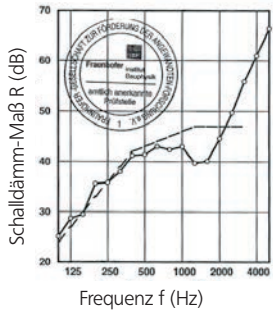
Typ: 36/38



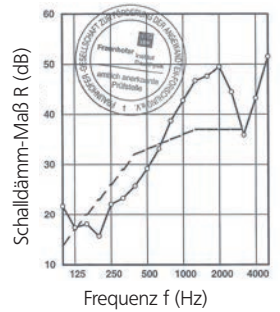
Typ: 37/40



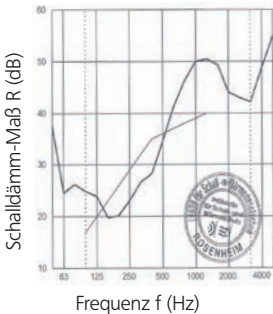
Typ: 39/42



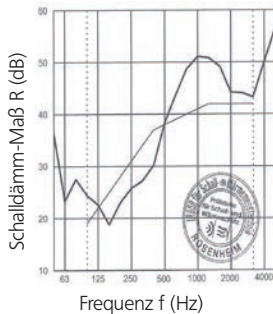
Typ: 43/47 V



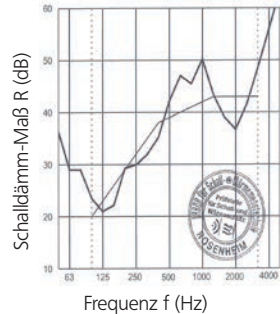
Typ: 33/36



Typ: 36/34



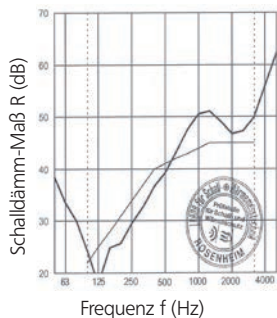
Typ: 38/38



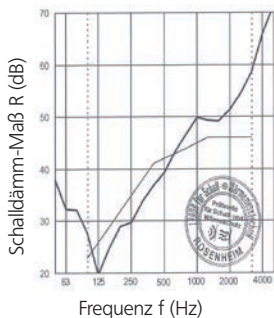
Typ: 39/42

5.6.2

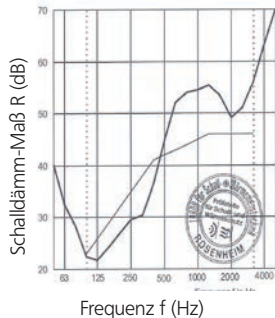
Schalldämmkurven ipaphon und ipaphon SF



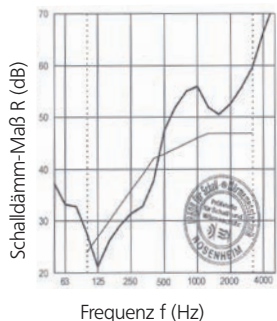
Typ: SF 41/43



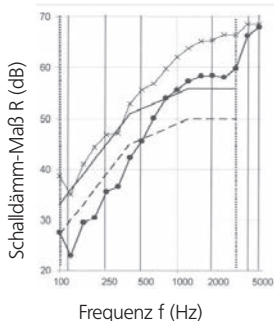
Typ: SF 42/45



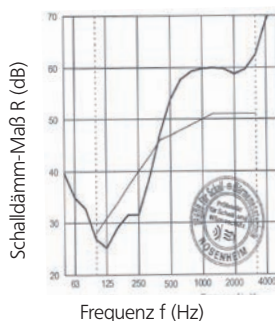
Typ: SF 42/43



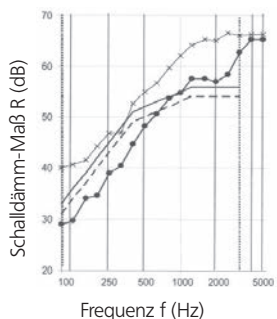
Typ: SF 43/45



Typ: SF 46/48



Typ: SF 47/50



Typ: SF 50/52

Lieferprogramm für ipaphon-Schallschutz-isolierglas mit Wärmeschutz

Technische Daten: Kombinerter Wärme- und Schallschutz ipaphon mit plus 1.1-Beschichtung

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	Iichtechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410				Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1					max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwe-dergabe-Index	R _w	C	C _{tr}	C _{tr} 100-5000		Dicke				Gewicht
									W(m ² K)	%					
ipaphon 316/26	6/16/4 Ar	1,1	63	81	98	36	-2	-5	1	-5	26	25	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 37/28	8/16/4 Ar	1,1	62	80	98	37	-2	-5	-1	-5	28	30	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 37/29 V 2)	9(P2A)/16/4 Ar	1,1	58	80	97	37	-2	-6	-1	-6	29	33	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 39/31 V	6/16/8VSG Ar	1,1	59	80	97	39	-3	-7	-2	-7	31	35	225 x 400	8,00	1 : 10
ipaphon 39/34 1)	10/20/4 Ar	1,1	61	79	97	39	-2	-6	-1	-6	34	35	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 43/36 V	8/16/12VSG Ar	1,1	58	77	96	43	-2	-6	-1	-6	36	51	250 x 400	10,00	1 : 10
ipaphon 37/22	6/12/4 Kr	1,1	63	81	98	37	-3	-8	-2	-8	26	25	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 37/26	6/16/4 Kr	1,1	61	79	97	39	-3	-7	-2	-8	26	35	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 39/26	10/12/4 Kr	1,1	61	79	97	39	-3	-7	-2	-8	26	35	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 40/30	10/16/4 Kr	1,1	61	79	98	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	57	80	97	43	-3	-8	-2	-8	31	36	250 / 400	8,00	1 : 10
ipaphon SF 49/38 3)	SF13/16/5F9 Kr	1,1	55	77	96	49	-3	-9	-2	-9	38	52	260 / 410	9,60	1 : 10
ipaphon SF 41/31 3)	SF9/16/6 Ar	1,1	57	80	97	41	-2	-6	-1	-6	31	36	250 / 400	8,00	1 : 10
ipaphon SF 49/35 3)	SF9/16/10 Ar	1,1	57	78	97	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	56	77	96	46	-2	-6	-1	-6	37	51	250 x 400	10,00	1 : 10
ipaphon SF 49/38 3)	SF13/16/5F9 Ar	1,1	55	77	96	49	-3	-8	-2	-8	38	52	260 / 410	9,60	1 : 10
ipaphon SF 50/42 3)	SF13/16/5F13	1,3	55	76	96	50	-2	-7	-1	-7	42	62	260 / 410	9,60	1 : 10
ipaphon SF 52/46 3)	SF17/16/5F13	1,3	53	75	95	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 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 Isolierglasementes 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 Veränderungen.
- 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!

5.6.2

Lieferprogramm für 3-fach ipaphon-Schallschutz-isolierglas mit erhöhtem Wärmeschutz

Technische Daten: Kombierter Wärme- und Schallschutz ipaphon mit iplus 1.1-Beschichtung

Produktbezeichnung	Aufbau außen/SZR/innen	U _g -Nennwert EN 673	Lichttechnische und strahlungsphysikalische Nennwerte EN 410				Schalldämm-Nennwerte EN ISO 717-1					max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	
			g-Wert	Lichtdurchlässigkeit	allg. Farbwertindex	Durchsicht	R _w	C	g _p	C ₁₀₀₋₅₀₀₀	C ₁₀₀₋₅₀₀₀				Dicke
ipaphon 33/36	4-/12/4/12/4 Ar	0,7	53	74	97	33	-2	-6	-1	-6	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 36/38	6-/12/4/12/4 Ar	0,7	52	73	97	36	-2	-6	-1	-6	38	35	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 37/40	8-/12/4/12/4 Ar	0,7	51	73	96	37	-1	-6	-1	-6	40	40	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 39/42	8-/12/4/12/6 Ar	0,7	51	72	96	39	-2	-5	-1	-5	42	45	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 43/47 V	8-/12/4/10/12 VSG Ar	0,8	51	70	95	43	-2	-4	-1	-4	47	61	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 33/36	4-/12/4/12/4 Kr	0,5	53	74	97	33	-2	-5	-1	-5	36	30	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 36/34	6-/10/4/10/4 Kr	0,6	52	73	97	36	-1	-5	0	-5	34	35	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 38/38	6-/12/4/12/4 Kr	0,5	52	73	97	38	-2	-6	-1	-6	38	35	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon 39/42	8-/12/4/12/6 Kr	0,5	51	72	96	39	-1	-5	0	-5	42	45	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 41/43	6-/12/4/12/5F9 Ar	0,7	52	72	96	41	-2	-7	-1	-7	43	45	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 42/43	8-/12/4/12/5F9 Ar	0,7	51	72	96	42	-2	-7	-1	-7	45	50	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 42/43	6-/12/4/12/5F9 Kr	0,5	52	72	96	42	-2	-7	-1	-7	43	45	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 43/45	8-/12/4/12/5F9 Kr	0,5	51	71	96	43	-2	-6	-1	-6	45	50	141 x 240	3,40	1 : 6
ipaphon SF 46/48	SF9/12/6/12/5F9 Ar	0,7	47	71	95	46	-2	-7	-1	-7	48	56	250 / 400	8,00	1 : 10
ipaphon SF 47/50	SF11/12/6/12/5F9 Kr	0,5	46	70	95	47	-2	-8	-1	-8	50	61	250 / 400	8,00	1 : 10
ipaphon SF 50/52	SF13/12/6/12/5F9 Ar	0,5	46	70	95	50	-2	-7	-1	-7	25	66	250 / 400	8,00	1 : 10

: kennzeichnet die Lage der Schichten; Ar = Argon-Gasfüllung; Kr = Krypton-Gasfüllung
 Standardausführung ipaphon ist immer iplus 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 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 Veränderungen.
- 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!

5.6.3 Sonnenschutz-Isolierglas in Kombination mit Schallschutz

Produktionstechnisch 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. 5.6.2 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. 5.6.1 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 bzw. EN ISO Normen.

5.6.3

5.7 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.

Der Wärmedämmeffekt von unbeschichtetem Isolierglas beruht im Wesentlichen auf der isolierenden Wirkung der im SZR eingeschlossenen Luft.

5.7

Aufgrund der verschärften Anforderungen findet konventionelles Isolierglas nur noch einen beschränkten Einsatz.

Der U_g -Wert der Isolierglas-Einheit ist primär von der Breite des SZR und nur sekundär von der Glasdicke der Einzelseiben abhängig.

Lieferprogramm für unbeschichtetes Isolierglas

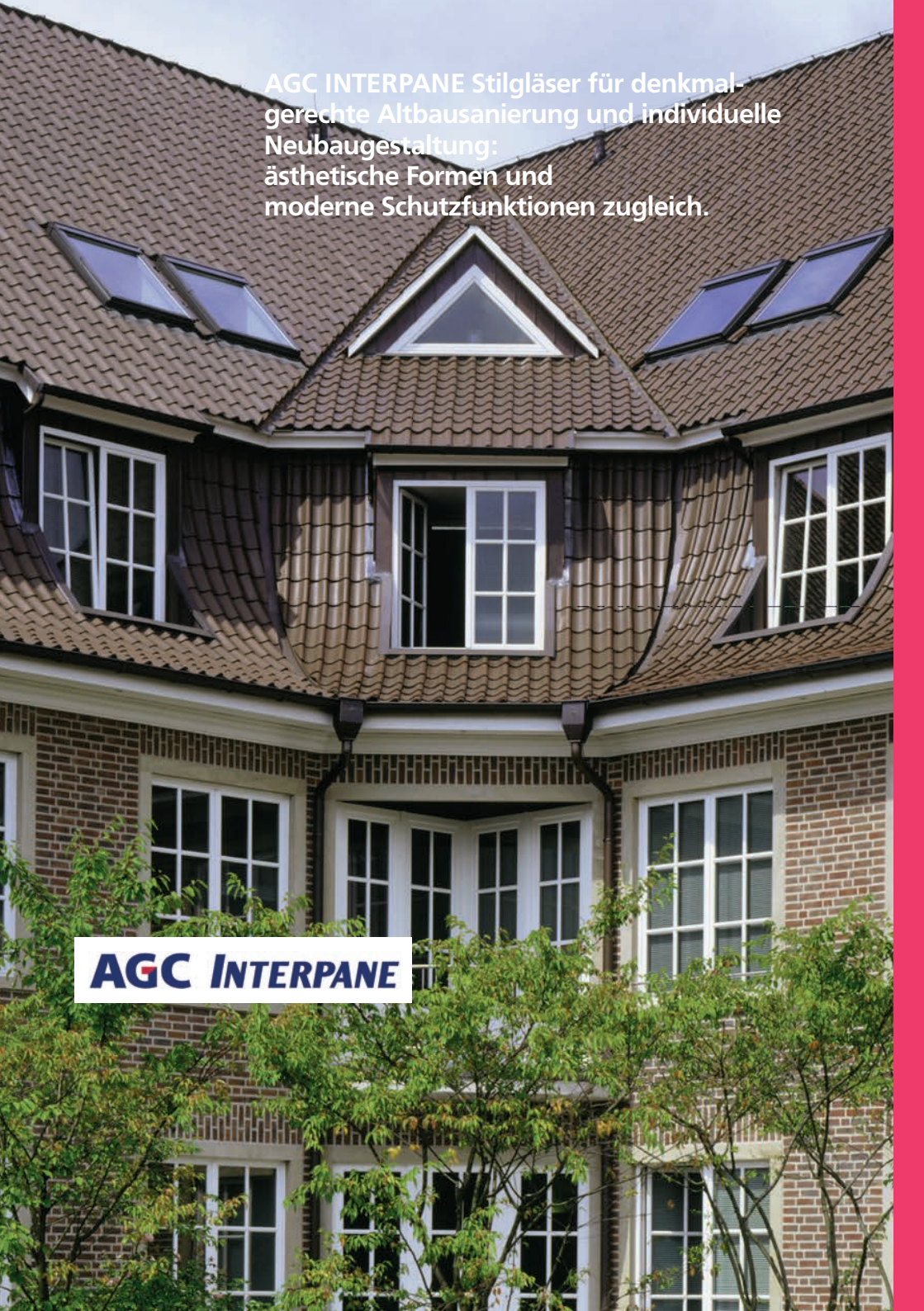
Technische Daten: unbeschichtetes Isolierglas

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	2,8	80	82	99	20	20	141 x 240	3,40	1 : 6
konv. Iso	5/12/5	2,8	79	81	99	22	25	245 / 300	6,00	1 : 6
konv. Iso	6/12/6	2,8	77	81	98	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 AGC INTERPANE Toleranzen-Handbuch.

AGC INTERPANE Stilgläser für denkmal-
gerechte Altbausanierung und individuelle
Neubaugestaltung:
ästhetische Formen und
moderne Schutzfunktionen zugleich.

AGC INTERPANE



5.8 Isolierglas als funktionales Gestaltungselement

5.8

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 Attraktivität.

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

5.8.1 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 der Liefermöglichkeiten vorher abzustimmen.

Bevorzugt 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.

Die Verwendung von Schablonen ist im Vorfeld mit AGC INTERPANE abzustimmen.

5.8.1

5.8.1

Typenübersicht Modellscheiben

		<p>Liefermöglichkeit für in diesen Typenüber- sichten nicht aufgeführte Formen auf Anfrage.</p>		

Typenübersicht Modellscheiben

5.8.1

		<p>*) Bei VSG monolithisch ø mind. 45 cm Bei ESG monolithisch ø mind. 30 cm Bei Isolierglas-Kombinationen ø mind. 30 cm ø max. 150 cm</p>		

5.8.2 Sprossen

5.8.2

Die Probleme kleinformatiger Isolierglas-Einheiten sind bekannt: Wegen des zum Zeitpunkt der Herstellung im Scheibenzwischenraum eingeschlossenen 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, s. Beispiel 3.8, 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 Wärmebrückenzuschlag ψ beschreiben.

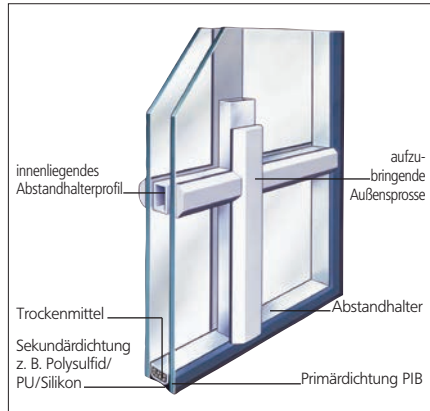
Die DIN 4108 Teil 4 erfordert die Berücksichtigung der Sprossen bei der Ermittlung des $U_{g, BW}$ -Wertes durch den Korrekturwert $\Delta-U_g$ (s. Kap. 3.6.4).

**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, die 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.

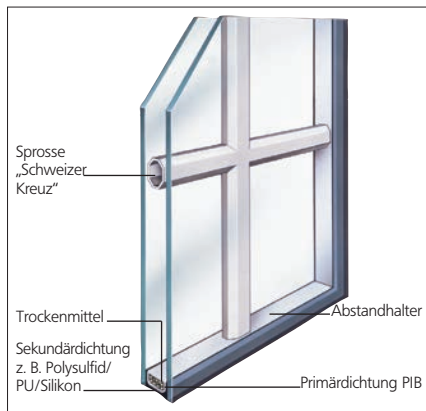
5.8.2

**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.

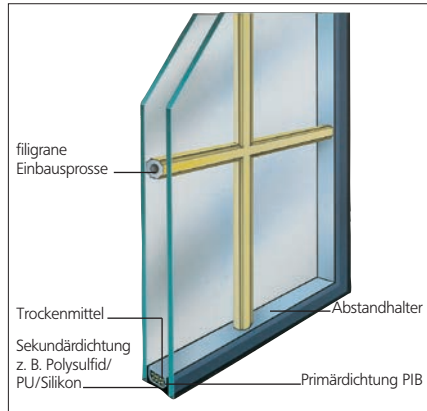
**AGC INTERPANE
Sprossen-Isolierglas „Filigransprosse“**

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.

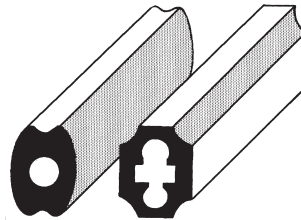


Schnitt durch AGC INTERPANE „Filigransprosse“

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

5.8.3 Isolierglas mit Ornamentglas

Ornamentglas ist ein Gussglas, das durch Walzen bestimmte Oberflächenstrukturen erhält. Es ist nur bedingt durchsichtig.

5.8.3

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 Gegenscheibe immer dünner, höchstens jedoch gleich dick sein. Bei drahtfreien Gussgläsern darf die Gegenscheibe 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).

5.8.4 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 INTERPANE in Kapitel 5.13.9.

Selbstverständlich können praktisch alle am Markt verfügbaren und geeigneten Ornamentgläser zu Isolierglas verarbeitet werden, allerdings werden 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.

5.8.4

5.9 Brüstungselemente

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 zweiseibigen 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.



Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farhangepaste Brüstungselemente ¹⁾			
Isoliertglas-Element		Emallierung		Einschiebig	
Sonnen- schutz	Isoliertglas-Element	Basisglas	Kolorierung	Basisglas	Kolorierung
	<i>ipasal</i>				
	ipasal neutral 70/37	ESG-H klar	RAL 7010	-	-
	ipasal ultraselect 62/29	ESG-H klar	RAL 7040	-	-
	ipasal light grey 60/33	-	-	-	-
	ipasal neutral 50/27	ESG-H klar	RAL 7016	-	-
	ipasal platin 47/29	-	-	ESG-H ipachrome design T	Folie auf Schicht
	ipasal shine 40/22	ESG-H bright blue	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright blue	Folie auf Schicht
	ipasal sky 30/17	ESG-H bright blue	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright blue	Folie auf Schicht
	ipasal platin 25/17	-	-	ESG-H ipachrome design T	Folie auf Schicht
	ipasal bright neutral	ESG-H bright neutral	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright neutral	Folie auf Schicht
	ipasal bright white	ESG-H bright white	RAL 9005 auf Schicht	ESG-H bright white	Folie auf Schicht
	<i>Stopsol Classic</i>				
	Stopsol Classic Clear (Pos.1)	Stopsol Classic Clear (Pos.1)	Colorbel 266	Stopsol Classic Clear (Pos.1)	Colorbel 266
	Stopsol Classic Clear (Pos.2)	Stopsol Classic Clear (Pos.2)	Colorbel 802 or 803	Stopsol Classic Clear (Pos.2)	Colorbel 802 or 803
	Stopsol Classic Grey (Pos.1)	Stopsol Classic Grey (Pos.1)	Colorbel 64	Stopsol Classic Grey (Pos.1)	Colorbel 64
	Stopsol Classic Grey (Pos.2)	Stopsol Classic Grey (Pos.2)	Colorbel 803	Stopsol Classic Grey (Pos.2)	Colorbel 803
	Stopsol Classic Green (Pos.1)	Stopsol Classic Green (Pos.1)	Colorbel 43	Stopsol Classic Green (Pos.1)	Colorbel 43
	Stopsol Classic Green (Pos.2)	Stopsol Classic Green (Pos.2)	Colorbel 803	Stopsol Classic Green (Pos.2)	Colorbel 803
	Stopsol Classic Bronze (Pos.1)	Stopsol Classic Bronze (Pos.1)	Colorbel 60	Stopsol Classic Bronze (Pos.1)	Colorbel 60
	Stopsol Classic Bronze (Pos.2)	Stopsol Classic Bronze (Pos.2)	Colorbel 803	Stopsol Classic Bronze (Pos.2)	Colorbel 803
	<i>Stopsol Supersilver / SilverLight</i>				
	Stopsol Supersilver Clear (Pos.1)	-	-	Stopsol Supersilver Clear (Pos.1)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Clear (Pos.2)	-	-	Stopsol Supersilver Clear (Pos.2)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Grey (Pos.1)	-	-	Stopsol Supersilver Grey (Pos.1)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Grey (Pos.2)	-	-	Stopsol Supersilver Grey (Pos.2)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Green (Pos.1)	-	-	Stopsol Supersilver Green (Pos.1)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Green (Pos.2)	-	-	Stopsol Supersilver Green (Pos.2)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Dark Blue (Pos.1)	-	-	Stopsol Supersilver Dark Blue (Pos.1)	Colorbel
	Stopsol Supersilver Dark Blue (Pos.2)	-	-	Stopsol Supersilver Dark Blue (Pos.2)	Colorbel
	Stopsol SilverLight PrivateBlue (Pos.1)	-	-	Stopsol SilverLight PrivateBlue (Pos.1)	Colorbel
	Stopsol SilverLight PrivateBlue (Pos.2)	-	-	Stopsol SilverLight PrivateBlue (Pos.2)	Colorbel

¹⁾ Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

5.9

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente 1)	
Isolierglas-Element		Emallierung	Einscheibig
Wärme- schutz	Bassglas	Kolorierung	
	<i>iplus</i>		
	<i>iplus 11</i>	RAL 7010	-
	<i>iplus 1.0</i>	RAL 7010	-
	<i>iplus 1.1T</i>	RAL 7010	-
	<i>iplus 1.0T</i>	RAL 7010	-

1) Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente ¹⁾	
Sommen-schutz	Isolierglas-Element	Zweiseitig	
		Äußerscheibe	Innerscheibe
	ipasol		
	ipasel neutral 70/37	ESG-H ipasel neutral 70/37 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel ultraslect 62/29	ESG-H ipasel ultraslect 62/29 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel light grey 60/33	ESG-H ipasel light grey 60/33 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel neutral 50/27	ESG-H ipasel neutral 50/27 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel platin 47/29	ESG-H ipasel platin 47/29 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel shine 40/22	ESG-H ipasel shine 40/22 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel sky 30/17	ESG-H ipasel sky 30/17 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel platin 25/17	ESG-H ipasel platin 25/17 Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel bright neutral	ESG-H ipasel bright neutral Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	ipasel bright white	ESG-H ipasel bright white Pos. 2	ESG-H mit Emaille RAL 9005 oder Folie auf Pos. 4
	Stopray		
	Stopray Vision-72	ESG-H Vision-72 Pos.2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-72T	ESG-H Vision-72T Pos.2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Stopray Vision-61	ESG-H Vision-61 Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-61T	ESG-H Vision-61T Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Stopray Vision-60	ESG-H Vision-60 Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-60T	ESG-H Vision-60T Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Stopray Vision-51	ESG-H Vision 51 Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-51T	ESG-H Vision-51T Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Stopray Ultraslect-50 on Clearvision	ESG-H Ultraslect-50 Clearvision Pos.2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-50	ESG-H Vision-50 Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-50T	ESG-H Vision-50T Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Stopray Vision-40	ESG-H Vision-40 Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black Pos.4
	Stopray Vision-40T	ESG-H Vision-40T Pos.2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Stopray Vision-36T	ESG-H Vision-36T Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Sunergy		
	Sunergy Clear	ESG-H Sunergy Clear Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Sunergy Green	ESG-H Sunergy Green Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Sunergy Azur	ESG-H Sunergy Azur Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Sunergy Dark Blue	ESG-H Sunergy Dark Blue Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
	Sunergy Grey	ESG-H Sunergy Grey Pos. 2	Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4

¹⁾ Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.

Der Farbumterschied der Verglasung in Durchsicht sowie der Brüstungselemente ist bei Betrachtung am Objekt von der Beleuchtung der Fassade und besonders von den sich ändernden Umgebungsbedingungen abhängig, z. B. des Himmels.

Lieferprogramm Brüstungselemente		Standardempfehlung farbangepasste Brüstungselemente ¹⁾	
Isoliertglas-Element		Zweischichtig	
		Emallierung oder Folie	
Sonnen-schutz		Außenscheibe	Innerscheibe
Stopsol Classic			Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Clear (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic Clear Pos. 1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Clear (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic Clear Pos. 2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Grey (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic Grey Pos. 1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Grey (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic Grey Pos. 2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Green (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic Green Pos. 1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Green (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic Green Pos. 2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Bronze (Pos. 1)	ESG-H Stopsol Classic Bronze Pos. 1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Classic Bronze (Pos. 2)	ESG-H Stopsol Classic Bronze Pos. 2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver / SilverLight			
Stopsol Supersilver Clear (Pos.1)	ESG-H Stopsol Supersilver Clear Pos.1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Clear (Pos.2)	ESG-H Stopsol Supersilver Clear Pos.2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Grey (Pos.1)	ESG-H Stopsol Supersilver Grey Pos.1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Grey (Pos.2)	ESG-H Stopsol Supersilver Grey Pos.2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Green (Pos.1)	ESG-H Stopsol Supersilver Green Pos.1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Green (Pos.2)	ESG-H Stopsol Supersilver Green Pos.2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Dark Blue (Pos.1)	ESG-H Stopsol Supersilver Dark Blue Pos.1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol Supersilver Dark Blue (Pos.2)	ESG-H Stopsol Supersilver Dark Blue Pos.2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol SilverLight Privablu (Pos.1)	ESG-H Stopsol SilverLight Privablu Pos.1		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Stopsol SilverLight Privablu (Pos.2)	ESG-H Stopsol SilverLight Privablu Pos.2		Colorbel (RAL 7024) oder Lacobel T Anthrazit grau Pos.4
Wärme-schutz			
ipulus 1.1	ESG-H klar	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 1.0	ESG-H klar	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 1.1T	ESG-H klar	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 1.0T	ESG-H klar	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 3 / 3C	ESG-H klar	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 3LS / 3CLS	ESG-H klar	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 1.1 AF	ESG-H ANTI-FOG	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
ipulus 3 AF / 3LS AF	ESG-H ANTI-FOG	ESG-H ipulus 1.1 Pos. 3 mit Emaille RAL 9005 Pos. 4	
Energy			
Energy N	ESG-H Energy N Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	
Energy NT	ESG-H Energy NT Pos. 2	Colorbel (RAL 9005) oder Lacobel T Black	

1) Bei der Bestellung ist der Einsatzbereich (Kalt- oder Warmfassade) anzugeben.
Zur farblichen Bewertung des Gesamtfassadenelementes empfehlen wir eine Bemusterung vor Ort.

5.10 Elektromagnetische Abschirmung ipascreen

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 1.1	ipascreen ultraselect
900 MHz (D-Netz)	32 dB	29 dB
1800 MHz (E-Netz)	30 dB	32 dB
1900MHz (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 1.1	ipascreen ultraselect
Lichtdurchlässigkeit	81 %	62 %
g-Wert	63 %	29 %
Allgem. Farbwiedergabe-Index in Durchsicht	98	93
U _g -Wert nach EN 673	1,1 W/(m ² K)	1,0 W/(m ² K)

5.10



AGC INTERPANE

Sicherheit – Design – Anwendung

5.11

5.11 Thermisch vorgespannte Gläser

- 5.11.1 Allgemeines
- 5.11.2 Einscheibensicherheitsglas - ESG
- 5.11.3 Teilvorgespanntes Glas - TVG

5.12. Verbund- und Verbundsicherheitsglas

- 5.12.1 Allgemeines
- 5.12.2 Stratobel VSG

5.13 Designglas – Dekorative Verglasungen

- 5.13.1 Keramische Druckverfahren – Siebdruck, Rollercoating
- 5.13.2 Keramischer Digitaldruck
- 5.13.3 Mattiertes Glas – Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen
- 5.13.4 Lackiertes Glas – Lacobel und Matelac und Lacobel T
- 5.13.5 ipachrome design – metallische Glasbeschichtung
- 5.13.6 Farbiges Verbundglas – Stratobel Color
- 5.13.7 Rillenschliff
- 5.13.8 Spiegel Mirox 4Green, Mirox MNGE, Mirold Morena
- 5.13.9 Ornamentglaskombinationen – Imagin und Oltreluce
- 5.13.10 FIX-IN: Glasklebelösung für Designgläser

5.14 Anwendungen für Objekt- und Personenschutz

- 5.14.1 ipasafe-Objekt- und Personenschutz
- 5.14.2 ipasafe-Objekt- und Personenschutz gem. Bankenforderung
- 5.14.3 ipasafe-Ballwurfsicherheit
- 5.14.4 Übersicht ipasafe-Lieferprogramm für Objekt- und Personenschutz

5.15 Konstruktiver Glasbau

- 5.15.1 Punktförmig gehaltene Glaselemente
- 5.15.2 ipasafe S – begehbares Glas
- 5.15.3 ipador-Ganzglas-Türen
- 5.15.4 ipador Ganzglasanlagen (GGA)
- 5.15.5 ipador-Horizontalschiebewände (HSW)

5.16 Sicherheitsglas für besondere Anwendungen

5.17 Technische Funktionsgläser

- 5.17.1 Alarmglas ipasafe
- 5.17.2 ipatherm – Heizglas
- 5.17.3 SunEwat XL - Glas-Glas-Module für gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)

5.18 Brandschutzglas

5.11 Thermisch vorgespannte Gläser

5.11.1 Allgemeines

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. 5.11.2).

AGC INTERPANE versteht unter

- **Reststandsicherheit**, dass das Glaselement im Zerstörungsfall unter bestimmten Einbaubedingungen ohne zusätzliche Belastung über einen begrenzten Zeitraum stehen bleibt.

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 5.11.2. TVG ist kein Sicherheitsglas im herkömmlichen Sinn.

- **Resttragfähigkeit**, dass darüber hinaus die raumabschließende Wirkung des Glaselementes über einen bestimmten Zeitraum erhalten bleibt und in begrenztem Umfang Lasten aufgenommen werden können.

Eigenschaften

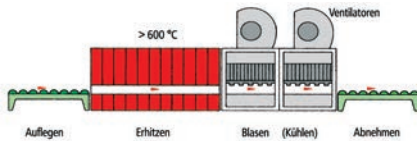
5.11.1

	Floatglas	TVG	ESG
Biegezugfestigkeit σ_B	45 N/mm ²	70 N/mm ²	120 N/mm ²
Temperaturdifferenz-Beständigkeit $\Delta\vartheta$ 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

5.11.2 Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)

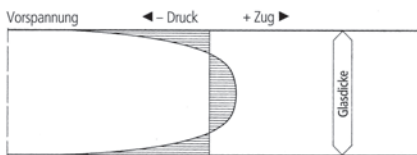
Produktbeschreibung für ESG gemäß EN 12150

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. Seite 300).

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

Produktbeschreibung für ESG mit Heißlagerungstest gemäß EN 14179

Unter „ESG mit Heißlagerungstest“ 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 260 °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 Sperrungsvorschrift „Technische Baubestimmungen“ Zusatzanforderungen für die Anwendbarkeit von heißgelagertem ESG gestellt.

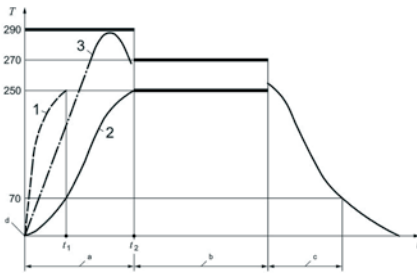
5.11.2

5.11.2

Kriterien für die Kalibrierung

Nach EN 14179 wird in kalibrierten Heat-Soak-Öfen das Glas an jeder Stelle einer Temperatur von 260 °C ± 10 °C über eine Haltezeit von mindestens 2 Stunden ausgesetzt.

Der Prozess für die Heißlagerung muss dem dargestellten Zeit-Temperatur-Verlauf entsprechen. Das System muss in der Lage sein, dem Verlauf sowohl bei der Höchst- als auch bei der Mindestbelastung entsprechend der Kalibrierung zu folgen.



- Legende
 T Glastemperatur an jedem Punkt, °C
 t Zeit, h
 t₁ Zeitpunkt, an dem das erste Glas 250 °C erreicht
 t₂ Zeitpunkt, an dem das letzte Glas 250 °C erreicht
 1 erstes Glas, das 250 °C erreicht
 2 letztes Glas, das 250 °C erreicht
 3 Glastemperatur
 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 Heißlagerungstest gemäß EN 14179 überprüft:

- **Bruchstruktur:**
 Im Falle der Zerstörung des Spannungsgleichgewichts muss ein engmaschiges Netz von kleinen, meist stumpfkantigen Glaskrümmeln entstehen. Dadurch wird die Verletzungsgefahr erheblich gemindert.
- **Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit):**
 120 N/mm² (ESG mit Heißlagerungstest aus Float), gegenüber 45 N/mm² bei nicht vorgespanntem Floatglas

Zusätzlich zu dieser Sicherheitseigenschaft zeichnet sich heißgelagertes ESG 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).

Heißgelagertes ESG nach Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

Für Anwendungen, in denen nach den Technischen Baubestimmungen heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas gefordert wird, ist heißgelagertes, fremdüberwachtes, thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-HF) nach den Bedingungen der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen einzusetzen.

Demnach ist beim Einsatz von ESG stets fremdüberwachtes ESG-HF zu verwenden; es sei denn, die Verglasung liegt nicht an einer Verkehrsfläche und ist unterhalb von 4 m Höhe eingesetzt.

Dies ergibt sich aus der DIN 18008-2 in Verbindung mit der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen.

● **Anwendungsbereiche von ESG und ESG mit Heißlagerungstest**

● **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, Kapitel 6.

● **Bereich von Ganzglasfassaden**

Die als Fassadenbekleidung verwendeten Brüstungsgläser müssen der DIN 18516 Teil 4 (Bemessung) entsprechen.

● **Bereich von Umwehungen**

Zur Absturzsicherung findet Glas als Treppen-, Balkon- und Geländerbrüstung Einsatz. Die „Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen“ (DIN 18008-4) gelten für Vertikalverglasungen und zur Angriffsseite geneigte Horizontalverglasungen, die Personen auf Verkehrsflächen gegen seitlichen Absturz sichern (Kap. 3.14.1). 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.

Kantenbearbeitung

Jedes Glas, das thermisch vorgespannt werden soll, muss eine Kantenbearbeitung vor dem Vorspannen erhalten. Produktionstechnisch ist mindestens das Säumen der Kanten erforderlich (siehe AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch, Kapitel 3.1 bzw. DIN 1249, Teil 11).

- gesäumt
- maßgeschliffen
- geschliffen
- poliert
- Gehrugskante

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.

Prüfungen

5.11.2

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung wird die Herstellung von ipasafe-ESG regelmäßig unter Anwendung der gültigen Normen geprüft.

1. Prüfung: Bruchstruktur gem. EN 12150 Teil 1 – Anzahl und Maße der Bruchstücke

	Glasart	Nennstärke 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

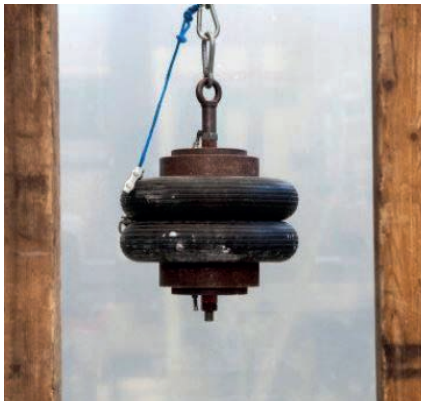
2. Prüfung: Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit) gem. EN 1288 Teil 3/EN 12150 Teil 1

	Glasart	Nennstärke 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.

3. Prüfung: Pendelschlag nach EN 12600



Quelle: Bild Sebastian Schula, TU Darmstadt – Institut für Werkstoffe und Mechanik im Bauwesen

Visuelle Beurteilung der Qualität

Mit der im AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch 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.

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 AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch 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, Papiermarterungen, 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.

Jede ipasafe-ESG-Scheibe ist mindestens mit der Kennzeichnung „EN 12150 und dem Namen oder Markenzeichen des Herstellers“ zu versehen. Die Kennzeichnung nach dieser Norm muss dauerhaft angebracht sein.

Die ipasafe-ESG-Scheiben mit Heißlagerungstest sind dauerhaft mindestens mit der Kennzeichnung „EN 14179 und dem Namen oder Markenzeichen des Herstellers“ zu versehen.

Die dauerhafte, gut sichtbare Kennzeichnung nach Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen enthält folgende Angaben:

- Hersteller, ggf. Herstellwerk
- ESG-H, zukünftig ESG-HF, Normentwurf von 12/2017 EN 14179-2
- Zertifizierungsstelle

Lieferprogramm für Einscheiben-Sicherheitsglas

max. Abmessungen in cm für ipasafe-ESG und ipasafe-ESG mit Heißlagerungstest

5.11.2

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	–	–	–	–	–	–	–
Chinchilla	hell	–	150x250	–	185x400	185x435	–	–	–	–
Crepi	hell	100x150	150x250	–	185x335	185x435	–	–	–	–
Delta	hell	–	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	–	–	–	–	–	–
Screen	hell	–	150x250	–	–	–	–	–	–	–
Otreluce Produkte										
Circles Clear	hell	–	150x250	–	185x335	–	–	–	–	–

Weitere Ornamentgläser als ESG bzw. ESG mit Heißlagerungstest 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 AGC INTERPANE frühzeitig erforderlich.

5.11.3 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 Sontanbruch durch Nickelsulfid-Einschluss praktisch ausgeschlossen. Darum 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 Zerstörungsfall 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
- Umwehungen
- 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.

AGC INTERPANE verfügt über eine **Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung** (derzeit bis April 2020) 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 der INTERPANE Sicherheitsglas mbH in Hildesheim angefordert werden.

5.11.3



5.11.3

Anforderungen an die Qualität von TVG

Geltungsbereich

Die Anforderungen an die Qualität für planes, teilvorgespanntes Glas (TVG) zur Verwendung in Gebäuden und anderen Bauten finden Sie im AGC INTERPANE Toleranzhandbuch.

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.

TVG für Beschichtungszwecke

An TVG-Produkte, die beschichtet werden, sind ggf. engere Qualitätsanforderungen, u. a. hinsichtlich der Toleranzen und Geradheit zu stellen. Eine Abstimmung ist mit AGC INTERPANE im Vorfeld herbeizuführen.

Struktur- und Farbabweichungen

Bei Ornamentgläsern kann eine Symmetrie der Struktur bei Verwendung mehrerer Scheiben nebeneinander in einer Fläche grundsätzlich nicht gewährleistet werden.

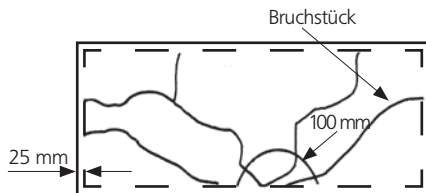
Der Strukturverlauf sollte in der Bestellung angegeben werden. Wenn diese Angabe fehlt, erfolgt die Fertigung des Glases mit dem Strukturverlauf parallel zur Höhenkante.

Aus fertigungstechnischen Gründen sind bei Ornament- und Farbgläsern Designverschiebungen bzw. geringfügige Farbunterschiede möglich.

Prüfungen

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung wird die Herstellung von ipasafe-TVG regelmäßig unter Anwendung der gültigen Normen geprüft.

1. Prüfung: Bruchstruktur nach EN 1863-1



Repräsentatives Bruchbild

2. Prüfung: Mechanische Festigkeit (Biegezugfestigkeit) gem. EN 1288 Teil 3/EN 1863 Teil 1

	Glasart	Nenndicke 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.

Visuelle Beurteilung der Qualität

Mit der im AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch 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.

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 (teilvorgespanntem Glas TVG). Detaillierte Erläuterungen hierzu finden Sie im AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch in der veröffentlichten „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“.

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, Papiermaserungen, 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.

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

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	280 x 300	–	–

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 AGC INTERPANE frühzeitig erforderlich.

5.12 Verbund- und Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

5.12.1 Allgemeines

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 Glassplitter lösen. Dies bedeutet eine erhebliche Minderung der Verletzungsgefahr.

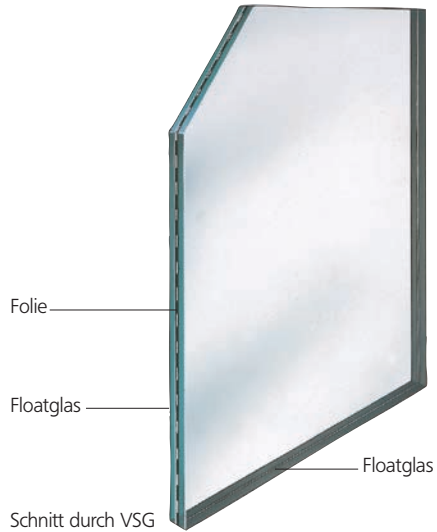
Die zähelastische Folie erschwert zusätzlich das Durchdringen des Gesamt-Glaselementes, so dass auch die aktive Sicherheit deutlich erhöht wird (je nach Aufbau einbruch- bis durchschusshemmend).

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. Zu gestalterischen Zwecken lassen sich auch farbige, mattierende und opake Folien mit den notwendigen VSG Aufbauten kombinieren.

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.



5.12

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 (Kondensatstest 2 Wochen bei 50 °C und 100 % rel. Feuchte)
- **C) Bestrahlungsprüfung**
gemäß EN ISO 12543 Teil 4 (2.000 h tageslichtähnlich bestrahlt mit 900 W/m²)
- **D) Pendelschlagversuch**
gemäß EN 12600 (Zwillingsreifen, 50 kg, Fallhöhe 450 mm)

5.12.1

In der werkseigenen Produktionskontrolle wird das gefertigte Verbund-Sicherheitsglas stichprobenartig wie folgt geprüft:

- Kochversuch und Kondensattest (s. Seite 311/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 Floatglas-scheiben, sondern auch den Verbund von ESG und TVG, bestimmten Ornamentgläsern, Drahtspiegelglas, Sonnenschutzgläsern und beschichtetem Warmglas plus 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-Sicherheitsverglasungen.

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 in 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. 3.14.1).

● **Überkopfverglasungen**

In diesen Bereichen ist aus Sicherheitsüberlegungen innenseitig unbedingt VSG aus Floatglas oder TVG erforderlich (s. auch Kap. 3.10).

Weiterverarbeitung von VSG

Selbstverständlich ist die Weiterverarbeitung von VSG-Scheiben zu beschichtetem Wärme- und Sonnenschutzglas möglich.

Bearbeitungsmöglichkeiten von VSG

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**
- **maßgeschliffen**
- **geschliffen**
- **poliert**
- **gesägt**
- **wasserstrahlgeschnitten**

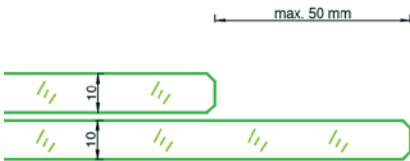
Kantenausführung

- **Stufenkante**

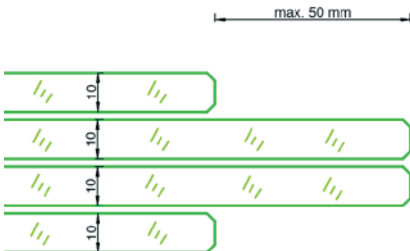
VSG kann auch mit stufenförmiger Kantenkontur hergestellt werden. Diese Stufe verläuft in der Regel parallel zu einer oder mehreren Kanten. Möglich sind nach Absprache spezielle Ausführungen wie z. B. Eckabschnitte.

ipasafe-VSG mit stufenförmiger Kante

einfache Stufe (Seitenansicht)



doppelte Stufe (Seitenansicht)



- Bei der Herstellung der Kantenkontur werden die Scheiben einzeln bearbeitet.
- Verschiebetoleranzen.
- 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.

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.

Anforderungen an die Qualität von VSG

Geltungsbereich

Die Anforderungen an die Qualität für planes Verbundsicherheitsglas (VSG) zur Verwendung in Gebäuden und anderen Bauten finden Sie im AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch.

Folgende Basisprodukte kommen bei der VSG-Herstellung zur Anwendung:

Glas:

- Floatglas: EN 572 Teil 2
- gezogenes 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.

Die Zwischenschichten, z. B. Polyvinylbutyral-(PVB-) Folie können:

- farblos oder gefärbt,
- transparent, transluzent oder opak sein.

VSG für Beschichtungszwecke

An VSG-Produkte, die beschichtet werden, sind ggf. abweichende Qualitätsanforderungen zu stellen. Eine Abstimmung ist im Vorfeld mit AGC INTERPANE herbeizuführen.

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.

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

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. AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch).

Lieferprogramm und maximale Abmessungen für ipasafe-Verbund-Sicherheitsglas, Festmaße, monolithisch

5.12.1

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

5.12.2 Stratobel VSG

Sicherheitsglas wird vielfältiger

Die Sicherheitsglas-Serie „Stratobel“ gewährleistet zuverlässige Schutzfunktionen für Mensch und Material. Für Architekten wichtig: Die Transparenz bleibt trotz effektiver Schutzfunktion durch die im Laminat eingebrachten Folien unbeeinträchtigt. Der Umfang der Schutzfunktionen, wie Verletzungsschutz, Schutz gegen Durchsturz oder Einbruchschutz, hängt unter anderem von der Glasdicke, den eingesetzten Folien und dem Scheibenaufbau ab. Zusatzfunktionen können durch Einbringen spezieller PVB-Folien, Tönungen und Funktionsbeschichtungen erzielt werden. Sicherheitsglas mit seinen unterschiedlichen Variationen in Design und Funktion ist inzwischen ein wesentlicher Bestandteil moderner Architektur.

Verbundsicherheitsgläser der Stratobel-Serie sind nach zahlreichen Normen und Richtlinien geprüft und können somit eine große Palette an Funktionen

und Aufgaben erfüllen. Bei Glasbruch entstehen statt scharfkantiger Splitter stumpfe Fragmente, die an einer oder mehreren innenliegenden PVB-Folien haften bleiben. Darüber hinaus werden die Öffnungen, die durch den Glasbruch entstehen, begrenzt. So mindert das Glas die Verletzungsgefahr. Eingesetzt wird es überall dort, wo Sicherheit gefordert ist, zum Beispiel in Türen, Fenstern, Balkon-Verglasungen, Dachfenstern und Oberlichtern. Stürze durch eine Glasscheibe werden durch den Einsatz von Verbundsicherheitsglasscheiben wirksam unterbunden, auch wenn das Glas dabei zerstört wird.

Fenster sind besonders beliebte Einstiegspunkte für Einbrecher. Stratobel ist geprüft und zertifiziert nach EN 356 und widersteht gewaltsamen Einbruchversuchen zuverlässig.

5.12.2



„Skyway Monte Bianco“ ist der Name der Mont-Blanc-Seilbahnen. Die drei Stationen Pontal d'Entrèves (auf 1.300 m Seehöhe), Pavillon du Mont Fréty (2.200 m) und Hellbronner Spitze (3.466 m) sind durch zwei Seilbahnabschnitte verbunden. Es handelt sich um Schutzräume aus Glas und Stahl, die sich harmonisch in die umliegende Umgebung eingliedern. Für eine farblich unverfälschte Aussicht, Sicherheit, Schallschutz und Wärmedämmung sorgt eine High-End-Dreifachverglasung, die die Produkte iplus (Wärmedämmung), Stratophone (Schallschutz) und Sicherheit (Stratobel) in einem Aufbau kombiniert.

Foto: AGC INTERPANE

„Stratobel Strong“: Stärker, farbneutral

AGC INTERPANE bietet mit Stratobel Strong ein Verbundsicherheitsglas mit verbesserten mechanischen Eigenschaften und einer hohen Farbneutralität an. Möglich wird dies durch eine spezielle PVB-Folie, die rund 100-mal steifer ist als herkömmliche PVB-Folien und gleichzeitig die Eigenfarbe des Glaslaminates selbst bei dicken Aufbauten nicht verfälscht. Unter Last weist Stratobel Strong eine vergleichsweise geringe Glasbiegung auf, darum ist es tragfähiger. Unter bestimmten Bedingungen kann der Vorspannprozess entfallen, was viele Vorteile bietet, zum Beispiel kürzere Lieferzeiten und eine perfekt plane Oberfläche ohne Verformungen durch Biege- und Zugkräfte im Glas. Mit Stratobel Strong werden auch dünnere Aufbauten möglich, was das Gewicht reduziert. Die verstärkte Haftung der Folie auf dem Glas verringert überdies die Gefahr der Delamination und macht es unempfindlicher gegen Feuchtigkeit. Es wird in Abmessungen bis 321 cm x 600 cm und in unterschiedlichen Dicken angeboten und kann wie herkömmliches Verbundglas verarbeitet werden. Als nachweislich ökologisch nachhaltiges Produkt trägt Stratobel Strong das Cradle-to-Cradle-Zertifikat™ in Silber.

**„Stratobel Colour“:
Sicherheitsglas mit Designanspruch**

Die Serie „Stratobel Colour“ bietet eine Auswahl von acht klassischen, naturinspierten Farbtönen und besitzt dennoch die technischen Eigenschaften von Verbundsicherheitsglas. Die Produktlinie verfolgt das




Stratobel Colour „Stone grey“ ist ein Verbundsicherheitsglas mit einer edlen technischen Ästhetik, die sich ideal zum Beispiel in Büros einsetzen lässt.

Foto: AGC INTERPANE

Ziel einer besseren Kombinierbarkeit des Werkstoffes Glas mit Materialien wie Holz Stahl oder Stein. Grau- und Brauntöne verleihen Projekten Charakter, ohne Abstriche beim Sichtkomfort oder Lichteinfall zu machen. Durch das Kombinieren mehrerer Folien einer Farbe kann die gewünschte Lichtdurchlässigkeit präzise geplant werden. Die Verwendung mehrerer mattweißer PVB-Folien (Mat 80 und Mat 65) erzeugt Privatsphäre, lässt aber trotzdem das Licht herein. Mit dem Colour-on-Demand-Service „MyColour by Stratobel“ sind Wunschfarben ab Auftragsgrößen von 200 Quadratmeter pro Farbe möglich.

5.12.2



Dekorative Verglasungen liegen im Trend.

AGC INTERPANE bietet ein vielfältiges Programm an Verglasungen zur Gestaltung von Innen- und Außenräumen. Lassen Sie sich verzaubern!

5.13 Designglas - Dekorative Verglasungen

5.13

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 breiteres gefächertes Produktportfolio anbieten. Damit decken wir nun auch den Bereich der großflächigen Bekleidung von Innen- und Außenräumen, z. B. mit säurermattierten oder farbbeschichteten 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 – gegenüber klassischen Ausführungen sind oftmals 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 mit unserem Team jederzeit gern beratend zur Seite: kreativ, konstruktiv, kompetent!

5.13 Designglas – Dekorative Verglasungen

- 5.13.1 Keramische Druckverfahren – Siebdruck, Rollercoating
- 5.13.2 Keramischer Digitaldruck
- 5.13.3 Mattiertes Glas – Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen
- 5.13.4 Lackiertes Glas – Lacobel, Matelac, Lacobel T und Matelac T
- 5.13.5 ipachrome design – metallische Glasbeschichtung
- 5.13.6 Farbiges Verbundglas – My Colour by Stratobel
- 5.13.7 Rillenschliff
- 5.13.8 Spiegel Mirox 4Green, Mirox MNGE, Mirolc Morena
- 5.13.9 Ornamentglas Imagin / Oltreluce
- 5.13.10 FIX-IN: Glaskelebelösung für Designgläser

5.13.1 Keramische Druckverfahren - Siebdruck, Rollercoating

5.13.1

ipadecor – 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 für z. B. Innentüren 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 „Side ONE“ Farben etwa gewährleisten auf der Außenseite (Pos. 1) bei regelmäßiger Reinigung eine extrem hohe Witterungs- und UV-Beständigkeit und verhindern einen Verspiegelungseffekt.

ipadecor kann auch vollflächig im sog. Roller-Coating-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 eine 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 Grafikdesigner
- 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



5.13.2 Keramischer Digitaldruck

ipadecor – 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 – 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 eine 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 Grafikdesigner
- 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

5.13.2



5.13.3 Mattiertes Glas - Lacomat, Matelux, sandgestrahlte Verglasungen

5.13.3

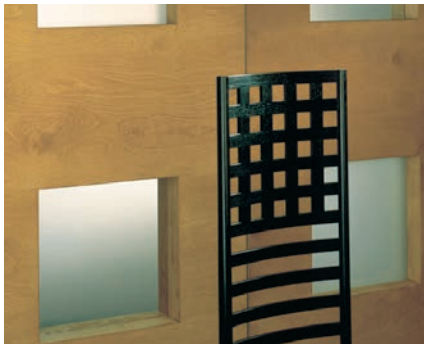
Mattierte Verglasungen werden heute oft eingesetzt, um Privatsphäre zu schaffen, zugleich aber möglichst viel natürliches Licht zu transportieren. Mattierte Verglasungen sind edel in der Anmutung, hochwertig in der Haptik und pflegeleicht.

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 ipadecor)
- 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 sorgt für 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	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 Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja – kann wie herkömmliches Spiegelglas zugeschnitten werden
--	--

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.

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 hinterlackiert mit einer Farbschicht versehen, ändert sich die Produktbezeichnung in Matelac, Matelux Clear, Clearvision. Grey und Bronze werden rückseitig verspiegelt zu den Matelac Silver Farben.



© Door „Wave“ – design by Fratelli Longhi

Lieferprogramm

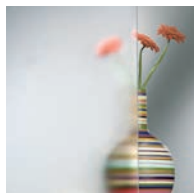
Je nach geforderter Lichtdurchlässigkeit, Farbgebung und Optik stehen drei Ätzverfahren und verschiedene Basisgläser zur Verfügung.

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			
Bronze	✓		
Green	✓		
Grey	✓		
Dark Grey	✓		
Glas mit Stopsol-Beschichtung			
Supersilver Clear	✓		

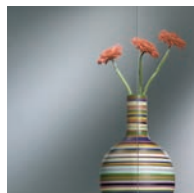
Maße/Gewicht

Matelux ist z. T. als Bandmaß, z. T. als geteiltes Bandmaß erhältlich.
 Detaillierte Abmessungen auf www.agc-yourglass.com

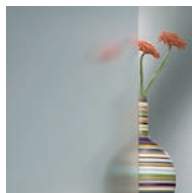
5.13.3



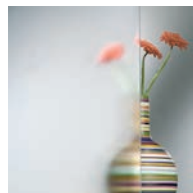
Clear



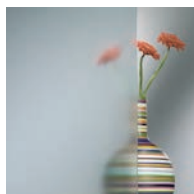
Light



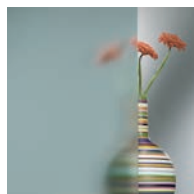
Double Sided



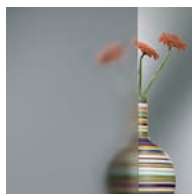
Clearvision



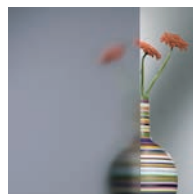
Linea Azzurra



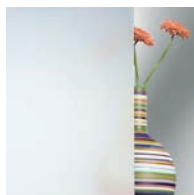
Green



Bronze



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.

Matelux Light

Die leichte Mattierung der Oberfläche bricht unerwünschte Reflexe und ist bei sehr guter Transparenz hervorragend für direkte Hinterdruckung, Lackierung und vor Bildschirmen auch im Außenbereich.

Reinigung

Die Matelux und Matelac Gläser sind von Haus aus sehr unempfindlich. Sollten sich dennoch hartnäckige Verschmutzungen ergeben, können Sie unsere Reinigungshinweise zu Rate ziehen.

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	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	Ja – Matelux ist definitionsgemäß ein mattiertes Glas
Säuremattieren	Ja – 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					✓	✓	✓
Bronze		✓		✓			
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.

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.

Die Technik eignet sich für unterschiedlichste Bereiche, z. B. Spiegel, Türen, Duschatrennungen, Glas-trennwände, 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 Haushalts-

reinigern oder gar Lösemitteln säubern, ohne Beschädigungen zu erleiden.

Auch hierbei ist eine 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

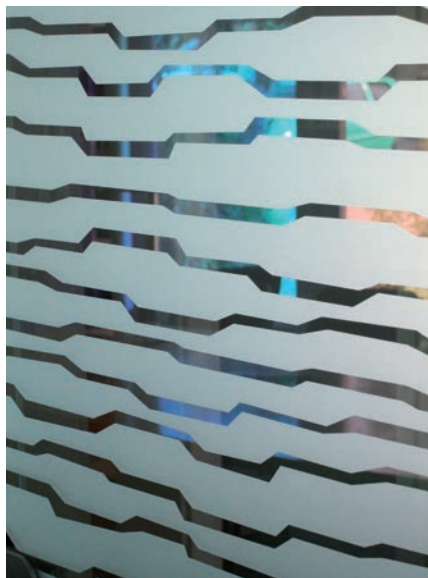
Maximalabmessungen: 300 cm x 300 cm

Minimalabmessungen: 20 cm x 30 cm

Maximales Gewicht: 175 kg

Matte Folien – ipadecor mit matter Folie

Ein weiteres Verfahren, um eine 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.



5.13.4 Lackiertes Glas – Lacobel und Matelac, Lacobel T und Matelac T

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 u. a. für Möbeldesign und Wandbekleidungen und überall dort einsetzbar, wo großzügige flächige Lösungen gefragt sind. Zudem ist die Lackbeschichtung feuchtigkeitsbeständig, womit Anwendungen in Bad und Küche möglich sind.

Die wichtigsten Gründe sich für Lacobel und Matelac zu entscheiden sind:

- die einzigartig stabile Anhaftung des Lacks an der Glasoberfläche
- eine außergewöhnliche Farbtreue selbst über verschiedene Produktionschargen hinweg
- die jederzeitige Verfügbarkeit
- dass alle für den Innenausbau üblichen Zertifikate vorhanden 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 als „SAFE“ Version lieferbar.

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 für Lacobel und Matelac 20 aufeinander abgestimmte Farbtöne geschaffen. In modischen Innenräumen treffen glatte Strukturen auf matte Oberflächen und schaffen überraschende Perspektiven.

Lackiertes Glas bietet eine enorme Vielfalt an Farben. Durch die Kombination von Oberfläche und Verspiegelung entstehen so 4 konsistente Farbpaletten in Bronze, Grau, aus Weißglas und Standard Float. Jeweils verfügbar als klares Planibel, mattiertes Matelux, klar verspiegeltem Mirox MINGE und mattiert verspiegeltem Matelac Silver lässt sich die Palette noch erweitern.

Individuelle Farbgebung

Schier unbegrenzte Farbmöglichkeiten bietet der Service „MyColour by Lacobel“ 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)

Mit „FIX-IN“ steht ein komplettes Produktprogramm an geeignetem Veklebens- 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.agc-yourglass.com (Online-Tool von AGC Glass Europe).



5.13.4

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	eingeschränkt
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz).
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Lacobel ist definitionsgemäß einseitig lackiert
Silberbeschichten	nein
Sandstrahlen/Lasern	Ja – beidseitig
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) - Bei Lacobel darf kein Wasser hinter das Glas dringen (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 4 und 6 mm erhältlich. Auf Anfrage auch in 3, 5, 8 und 10 mm

Maße:

225/255 cm x 321 cm. Auf Anfrage bis 600 cm x 321 cm (in 3, 4, 5 und 6 mm)

Technische Angaben Matelac	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emaillieren	Nein – Ausnahme kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht lackierten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	eingeschränkt
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz).
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Matelac ist definitionsgemäß auf einer Seite lackiert und gezielt eingetrübt
Silberbeschichten	Bei den Matelac Silver Farben ist die nicht mattierte Seite bereits ab Werk silberbeschichtet.
Sandstrahlen/Lasern	Ja - beidseitig
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	- Alle Matelac-Farben sind feuchtebeständig (Bad, Küche), dürfen aber nicht in Wasser getaucht werden - Bei Matelac darf kein Wasser hinter das Glas eindringen (Siilkondichtungen 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:

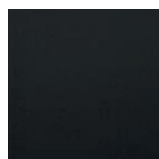
Matelac ist in 4 mm und 6 mm erhältlich. Andere Glasdicken, je nach Mindestbestellung, 3, 5, 8, 10 mm.

Maße:

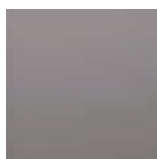
225/255 cm x 321 cm. Auf Anfrage wie Lacobel

5.13.4

Farbtafel Lacobel



0337 Lacobel
BlackStarlight



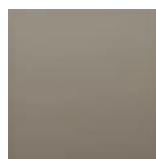
0627 Lacobel
TaupeMetal



1013 Lacobel
WhitePearl



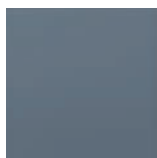
1015 Lacobel
BeigeLight



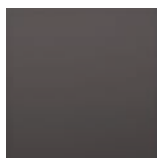
1236 Lacobel
BrownLight



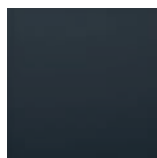
1586 Lacobel
RedLuminous



7000 Lacobel
BlueShadow



7013 Lacobel
BrownNatural



7016 Lacobel
AnthraciteAuthentic



7035 Lacobel
GreyClassic



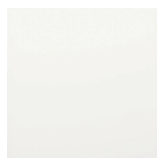
8615 Lacobel
GreenSoft



8715 Lacobel
Green Sage



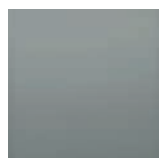
8815 Lacobel
RedTerracotta



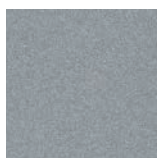
9003 Lacobel
WhitePure



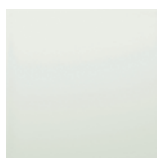
9005 Lacobel
BlackClassic



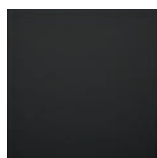
9006 Lacobel
GreyMetal



9007 Lacobel
AluminiumRich



9010 Lacobel
WhiteSoft



9015 Lacobel
BrownStarlight



9115 Lacobel
CopperMetal

Farbtafel Matelac

5.13.4



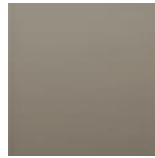
0627 Matelac
TaupeMetal



1013 Matelac
WhitePearl



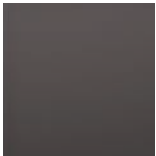
1015 Matelac
BeigeWarm



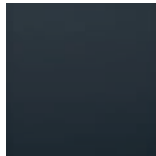
1236 Matelac
BrownLight



7000 Matelac
BlueShadow



7013 Matelac
BrownNarural



7016 Matelac
AnthraciteAuthentic



7035 Matelac
GreyClassic



8615 Matelac
GreenSoft



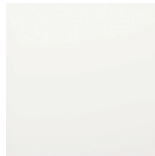
8715 Matelac
GreenSage



8815 Matelac
RedTerracotta



8915 Matelac
BrownWalnut



9003 Matelac
WhitePure



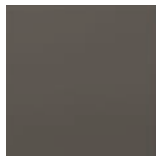
9005 Matelac
BlackClassic



9006 Matelac
GreyMetal



9010 Matelac
WhiteSoft



Matelac
SilverBronze



Matelac
SilverClear



Matelac
SilverClearvision



Matelac
SilverGrey

Lacobel T und Matelac T

5.13.4

Vorspannbares emailliertes Glas

Lacobel T und Matelac T sind hochwertig keramisch vorbeschichtete Gläser, die nur optisch mit Lacobel und Matelac verwandt sind. Verfügbar sind sie in je 10 eigenständigen Farben. Die Produkte können direkt vom Glasverarbeiter zugeschnitten und müssen vorgespannt werden. Danach sind sie als emailliertes Sicherheitsglas klassifizierbar.

Lacobel T und Matelac T können sowohl im Innen- als auch Außenbereich benutzt werden. Die obligatorische thermische Vorspannung macht sie nicht nur beständig gegenüber Temperaturschwankungen innerhalb der Scheibe, sondern verbessert auch die mechanische Festigkeit und die Hitzebeständigkeit des Glases. Das Glas zerbricht daher nicht bei einem Wärmeschock durch Sonneneinstrahlung oder andere Wärmequellen, wie z. B. in unmittelbarer Nähe zu den Flammen von Gasherden.

Mit Lacobel T und Matelac T ergänzt AGC INTERPANE die vorhandenen hochwertigen Dekorglasserien mit Einscheiben-Sicherheitsglas.

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. Lacobel T und Matelac T müssen innerhalb von 24 Monaten nach Lieferung verarbeitet werden.

Vorteile für Weiterverarbeiter

- Flexiblere Planung von Produktion und Lager
- Erhebliche Zeitersparnis, kürzere Lieferzeiten
- Einwandfreie Optik durch das industrielle Lackierverfahren
- Farbstabilität auch nach dem Vorspannen
- Kratzfester Lack mit optionaler Schutzfolie verhindert Transportschäden
- Auch außen einsetzbar, z. B. in Fassaden und Brüstungen sowie im MIG



© Vidre Negre, Italien

Technische Angaben Lacobel T/Matelac T

Verarbeitungsmöglichkeiten

Sicherheit

Vorspannen	Ja – Zwingend zu ESG oder TVG: Beim Vorspannen sind Konvektions-Öfen obligatorisch. Die lackierte Seite muss nach oben zeigen.
Laminierung	Ja – PVB- und EVA-Laminierung nach dem Vorspannen sowohl auf der lackierten als auch auf der Glasseite möglich
SAFE-Film	n/a – Es ist (nach dem Vorspannen) per Definition ein Sicherheitsprodukt, der SAFE-Film ist dann nicht mehr notwendig.

Zuschnitt

Rechtecke, Kreise	Ja – Es wird vor dem Vorspannen zugeschnitten (Lackschicht nach unten ausgerichtet): siehe „Bearbeitungsrichtlinie“ auf www.agc-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:

Maße: 225/255 cm x 321 cm (4, 6, 8 und 10 mm) bis 510 cm x 321 cm (4, 6 und 8 mm)

5.13.4

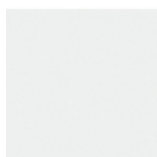
Farbtafel Lacobel T



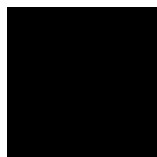
Grey
Anthracite



White
Cool



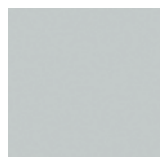
White
Crisp



Black
Deep



Blue
Light



White
Misty



Moka



White
Oyster



Green
Petrol



Grey
Zen

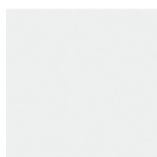
Farbtafel Matelac T



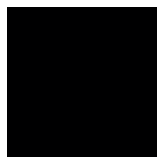
Grey
Anthracite



White
Cool



White
Crisp



Black
Deep



Blue
Light



White
Misty



Moka



White
Oyster



Green
Petrol



Grey
Zen

Lacobel T und Matelac T Farben sind nicht farbgleich kombinierbar mit denen von Lacobel und Matelac!

5.13.5 ipachrome design – metallische Glasbeschichtung

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 sowohl mit Wärmeschutz als 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 und bei Bedarf mit farbigem Digitaldruck kombiniert werden. Darauf folgen die Chrombeschichtung und eine anschließende Demaskierung. Das Endergebnis ist eine detailreiche und filigran verspiegelte Scheibe mit tiefem Kontrast.

ipachrome kann in Kombination mit vielen Glastypen eingesetzt werden mit sehr spannenden und außergewöhnlichen Ergebnissen. So auf ipasol Sonnenschutzgläsern oder auf Designglas wie Matelux oder Gußglas, farbigem Float u. v. m.

ipachrome design - auch im Interieur

Durch den intensiven Spiegeleffekt dieser Beschichtung und der Möglichkeit, klare und spiegelnde Flächen auf einer Scheibe zu kombinieren, ist ipachrome design ebenfalls interessant für den Innenbereich. Ornamentik, Vasallen, Rasterpunkte u. v. m. in Verbindung mit farbigem Digital- oder Siebdruck, bei Bedarf auch als ESG oder VSG mit der Beschichtung zur Folie (diese bei Bedarf noch farbig) oder das Ganze auf durchgefärbtem Glas, lässt weder gestalterisch noch funktional Wünsche offen. Ist ein subtilerer Spiegeleffekt gewünscht, ist der gleiche Spielraum mit ipasol bright umsetzbar.

Aus der Verglasung wird so eine optisch attraktive Designkomponente mit hohem Aufmerksamkeitswert – ohne jeden Abstrich an die Funktionalität.

5.13.5



Foto: Oliver Heissner

5.13.6 Farbiges Verbundglas – My Colour by Stratobel

5.13.6

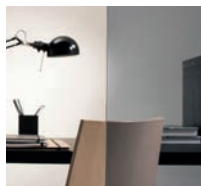
Verbundglas mit transparenter, transluzenter oder opaker Farbgebung erhält seine (vorwiegend optischen) Eigenschaften durch eine oder mehrere PVB-Folien. Diese können klar, getönt oder mattiert sein. Auch das jeweilige Substrat kann klar, getönt oder satiniert sein.

Auf diese Art und Weise sind sehr viele verschiedene Glästönungen herstellbar.

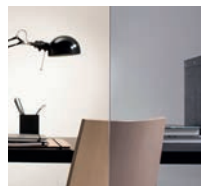
Mit farbigem VSG lassen sich sowohl Anwendungen im Innenausbau als auch in der Fassadenarchitektur realisieren. Auch Kombinationen mit Low-E oder Sonnenschutz-Verglasungen, sowie Schallschuttlösungen sind möglich.

Stratobel Colour bietet eine Auswahl von acht klassischen, naturinspirierten Farbtönen und besitzt dennoch die typischen Eigenschaften eines Verbund-sicherheitsglases. Grau- und Brauntöne verleihen Ihren Projekten Charakter, ohne Abstriche beim Sichtkomfort oder Lichteinfall zu machen. Durch das Kombinieren mehrerer Folien einer Farbe können Sie die gewünschte Lichtdurchlässigkeit genau bestimmen. Die Verwendung mehrerer mattweißer PVB-Folien (Mat 80 und Mat 65) schützt Sie vor neugierigen Blicken, lässt aber trotzdem das Licht herein. Sie haben somit viele Möglichkeiten der Produktgestaltung für Ihre Projekte - sei es im Innen- oder Außenbereich.

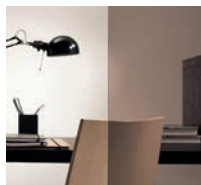
Mit My Colour by Stratobel bietet AGC INTERPANE die Möglichkeit, anspruchsvolle Projekte nach Ihren Bedürfnissen zu gestalten. Durch das Kombinieren farbiger PVB-Folien kreieren Sie Ihre Wunschfarbe. Mehr als 3.000 Farben lassen sich so generieren.



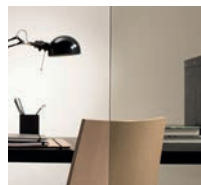
Stone Grey



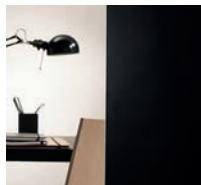
Mineral Grey



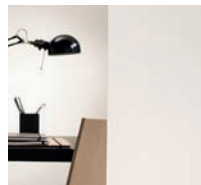
Terra Brown



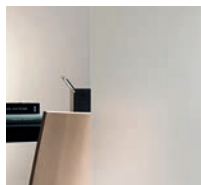
Sandy Brown



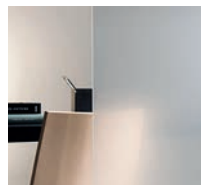
Black Opaque



White Opaque



White Mat 65



White Mat 80

Beispiele möglicher Kombinationen für Ihre Projekte

Kompatibilität (PVB-Folie, 0,38 PVB)	Klar	White Mat 65	White Mat 80	Stratophone
Stratobel Sandy Brown	✓	✓	✓	✓
Stratobel Terra Brown	✓	✓	✓	✓
Stratobel Mineral Grey	✓	✓	✓	✓
Stratobel Stone Grey	✗	✓	✓	✓
Stratobel White Opaque*	✓	-	-	✓
Stratobel Black Opaque*	✓	-	-	✓

* Weiß und Schwarz in der Version «Opaque» ist absolut undurchsichtig mit den Vorteilen eines Verbundglases.

Stratobel White Mat 65 & White Mat 80 sind mit dem Bronze-Zertifikat für Ökoeffektivität nach Cradle to Cradle™ ausgezeichnet

Technische Daten Stratobel Colour (nur Standardprodukte, weitere Kombinationen auf Anfrage)

Stratobel Colour	22,1	33,1	33,2 (1 PVB farbig + klar)	44,1	44,2 (1 PVB farbig + klar)	44,2 (2 PVB farbig)	44,6 (1 PVB farbig + klar)	66,1	66,2 (1 PVB farbig + klar)	88,2 (1 PVB farbig + klar)
White Mat 65 Clearlite TL/EA %	68/26*	67/26	67/27	67/28	67/29	42/47	67/32	65/31	65/32	64/35
White Mat 65 Clearvision TL/EA %	–	69/22	69/23	69/22	69/23	44/43	69/26	69/23	69/24	68/25
White Mat 80 Clearlite TL/EA %	84/17*	84/17	84/19	83/19	83/20	–	83/23	82/23	82/24	80/28
White Mat 80 Clearvision TL/EA %	–	86/12	86/14	86/13	86/15	–	86/18	86/14	85/16	85/17
Sandy Brown Clearlite TL/EA %	55/40*	55/40	55/41	54/42	54/43	33/60	54/46	53/45	53/46	52/49
Sandy Brown Clearvision TL/EA %	–	56/37	56/38	56/37	56/39	34/57	56/41	56/38	56/39	56/40
Terra Brown Clearlite TL/EA %	55/39*	54/39	54/40	54/40	54/41	33/57	54/44	53/43	53/45	52/47
Terra Brown Clearvision TL/EA %	–	56/35	56/36	56/36	56/37	34/54	56/39	55/36	55/38	55/38
Stone Grey Clearlite TL/EA %	44/43*	44/43	–	43/45	–	21/63	–	43/48	–	–
Stone Grey Clearvision TL/EA %	–	45/40	–	45/40	–	22/60	–	45/41	–	–
Mineral Grey Clearlite TL/EA %	50/39*	50/38	50/40	50/40	50/41	28/57	50/44	49/43	49/45	48/48
Mineral Grey Clearvision TL/EA %	–	51/35	51/37	51/35	51/37	29/53	51/40	51/36	51/38	51/38
Widerstandsfähig gegen Stöße, gemäß EN 12600	2B2	2B2	1B1	2B2	1B1	1B1	1B1	1B1	1B1	1B1
Einbruchhemmend, gemäß EN 356	NPD	NPD	P2A	NPD	P2A	P2A	P5A	NPD	P2A	P2A
Produkt auf Lager		✓	✓	✓	✓				✓	
Geteilte Bandmaße sind mit Dekorprodukten in einer Liefereinheit kombinierbar		✓								

* 22,1 ist nur in Plambel Clear verfügbar

5.13.7

5.13.7 Rillenschliff

Unter Rillenschliff versteht man hochwertige Ornamente und Dekore mit matten oder polierten Schliffritten.

5.13.7

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



5.13.8 Spiegel Mirox 4Green, Mirox MNGE, Mirolid Morena

Mirox 4Green

Die neueste Generation des ökologischen Spiegels

AGC ist es gelungen mit diesem Spiegel neue Maßstäbe für umweltbewusstes Handeln zu setzen. Die spiegelnde Beschichtung sowie die nunmehr 2-fache Schutzlackierung kommen gänzlich ohne den Zusatz von Blei aus. Nicht nur in der Verwendung, sondern insbesondere auch in der Herstellung belastet dieses Produkt die Umwelt deswegen deutlich weniger als herkömmliche Spiegel. Wir bieten allen, die eine tiefe Verantwortung für Ihre Umwelt bewegt, hiermit die Möglichkeit einen Spiegel zu wählen, der lediglich die natürliche Bleibelastung von 0,004 %, also > 40 ppm in sich trägt. Kupfer- und Formaldehydfreiheit verstehen sich selbstverständlich.

Damit ist der Nutzer auch für die Zukunft und den strenger werdenden EU Richtlinien gerüstet. Der Spiegel ist C2C Silber zertifiziert.

Darüber hinaus ist dieser Spiegel hoch opak und kann mit handelsüblichen LEDs nicht mehr nachweisbar durchleuchtet werden. Das in einigen Fällen notwendige Abdecken von hinter dem Spiegel angebrachter Beleuchtung entfällt also in Zukunft - ein weiterer Beitrag zur effizienten Verarbeitung.

Selbstverständlich lässt sich der Mirox 4Green in sämtlichen Belangen gleich einfach Be- und Verarbeiten, sodaß eine Umstellung von Prozessen nicht notwendig ist.

Der in Übereinstimmung mit der RoHS Direktive 2011/65/EU hergestellte Spiegel ist in den Glas Farben Klarglas, Weißglas, Bronze und Grau in 3, 4, 5, 6 und 8 mm verfügbar. Zum Erreichen der Sicherheitsanforderung nach EN 12600 Klasse B ist Mirox 4Green auch als Safe Version erhältlich. Er wird derzeit parallel zum etablierten Mirox MNGE angeboten und ist erkennbar an seinem Aufdruck auf der Rückseite. Die zerti-

fizierte Montage erfolgt mit dem bewährten Klebesystem FIX-IN. Sämtliche Dokumente zum Nachweis auch z. B. der Brandschutzklasse u. v. m. können bei Bedarf angefordert werden.

5.13.8

Technische Angaben Mirox 4Green	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruk und Emallieren	Nein – Ausnahme: kaltes Siebdrukverfahren auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Verbund	
PVB	Nein
EVA	Nein
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Verletzungsschutz)
Oberflächenbehandlung	
Farbe und Lack	Nein
Silberbeschichten	Mirox 4G ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet.
Sandstrahlen	Ja
Säuremattieren	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite – siehe Matelac Silver
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	Ja
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 4G

Standarddicken (mm)				
	3	4	5	6
Clear	✓	✓	✓	✓
Bronze	✓	✓	✓	✓
Grey	✓	✓	✓	✓
Green		✓		✓
Black (Black Mirox)		✓		✓

Weitere Glasdicken 8 mm und 10 mm.
Mirox 4G Clearvision (abweichend): auf Anfrage.

5.13.8

Mirox MNGE

Durch das patentierte Fabrikationsverfahren mit seiner hochwertigen Mehrfachbeschichtung 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“ erhältlich. Unsere Spiegel sind mit unserem Klebesystem FixIn zertifizierbar und mit Garantie auf Oberflächen anzubringen.

Lieferbar ist Mirox MNGE in den Farben hell auf Weißglas, grün, grau, schwarz und bronze. Die Pendants dieser Spiegel, jedoch mit satinierter Oberfläche, finden sich in unserem Matelac Programm. Alle Matelac Silver Farben entsprechen in Farbe und Aufbau ihren jeweiligen Mirox MNGE Partnern. Sie können exzellent als Oberfläche gemeinsam miteinander verwendet werden.

Standarddicken (mm)							
	1,9	2,1	3	4	5	6	8
Clear	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Clearvision			✓	✓	✓	✓	
Bronze			✓	✓	✓	✓	✓
Grey			✓	✓	✓	✓	✓
Black (Black Mirox)						✓	
SAFE		✓	✓	✓	✓	✓	

Weitere Glasdicken und Glasfarben: auf Anfrage
Maße: 225/255/600 cm x 321 cm



Technische Angaben Mirox MNGE	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emaillieren	Nein – Ausnahme: kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Digitaldruck	Ja, organisch
Verbund	
PVB	Ja, auf der nicht silberbeschichteten Seite auch in Kombination mit farbigen Folien
EVA	Ja
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz)
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	Ja, auf der nicht silberbeschichteten Seite auch in Kombination mit farbigen Folien
Silberbeschichten	Mirox MNGE ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet.
Sandstrahlen/Lasern	Ja
Säuremattieren	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite – siehe Matelac Silver
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise	Ja
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, nicht in Wasser eintauchen
UV-Schutz	Ja
Brandverhalten	Baustoffklasse gem. EN 1036 und EN 13501-1: A1 A2 – s1,d0 für Mirox MNGE SAFE mit FIX-IN montiert: B-s1,d0

Mirolld Morena
Oxidierter Antikspiegel

Mirolld Morena ist eine Spiegel-Variante mit einem einzigartigen Antik-Look, welcher durch Oxidieren der Silberbeschichtung hergestellt wird. Es entsteht so für jeden m² ein leicht unterschiedliches Bild, sodass auch große Flächen mit einem unverwechselbaren und lebendigen Charakter realisiert werden können.



Technische Angaben Mirolld Morena	
Verarbeitungsmöglichkeiten	
Wärmebehandlung	
Thermisches Vorspannen	Nein
Siebdruck und Emaillieren	Nein – Ausnahme: kaltes Siebdruckverfahren auf der nicht silberbeschichteten Seite
Biegen	Nein
Digitaldruck	Ja, organisch
Verbund	
PVB	Ja, auf der nicht silberbeschichteten Seite auch in Kombination mit farbigen Folien
EVA	Ja
Sicherheitsglas möglich	
Einsatz Sicherheitsfolie SAFE	Ja – gemäß EN 12600, Klasse 2B2 (Personenschutz)
Oberflächenbehandlung	
Tönen und Lackieren	ja, siehe PVB
Silberbeschichten	Mirox MNGE ist definitionsgemäß einseitig silberbeschichtet.
Sandstrahlen/Lasern	Ja
Säuremattieren	Ja – auf der nicht silberbeschichteten Seite – siehe Matelac Silver
Schneiden und verarbeiten	
Rechtecke, Kreise Kantenschleifen, Bearbeitung, Bohren, Kerben	Ja – kann wie herkömmliches Spiegelglas zugeschnitten werden
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
Maße: 225/255/600 cm x 321 cm

5.13.8

5.13.9 Ornamentglas – Imagin / Oltreluce

5.13.9

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 gebräuchlichen 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 die Gussglaspalette *Imagin/Oltreluce an:*

Strukturiert in 9 typisierte Untergruppen mit verschiedenen Ornamentvarianten, inklusive drahtgebundene Produkte für besondere Sicherheit (feuerbeständig).

Enthalten ist die Ornamentglas Kollektion Oltreluce, gestaltet von dem italienischen Designer Michele De Lucchi. Dieses exklusive Sortiment stellt die Effekte der Muster in den Mittelpunkt und spielt intensiv mit Licht und Schatten und den entstehenden feinen Variationen des Lichts.

Alle Ornamentgläser sind analog zum klaren Glas durch verschiedene Techniken weiter gestaltbar und können so zu sehr außergewöhnlichen Oberflächen werden.

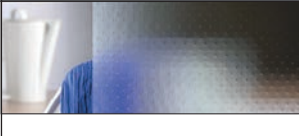

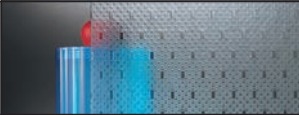
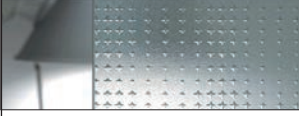



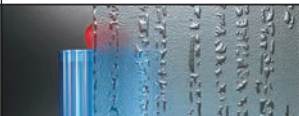


Imagin mit Drahteinlage

Glas mit integrierem Drahtgeflecht

Imagin Wired ist intensiv mit dem Gedanken eines Retro Materials verbunden. Insbesondere die Wired 1 mit ihrer grobmaschigen Struktur und eingeschlossenen Luftblasen machen dieses Glas sehr eigenständig. Außerdem sorgt die Drahteinlage für die feuerbeständige Variante der Gussglassreihe Imagin. Das integrierte Drahtgeflecht hält die Bruchstücke bei Glasbruch zusammen. Die Produktserie umfasst auch poliertes Klarglas mit Drahteinlage. Die Feuerbeständigkeit entspricht den Normen „Poliertes Drahtglas P (E30/E60)“ und „Poliertes Drahtglas J (E30)“.

Verfügbarkeit:

Je nach Glasdicke und Produkttyp. Bitte informieren Sie sich ebenso zu den jeweils im Standard oder On-Demand zur Verfügung stehenden Varianten unter www.agc-yourglass.com oder Ihrem AGC INTERPANE Berater.

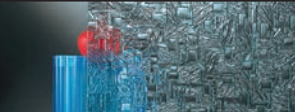

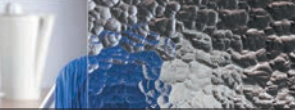
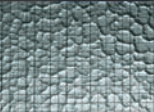




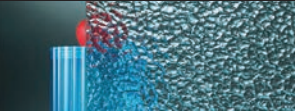

Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Eclissi	Aesthetic		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			4 mm	3350 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3350 x 2040	✓	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 2040				
Quatrix	Aesthetic		3 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
			4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
			Sandgestrahlte Version s. nachf.				
Quatrix sandblasted	Sandblasted		4 mm	3350 x 1850	✓	☞	✓
Space	Aesthetic		4 mm	3350 x 1850	✓	☞	☞
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3350 x 2040	✓	☞	☞
						Oltreluca Space[®] Michele De Lucchi Maximalgröße 3750 x 2040 Rückseitige Verspiegelung oder Lackierung auf Anfrage	
Alexandria	Antiques		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Alexandria	Wired		7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2"				
Farao	Antiques		4 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
			10 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
			Sandgestrahlte Version s. nachf.				
Farao sandblasted	Sandblasted		4 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓
Maya	Antiques		5 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	☞	☞	☞
						Sandgestrahlte Version s. nachf.	
Maya sandblasted	Sandblasted		5 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

Programm = enthalten im Ornamentprogramm
 ESG = vorspannbar

Lam = geeignet für Verbundglas
 ISO = geeignet für Isolierverglasung


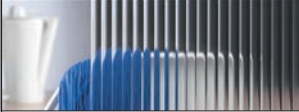
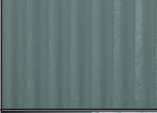




5.13.9

Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Nordic	Antiques		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Nordic	Wired		7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2"				
Atlantic	Cathedral		4 mm	3350 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3350 x 2040	✓	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 2040 mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Atlantic	Wired		6 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2"				
Cathédrale „B“	Cathedral		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
Flint	Cathedral		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
Kathedral Gross	Cathedral		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
Kathedral Klein	Cathedral		4 mm	2130 x 1650	✓	☞	✓
			4 mm	3350 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 2040 speziell für Gewächshäuser geeignet				
Marine	Cathedral		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
Martelé „O“	Cathedral		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

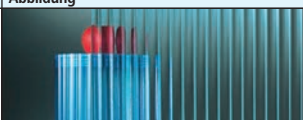
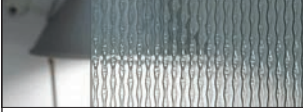
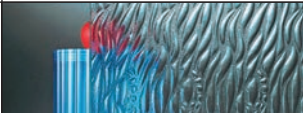
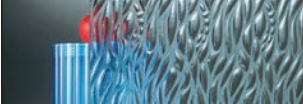


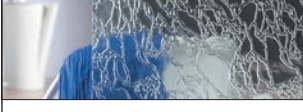

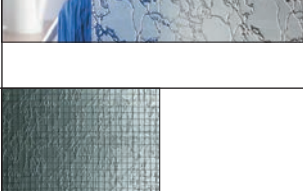
Programm = enthalten im Ornamentprogramm
 ESG = vorspannbar

Lam = geeignet für Verbundglas
 ISO = geeignet für Isolierverglasung

Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Sahara	Cathedral		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
Flutes	Linear		4 mm	2130 x 1610	✓	☞	✓
			4 mm	2540 x 1610	✓	☞	✓
			4 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			Maximalgröße 3750 x 1850 Sandgestrahlte Version s. nachf.				
Flutes sandblasted	Sandblasted		4 mm	2130 x 1610	✓	☞	✓
			4 mm	2540 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			Maximalgröße 3350 x 1610				
Flutex	Linear		6 mm	3750 x 1850	✓	✓	✓
			doppelseitig Flutex/Crepi auf Anfrage speziell für Laminierung geeignet				
Listral151	Linear		5 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
Patterned Glass 130	Linear		5 mm	2540 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
Raywall 45	Linear		4 mm	3350 x 1850	☞	✓	✓
			5 mm	3750 x 1850	☞	✓	✓
			6 mm	3750 x 1850	☞	✓	✓
			8 mm	3750 x 1850	☞	✓	☞
			10 mm	3750 x 1850	☞	✓	☞
			Maximalgröße 3750 x 1850 speziell für sonnenstandsabhängige Strahlungsoptimierung entwickelt				
Raywall 90	Linear		5 mm	3350 x 1850	☞	✓	✓
			6 mm	3750 x 1850	☞	✓	✓
			8 mm	3750 x 1850	☞	✓	☞
			10 mm	3750 x 1850	☞	✓	☞
			Maximalgröße 3750 x 1850 speziell für sonnenstandsabhängige Strahlungsoptimierung entwickelt				
Square	Linear		5 mm	3750 x 1610	☞	☞	✓

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage Programm = enthalten im Ornamentprogramm Lam = geeignet für Verbundglas
 Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage ESG = vorspannbar ISO = geeignet für Isolierverglasung

5.13.9

Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Stalactit	Linear		4 mm	3750 x 1650	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1650	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1650	✓	☞	✓
Waves	Linear		4 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	☞	☞	☞
			10 mm	3750 x 1850	☞	☞	☞
			Oltrecluse Waves® Michele De Lucchi Maximalgröße 3750 x 1850 Rückseitige Verspiegelung oder Lackierung auf Anfrage				
Aero	Nature		4 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			Sandgestrahlte Version s. nachf.				
Aero sandblasted	Sandblasted		4 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
Bamboo	Nature		5 mm	2130 x 1610	☞	☞	✓
			6 mm	3750 x 1610	☞	☞	✓
			8 mm	3750 x 1610	☞	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 1850 Sandgestrahlte Version s. nachf.				
Bamboo sandblasted	Sandblasted		5 mm	2130 x 1610	☞	☞	✓
			6 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			8 mm	3350 x 1610	☞	☞	☞
			Maximalgröße 3350 x 1850				
Delta	Nature		4 mm	2130 x 1610	✓	☞	✓
			4 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
			10 mm 3750 x 1850 ✓ ☞ ☞ Maximalgröße 3750 x 1850 Sandgestrahlte und Drahtglas-Version s. nachf.				
Delta sandblasted	Sandblasted		4 mm	2130 x 1610	✓	☞	✓
			4 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3350 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3350 x 1850	✓	☞	☞
			10 mm 3350 x 1850 ✓ ☞ ☞ Maximalgröße 3350 x 1850				
Wired Delta	Wired		6 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			7 mm 3750 x 1850 ☞ ☞ ✓ Metallgewebe Maschenweite 1/2"				

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

Programm = enthalten im Ornamentprogramm
ESG = vorgespannt

Lam = geeignet für Verbundglas
ISO = geeignet für Isolierverglasung


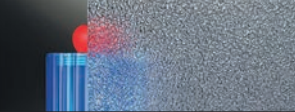


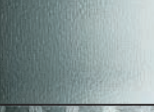





Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Diamante9	Nature		4 mm	2540 x 1850	✓	✗	✓
			4 mm	3350 x 1850	✓	✗	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			Maximalgröße 3750 x 2040 mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Diamante9	Wired		7 mm	3750 x 2040	✗	✗	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2"				
Kura	Nature		4 mm	2100 x 1850	✓	✗	✓
			4 mm	2140 x 1320	✓	✗	✓
			4 mm	2540 x 1850	✓	✗	✓
			4 mm	3350 x 1850	✓	✗	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			10 mm	3750 x 1850	✓	✗	✓
Maximalgröße 3750 x 2040							
Niagara	Nature		5 mm	2130 x 1610	✗	✗	✓
			5 mm	3350 x 1610	✗	✗	✓
			6 mm	3750 x 2040	✗	✗	✓
			8 mm	3750 x 2040	✗	✗	✓
Maximalgröße 3750 x 2040 Sandgestrahlte Version s. nachf.							
Niagara sandblasted	Sandblasted		5 mm	2130 x 1610	✗	✗	✓
			5 mm	3350 x 1610	✗	✗	✓
			6 mm	3750 x 1850	✗	✗	✓
			8 mm	3750 x 1850	✗	✗	✓
Maximalgröße 3750 x 1850							
Denim	Pixel		4 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
mit Drahtgeflecht s. nachf. doppelseitig Krizet/Crepi auf Anfrage							
Wired Denim	Wired		7 mm	3750 x 2040	✗	✗	✓
Metallgewebe Maschenweite 1/2"							
Galette	Pixel		4 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	✗	✓
Krizet	Pixel		4 mm	2130 x 1650	✓	✓	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
Maximalgröße 3750 x 2040							
Screen	Pixel		3 mm	3750 x 1850	✓	✓	✗
			4 mm	2540 x 1850	✓	✓	✓
			4 mm	3350 x 1850	✓	✓	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	✓	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	✓	✓
Maximalgröße 3750 x 1850							

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
 Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

Programm = enthalten im Ornamentprogramm
 ESG = vorspannbar

Lam = geeignet für Verbundglas
 ISO = geeignet für Isolierverglasung

5.13.9

Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Galaxy	Retro		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
Listral 77	Retro		4 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Listral 77	Wired		6 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			7 mm	3750 x 1850	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1"				
Travertino	Retro		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
Tweed	Retro		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
Twist	Retro		4 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	☞	✓
Bucny	Rounded		5 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
Circles	Rounded		4 mm	3350 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3350 x 2040	✓	☞	☞
			10 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			Oltrecluse Circles® Michele De Lucchi Maximalgröße 3750 x 2040 Rückseitige Verspiegelung oder Lackierung auf Anfrage				
„D“	Roundet		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired „D“	Wired		6 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	☞	☞	✓
			7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2" Maximalgröße 3750 x 1850				

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

Programm = enthalten im Ornamentprogramm
ESG = vorspannbar

Lam = geeignet für Verbundglas
ISO = geeignet für Isolierverglasung


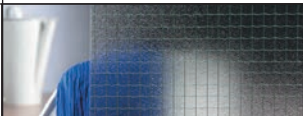


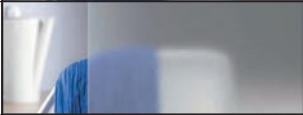



Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Konfeta	Rounded		4 mm	1200 x 1850	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			10 mm	3750 x 1850	✓	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 2040 mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Konfeta	Wired		6 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2"				
„S“	Rounded		4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired „S“	Wired		6 mm	2540 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓
			7 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2" Maximalgröße 3750 x 2040				
33/33	Soft		3 mm	3750 x 2040	✓	✓	☞
			4 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			10 mm	3500 x 1853	✓	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 2040 Crepri doppelseitig				
Antique	Soft		3 mm	3750 x 1610	✓	☞	☞
			4 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
Chinchilla	Soft		3 mm	3750 x 2040	✓	✓	☞
			4 mm	2130 x 1610	✓	✓	✓
			4 mm	2540 x 1610	✓	✓	✓
			4 mm	3350 x 1610	✓	✓	✓
			4,2 mm	3210 x 1850	✓	✓	✓
			4,2 mm	3210 x 2000	✓	✓	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			6 mm	2130 x 1850	✓	✓	✓
			8 mm	2250 x 1850	✓	☞	☞
			10 mm 3500 x 1850 Maximalgröße 3750 x 2040				
Garten	Soft		3 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞
			4 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 2040	✓	☞	✓
			8 mm	3750 x 2040	✓	☞	☞

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

Programm = enthalten im Ornamentprogramm
 ESG = vorspannbar

Lam = geeignet für Verbundglas
 ISO = geeignet für Isolierverglasung

5.13.9

Ornament	Programm	Abbildung	Dicke	Maß	ESG	Lam	ISO
Crepì	Soft		3 mm	3600 x 1850	✓	✓	☞
			4 mm	2140 x 1320	✓	✓	✓
			4 mm	2130 x 1650	✓	✓	✓
			4 mm	3350 x 1850	✓	✓	✓
			4 mm	3350 x 2040	✓	✓	✓
			4,2 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			5 mm	3750 x 2040	✓	✓	✓
			6 mm	2540 x 2040	✓	✓	✓
			6 mm	3350 x 2040	✓	✓	✓
			8 mm	3350 x 2040	✓	☞	☞
			Maximalgröße 3750 x 2040 mit Drahtgeflecht s. nachf.				
Wired Crepi	Wired		6 mm	2540 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	☞	☞	✓
			7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2" Maximalgröße 3750 x 2040				
Gothic	Soft		3 mm	3750 x 1850	✓	✓	☞
			4 mm	2130 x 1610	✓	✓	✓
			4 mm	2540 x 1610	✓	✓	✓
			4 mm	3350 x 1610	✓	✓	✓
			5 mm	3750 x 1850	✓	✓	✓
			6 mm	3750 x 1850	✓	✓	✓
			Maximalgröße 3750 x 1850				
Satinbel	Soft		3 mm	3750 x 1610	✓	☞	☞
			4 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
			6 mm	3750 x 1610	✓	☞	✓
Satinbel sandblasted	Sandblasted		3 mm	3350 x 1610	✓	☞	☞
			4 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			5 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
			6 mm	3350 x 1610	✓	☞	✓
Wired „O“ 1/2“	Wired		6 mm	2310 x 1500	☞	☞	✓
			6 mm	2540 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3350 x 1850	☞	☞	✓
			6 mm	3350 x 2040	☞	☞	✓
			7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2" Maximalgröße 3750 x 2040				
Wired „O“ 1“	Wired		6 mm	3350 x 2040	☞	☞	✓
			7 mm	3750 x 2040	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1" Maximalgröße 3750 x 2040				
Polished Wired Safety Glass	Wired		7 mm	3302 x 1984	☞	☞	✓
			Metallgewebe Maschenweite 1/2" Maximalgröße 3820 x 2540				

Fett gedruckte Ornamente sind Standards, alle anderen auf Anfrage
Fett gedruckte Dicken sind Standards, alle anderen auf Anfrage

Programm = enthalten im Ornamentprogramm
ESG = vorspannbar

Lam = geeignet für Verbundglas
ISO = geeignet für Isolierverglasung

5.13.10 FIX-IN: Glasklebelösung für Designgläser

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 ein eigenes, mit Garantien versehenes Lösungssystem für viele verschiedene Klebe- und Befestigungstechniken an: die FIX-IN Glasklebelösung für opake Designgläser.

Die FIX-IN Produktreihe ist eine Systemlösung für alle Aufgaben in der Innenanwendung und eignet sich besonders für alle opaken Designgläser Mirox, Lacobel/Matelac, Lacobel T/Matelac T. Die gute Kompatibilität der verschiedenen FIX-IN-Komponenten untereinander verhindert korrosive Lackschäden an der Rückseite des Glases, sodass die Beschichtung der Dekorgläser farblich stabil bleibt.

AGC INTERPANE bietet zudem für alle Floatprodukte eine 5-Jahres-Garantie¹⁾, für alle emaillierten Gläser eine 10-Jahres-Garantie gegen Verfärbung, Abpellen oder Rissbildung der Farbe auf der Rückseite des Glases. Die unterschiedlichen Glastypen/FIX-IN Kombinationen sind darüber hinaus mit Brandschutz Zertifikaten versehen. Diese können bei Bedarf von unserem Beraterteam angefordert werden.



Anwender können die verschiedenen Systemkomponenten online auf www.agc-store.com oder bei ihren Glaslieferanten erwerben. Um die Anwendung der FIX-IN Produkte noch komfortabler zu gestalten, stellt AGC INTERPANE im AGC Store sowie unter www.agc-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 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 Wandsubstrate getestet, einschließlich Fliesen als Untergrund für Sanierungsarbeiten (siehe Tabelle auf nachfolgender Seite).

¹⁾ Diese Garantie unterliegt bestimmten Bedingungen. Weitere Informationen finden Sie auf www.agc-yourglass.com.

Untergrund und Wandgrundierung	Primer	Silikonkleber
Produkt	FIX-IN PR Primer	FIX-IN SL 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 Anwendung: Für einige helle Farben empfiehlt AGC INTERPANE, den Untergrund weiß oder in der jeweiligen Glasfarbe zu streichen, um eine einheitliche Optik auch an den Glaskanten 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.

Lacobell Metallic-Farben dürfen in feuchten Bereichen nur mit Sicherheitsfolie SAFE angewendet werden. Dieses Vorgehen empfiehlt sich darüber hinaus grundsätzlich für alle Farben in Bereichen mit Feuchte Risiko oder solchen mit zu erwartenden mechanischen Belastungen für die Lackfläche.

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.agc-yourglass.com. Regionale Bestimmungen und Vorschriften sind ebenfalls einzuhalten.

FIX-IN Glasreinigung für matte Glasoberflächen

Das Reinigen matterter Glasoberflächen war noch nie so einfach. AGC INTERPANE bietet 2 Sets an, die auf verschiedene Anwendergruppen zugeschnitten sind. Sie gewährleisten die perfekte Lösung für die Reinigung unserer säuremattierten Gläser sowie unseres Anti-Reflex-Glases Planibel Clearsignt.

Entdecken Sie selbst die Vorteile und testen Sie unsere FIX-IN Reinigungssets. Die Schwämme können nach Ihren Bedürfnissen zugeschnitten werden.

Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte unserer Reinigungsanleitung für säuremattiertes Glas. Verfügbar unter www.agc-yourglass.com oder im AGC Store (www.agc-store.com) Dort finden Sie ebenfalls Links zu Videos, die alle notwendigen Schritte visualisieren.

AGC bietet 2 Arten von Reinigungssets:

- FIX-IN Reinigungsset für Glasmonteur
 - Schwamm für die Glasreinigung
 - Silikonentferner zur Beseitigung von Silikonrückständen
 - Oberflächenreiniger für die gründliche Schwammreinigung matterter Gläser

- FIX-IN Reinigungsset für Endverbraucher
 - Glasreiniger
 - Schwamm

5.14 Anwendungen für Objekt- und Personenschutz

5.14.1 ipasafe-Objekt- und Personenschutz

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 werkseigener Produktionskontrolle. Sie unterteilen sich in folgende Gruppen:

- durchwurfhemmende 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.

Wegen 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.

Durchwurfhemmende 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 Prüf-anforderungen und die sich daraus ergebenden Widerstandsklassen der jeweiligen Norm sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Klasseneinteilung durchwurfhemmend EN 356

Widerstands-klasse	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.

5.14

Lieferprogramm für durchwurffhemmende ipasafe-Standardtypen

5.14.1

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 368, Tabelle II ipasafe-Lieferprogramm)

- Alle vorstehenden Typen können mit iplus 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 durchwurffhemmende ipasafe-Sondertypen

5.14.1

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 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

5.14.1

Durchbruchhemmende Verglasungen

Die Norm klassifiziert 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

5.14.1

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
			mm	mm	kg/m ²	cm	m ²	-	-	
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	103-7	P7B	einschalig	21	45	260 x 420	10,92	1:10	-	Galerien, Museen, Antiquitätengeschäfte, Kaufhäuser, psychiatrische Anstalten
			21/10/6	37	60	250 / 400	8,00	1: 6	-	
ipasafe	303-7	P8B	einschalig	23	47	260 x 420	10,92	1:10	-	Juweliere, Kürschner, Justizvollzugsanstalten
			23/10/6	39	62	250 / 400	8,00	1: 6	-	

- Alle vorstehenden Typen können mit iplus 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.
- 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-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
- Mindestdurchmesser: 45 cm
- Maximaldurchmesser: 180 cm
- Maximalgewicht: 1000 kg pro Glaseinheit

Weitere Typen auf Anfrage.

5.14.1

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

5.14.1

Technische Daten: ipasafe EH									
Produkt	Code	Widerstandsklasse	Aufbau (bei Isolierglas außen/SZR/innen)	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen	max. Oberfläche	max. Seitenverhältnis	Anwendungsgebiete
			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 Typen können mit iplus 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. 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-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.
- 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

5.14.1

Durchschusshemmende Verglasungen

Das ipasafe-Panzerglas von AGC 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

5.14.1

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	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	88	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	004-8-B	BR4-S	30	67	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	304-6-B	BR4-S	32	75	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	73	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	32	75	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

Lieferprogramm für durchschusshemmende ipasafe-Typen; Isolierglas

5.14.1

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	62	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	62	125	260 / 420	8,00	1: 6
ipasafe	3209-1-B	BR6-NS	37/9/37	83	177	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	89	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	8209-1-B	SG2-NS	44/9/35	89	188	260 / 420	5,32	1: 6

- Alle vorstehenden ipasafe Typen können mit plus 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.

**Sprengwirkungshemmende Verglasungen
EN 13 541**

Diese Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren für die Klassifizierung von sprengwirkungshemmenden Sicherheitsonderverglasungen für das Bauwesen fest. Die Hauptanforderung an sprengwirkungshemmende Verglasungen ist, Menschen gegen Explosionsdruckwellen zu schützen.

Das Verfahren ist nur bestimmt für die Prüfung von sprengwirkungshemmenden Verglasungen, denen bereits eine Widerstandsklasse nach EN 356 zuge-

ordnet 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.

5.14.1

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	≥ 200
ER 2	100 ≤ Pr < 150	900 ≤ i+ < 1500	≥ 200
ER 3	150 ≤ Pr < 200	1500 ≤ i+ < 2200	≥ 200
ER 4	200 ≤ Pr < 250	2200 ≤ i+ < 3200	≥ 200

AGC INTERPANE bietet im Bereich sprengwirkungshemmender Verglasungen die leistungsfähige Produktpalette **Stratobel Security Explosion** an.

Technische Daten: Stratobel Security Explosion

Produkt	Typ	Sprengwirkungshemmung nach EN 13541	Zusatzleistung	Dicke	Gewicht	max. Abmessungen
				mm	kg/m ²	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 Thin Version: forthin and light solutions	823.860-EX PC	ER3-NS	1B1 P7B	24	52	Festmaß

5.14.2 ipasafe-Objekt- und Personenschutz gem. Bankenforderung

5.14.2

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-Bankglas 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-Bankglas

Technische Daten: Bankglas – 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.

5.14.3 ipasafe-Ballwurfsicherheit

Im Rahmen der DIN 18032, 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.

5.14.3

Produkt	Code	Elementdicke mm	Gewicht kg/m ²	Zeugnis-Nr.	max. Abmessung mm
ipasafe ESG 6 mm	–	6	15	9032610000-1	1800 x 1200
ipasafe ESG 8 mm	–	8	20	9032610000-2	3600 x 2100
ipasafe VSG 8/2 mm	44.1	8	20	9034579000	3600 x 2100

5.14.4 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 Glasdicken- und/oder größerem SZR ist eine frühzeitige Abstimmung mit der AGC INTERPANE Anwendungstechnik erforderlich.

5.14.4

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	103-7	P7B	21	45	BR3-S/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	303-7	P8B	23	47	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

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					
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	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	88	P6B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	004-8-B	BR4-S	30	67	1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	304-6-B	BR4-S	32	75	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	73	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	32	75	BR4-S/P6B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	1:10
ipasafe	504-4-B	SG2-S	35	81	BR5-S/P8B/1(B)1	-	260 x 420	10,92	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

5.14.4

Tabelle II ipasafe-Lieferprogramm - angriffshemmende Isolierglas-Typen

Produkt	Code	Widerstandsklasse	Aufbau außen/SZ/Rinnen	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	21/10/6	37	60	1(B)1	ja	250 / 400	8,00	1: 6
ipasafe		P8B	23/10/6	39	62	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	62	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	62	125	BR4-NS/P4A/1(B)1	-	260 / 420	8,00	1: 6
ipasafe	3209-1-B	BR6-NS	37/9/37	83	177	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	89	188	SG2-NS/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	8209-1-B	SG2-NS	44/9/35	89	188	BR7-NS	-	260 / 420	5,32	1: 6

5.15 Konstruktiver Glasbau

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.

Spezielle Toleranzen sind im AGC INTERPANE Toleranzenhandbuch zu finden.

5.15



Erlebnis-Zoo Hannover

5.15.1 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.

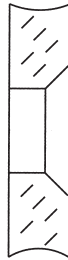
Aufgrund der besonderen Befestigungsart ist nicht nur die Belastung in der Scheibenmitte maßgebend. Mindestens von gleicher Bedeutung sind die auftretenden Kräfte im Bereich der Glasbohrungen.

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 Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Punktförmig gelagerte Verglasungen DIN 18008-3 zurückgreifen.

Bei komplexeren Aufgabenstellungen ist nach wie vor eine Zustimmung im Einzelfall (Z. i. E) erforderlich.

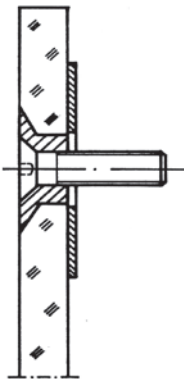
5.15.1



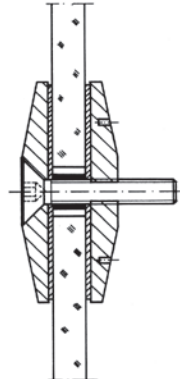
ipasafe ESG/TVG mit Senkbohrung



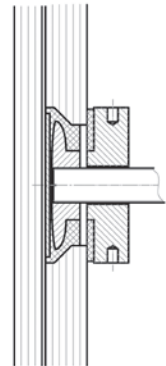
ipasafe ESG/TVG mit Zylinderbohrung



mit Senkkopfhalter



mit Tellerhalter



mit eingelegtem Befestigungssystem

5.15.2 ipasafe S -Begehbare Glas

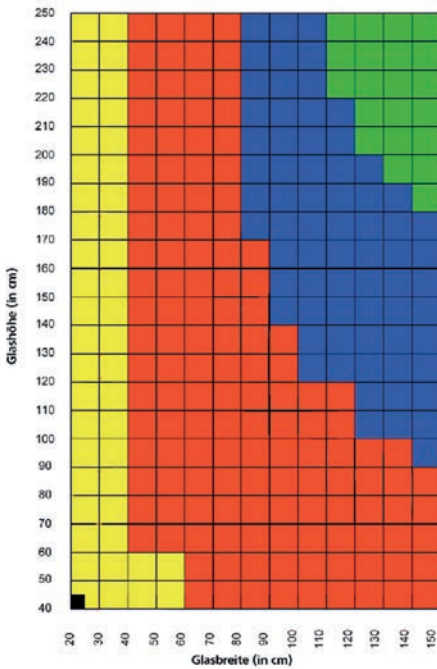
Diagramm zur Bemessung begehbare Verglasungen bei vierseitiger Lagerung

Randbedingungen: Zulässige Durchbiegung: $l/200$

Belastung: Flächenlast 5 kN/m^2 + Eigenlast
 Punktlast 2 kN auf $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ (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.

5.15.2



- **DIN 18008-5 mit Lastannahmen aus EN 1991**

Für eine Voreinschätzung einer vierseitig gelagerte begehbare Verglasung kann das Diagramm herangezogen werden.

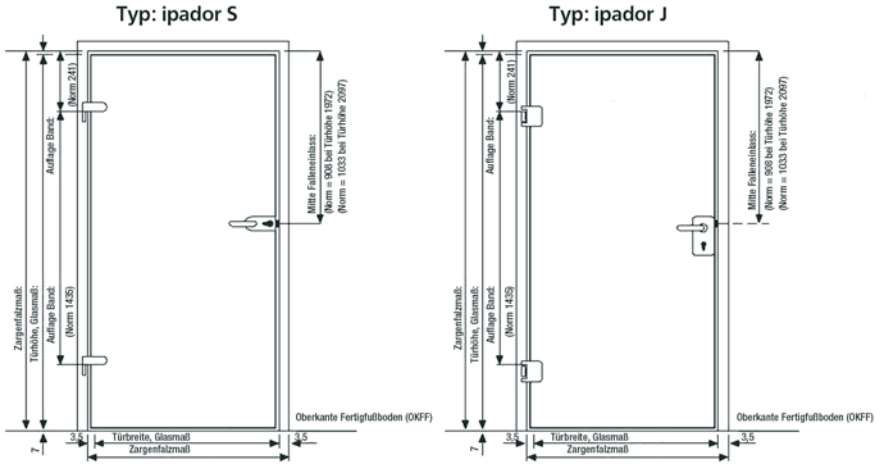
Der Bemessungswiderstand des Tragwiderstandes muss entsprechend der erforderlichen Lastfall-Kombinationen ermittelt werden.

	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 $250 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$

5.15.3 ipador-Ganzglas-Türen

5.15.3



Die ipador-Produktpalette umfasst 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 Glasdesigns und modernen funktionssicheren Be-

schlängen lassen sich die Glastüren harmonisch auf die übrige Gestaltung des Interieurs abstimmen. Für besonders individuelle Raumgestaltung empfehlen wir das ipador-Lieferprogramm (s. Seite 374).

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 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

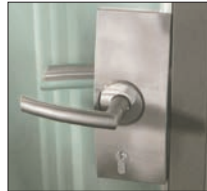
Bei der Planung ist unbedingt die Anschlagart (s. Darstellung) zu beachten. Die Strukturseite ist immer die Bandseite.



Darstellung der Anschlagarten DIN-Richtung

Lieferbare Glasarten von ipador-Ganzglas-Türen						
Glasart (als ESG)	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.



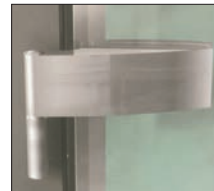
Schloss-Drücker-Kombination



Türband



Schloss-Drücker-Kombination



Türband

ipador-Ganzglas-Türen mit Gestaltung

Das Türenprogramm setzt Akzente. Die Transparenz des Sicherheitsglases in Verbindung mit reizvollem Design 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 Serien-Fertigungen.



5.15.4 ipador-Ganzglas-Anlagen (GGA)

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 Emailierungen zur individuellen Gestaltung sind in verschiedenen Variationen möglich (s. Kap. 5.13).

ipador-Ganzglas-Anlagen bestehen entweder aus heißgelagertem ESG oder VSG aus TVG. Dieses Spezialglas ist nahezu unempfindlich gegen Stoß und Schlag und hochwiderstandsfähig bei Biegebeanspruchung.

Ein umfangreiches Beschlagprogramm ermöglicht differenzierte und mannigfaltige Funktionen. Durch variable Oberflächengestaltung können die Beschläge den unterschiedlichsten Einrichtungsanforderungen angepasst werden.

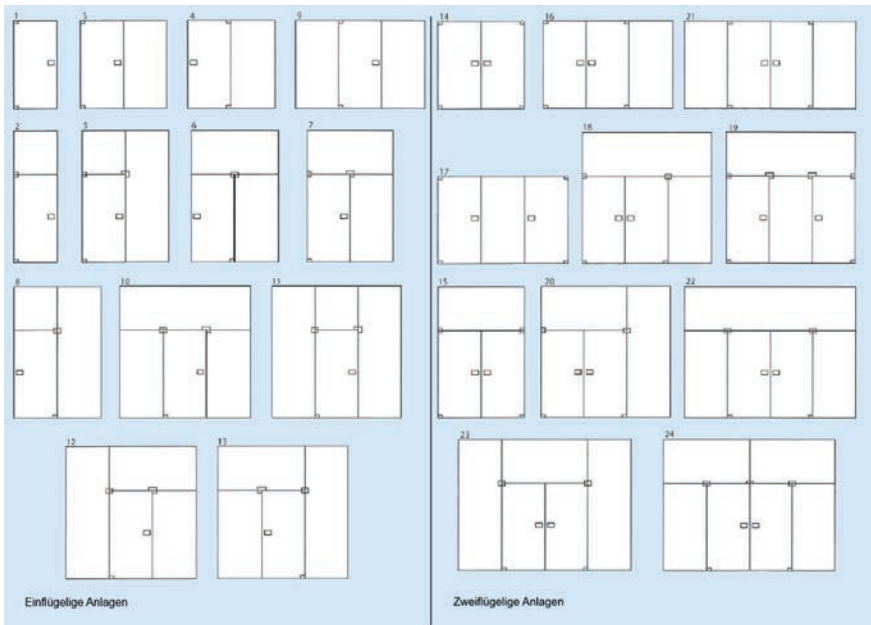
Die Glaskanten sind im sichtbaren Bereich poliert und entsprechen damit höchsten Ansprüchen.

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 analog zur Technischen Richtlinie Nr. 6, 1. Auflage 2017, Bundesinnungsverband des Glashandwerks Verlagsanstalt Handwerk.

5.15.4



5.15.4

Türarten

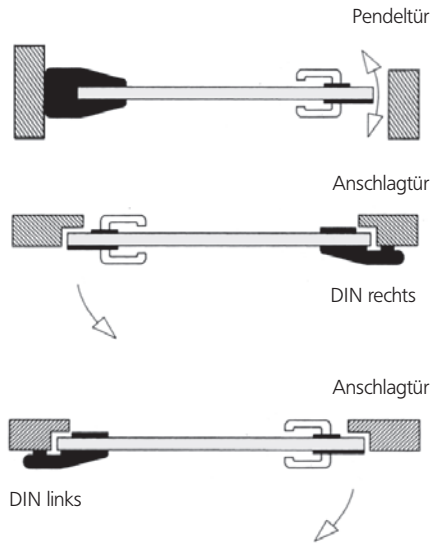
Bei der Öffnungsart der Türen kann zwischen Pendel- oder Anschlagtür gewählt werden.

● **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.



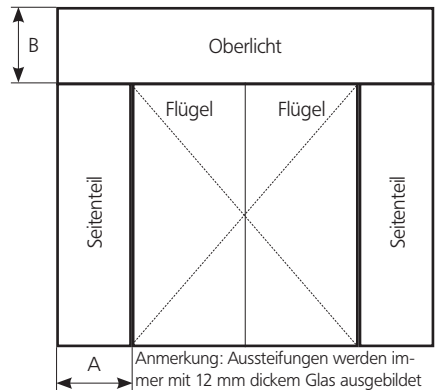
Aussteifungsgläser

Bei Ganzglas-Türanlagen, die aus mehreren Scheiben bestehen, können auf Grund der Glasabmessungen und der Glasaufteilung Aussteifungsgläser erforderlich sein.

Aussteifungsgläser werden empfohlen, wenn die Summe von A und B größer als 1.800 mm beträgt.

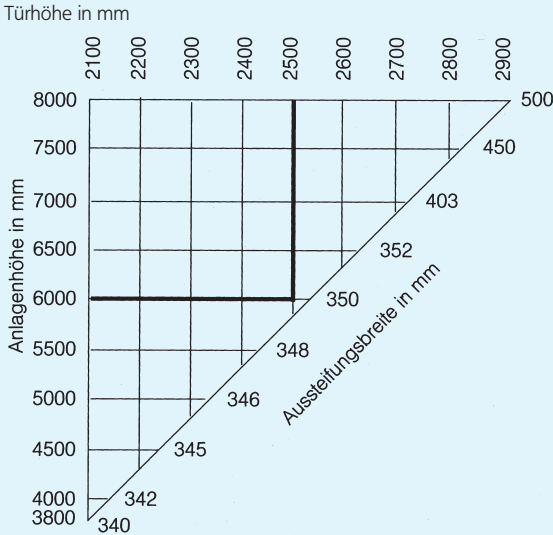
Die Ausführung der Aussteifungsgläser richtet sich nach den statischen und bauaufsichtlichen Erfordernissen. Zur notwendigen Resttragfähigkeit ist Verbundsicherheitsglas erforderlich.

Die Glasarten und Glasdicken richten sich nach den statischen Erfordernissen, der Lastabtragung sowie den Konstruktionsvorgaben. Bewährt haben sich Glasschwerter aus dreifachem VSG mit einer Gesamtglasdicke von ca. 20 mm, die kraftschlüssig mit dem Baukörper und der Ganzglasanlage verbunden werden. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der Technischen Richtlinie Nr. 6, 1. Auflage 2017, Bundesinnungsverband des Glashandwerks Verlagsanstalt Handwerk.

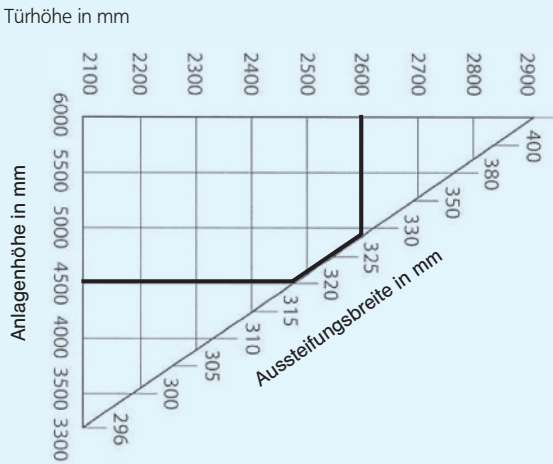


Bemessung der Aussteifungen über Anlagenhöhe

Doppelseitige Aussteifung: Pendeltüren



Einseitige Aussteifung: Anschlagtüren



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 325 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. Weitergehende Informationen müssen beim Systemgeber angefragt werden.

5.15.4

Glastüren (Türblatt mit oder ohne Zarge)

Glasinnentüren fallen unter die Bauregelliste C. Diese Liste gilt für Bauprodukte und Verwendungen, für die nach bauaufsichtlichen Vorschriften nur Normalentflammbarkeit vorausgesetzt wird und an die keine weitergehenden Brandschutzanforderungen und keine Anforderungen an den Schall- und Wärmeschutz gestellt werden. Es muss beachtet werden, dass die für Glasinnentüren technischen Regeln zukünftig in der Liste der technischen Baubestimmungen bekannt gemacht werden.

Die Glasinnentür muss jedoch die grundsätzlichen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, Tragfähigkeit und Verkehrssicherheit erfüllen. Die Glasinnentüren müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen und so dimensioniert sein, dass von ihnen keine Gefahr ausgeht. Die Zargen, Beschläge und Glasflächen müssen den Sicherheitsanforderungen genügen und entsprechend eingebaut werden. Ab ca. 2019 wird es die EN 14351-2 geben. Diese benennt werkstoffunabhängige Leistungsmerkmale, die auf Innentüren ohne Feuerschutz- und/ oder Rauchdichtheitseigenschaften zutreffen.

Demnach können Glasinnentüren, an die keine besonderen Anforderungen gestellt werden und für die keine weiteren Nachweise gefordert werden, ohne weitere Nachweise realisiert werden.

Typ	max. Größen je Element	Mindestglasdicken
Türblatt in Zarge	bis 2,1 m ²	ESG-H 8 mm, VSG aus TVG oder ESG-H 44.x ①
	über 2,1 m ² bis 3 m ²	ESG-H 10 mm, VSG aus VVG oder ESG-H 55.x ①
Türblatt mit federgestützten, selbstschließenden Bändern mit oder ohne Zarge	bis 2,1 m ²	ESG-H 8 mm, VSG aus ESG-H oder 44.x ①
	über 2,75 m ² bis 3,8 m ²	ESG-H 10 mm, VSG aus ESG-H oder 55.x ①
Türblatt in einer Ganzglasanlage TYP 1 bis 24 ②	bis 2,75 m ²	ESG-H 10 mm, VSG aus TVG oder ESG-H 55.x ①
	über 2,1 m ² bis 2,5 m ²	ESG-H 12 mm, VSG aus TVG oder ESG-H 66.x ①
Schiebetüren (im Innenbereich)	bis 4 m ²	ESG-H 8 mm, VSG aus TVG oder ESG-H 44.x ①
	über 4 m ² bis 6 m ²	ESG-H 10 mm, VSG aus TVG oder ESG-H 55.x ①
Schiebewände / Faltwände	bis 4,5 m ²	ESG-H 10 mm, VSG aus TVG oder ESG-H 55.x ①

Von diesen Vorgaben kann abgewichen werden, wenn alle nötigen Nachweise erbracht wurden oder eine Zulassung vom Systemgeber vorliegt.

- ① variable Art und Anzahl der Zwischenlage (jedoch mind. 0,76 mm dicke Folie)
- ② siehe Kapitel 6.3.1 und 6.3.2 der Technische Richtlinie Nr. 6, 1. Auflage 2017, Bundesinnungsverband des Glashandwerks Verlagsanstalt Handwerk

Anforderungen an Glastüren im Außenbereich werden in der EN 14351-1 „Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit“ beschrieben und müssen projektbezogen nachgewiesen werden.

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	Toleranzen (in mm)	
		Türhöhe ≤ 2000 mm	Türhöhe > 2000 mm
Begrenzung bezogen auf die generelle Verwerfung	300 – 950 951 – 1300	1,0 1,5	1,5 2,0
	Türbreite oder -höhe	Toleranz mm	
Toleranz der Breite und der Höhe	≤ 2500 > 2500	+ 1,0 / – 2,0 + 1,0 / – 2,5	

Weitere Informationen können der Technischen Richtlinie Nr. 6, 1. Auflage 2017, Bundesinnungsverband des Glashandwerks Verlagsanstalt Handwerk entnommen werden.

5.15.5 ipador-Horizontalschiebewände (HSW)

Ein Optimum an variabler Raumgestaltung bieten ipador-Horizontalschiebewände (HSW).

ipador-HSW-Anlagen können in heißgelagertem ESG oder VSG aus TVG hergestellt werden. Daneben sind die gleichen Glasarten bzw. Dekore wie bei den ipador- Ganzglas-Anlagen (s. Kap. 5.15.4) 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

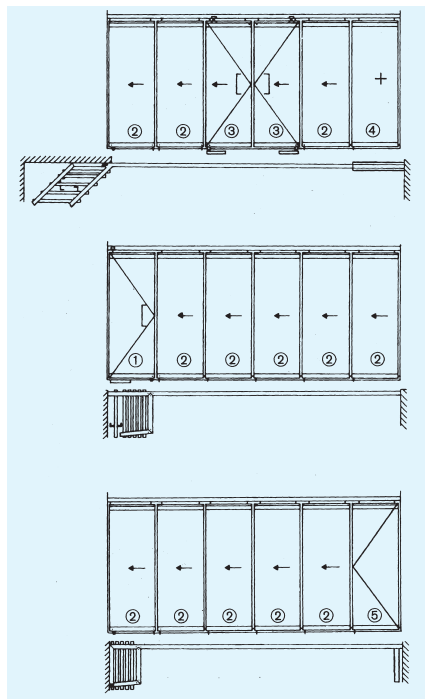
- Pendeltür-Schiebeflügel mit Bodentürschließer (BTS)
- Pendeltür-Schiebeflügel mit Rahmentürschließer (RTS)
- Drehtür-Schiebeflügel mit Gleitschienen-Türschließer.
Die Türflügel können an jeder beliebigen Stelle der Anlage eingeplant werden.

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. Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte der Technischen Richtlinie Nr. 6, 1. Auflage 2017, Bundesinnungsverband des Glashandwerks Verlagsanstalt Handwerk.



Die Abbildung zeigt exemplarisch drei verschiedene Kombinationsmöglichkeiten der Flügelanordnung mit der dazugehörigen Darstellung der „Park-situation“ im Grundriss.

5.16 Sicherheitsglas für besondere Anwendungen

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 aktiven und strukturellen 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
- Dünnere 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 verheerende 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).

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. 3.15). 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 kleinformatige Konstruktionen bereit. Bei der Beratung unterstützt AGC INTERPANE seine Kunden gern.

INTERPANE bietet für geklebte Fassadenelemente Sicherheitsgläser mit Sieb- oder Digitaldruck bzw. Emaillierungen zur Verklebung mit dem Klebstoff Dowsil 993 von Dow 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 „Werkseigene 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. 5.172).

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

5.17 Technische Funktionsgläser

Die zeitgemäße Architektur ist eine Architektur des Lichtes, der Leichtigkeit und der Transparenz.

5.17

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.

5.17.1 Glassiled: Aktives Glas mit integrierten LEDs

Unter dem Begriff „Aktivglas“ werden oft Glasprodukte zusammengefasst, die durch die Koppelung von technischen Komponenten Zusatzfunktionen bieten. Mit der Marke Glassiled bietet AGC INTERPANE unterschiedliche Produkte mit integrierten LEDs an. Diese werden wahlweise direkt auf die Glasoberfläche gelasert und über einen transparenten Leitfilm mit Strom versorgt oder in den Rahmen integriert, so dass die Scheiben über die Glaskante beleuchtet werden. Das so auf unterschiedliche Art und Weise beleuchtete Glas wird für jedes Bauprojekt passgenau angefertigt und ermöglicht die individuelle Auswahl von Farben, Anzahl und Anordnung der LEDs und des Trägerglases.

„Glassiled Motion“ ist eine Isolierverglasung mit ansteuerbaren monochromen oder RGB-LEDs für die individuelle Gestaltung großflächiger Medienfassaden. Die LEDs sind direkt auf die Scheibenoberfläche „aufgebracht“. Das Produkt ist besonders energieeff-

zient – dies schont die Umwelt und gewährleistet die lange Haltbarkeit der elektronischen Bauteile und der technischen Eigenschaften der Isolierverglasung. Die Verkabelung wird nicht sichtbar im Randverbund installiert. Alle elektronischen Teile und LEDs sind in der Isolierverglasung vor Wettereinwirkungen geschützt. Glassiled Motion eignet sich für jede Fassadenkonstruktion.

„Glassiled Smart“ verfügt über dieselben Eigenschaften wie Glassiled Motion, wurde aber speziell für Renovierungsprojekte konzipiert. Es ermöglicht die Integration von Lichteffekten in Bestandsgebäude, deren Fassadenkonstruktion wenig Veränderung zulässt. Dafür wird nur die Verglasung ausgetauscht, die Trägerkonstruktion des Glases bleibt unverändert. Zudem wird für jede LED eine optische Komponente eingefügt, die dafür sorgt, dass es keine Reflexion ins Innere des Gebäudes gibt (< 0,01 Prozent) und die Hausbewohner durch die beleuchtete Fassade nicht gestört werden.



„*Glassiled Sign*“ verwendet ausschließlich monochrome LEDs zur Herstellung einer zeitlosen und dauerhaft installierten „Signatur“ in das Gesamtbild einer Fassade. Glassiled-Produkte entsprechen den höchsten Qualitätsstandards und erfüllen die europäischen Normen für Glas. Dies gilt auch für alle elektronischen Bauteile und Kontrollsysteme.

„*Glassiled Uni*“ sorgt für gleichmäßig beleuchtete Fassaden mit hoher Energieeffizienz. Die LEDs werden hier, anders als bei den übrigen Glassiled-Produkten, nicht auf die Scheibenoberfläche gelasert, sondern im Abstandhalter zwischen den Isolierglasscheiben integriert. Die monochromen oder RGB-LEDs beleuchten das Glas über dessen Kante, sodass es „von innen“ gleichmäßig leuchtet. Farbe und Lichttemperatur sind frei wählbar, sodass Fassaden problemlos ans Corporate Design angepasst werden können. Die maximalen Abmessungen einer Glasscheibe liegen aktuell (Stand August 2018) bei 3 Meter x 2 Meter. Die Verglasung ist mit herkömmlichen Rahmenkonstruktionen kompatibel und leicht zu warten. Während der Tageslichtphase kann Glassiled Uni ausgeschaltet bleiben und ist dann vollkommen transparent. In Innenräumen eignet sich Glassiled Uni ideal zur Erstellung ausgefallener Designs, die Privatsphäre und Farbeffekte kombinieren.

Vorteile

- kundenspezifisches Design für jedes Projekt
- hohe Leuchtkraft
- unsichtbare Verdrahtung: 99% der Lichtdurchlässigkeit bleiben dem Glas erhalten
- in Verbindung mit anderen Glasprodukten sind alle Funktionen kombinierbar: Wärmedämmung, Sonnenschutz, Sicherheit, Gestaltung, ...
- einfache Montage und Wartung der Elektronik
- niedrige Energie- und Betriebskosten
- von AGC entwickelt und auf einer vollautomatischen Fertigungslinie unter strenger Beachtung der einschlägigen Normen und der europäischen Anforderungen an Glas- und Elektronikbauteile hergestellt
- Persönliche und professionelle Betreuung bei Konstruktion und Montage, erstklassiger Kundendienst



Anwendungen

Glassiled ist ideal geeignet für Außenanwendungen, zum Beispiel in Fassaden sowie für Anwendungen im Innenbereich, zum Beispiel bei Raumteilern und Brüstungen.

5.17.1

5.17.2 Alarmglas ipasafe

5.17.2

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, wird 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 kleinformigen 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 $0,14 \text{ mm}^2$. Werkseitig 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. Seite 366).

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.

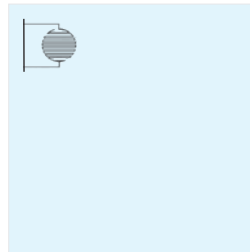
Lage der Alarmschleife

Bei der Bestellung von ipasafe Alarm muss die Lage der Alarmschleife angegeben werden.

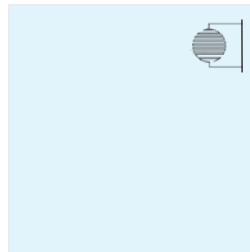
Bei ipasafe-Alarm-Isolierglas stehen vier Möglichkeiten zur Auswahl.

Die VdS Schadenverhütung GmbH empfiehlt, die Alarmschleife stets oben anzubringen.

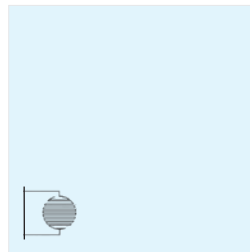
Bei ipasafe-VSG-Alarmglas darf die Alarmschleife nur oben links oder oben rechts eingebaut werden.



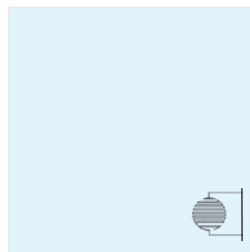
Rand oben links
= ROL



Rand oben rechts
= ROR



Rand unten links
= RUL



Rand unten rechts
= RUR

(Innenansichten)

5.17.2

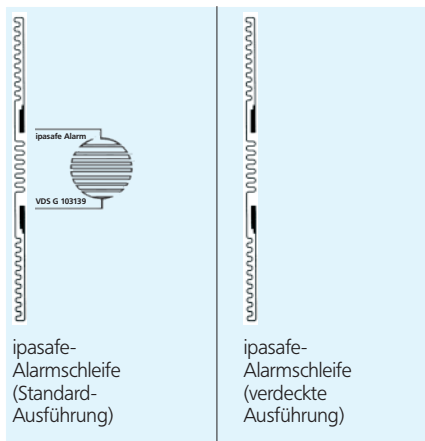
5.17.2

Varianten der ipasafe-Alarmschleife

In der Standard-Lieferausführung ist die Alarmschleife sichtbar. Die Form ist dem historischen 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, sodass Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.

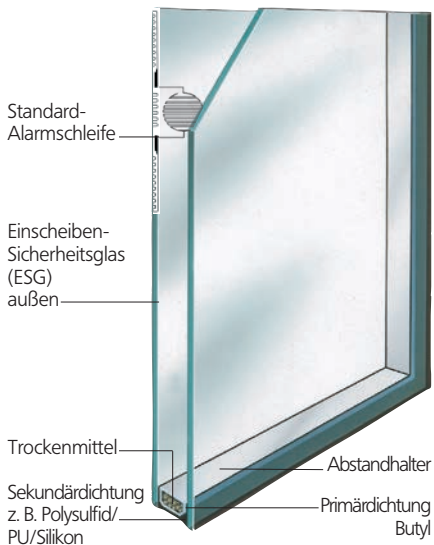
Für die Montage von ipasafe-Alarm-Isolierglas sind die „Einbauvorschriften“ gem. Kap. 6.3 zu beachten.

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. 6.3 zu beachten.



Schnitt durch ipasafe Alarm-Isolierglas

5.17.3 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:

- Entfrostet 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 über-

wachten 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 die 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. 1000 W/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	

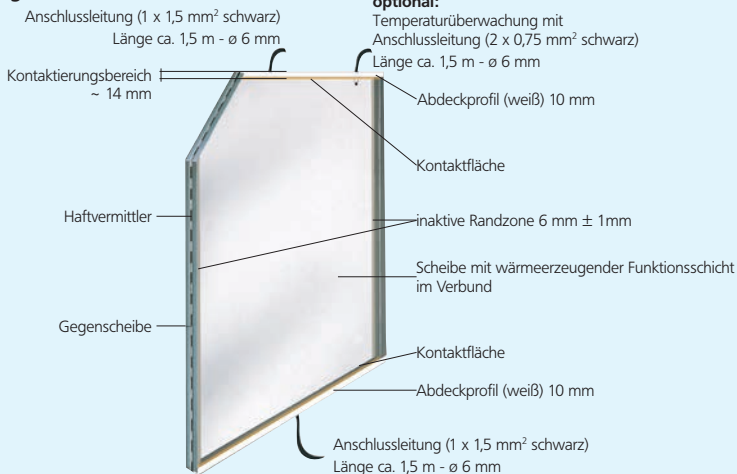
Normen und Zertifizierungen

- CE-Zertifikat auf Anfrage
- Nachweis der Konformität zur Niederspannungsrichtlinie (Richtlinie 2014/35 EU) durch Prüfbericht LB.950.01/17-155-VT01 der Prüf- und Zertifizierungsstelle Elektrotechnik des DGUV Test (Berufsgenossenschaft Energie, Textil, Elektro, Medienerzeugnisse).

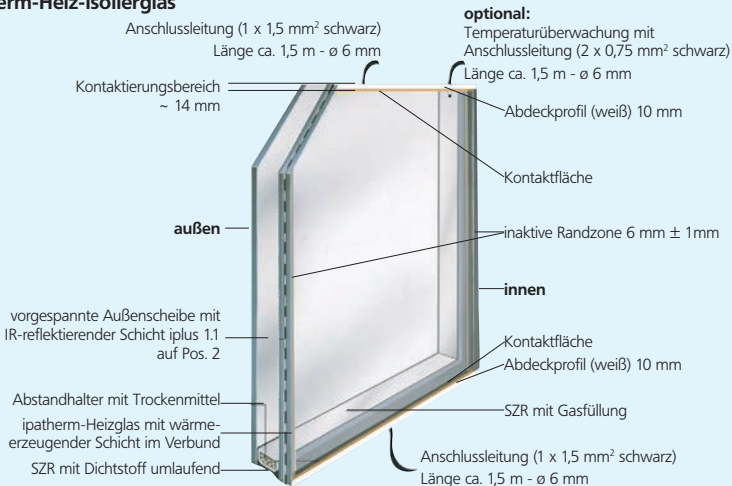
Die neue Richtlinie der EU gilt seit April 2016. Dies hatte einige Veränderungen zur Folge, da eine effektivere Produktüberwachung im Binnenmarkt angestrebt wird. So bestehen im Allgemeinen größere Verpflichtungen zum Informationsaustausch zwischen den EU-Ländern. Mit der Anwendung der neuen Niederspannungsrichtlinie müssen technische Unterlagen ergänzt werden und eine Risikoanalyse und Risikobewertung enthalten. Im Schadensfall werden diese von der Marktaufsicht angefordert.

5.17.3

ipatherm-Heizglas



ipatherm-Heiz-Isolierglas



Lichttechnische und strahlungsphysikalische Werte (EN 410)

	ipatherm-Heizglas	ipatherm-Heiz-Isolierglas mit iplus 1.1
Glasaufbau	12/2-4	6;-16-12/2-4 ¹⁾
Lichttransmission	81 %	73 %
Licht-Reflexion außen	9 %	13 %
Licht-Reflexion innen	9 %	12 %
UV – Transmission	0 %	0 %
g-Wert	66%	57 %
U _g -Wert (EN 673)	5,5 W/m²K	1,1 W/m²K

¹⁾ mit Beschichtung iplus 1.1 auf Pos. 2 – Technische Dokumente in diversen Sprachen sind bei INTERPANE Hildesheim erhältlich.

5.17.4 SunEwat XL – Glas-Glas-Module für gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)

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

5.17.4

5.17.4

Technische Daten SunEwat XL

AUFBAU				
Glas Außenseite	Vorgespannt TVG, extraklar			
Einkapselungsmaterial	EVA			
Glas Innenseite	Vorgespannt TVG, extraklar, klar, farbig, siebgedruckt etc.			
Glasdicke	Nach Statik			
Photovoltaik-Zellen	Mono- und Polykristallin 156 mm, hoher Wirkungsgrad bis 19%			
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <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 Bauartzeichnung und Bauartzulassung			
IEC 61730 Klasse II	Anforderungen an die Betriebssicherheit der Photovoltaik-Module			
EN 14449	Konformitätsbewertung: Verbund-Sicherheitsglas			

5.18 Brandschutz

5.18

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.

Feuerwiderstandsklasse EW

Definition wie Feuerwiderstandsklasse E, aber mit reduziertem Strahlungsdurchgang. Dieser darf 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 bzw. Bauartgenehmigungen bzw. eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung sind zwingend zu beachten. Ansonsten wird eine Zustimmung im Einzelfall, die von der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes erteilt wird, notwendig.


Klassifizierungen nach EN 13 501

Klasse E:
Keine Flammen oder entzündbare Gase auf der feuerabgekehrten Seite



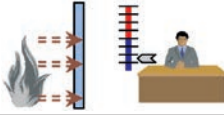
INTEGRITY

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:

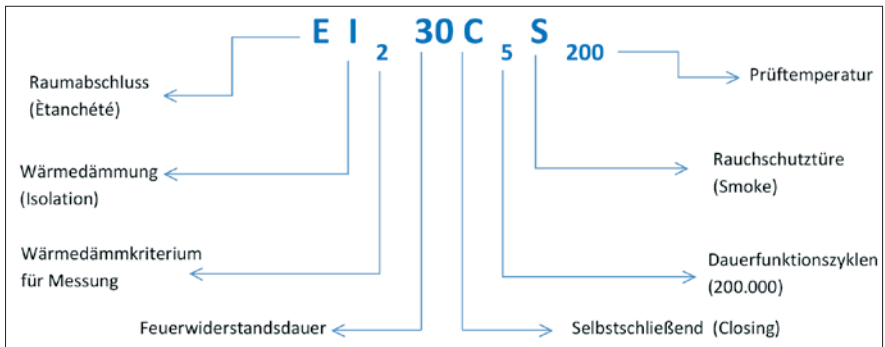
EI1 bzw EI2 30, 60, 90, 120, 180 Minuten

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 die 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 gemäß

- 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

Leistungserklärungen (LE) und eine darauf basierende CE-Kennzeichnung stellen wesentliche Aspekte der Europäischen Bauproduktenverordnung dar. Wichtig und positiv dabei ist, dass die Ergebnisse, die im Rahmen der früheren 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 bzw. die allgemeine Bauartgenehmigung“.

Im Zulassungsbescheid bzw. in der Bauartgenehmigung werden beschrieben:

- die Einzelheiten der Brandschutzverglasung inklusive detaillierter Zeichnungen als System,
- die Herstellung und die Kennzeichnung der verwendeten Bauprodukte sowie
- es wird nur noch auf CE gekennzeichnete Produkte bzw. die Produktnormen bezogen. Es werden keine gesonderten Überwachungsregeln für harmonisierte Produkte mehr festgelegt.

Der Zulassungsbescheid bzw. die Bauartgenehmigung 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 bzw. die Bauartgenehmigung“ 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
Glasdicke (z. B. 6 mm)
- Brandschutzverglasung:
Stahlblechschild mit Typ der Verglasung
Feuerwiderstandsklasse (z. B. G30)
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 dem 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 _g /(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

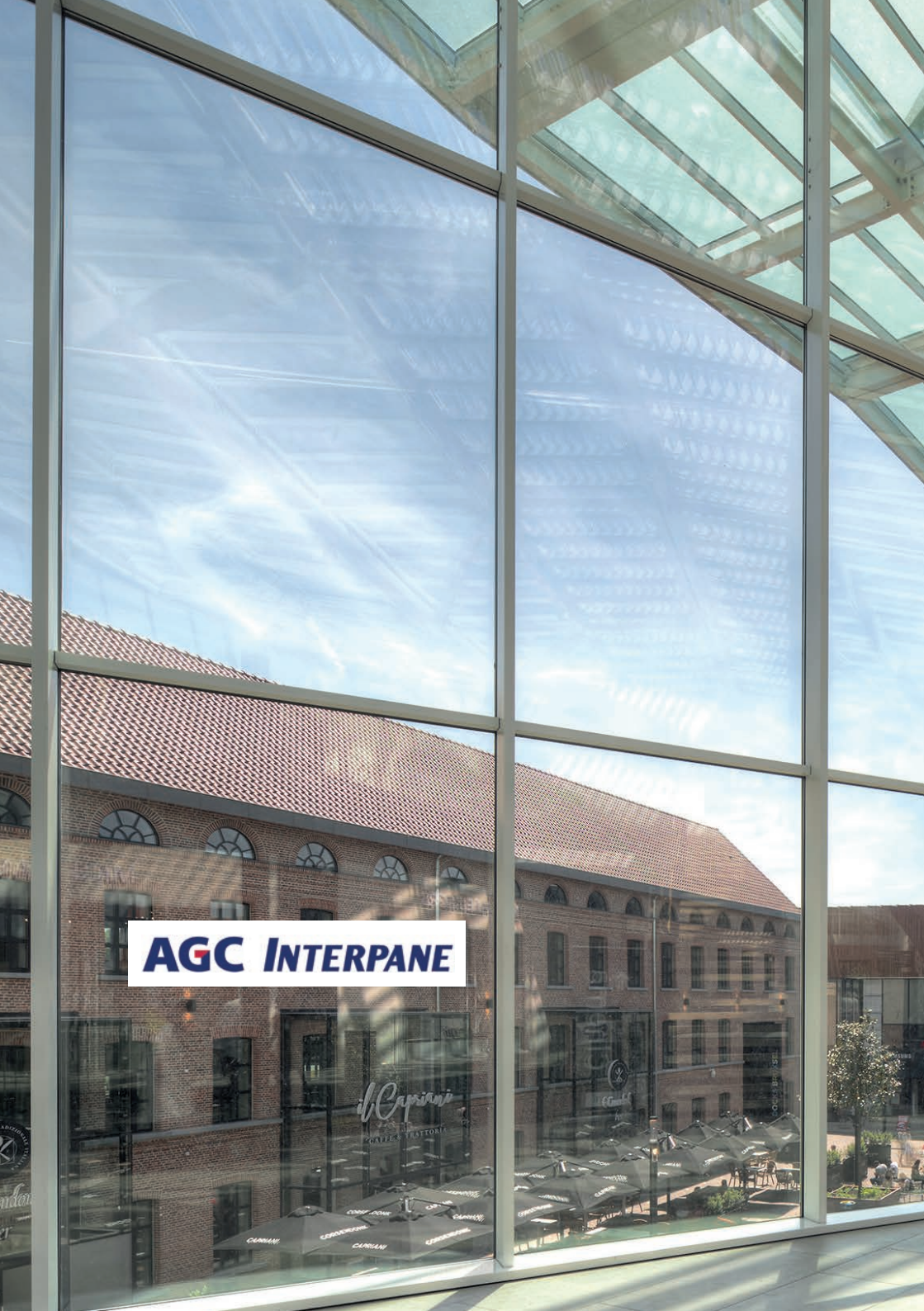
Lichtwerte gemäß EN 410: τ_v = Lichtdurchlässigkeit; ρ_v = Lichtreflexion
 Sonnenenergiewerte gemäß EN 410: τ_e direkte Energietransmission; ρ_e direkte Energiereflexion

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*

The logo for AGC Interpane, featuring the letters 'AGC' in a bold, blue, sans-serif font, followed by 'INTERPANE' in a smaller, blue, sans-serif font. A small red and blue square is positioned between the 'G' and 'I'.

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 Verglasungsrichtlinien

- 6.2.1 Geltungsbereich und Zielgruppen
- 6.2.2 Grundsätzliche Anforderungen
- 6.2.3 Anforderungen an Glasfalze
- 6.2.4 Anforderungen an Verglasungssysteme
- 6.2.5 Transport, Lagerung und Einbau
- 6.2.6 Zusatzanforderungen je nach Anwendung
- 6.2.7 Eigenschaften von Glasprodukten
- 6.2.8 Pflege von Verglasungen

6.3 Sicherheits-Isolierglas und Alarmglas**6.4 Glasbruch**

6.1 Allgemeines

6.1.1 Geltungsbereich

Diese Verglasungsrichtlinien gelten für AGC INTERPANE Glasprodukte, die zum Einbau in Fensterrahmen, Fassadensysteme und sonstige bewährte Systeme zur Glashalterung aus erprobten, üblichen Materialien und Profilen im Bauwesen 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 November 2018 – technische Änderungen vorbehalten. Für einige Sonderprodukte gibt es ergänzende Verglasungsrichtlinien, unter anderem für Alarmglas, Brandschutzglas 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

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.

Darüber hinaus verweisen wir auf § 2 - „Technische Angaben zur Beschaffenheit“ unserer jeweils gültigen AGB's.

6.2 Verglasungsrichtlinien

6.2.1 Geltungsbereich und Zielgruppe

6.2

Dieses Merkblatt soll sowohl dem Fachplaner und Architekten, aber auch dem Hersteller und Verarbeiter von Glasprodukten sowie dem Konstrukteur von Fenstern, Türen und Fassadensystemen die grundsätzlichen Informationen und Hinweise für materialgerechtes Planen und Bauen mit Glas geben. Hierüber hinausgehende, detailliertere Hinweise sind in den Verarbeitungs- und Verglasungsrichtlinien der jeweiligen Hersteller oder Lieferanten sowie in spezifischen Normen und Richtlinien zu finden.

Dieses Merkblatt beschreibt Anforderungen und gibt Hinweise für die Anwendung von Einfachglas und Mehrscheiben-Isolierglas, sowohl für die Anwendung in der Gebäudehülle als auch im Innenausbau. Abweichende Verglasungssysteme, wie z. B. punktförmig gehaltene Verglasungen oder ge-

klebte Systeme, werden von dieser Richtlinie nicht erfasst. An sie werden gegebenenfalls weitergehende Anforderungen gestellt. Hier ist im Vorfeld eine enge Abstimmung zwischen Planer, Hersteller und Monteur notwendig.

Darüber hinaus gilt die EN 12488, DIN 18545, EN 15651-2 sowie DIN 18008.

Weitere bauordnungsrechtliche Vorgaben oder Vorgaben, die die Sicherheit von Leib und Leben betreffen und in anderen Richtlinien und Normen genannt sind, sind in jedem Fall zusätzlich zu beachten.

In Sonderfällen ist immer mit AGC INTERPANE Rücksprache zu halten.

6.2.2 Grundsätzliche Anforderungen

Allgemeines

Das System Fenster, Tür oder Fassade muss so konstruiert und ausgeführt werden, dass die Dauerhaftigkeit und Funktionsfähigkeit der Verglasung für die planmäßig zu erwartenden Lasten über den Nutzungszeitraum sichergestellt werden.

Die Festlegung der zu berücksichtigenden planmäßigen Lasten und Einwirkungen auf ein Verglasungssystem ist eine Planungsaufgabe. Diese Rahmenbedingungen sind daher vom Architekten oder Fachplaner vorzugeben. Die Vorleistungen sind auf Mängelfreiheit zu überprüfen und gegebenenfalls Bedenken anzumelden.

Es ist daher notwendig, dass u. a. die Profile und Glasauflager ausreichend tragfähig bemessen und dimensioniert werden. Bei bestimmten Gläsern (z. B. Schallschutz- oder einbruchhemmenden Gläsern) sind die entsprechenden Anforderungen aus den Prüfberichten zur Leistungserklärung zu beachten. Die Auswahl der Glasprodukte und ihr Einbau müssen den Anforderungen an das Gesamtsystem (Fenster / Tür / Fassade) entsprechen. Es ist auf einen dauerhaft funktionsfähigen Druckausgleich und eine dauerhaft funktionsfähige Abfuhr von Feuchtigkeit zu achten. Darüber hinaus muss der Kontakt zwischen Metall und Glas dauerhaft verhindert werden.

Vor Beginn der Verglasungsarbeiten muss die Konstruktion, unabhängig vom Rahmenmaterial, u. a. in trockenem, staub- und fettfreiem Zustand sein, auf ausreichende Festigkeit und Befestigung geprüft werden, auf vorhandene und ausreichend

dimensionierte Öffnungen zum Druckausgleich überprüft werden, ob die Eigenschaften der Glasart für die Verwendung geeignet ist und ob die erforderlichen Befestigungen für die Glasscheiben vorhanden sind.

Ermittlung der geeigneten/ notwendigen Glasdicke

Es ist erforderlich, die Dicke der Gläser vor der Ausführung festzulegen. Bei der Dimensionierung der Glasdicke(n) sind, je nach Einbausituation, alle planmäßigen und zu erwartenden Lasten wie Windlast, Nutzlast, Schneelast, Über- oder Unterdruck im Scheibenzwischenraum, Eigengewicht usw. zu berücksichtigen. Die Dimensionierung der Glasdicken (Statik) ist eine Planungsleistung und ist zu vereinbaren sowie gesondert zu vergüten.

Folgende Punkte müssen insbesondere beachtet werden:

- Die am Ort der Anwendung geltenden Normen und Richtlinien, u. a. zum Sicherheitskonzept, zu den Einwirkungen auf das Gebäude und die Bauteile, zur Auswahl der Glasart, der mindestens erforderlichen Glasdicke(n) sowie zur Bemessung von Glas, sind zu beachten.
- Die Einwirkungen müssen entsprechend den nationalen Vorgaben möglichst realitätsnah ermittelt werden, u. a. Windlasten entsprechend der Lage innerhalb der Fassade mit Überlagerung des isochoren Druckes sowie zusätzlich Schnee- und Eigenlast mit Einflüssen von möglichen Schneeannehlungen bei Horizontalverglasungen.

- Für absturzsichernde Verglasungen ist neben dem statischen Nachweis auch der Nachweis der Stoßsicherheit zu führen.
- Stimmen die gewählten Glasaufbauten/Glasarten und/oder die Konstruktionsvorgaben nicht mit den technischen Regeln bzw. Normen überein, so sind gegebenenfalls weitere Nachweise erforderlich.
- Die möglichen Höhenunterschiede zwischen Produktions- und Einbaort einschließlich des Transportweges sind zu beachten.

Grundsätzliches zum Verglasungssystem

Die grundsätzlichen Anforderungen sind in der unteren Abbildung schematisch dargestellt. Diese können je nach Gebäudenutzung (z. B. für Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit) und je nach Klimazone (z. B. in Klimazonen mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit) variieren und müssen entsprechend angepasst werden. So kann es u. a. notwendig sein, die Glashalteleisten nicht raumseitig, sondern außen anzubringen oder zusätzliche Öffnungen für den Druckausgleich vorzusehen.

Alle Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum müssen im Querschnitt und in Position geeignete Öffnungen aufweisen, um in den Falzraum eingedrungene oder dort entstandene Feuchtigkeit

nach außen abzuführen und dafür zu sorgen, dass der Falzraum innerhalb kürzester Zeit wieder abtrocknet. Stehendes Wasser oder auf die Glaseinheit dauerhaft einwirkende Feuchtigkeit muss vermieden werden. Spezielle Konstruktionen müssen mit AGC INTERPANE in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Materialverträglichkeit abgestimmt werden.

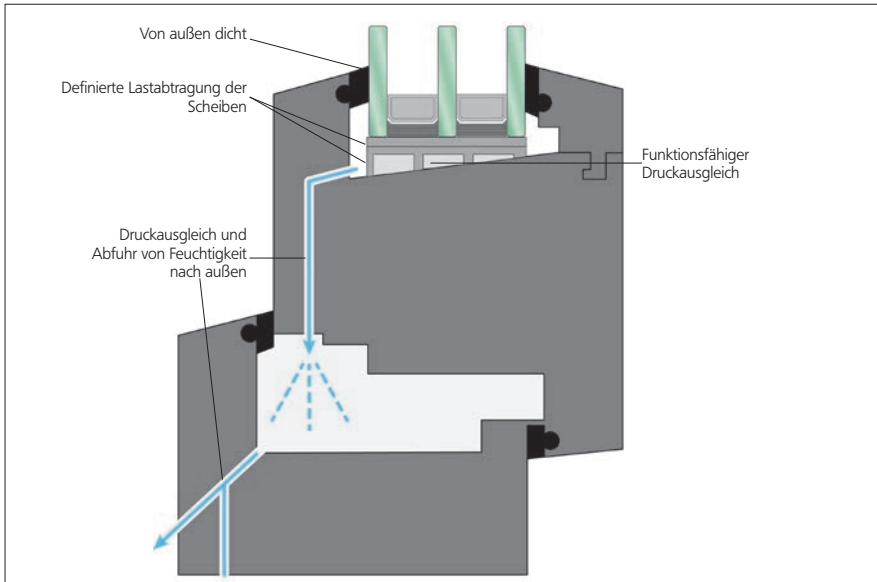
Um dies zu gewährleisten ist aber auch eine ordnungsgemäße Nutzung und Reinigung sowie Instandhaltung notwendig.

Falls vorhanden, sind auch die Verarbeitungsvorgaben von Systemherstellern einzuhalten.

Das komplette Verfüllen des Falzraums ist zu vermeiden, da ein blasenfreies Verfugen des Falzraums kaum zu realisieren ist. Dadurch besteht ein erhöhtes Risiko von Feuchtebelastung, die auf Dauer die Isolierglas-Einheit oder den Rahmen schädigen kann.

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 Fenster-/Fassadenhersteller und dem Isolierglas-Hersteller in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Materialverträglichkeit abgestimmt werden. Hier empfiehlt es sich auf geprüfte Systeme zurückzugreifen.

Allgemeine Anforderungen an die Konstruktion



Materialverträglichkeit

Grundsätzlich kann die Materialverträglichkeit wie folgt beschrieben werden: „Stoffe sind miteinander verträglich, wenn zwischen ihnen keine schädliche Wechselwirkung auftritt“. Im Bereich der Verglasungssysteme geht es vorwiegend um Komponenten, die sowohl im direkten als auch im indirekten Kontakt mit dem Isolierglasrandverbund und miteinander verträglich sein müssen, u. a. sind das:

- Verglasungsdichtstoffe
- Reinigungshilfsmittel
- Verglasungsklötze
- Zwischenschichten und Zwischenlagen von Gläsern
- Randverbundsysteme von Mehrscheiben-Isoliergläsern
- Verglasungshilfsstoffe, die mit Zwischenschichten und Zwischenlagen von Gläsern und Randverbundsystemen in Kontakt kommen

- Bauhilfsstoffe (z. B. Kreidepuder, Folien)
- Folien auf Pos. 1 zum Schutz der Verglasungseinheit

Wechselwirkungen zwischen der Vielzahl von eingesetzten Kleb-, Dicht- und Verglasungshilfsstoffen können also nicht ausgeschlossen werden, sind aber akzeptabel, solange sie nicht die Funktion, die Haltbarkeit oder die Optik des Bauteils negativ beeinträchtigen.

Die Nachweise bzgl. der Materialverträglichkeit werden in der Regel vom Ersteller des Gesamtsystems Fenster und Fassade erbracht. Dieser hat die Kenntnis, welche Materialien letztendlich verwendet werden. Die Verfahren für diese Art der Nachweise sind u. a. in den ift-Richtlinien DI 01/1 und DI 02/1 beschrieben.

6.2.3 Anforderungen an den Glasfalz

Anforderungen an Geometrie und Ausführung

- Die für den Rahmen bzw. das Gashaltesystem verwendeten Werkstoffe müssen für das Verglasungsverfahren geeignet sein.
- Der Glasfalz und die Gashalteleisten müssen ausreichend dimensioniert sein, um die Kanten des Glases zu überdecken, damit die auftretenden Lasten sicher abgetragen werden können und darüber hinaus die zulässigen Toleranzen ausgeglichen werden. Hierbei ist zu beachten, dass Sondergläser wie beispielsweise vorgespanntes Glas, Verbundglas und Verbundsicherheitsglas oder Ornamentglas fertigungstechnisch bedingt andere Toleranzen bzw. Abmessungen aufweisen können.
- Die Glasfalzbreite muss auch für die erforderliche Dicke des Dichtungsmaterials auf beiden Seiten des Glases und für die ordnungsgemäße Anbringung der Gashalteleisten ausgelegt sein.

Anforderungen an den Glasfalz

Die Anforderungen an den Glasfalz, den Glaseinstand sowie die Dichtstoffauswahl erfolgt u. a. nach DIN 18545, DIN sowie DIN EN 15651-2.

Die schematische Darstellung eines Verglasungssystems mit den dazugehörigen Begriffen, ist in der Abbildung auf der nächsten Seite dargestellt. Diese entspricht im Wesentlichen der Beschreibung in der DIN 18545. Die in der DIN 18545 beschriebenen Anforderungen gelten in der Regel für Verglasungssysteme mit spritzbaren Dichtstoffen (Naßverglasung), können aber grundsätzlich auch auf andere Verglasungssysteme mit anderen Arten der Abdichtung verwendet werden nach DIN 18545.

Der Glaseinstand soll in der Regel mindestens $\frac{2}{3}$ der Glasfalzhöhe betragen und in der Konstruktion 20 mm nicht überschreiten, damit die thermische Belastung der Scheibe auf ein Minimum reduziert wird. Bei einer Erhöhung des Glaseinstandes größer 20 mm ist sicherzustellen, dass die zulässigen Temperaturdifferenzen innerhalb der Scheibe für die eingesetzte Glasart nicht überschritten wird und darüber hinaus auch durch mechanische Belastungen keine Glasbruchgefahr besteht (siehe nachfolgende Tabelle).

Zusätzlich müssen neben den Anforderungen an einen Mindestglaseinstand nach DIN 18545 auch die Anforderungen der DIN 18008-2 beachtet werden.

Hier wird ein Mindestglaseinstand von 10 mm und eine Mindestauflagebreite von 5 mm vorgeschrieben. Wenn diese nicht eingehalten werden

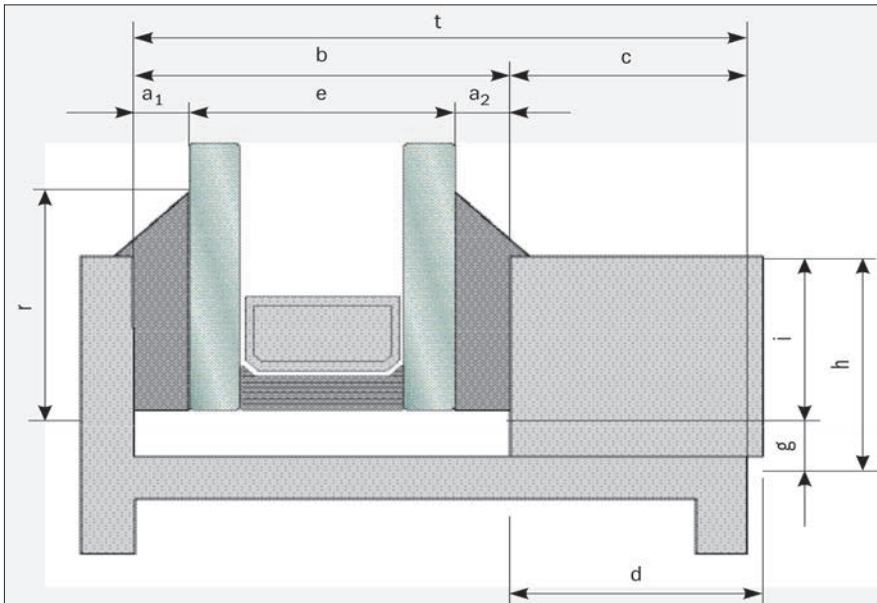
kann, muss die Verformung auf $l/100$ (Gebrauchstauglichkeitskriterium) begrenzt werden. Von den genannten Anforderungen kann im Einzelfall, in Absprache mit AGC INTERPANE, abgewichen werden. Siehe hierzu auch das BF-Merkblatt 021/2017 „Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser“.

Mindestmaße der Glasfalzhöhe nach DIN 18545:2015-07

Längste Seite der Verglasungseinheit	Mindestglasfalzhöhe h bei	
	Einfachglas	Mehrscheiben-Isolierglas
Bis 1000 mm	10 mm	18 mm
Über 1000 bis 3500 mm	12 mm	18 mm
Über 3500 mm	15 mm	20 mm

Bei Mehrscheiben-Isolierglas mit einer Kantenlänge bis 500 mm darf mit Rücksicht auf eine schmale Sprossenausbildung die Glasfalzhöhe auf 14 mm und der Glaseinstand auf 11 mm reduziert werden.

Schematische Darstellung Glasfalz in Anlehnung an DIN 1845:2015-07 und DIN 52460:2015-12



Abmessungen

- a_1 = äußere Dichtstoffdicke bzw. äußeres Dichtprofil
- a_2 = innere Dichtstoffdicke bzw. inneres Dichtprofil
- b = Glasfalzbreite
- c = Breite der Auflage für die Glshalteleiste
- d = Breite der Glshalteleiste
- e = Dicke der Verglasungseinheit
- g = Glasfalzgrund
- h = Glasfalzhöhe
- i = Glaseinstand (in der Regel $\approx (2/3) \cdot h \leq 20$ mm)
- r = Abdeckung des Isolierglas-Randverbundes
- t = Gesamtfalzbreite

6.2.4 Anforderungen an Verglasungssysteme

6.2.4

Es wird zwischen Trockenverglasung und Nassversiegelung unterschieden. Die Abdichtung von Trockenverglasungen erfolgt mittels Dichtlippen, Dichtleisten oder Dichtprofilen. Die Abdichtung von Nassversiegelungen erfolgt in der Regel mit spritzbaren Dichtstoffen. Vereinzelt sind auch Mischsysteme auf dem Markt. Hier wird die witterungsseitige Abdichtung in der Regel mit spritzbarem Dichtstoff und die raumseitige Abdichtung mit Dichtprofilen ausgeführt.

Die Verglasungssysteme müssen von außen zur Raumseite absolut wasserdicht sein. Bei der Luftdichtheit gilt dies von innen nach außen. Die Dampfdichtheit wiederum muss von der Raumseite in den Glasfalz sichergestellt werden. Die Abfuhr von Feuchtigkeit und der Druckausgleich müssen nach außen erfolgen.

Nassversiegelte Verglasungssysteme

Bei einer Nassversiegelung wird die notwendige Dicke der Dichtstoffvorlage üblicherweise durch die Verwendung von Vorlegebändern sichergestellt.

Verglasung mit beidseitigem Vorlegeband

Nach diesem System werden üblicherweise Holzelemente, aber auch andere Rahmenmaterialien, verglast. Das Glas wird innen- und außenseitig elastisch auf dem Vorlegeband gelagert. Damit sind Zwängungen aus Montage und Nutzung minimiert. Die Dicke des Vorlegebandes gibt gleichzeitig die Dicke der Dichtstoffvorlage vor und ist nach der Größe der Verglasung, dem Rahmenmaterial, der Farbe des Profils etc. und den Herstellervorschriften zu wählen.

Das Vorlegeband verhindert eine harte Einspannung des Glasrandes. Die Geometrie der Dichtfuge kann auch durch die Ausbildung des Glasfalzanschlages und der Glashalteleiste erreicht werden.

Weitere Informationen siehe auch IVD Merkblatt Nr.10.

Verglasung mit einseitigem Vorlegeband

Durch das äußere Vorlegeband muss sichergestellt werden, dass die MIG-Einheit nicht im Falz eingespannt wird und keine örtliche Überbeanspruchung im eingebauten Zustand auftritt.

Weitere Informationen zu diesem Verglasungssystem können der ift-Richtlinie VE-13/2 „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“ entnommen werden. In dieser wird u. a. ein Mindestabstand zwischen Glashalteleiste und Glas-

scheibe beschrieben. Die Richtlinie VE-13/2 gilt nicht für Fenster aus anderen Rahmenwerkstoffen, für Schaufenster und Sonderverglasungen wie z.B. Brandschutz-, Dach- und Unterwasserverglasungen, Verglasungen für Hallenbäder sowie für geklebte Verglasungen.

Verglasung ohne Vorlegeband

Ein Verglasungssystem ohne Vorlegeband muss sehr sorgfältig ausgewählt und geplant werden.

Sollte diese Verglasungsart gewählt werden, sind die in der ift-Richtlinie VE-13/2 „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“ aufgezeigten Toleranzen unbedingt einzuhalten. Anderenfalls sind Zwängungen und die damit verbundene potenzielle Bruchgefahr der Isolierglaseinheit nicht auszuschließen.

Trockenverglasung – Dichtlippen, Dichtleisten und Dichtprofile

Dichtprofile müssen auf das Verglasungssystem abgestimmt sein. Die Abdichtung muss nach den unter 4.0 beschriebenen Prinzipien erfolgen. Vor allem bei Ecken und Stößen muss auf eine sorgfältige und dauerhaft funktionsfähige Abdichtung geachtet werden.

Die Profile können u. a. aus Silikon, TPE oder PVC bestehen. Sie sollten an der Witterungsseite bzw. bei Hallenbädern und Feuchträumen bzw. in Räumen, bei denen eine hohe Luftfeuchtigkeit zu erwarten ist, beidseitig umlaufend dicht ausgeführt sein. Auch Belastungen aus dynamischen Beanspruchungen müssen sicher und ohne Verlust der Dichtheit aufgefangen werden, z. B. Druckwechselbelastung oder Torsion. Es sind die Anforderungen der DIN EN 12365 zu beachten.

Dichtprofile müssen auf die Befestigung im Rahmen und auf die Dicke des Glaselementes, inkl. Toleranzen, abgestimmt sein. Sie müssen eine ausreichende Rückstellkraft aufweisen.

Anpressdruck

Bei geschraubten Glashalteleisten ist das jeweilige Drehmoment, resultierend aus dem Abstand der Schrauben zueinander sowie dem Abstand von der Ecke und der Schraubenart, vom Systemhersteller festzulegen. Es muss sichergestellt sein, dass die Glashalteleiste einen gleichmäßigen Druck auf die Glaskante erzeugt. Zu hohe Anpressdrücke können den Randverbund von Isolierglas dauerhaft schädigen.

Ebenheit

Es sind Rahmenmaterialien zu wählen, die auch unter planmäßigen Lasten an den Glasauftragflächen dauerhaft eben bleiben.

Durchbiegungsbegrenzung

Die Rahmen müssen hinreichend steif sein, so dass die Durchbiegung unter Maximallast 1/200 der Kantenlänge nicht überschreitet (siehe auch BF-Merkblatt 021/2017 „Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Verglasungen“).

Dichtheit und Abdichtung

Die Dichtstoffe sowie Dichtungen müssen u. a. witterungs-, umwelt- und reinigungsmittelbeständig

sein. Dichtfugen von Nassverglasungen sind Wartungsfugen. Die Fugen sollten regelmäßig, mindestens einmal jährlich, hinsichtlich ihrer Adhäsion am Rahmen und am Glas sowie auf Versprödung überprüft und bei Bedarf erneuert werden. Mit spritzbaren Dichtstoffen können in der Regel Fugen aller im Fensterbau verwendeten Rahmenmaterialien abgedichtet werden. Die entscheidenden Vorgaben der Dichtstoffhersteller sind zu beachten. Dabei ist die Vorbehandlung/Vorbereitung des Werkstoffes für die Abdichtung von großer Bedeutung. Der Ausführende hat jede im Dichtsystem verwendete Oberfläche zu prüfen. Bei Änderungen der Haftpartner ist im Allgemeinen eine erneute Prüfung und eine Freigabe des Herstellers erforderlich. Gerade unter dem Aspekt der dauerhaften Gebrauchstauglichkeit der Fensterkonstruktionen ist eine ganzheitliche Betrachtung notwendig.

6.2.5 Transport, Lagerung und Einbau

Transport und Lagerung

Für den Erhalt der Qualität und Dauerhaftigkeit von Einfach- und Isoliergläsern sind sachgemäßer Transport und sachgerechte Lagerung zwingende Voraussetzung. Glasflächen, Glaskanten und Randverbund von Isolierglas dürfen bei Transport, Lagerung und Einbau nicht beschädigt werden. Dabei ist insbesondere zu beachten:

- Der Transport von Einfach- und Isoliergläsern darf nur auf transportgesicherten Gestellen oder in geeigneten Kisten erfolgen.
- Der Transport muss generell so durchgeführt werden, dass die Scheiben über die vollständige Glasdicke unterstützt sind. Dies gilt insbesondere für große und schwere Glaseinheiten.
- Zum Manipulieren der Verglasungseinheit beim Verglasen ist ein kurzzeitiges Anheben mit Hebe geräten an nur einer der Scheiben des Mehrscheiben-Isolierglases möglich.
- Die Vorgaben des Isolierglas- und Dichtstoffherstellers sind zu beachten.
- Die Lagerung und das Abstellen darf nur annähernd vertikal bzw. senkrecht auf geeigneten Gestellen bzw. Einrichtungen erfolgen.
- Die Vorgaben der Berufsgenossenschaften zu Lagerung und Transport von Glas sind zu beachten.

- Die Abstützung gegen Kippen, die Unterlage und die obere Sicherung dürfen keine Beschädigungen von Glasfläche, Glaskante oder Randverbund verursachen. Die Unterlagen müssen rechtwinklig zur Scheibenfläche angeordnet sein und ein Aufliegen der gesamten Elementdicke gewährleisten.
- Beim Transport verschieden großer Glaseinheiten ist darauf zu achten, dass durch Glaskanten keine Scheuerstellen auf benachbarten Glasoberflächen verursacht werden. Wenn mehrere Scheiben gestapelt werden, sind Zwischenlagen (z. B. Zwischenpapier, Zwischenpuffer, Stapelscheiben) notwendig. Diese dürfen keine Feuchtigkeit aufnehmen.
- Generell ist Mehrscheiben-Isolierglas am Bau vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.
- 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.
- 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

6.2.5

in vertikaler Lage auf geeigneten Gestellen oder Einrichtungen erfolgen. Kisten sind ein Transportmittel und nicht für längere Lagerung vorgesehen.

- Mehrscheiben-Isoliergläser sind im Freien vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

Einbau

Jedes gelieferte Glaselement ist vor dem Einbau auf Beschädigung zu überprüfen. Unter anderem wird in der DIN 18008-1 im Abschnitt 5.1.4 eine maximale Kantenverletzung von thermisch vorgespanntem Glas von 15% der Scheibendicke in das Glasvolumen vorgegeben.

Das Eigengewicht sowie äußere Einwirkungen (wie z. B. Wind-, Verkehrs- oder Schneelasten) müssen sicher an das Primärtragwerk abgeleitet werden.

Verklotzungstechnik

Das Klotzen des Glases erfüllt folgende Aufgaben:

- Das Gewicht der Glasscheibe im Rahmen so zu verteilen bzw. auszugleichen, dass der Rahmen die Glasscheibe trägt.
- Den Rahmen unverändert in seiner Lage zu belassen.
- Bei zu öffnenden Elementen die Funktionsfähigkeit sicherzustellen.
- Die Glasscheibenkanten dauerhaft vom Rahmen zu trennen und den Mindestspielraum von 5 mm zum Falzgrund aufrecht zu erhalten.
- Das Glas statisch bestimmt zu lagern.
- Die Breite des Verglasungsklotzes muss 2 mm größer als die Glasdicke sein. Außerdem muss die Klotzdicke mindestens 5 mm betragen.

Die Rahmen müssen daher so dimensioniert sein, dass sie die Glasscheiben einwandfrei tragen. Bezüglich der Ausführung der Verklotzung ist außerdem die Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3 „Klotzung von Verglasungseinheiten“ zu beachten.

Dichtstoffüberstände, die über die Glaskante des Isolierglases hinausragen, sind vor dem Einsetzen des Glases im Klotzbereich zu entfernen. Durch die Klotzung darf die Kante des Glases nicht überbeansprucht werden.

Durch die Verklotzung darf keine unzulässige Durchbiegung der Rahmenprofile verursacht werden. Die maximalen Durchbiegungsbegrenzungen für die Rahmenprofile sind einzuhalten. Insbesondere bei Pfosten-Riegel-Konstruktionen ist darauf zu achten, dass sich bei übereinander angeordneten Isoliergläsern die Durchbiegungen der Riegelprofile nicht aufaddieren und die unteren Scheiben die Lasten aus den darüberliegenden Scheiben tragen müssen.

Bei der Verwendung von VG/VSG und/oder schweren Verglasungseinheiten (> 500 kg) wird empfohlen, die Standkanten zu kennzeichnen und diese gegebenenfalls mit KGN (DIN 1249-11) auszuführen. Ggf. wird von den Glaserstellern die Ausführung der Standkante mit „KGN“ bereits bei geringeren Glasgewichten empfohlen. Vor allem, wenn VG/VSG zum Einsatz kommt. Eventuell ist hier vor der Bestellung Rücksprache mit AGC INTERPANE erforderlich.

Schutz vor UV-Strahlung

Der Randverbund eines Isolierglases ist üblicherweise nicht beständig gegen UV-Strahlung. Daher muss der Randverbund vollständig vom Rahmen abgedeckt sein oder durch geeignete Maßnahmen vor UV-Strahlung geschützt werden (z. B. Abdeckstreifen, Emaillierung o. ä.). Wird auf solche Schutzmaßnahmen verzichtet, so muss der Randverbund des Isolierglases aus UV-beständigen Material (Silikon) hergestellt sein. Dies gilt grundsätzlich auch für die Lagerung von MIG auf Transportgestellen.

Verarbeitungswerkzeuge und Geräte

Es dürfen nur geeignete Verarbeitungswerkzeuge benutzt werden. Der Kontakt der Glaskante mit harten Gegenständen, wie Stemmeisen, Schraubendreher etc., ist unbedingt zu vermeiden.

Klotzhebel sind so vorsichtig einzusetzen, dass Abplatzungen und Ausmuschelungen an den Glaskanten vermieden werden.

Transport und Einbau in Höhenlagen

Der Einbau und/oder der Transport von Isolierglas an Orte, die deutlich unter oder über dem Herstellungsort des Isolierglases liegen, machen besondere Maßnahmen für die Bemessung und eventuell einen Druckausgleich notwendig. Es sind aber dabei weitere Parameter, u.a. Format, Abmessung der Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) Einheit, Temperatur im Scheibenzwischenraum (SZR), in Abhängigkeit der verwendeten Glasprodukte zu betrachten. Bei der Anfrage/Bestellung besteht Hinweispflicht über den Einbauort des MIG.

6.2.6 Zusatzanforderungen je nach Anwendung

Gläser, die außerordentlichen thermischen Belastungen ausgesetzt sind

Bei teilflächiger oder punktueller Temperatureinwirkung auf Glasscheiben ergeben sich durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung Spannungen, die unmittelbar zum Bruch führen können. Aus diesem Grund sind über die Fläche des Glases ungleichmäßig einwirkende Temperaturbelastungen zu vermeiden.

Thermische Belastungen können sich u. a. aus folgenden Situationen ergeben:

- **Folien, Farben, Poster, Innenjalousien, Möblierung**

Das nachträgliche Aufbringen von absorbierenden Folien, (Finger-)Farben, Postern sowie die zum Wärmestau führende raumseitige Anbringung von Jalousien oder Möblierung ohne ausreichenden Abstand zum Glas, usw. können bei Sonneneinstrahlung zu thermisch induzierten Glasbrüchen führen. Weitere Informationen zur thermischen Belastung von Gläsern siehe VFF Merkblatt V.02 „Thermische Beanspruchung von Gläsern in Fenstern und Fassaden“ sowie die BF-Information 006/2016 „BF-Information zu nachträglich angebrachten Folien“. Nachweise bzw. Einschätzungen können auch durch eine Thermostressanalyse vorgenommen werden.

- **Gussasphaltverlegung**

Bei Verlegung von Gussasphalt in Räumen oder auf Balkonen und Terrassen kommt es zu starker, ungleichmäßiger und einseitiger Erwärmung der Gläser. Vor diesen Einflüssen sind die Gläser mit geeigneten Mitteln zu schützen.

- **Heizkörper**

Zwischen Heizkörper und Glasscheibe 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 die Breite des Heizkörpers in etwa dem Breitenmaß der Isolierglas-Einheit entsprechen, um eine gleichmäßige Erwärmung der Scheibe zu gewährleisten. Werden Hitzeschutzschilde zwischen Heizkörper und Glas eingesetzt, vermindert dies Wärmeverluste und verringert die thermische Belastung der Glasscheibe. Der Abstand zwischen Hitzeschutzschild und Glas muss dann mindestens 10 cm betragen.

Gläser in Schiebetüren oder -fenstern

Bei Verglasungen mit Isolierglas jeglicher Art oder insbesondere mit in der Masse eingefärbten Gläsern empfiehlt sich die Verwendung von ESG oder TVG,

da sich die Scheiben bei Sonneneinstrahlung sehr stark erwärmen können. Wenn eine ausreichende Be-/Entlüftung des Raums zwischen den Schiebeelementen gewährleistet wird, kann gegebenenfalls darauf verzichtet werden. Dies gilt auch bei teilweise geöffneten Schiebeelementen. Eine ausreichende Be-/Entlüftung kann beispielsweise durch einen Anschlag/Stopper gewährleistet werden. Das gilt auch z. B. für Einbausituationen, bei der die Schiebetür keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Im Einzelfall ist die thermische Belastung zusammen mit AGC INTERPANE einzuschätzen.

Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit

Unter Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit versteht man u.a. Hallenbäder, Badezimmer, Fabrikräume in Brauereien, Metzgereien, Bäckereien, Blumengeschäfte, Molkereien, chemische Reinigungen usw., aber auch Räume wie z.B. nicht belüftete Schlaf- und Wohnzimmer, bei denen sich Kondensat auf raumseitigen Oberflächen bilden kann. Hier werden erhöhte Anforderungen sowohl an die Dichtheit der Konstruktion auf der Raumseite als auch an die verwendeten Materialien gestellt.

In allen Fällen muss für einen gut funktionierenden Druckausgleich vom Glasfalz nach außen und für eine dauerhaft funktionierende Entwässerung gesorgt werden. In der Praxis haben sich zusätzliche Öffnungen im oberen Eckbereich des Glasfalzes bewährt.

Horizontalverglasungen

Im Gegensatz zu Vertikalverglasungen treten bei Horizontalverglasungen u.ä. höhere thermische und mechanische Beanspruchungen auf (Wind-, Schnee- und Eislast sowie Eigengewicht). Das Verglasungssystem muss in der Lage sein, diese Beanspruchungen dauerhaft aufzunehmen. Der Scheibenzwischenraum muss u. U. verringert werden, um die Belastung des Isolierglases durch höhere Klimlasten (isochorer Druck) zu reduzieren.

Wird die äußere Scheibe des Isolierglases als Traufkante verwendet, ist dies nur in Ausführung als Stufenisoliertglas möglich. In der Regel soll hier aus thermischen Gründen die äußere Scheibe als ESG oder TVG ausgeführt werden.

MIG darf nicht als vollständige Verglasungseinheit über das Verglasungssystem hinaus eingebaut werden. Es wird die Ausführung als Stufenisoliertglas empfohlen.

6.2.6

Stufenisolierglas

Bei derartigen Isolierglaseinheiten ist wenigstens eine Kante inklusive des Randverbundes der UV-Strahlung ausgesetzt. Daher sind bei der Ausführung von MIG als Stufenisolierglas die Hinweise in Abschnitt 5.4 „Schutz vor UV-Strahlung“ zu beachten.

Umwehrungen

Glaselemente können ohne zusätzliche Geländer als Umwehrungen eingesetzt werden. Es ist jedoch grundsätzlich eine Verglasungseinheit mit VSG bzw. ESG vorgeschrieben.

Für die Dimensionierung der entsprechenden Glasdicken, die Auswahl der erforderlichen Glasarten sowie die Anforderungen an die Glshaltekonstruktion sind die Vorgaben der jeweils gültigen Glasbemessungs- und -konstruktionsnorm zu beachten. In Deutschland ist dies die DIN 18008-4.

Brüstungselemente

Brüstungselemente werden klassifiziert in

- Brüstungsplatten und
- Brüstungspaneele.

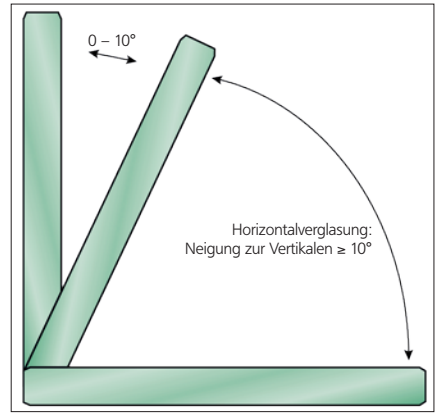
Bei den Brüstungsplatten handelt es sich um ein- oder zweischiebige (Isolierglas)Verglasungselemente, die aus ESG bestehen. Verwendung finden die Brüstungsplatten bei hinterlüfteten Außenwandkonstruktionen (Kaltfassade).

Brüstungspaneele bestehen aus ein- oder zweischiebigen Brüstungsplatten, die auf der Rückseite mit einer Wärmedämmung versehen sind. Der Einsatzbereich ist die Warmfassade.

Bei Brüstungselementen, bei denen Mehrscheiben-Isoliergläser vor Vorwanddämmungen oder in so genannte „Shadowboxes“ eingesetzt werden, muss mit einer erhöhten Temperatur im Scheibenzwischenraum gerechnet werden (siehe DIN 18008 Teil 1, Tab. 4).

Allgemeine Forderungen an die Verglasung bei Brüstungselementen

Die Verglasung der zweischiebigen Brüstungsplatten und der Brüstungspaneele hat nach den in diesem Merkblatt beschriebenen Grundlagen zu erfolgen. Darüber hinaus sind die eventuell weitere Vorgaben der Glas- und/oder Systemhersteller zu beachten.



Definition von Horizontalverglasung nach DIN 18008 (Nach der EN 13830 werden Horizontal- zu Vertikalverglasungen bei 15° unterschieden.)

Lackiertes Glas

Glas kann mit unterschiedlichen Verfahren farblich gestaltet werden oder als Spiegel Anwendung finden. Für diese Gläser sowie Spiegel sind bezüglich des Einbaus/Verwendungszwecks bzw. der Befestigung die Vorgaben der Hersteller sowie die Technischen Richtlinien des Glaserhandwerks zu beachten. Dies gilt auch für die Beurteilung der visuellen Qualität.

Ganzglasecken/Glasstöße

Bei der Planung und Ausführung von Glasstößen und Ganzglasecken aus Isolierglas sind zusätzliche Hinweise zu beachten.

Unter anderem gilt:

- Freiliegende Glaskanten, insbesondere bei Stufenisolierglas, sollen in der Regel mindestens gesäumt oder geschliffen ausgeführt werden. Bleibt die Kante sichtbar, wird die Ausführung mit polierter Kante empfohlen.
- Fugengeometrie:
Fugenbreite $b \geq 8 \text{ mm}$.
Fugentiefe $t = 0,5 \cdot b$, mind. 6 mm.

- Fugen zwischen Glasscheiben, die als so genannte „Stoßfugen“ ausgeführt werden, dürfen in der Regel bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt werden. Soll die Stoßfuge statische Funktionen übernehmen, ist eine entsprechende Dimensionierung und gegebenenfalls eine Zustimmung im Einzelfall notwendig.
- Die Verarbeitungs- und Anwendungshinweise der Dichtstoffhersteller, die entsprechenden Regeln der Technik sowie das Merkblatt V.07 „Glasstöbeund Ganzglasecken in Fenster und Fassaden“ vom VFF sind zu beachten.

6.2.7 Eigenschaften von Glasprodukten

Floatglas

Das Basisglas für alle weiteren Glaserzeugnisse ist in der Regel ein Floatglas nach EN 572-2. Danach ist Floatglas ein planes, durchsichtiges, klares oder gefärbtes Kalk-Natronsilicatglas mit parallelen und polierten Oberflächen, hergestellt durch kontinuierliches Aufgießen und Fließen (Float) über ein Metallbad. Es zeichnet sich durch eine sehr gute optische Qualität aus.

Es können damit veredelte Glasprodukte, wie z. B. beschichtetes Glas, Mehrscheiben-Isolierglas, Einscheiben- und Verbundsicherheitsglas sowie dekorative Gläser hergestellt werden.

Die allgemeinen Eigenschaften von Basiserzeugnissen aus Kalk Natronsilikatglas sind in der EN 572-1 beschrieben.

Einscheibensicherheitsglas (mit/ohne Heißlagerungstest)

Einscheibensicherheitsglas (ESG) entspricht der Produktnorm EN 12150-2. Um das Risiko eines Spontanbruchs zu reduzieren, wird ESG nach EN 14179 heißgelagert. Darüber hinaus sind nationale Vorgaben bzgl. der Anwendung von heißgelagertem Glas zu beachten.

Teilvorgespanntes Glas

Teilvorgespanntes Glas (TVG) entspricht der Produktnorm EN 1863-2 in Verbindung mit den Verwendbar-

keitsnachweisen der jeweiligen Hersteller bzw. nach den Vorgaben der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des jeweiligen Bundeslandes in Deutschland.

In Tabelle 2 sind die wesentlichen Eigenschaften für Floatglas, TVG und ESG angegeben. Weitere Eigenschaften finden Sie in den jeweiligen Produktnormen.

Ornamentglas

Ornamentglas entspricht der EN 572-5. Aufgrund der grob brechenden Bruchstruktur sowie des durch die Herstellung besonderen Bruchverhaltens, sind die Anwendung von Ornamentglas oder aber auch Drahtornamentglas (ein Ornamentglas mit Drahteinlage) sehr sorgfältig auszuwählen und die bauordnungsrechtlichen Vorgaben und weiteren Anwendungstechnischen Hinweise (z. B. DIN 18008) zu beachten.

Strukturverlauf

Für den Zuschnitt gilt als Standard, dass die Struktur parallel mit dem Höhenmaß läuft. Ausnahmen sind nur möglich, wenn der Strukturverlauf auf der Zeichnung angegeben ist und der Hinweis „STRUKTURVERLAUF laut Zeichnung“ bei Bestellung vermerkt ist. Wenn der Strukturverlauf im Glas über mehrere Einheiten fortgeführt werden soll, muss bei der Bestellung besonders auf diese Forderung hingewiesen werden.

Dies gilt sinngemäß auch bei Motivgläsern z. B. sandgestrahlten oder bedruckten Gläsern.

Eigenschaften von Glasprodukten	Floatglas	TVG	ESG
Biegezugfestigkeit σ_B	45 N/mm ²	70 N/mm ²	120 N/mm ²
Beständigkeit gegen Temperaturunterschiede und plötzliche Temperaturwechsel ΔT	40 K	100 K	200 K
Schneiden	Ja	Nein	Nein
Bruchbild	Radiale Anrisse große Stücke	Radiale Anrisse große Stücke	Netzartige Risse kleine Stücke

Verbund- und Verbundsicherheitsglas

Für Anwendungsbereiche mit freiliegender Glaskante dürfen Verbundglas und Verbundsicherheitsglas nur mit

- 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. Abweichende Regelungen können mit dem Glashersteller vereinbart werden.

Um diesen optischen Effekt zu unterbinden, muss 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 Verbundsicherheitsglases mit Überstand (Stufe) erfolgen. Um die Eigenschaften des Verbundglases über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte Reinigung der Glaskanten in geeigneten Zeitintervallen Voraussetzung. Diese sind in Abhängigkeit der Einbausituation, z. B. Innenstadtlagen, Bereiche mit zu erwartender hoher Verschmutzung durch andere Gebäudeteile, festzulegen. Es ist auch zu beachten, dass es durch Wechselwirkung mit anderen Materialien zu bestimmten Merkmalen (z. B. Blasen) kommen kann (siehe auch Kapitel 6.2.2 Materialverträglichkeit).

Weitere Hinweise zur Anwendung von Verbundsicherheitsglas finden sich im BF-Merkblatt 013/2013 „Verbundsicherheitsglas (VSG) für die Anwendung im Bauwesen“.

Beschichtetes Glas

Glaserzeugnisse können mit unterschiedlichsten Beschichtungen versehen sein. Durch diese Beschichtungen werden optische Veränderungen, Änderungen der technischen Werte oder ein bestimmtes Verhalten der Glasoberfläche erreicht. Am häufigsten kommen Schichten zum Einsatz, die das energetische Verhalten der Verglasung verändern. Dazu gehören insbesondere solche Schichten, die die Wärmedämmung verbessern oder die Transmission von Sonnenstrahlung verändern. Mit Beschichtungen ist in der Regel ein entsprechender Farbeindruck verbunden. Die ästhetischen Anforderungen (Reflexion des beschichteten Glases, Farbgebung durch die Beschichtung oder auch das Glassubstrat) müssen daher bereits in der Planungsphase mit dem Hersteller abgestimmt werden.

Für die Festlegung der optischen Eigenschaften und die Abstimmung der zu erwartenden optischen Qualität mit dem Hersteller sollte daher vor allem bei größeren Objekten von Anfang an mit Mustern in Bauteilgröße gearbeitet werden. Eine erste Produktfestlegung kann aber auch mit so genannten „Handmustern“ i. d. R. 200 mm x 300 mm Größe erfolgen.

Die genannten Anforderungen müssen von gebogenen und planen Verglasungen gleichermaßen erfüllt werden.

Weiterführende Hinweise können folgenden Merkblättern, Richtlinien und Normen entnommen werden: VFF Merkblatt V.03 „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen“, Ausgabe 09/2004

- Richtlinie „GEPVP – Code of Practice for in-situ Measurement and Evaluation of the Colour of Coated Glass used in Façades“, Ausgabe 2005
- ISO/DIS 11479 „Glass in building Coated glass – Part 2: Colour of facade“, Fassung 2011

Beschichtungsmöglichkeiten für gebogenes Glas in Abhängigkeit von Geometrie, Glasaufbau und Größe müssen im Einzelfall mit dem Hersteller 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 von lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennwerten erfolgt in der Regel für plane Verglasungen mit gleichem Glasaufbau. Die Ermittlung erfolgt nach EN 673 und EN 410.

Glas mit „Easy-to-clean“-Beschichtungen – Photokatalytische Schichten

Bei reinigungsunterstützendem Glas sind die besonderen Verglasungsrichtlinien der Beschichtungshersteller hinsichtlich der Vermeidung von Silikon/Silikonöl bei der Verarbeitung, im Verglasungssystem und in der Handhabung zu beachten.

Zur Reinigung der Gläser sind die für Glas üblichen Reinigungsverfahren und Materialien verwendbar. Abrasive Reinigungsmittel sind ungeeignet.

Verschmutzungen während der Bauphase sind unverzüglich mit viel Wasser zu entfernen.

Nassverglasung

Anstelle der häufig verwendeten Silikone zur Nassverglasung können alternative, vom Glas-/Beschichtungshersteller freigegebene Dichtstoffe verwendet werden.

Trockenverglasung

Im Trockenverglasungsbereich werden die Dichtungen häufig zur besseren Verarbeitbarkeit mit Silikonölen behandelt. Dies ist bei den photokatalytischen, hydrophilen Produkten nicht zulässig, da diese Silikonöle hohe Kriechigenschaften besitzen und die Funktion der Beschichtung außer Kraft setzen.

Bei den Glasherstellern sind hierfür weitergehende Verarbeiterinformationen zu erhalten.

Mehrscheiben-Isolierglas

Isolierglas mit freiliegendem Randverbund

Ein freiliegender Randverbund muss durch geeignete Maßnahmen vor UV-Strahlung geschützt werden (Abdeckstreifen, Teilbedruckung o.ä.) siehe Abschnitt 6.2.5 Schutz vor UV-Strahlung.

Bei MIG mit Beschichtungen werden diese in der Regel im Bereich des Randverbundes entfernt. Bei freiliegendem Randverbund kann die Grenze von beschichtetem und unbeschichtetem Bereich in Form von Farbeeffekten in der Fassade sichtbar werden. Dies ist produktionstechnisch und physikalisch bedingt und daher kein Reklamationsgrund.

Kleinformatige Isolierglasscheiben

Unter „kleinformatig“ sind alle Isolierglas-Elemente mit einer Kantenlänge von < 50 cm (2fach-Isolierglas) und < 70 cm (3fach-Isolierglas) anzusehen. Bei derartigen Scheiben sind die Beanspruchungen von Glas und Randverbund gegenüber größeren Formaten erhöht. Bei kleinformatigen Isoliergläsern sind die verschiedenen Einflussgrößen zu berücksichtigen.

Während der Isolierglas-Fertigung wird der Scheibenzwischenraum hermetisch versiegelt, 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 asymmetrischem Glasaufbau, vergrößertem SZR, wie z. B. bei Schallschutz-Isoliergläsern und 3fach-Isolierglas mit $2 \times \text{SZR} > 16$ mm, treten diese Belastungen verstärkt auf. Unter ungünstigen Bedingungen kann dies zum Glasbruch führen. Zudem besteht die Gefahr, dass der Randverbund durch die hohen Belastungen auf Dauer in seiner Funktion beeinträchtigt wird.

Bei einem ungünstigen Seitenverhältnis ($\geq 3:1$) sowie bei großen Scheibenzwischenraumbreiten (ein $\text{SZR} > 16$ mm oder zwei $\text{SZR} > 12$ mm) wird bei Isoliergläsern empfohlen, grundsätzlich die bruchgefährdete(n) Scheibe(n) – häufig ist das die dünnere Scheibe – in ESG bzw. in TVG auszuführen.

Bei kleinformatigen Scheiben für Fenster mit gasteilenden („echten“) Sprossen bieten sich die optisch nahezu gleichwertigen Wiener Sprossen als interessante Alternative an.

Isolierglas mit Wärmedämm- oder Sonnenschutzfunktion

Beschichtetes Mehrscheiben-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 wird für die Montage durch einen Aufkleber auf die richtige Einbauposition hingewiesen.

Wird bei Isolierglas mit Beschichtung eine Kombination mit Drahtglas gewünscht, ist Rücksprache mit dem Isolierglashersteller erforderlich. Die Kombination von beschichtetem Mehrscheiben-Isolierglas mit eingefärbten Gläsern erfordert eine eingefärbte Scheibe aus ESG oder TVG.

6.2.7

Schallschutz-Isolierglas

Unter Schallschutz-Isolierglas versteht man Einfachglas oder Mehrscheiben-Isoliergläser, die die Schalldämmung deutlich verbessern. Beim Schallschutz kommt es wesentlich auf das eingebaute Gesamtelement Fenster und Fassade an. Dabei sollen u. a. nachfolgend genannte Aspekte beachtet werden:

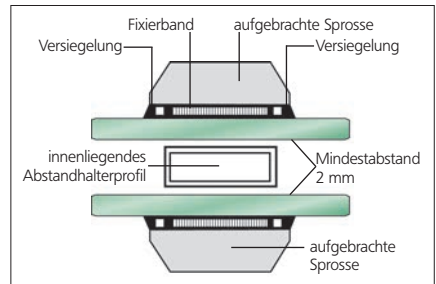
- Im Allgemeinen unterliegt die Verglasung von Schallschutz-Isolierglas den gleichen Grundsätzen wie Mehrscheiben-Isolierglas.
- Schallschutzglas hat in der Regel ein höheres Flächengewicht. Deshalb ist auf die Ausführung und Stabilität der Rahmen, Beschläge und der Verklotzung zu achten.
- Die gute Schalldämmung von Schallschutzglas kann nur dann voll zur Geltung kommen, wenn das gesamte Fensterelement inkl. Befestigung und Ausführung der Anschlussfugen eine hohe Luftdichtheit aufweist.
- Eine umlaufend gleichmäßige Anpressung des Flügelrahmens
- Versetzt angeordnete Dichtungsebenen
- Größtmöglicher Abstand der Dichtungen
- Einsatz von Schallschutz-Isolierglas (geprüft nach EN ISO 10140-2)
- Fachgerechter Wandanschluss
- Bau- und Öffnungsart des Fensters (z. B. Dreh- oder Dreh-Kipp-Ausführung)
- Größe des Fensterelements (siehe Korrekturwerte nach DIN 4109 Teil 35 und EN 14351-1, Anhang B).

In der Regel ist der Aufbau von Schallschutzglas asymmetrisch. Die Einbauposition der dickeren Scheibe ist für die Funktion des Schallschutzes bei dem in der Regel diffus einwirkenden Lärm unerheblich. Daher soll, mit Ausnahme von Lärmsituationen mit gerichtetem Schall, aus optischen Gründen die dickere Scheibe außen angebracht werden.

Einbauten im Scheibenzwischenraum

Das BF-Merkblatt 016 „BF-Merkblatt zur Beurteilung von Sprossen im SZR“ ist zu beachten. Es ist darauf zu achten, dass die Parallelität der Sprossen zu den Rahmenprofilen eingehalten wird. Bei der Bemessung Lastfall Klimalasten ist die Behinderung der Scheibendurchbiegung durch die eingelegten Sprossenprofile zu berücksichtigen. Bedingt durch Klimalasten können sich die Scheiben verformen und den Scheibenzwischenraum reduzieren. Ergänzend zu den statischen Lastannahmen nach den geltenden Normen (Wind-, Verkehrs-, Klimalasten) sind in Abhängigkeit der Elementabmessungen die systemspezifischen Mindestabstände des SZR zur Sicherstellung der (beweglichen) Funktion zu beachten.

Beispiel für Wiener Sprosse



Technische Gläser

Darunter versteht man Glasprodukte, deren Funktionen oder Eigenschaften durch Anlegen einer elektrischen Spannung verändert werden können. Diese Produkte erfordern eine deutlich engere Zusammenarbeit aller Beteiligten, als sie in der Regel bei Fenster und Fassaden üblich ist. Unter anderem müssen der Objektplaner (Architekt, Generalunternehmer etc.), der Fachplaner (z.B. Planer der technischen Gebäudeausrüstung (TGA), Fassadenplaner, Bauphysiker), der Glashersteller, Fenster- und Fassadenhersteller sowie Ausführende der TGA (z. B. Elektrotechnik, Heizungstechnik) involviert sein.

Bei der Planung und Ausführung sind zusätzlich zu den produktspezifischen Verglasungsrichtlinien u. a. folgende Punkte zu beachten (siehe hierzu auch ift-Richtlinie EL 01/1 oder das VFF-Merkblatt KB.03 „Smart Windows“):

- Grundsätzliche Bedienmöglichkeiten und Steuerungskonzepte
- Informationen zu Anschlusspunkten und Kabelverlegung

Abnahme und Funktionskontrolle

Gebogenes Glas

Die Anwendung von gebogenem Glas im Bauwesen erfordert eine detaillierte Planung des Fenster- und Fassadensystems. Darüber hinaus muss auch der Einbau dieser Produkte im Detail betrachtet werden. Das BF-Merkblatt 009/2011 „Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen“ des Bundesverbands Flachglas bietet hier eine erste Hilfestellung.

Spiegel

Für die Verwendung und den Einbau von Spiegeln ist die Technische Richtlinie Nr. 11 „Spiegel – Handhabung und Montage“ des Bundesinventionsverbandes des Glasherhandwerks zu beachten.

Vakuumglas

Vakuumglas zeichnet sich durch hervorragende Wärmedämmeigenschaften bei geringer Dicke und geringem Gewicht aus.

Gegenüber Standard Mehrscheiben-Isolierglas sind bei Einbau und Weiterverarbeitung andere Vorgaben (u. a. der Hersteller) zu beachten.

Verwendbarkeit der Glasprodukte

Die nachfolgende Tabelle (siehe Seite 416/417) zeigt eine Auswahl der möglichen Verwendbarkeit der zuvor beschriebenen Glasprodukte in Abhängigkeit der Nutzungsart inkl. den zugehörigen technischen Regelwerken.

6.2.7

Verwendbarkeit von Glasarten in Abhängigkeit der Nutzungsart

Nutzungsart		FG ESG ^a	VSG FG TVG ESG	Regelwerk
A Vertikalverglasungen (ohne absturzsichernde Funktion)				
A.1 Vertikalverglasung (linienförmig)		■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-2
A.2 Vertikalverglasung (punktförmig)	EG	■ ■ ^b	■ ^b ■ ■ ■	DIN 18008-3
	MIG	■ ^b ■ ^b	■ ^b ■ ^b ■ ^b ■ ^b	DIN 18008-3
A.3 Hinterlüftete Fassade		■ ■	■ ^c ■ ^c ■ ^c	DIN 18516-4
A.4 Structural Glazing	innen	■ ■	■ ■ ■	ETAG 002
	außen	■ ■	■ ■ ■	
A.5 Glasschwerter		■ ■	■ ■ ■	ZIE
A.6 Schaufenster		■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-2 ^d
A.7 Ganzglas-Türanlagen und Windfanganlagen		■ ■	■ ■ ■	DGUV Regel 108-005, ARBSTÄTTV, DGUV Inform. 208-014, ASR A1.7
A.8 Lärmschutzwand		■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-2, ZTV-LSW 06
B Horizontalverglasungen (oberhalb von Verkehrsflächen)				
B.1 Horizontalverglasung ^e (linienförmig)	oben	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-2
	unten	■ ■	■ ■ ■	
B.2 Horizontalverglasung ^{e,f} (punktförmig)		■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-3
B.3 Begehbare Verglasung		■ ■	■ ^g ■ ■ ■ ^g	DIN 18008-5
B.4 Betretbare und durchsturz sichere Verglasung	oben	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-6
	unten	■ ■	■ ■ ■	
B.5 Glasbalken		■ ■	■ ■ ■	Zie
B.6 Glasvordach		■ ■	■ ^h ■ ■	DIN 18008-2
B.7 Glaslamellen		■ ■	■ ^h ■ ■	DIN 18008-2
C Absturzsichernde Verglasungen				
C.1 Raumhohe Verglasung (Kat. A)	EG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
	MIG	■ ⁱ ■ ^j	■ ■ ■	
C.2 Ganzglasgeländer mit aufgesetztem Holm (Kat. B)		■ ■	■ ^k ■ ■	DIN 18008-4
C.3 Geländerausfachung punktförmig (Kat. C1)		■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.4 Geländerausfachung linienförmig (Kat. C1)		■ ■ ^m	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.5 Unterhalb von Querriegeln (Kat. C2)	EG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
	MIG	■ ■	■ ■ ■	
C.6 Raumhoch mit vorgesetztem tragendem Holm (Kat. C3)	EG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
	MIG	■ ⁱ ■ ^j	■ ■ ■	
C.7 Doppelfassade	innen	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
	außen	■ ■	■ ■ ■	
C.8 Aufzugsschacht		■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4, DIN EN 81-20

Verwendbarkeit von Glasarten in Abhängigkeit der Nutzungsart

Nutzungsart	FG ESG ^a	VSG FG TVG ESG	Regelwerk
D Verglasungen in Gebäuden mit spezieller Nutzung			
D.1 Büroräume (Wände, Türen, etc.)	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, ASR A1.6, DGUV R. 108-005
D.2 Schule	■ ^o ■	■ ■ ■	DGUV VORSCHRIFT 81
D.3 Kindertageseinrichtung	■ ^o ■	■ ■ ■	DGUV Regel 102-002
D.4 Krankenhaus	■ ■	■ ■ ■	DGUV Information 207-016
D.5 Einkaufsbereiche	■ ■	■ ■ ■	DGUV Regel 108-005
D.6 Schwimmbäder	■ ^o ■	■ ■ ■	GUVR 1/111, DGUV Regel 107-001
D.7 Sporthallen	■ ^o ■	■ ■ ■	DIN 18032-1
D.8 Squashhallen	■ ■	■ ■ ■	DIN 18038 ^b
D.9 Parkhaus, Bushof, etc.	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV Anh. 1.7(4), ASR A1.6, ASR A1.7
D.10 Eingangshallen und -bereiche	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, DGUV R. 108-005, ASR A 1.7
E Nicht absturzsichernde Innenraumanwendungen			
E.1 Duschwandabtrennung	■ ■	■ ■ ■	DIN EN 14428
E.2 Türausschnitt	■ ■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, DGUV Inform. 208-014
E.3 Türausschnitt im oberen Drittel der Tür	■ ■ ■	■ ■ ■	DGUV Information 208-014
E.4 Ganzglastür	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, DGUV Information 208-014, ASR A1.7, DGUV Regel 108-005

■ mindestens geforderte Glasart ■ empfohlene Glasart ■ alternativ nutzbare Glasart ■ eingeschränkt nutzbare Glasart ■ nicht nutzbare Glasart

- a Entsprechend DIN 18008-2 sind monolithische Einscheibensicherheitsverglasungen (ESG), deren Oberkante mehr als 4 m über Verkehrsflächen liegt, als heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas (ESG-H) auszuführen.
- b Entsprechend DIN 18008-3 nur bei Verwendung von Klemmaltern.
- c Die Verwendung von VSG bedarf einer abZ oder zIE.
- d Bislang liegen keine zusätzlichen Regeln vor.
- e Bezogen auf MIG. Bei ausschließlicher Verwendung von monolithischem Glas gilt unten.
- f Entsprechend DIN 18008-3 nur bei Verwendung von Tellerhaltern. Es dürfen nur Einfachverglasungen verwendet werden.
- g Entsprechend DIN 18008-5 kann die oberste Glasschicht anstatt TVG auch aus ESG bestehen.
Thermisch entspanntes Floatglas ist hingegen nicht als oberste Glasschicht anzuordnen.
- h Bei punktförmiger Lagerung Ausbildung nur mit VSG aus TVG möglich.
- i Entsprechend DIN 18008-4 dürfen grob brechende Glasarten unmittelbar hinter einer stoßzugewandten Verglasung aus ESG verwendet werden, wenn Letztgenannte beim Pendelschlagversuch nicht versagt.

- j Generell muss mindestens eine Scheibe von Mehrscheiben-Isolierverglasungen aus VSG bestehen.
- k VSG aus Floatglas bedarf einer abZ oder zIE.
- l Lagerung mittels Klemmalterung bedarf einer zIE oder abZ.
- m Ausschließlich allseitig linienförmig gelagerte Einfachverglasungen der Kategorie C1 und C2 nach DIN 18008-4 dürfen auch als monolithisches ESG ausgeführt werden.
- n Keine absturzsichernde Wirkung.
- o Lichtdurchlässige Flächen sind bis zu einer Höhe von 2,0 m mit bruchsickeeren Werkstoffen auszubilden oder müssen ausreichend abgesichert sein.
- p Die Rückwand muss nach DIN 18038 (mittlerweile zurückgezogen) mindestens aus 12 mm ESG bestehen

Quelle: Glasbau, Grundlagen - Berechnung - Konstruktion 2. Auflage, Jens Schneider, Johannes Kuntsche, Sebastian Schula, Frank Schneider, Johann-Dietrich Wörner

6.2.8 Pflege von Gläsern

6.2.8

Oberflächenschäden am Glas

Oberflächenschäden am Glas können durch mechanische, thermische und chemische Einwirkungen entstehen.

Verätzungen durch alkalische Einwirkungen

Durch Mörtelspritzer, Zementschlämme und Auswaschungen aus Faserzementplatten oder unbehandelten Betonoberflächen können alkalische Bestandteile auf Glasoberflächen gelangen, die zu Verätzungen der Glaselemente führen.

Insbesondere während der Bauphase sind bereits eingebaute Verglasungseinheiten vor derartigen Einwirkungen zu schützen. Während frische Mörtelspritzer und noch nicht abgebundene Zementschlämme mit Wasser entfernt werden können, lassen sich die durch Verätzungen eingetretenen Glasschäden im günstigsten Fall noch durch spezielle Putzmittel, wie Essigsäure, Schlämmeerde oder Ceroxid entfernen. Langzeitschäden sind in der Regel nicht mehr beherrschbar. Es ist auch darauf zu achten, dass sich auf Position 1 Funktionsschichten befinden können, für die besondere Reinigungsvorschriften gelten.

Gläser können (temporär) durch Folien geschützt werden (siehe hierzu auch die BF-Information 006/2016 „BF-Information zu nachträglich angebrachten Folien“). Es ist bei diesen Folien auch auf die Verträglichkeit zu achten, unter anderem ob sich eine Veränderung der Glasoberfläche durch das Aufbringen dieser Folie ergibt (z. B. durch Klebstoffe verursachte Veränderung der Oberflächenspannung des Glases, was sich in einer veränderten Benetzbarkeit zeigen kann).

Schweißperlen bzw. Funkenflug durch Schleif- und Trennscheiben

Werden in der Nähe von Glasflächen Schweiß- oder Schleifarbeiten durchgeführt, kann es zu nicht mehr entfernbaren Einbränden von Schweißperlen oder glühenden Schleifpartikeln kommen. Die Verglasung ist z. B. durch mobile Schutzwände, Holzplatten o. ä. entsprechend zu schützen.

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 muss durch Abdecken der Gläser mit einer geeigneten Folie verhindert werden.

Instandhaltungsarbeiten

Nach Fertigstellung der Baumaßnahmen werden für Instandhaltungsarbeiten möglicherweise Beizen, Holzschutzmittel, Fassadenversiegelung, Mittel gegen Schimmel- und Pilzbefall oder ähnliches verwendet. Die Glasoberflächen können durch die chemischen Bestandteile dieser Mittel angegriffen werden. Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Schlierenbildung durch Abrieb von Verglasungsdichtstoffen

Bei verschiedenen Verglasungsdichtstoffen kann es beim Reinigen zu Abrieb kommen, der sich als Schlierenbildung auf der Scheibenoberfläche zeigt. Vor den beschriebenen Einflüssen ist das Glaselement zu schützen. Generelle Schutzmaßnahmen können auf Grund der Verschiedenartigkeit der Ursachen nicht aufgeführt werden. Sie sind in jedem einzelnen Fall zu beurteilen, zu veranlassen und bereits in der Planung zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, schlierenfreie Dichtstoffe zu verwenden.

Reinigung und Instandhaltung von Glas

Um die dauerhafte Funktion der Glasprodukte sicherzustellen, ist eine regelmäßige Reinigung und Instandhaltung erforderlich. Je nach verwendetem Glasprodukt, Einbausituation und Einbauort können diese Intervalle variieren und müssen individuell gewählt werden. Es ist das BF-Merkblatt 012/2012 „Reinigung von Glas“ zu beachten.

Grundsätzlich sollen vor Beginn der Reinigung von besonders fest anhaftenden Verschmutzungen und bei der Verwendung von Reinigungsmitteln Versuche durchgeführt und ggf. Nachweise bzgl. der Verträglichkeit erbracht werden.

Quelle:
BF-Merkblatt 022/2018 – November 2018

6.3 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.

6.3

Richtlinie für die Verglasung von ipasafe Alarm 06/13

6.3

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. Werksseitig ist das Anschlusskabel mit einem Flachstecker ausgerüstet.

Optional kann ein ca. 5 m oder 10 m langes Verlängerungskabel mit passender Buchse zur elektrischen Verbindung geliefert werden.

Die elektrischen Widerstände müssen folgende Werte aufweisen:

- 6 Ω \pm 3 Ω 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 AGC 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.

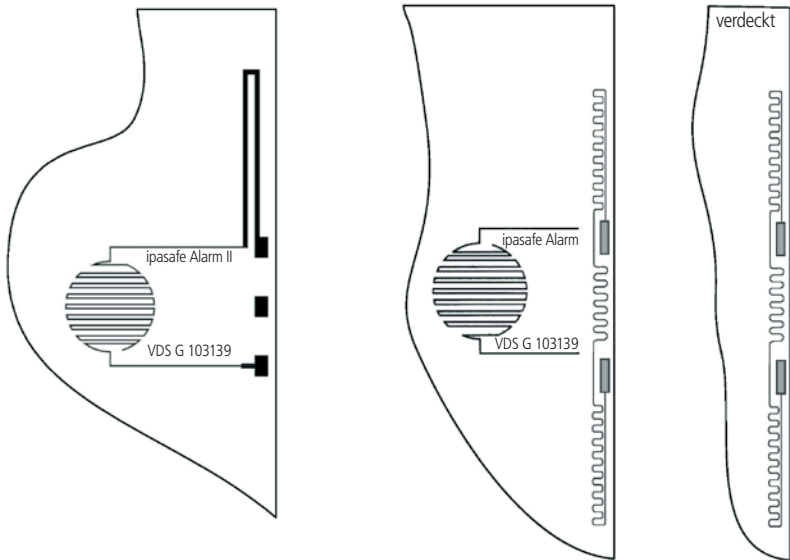
- Das Falzspiel sollte mindestens 7 mm betragen, um ein scharfes Abknicken des Kabels zu vermeiden. An der Isolierglaskante, an der die Alarmschleife positioniert ist, muss die Glasfalzhöhe mindestens 20 mm betragen, damit der Abstandhalter vom Isolierglas nicht in die lichte Fensteröffnung ragt.

● **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

$> 20 M\Omega$

6.4 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.



AGC INTERPANE



7

**AUSGEWÄHLTE RICHTLINIEN UND
MERKBLÄTTER**

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir Ihnen Informationen über den Werkstoff Glas, dessen Herstellung und Anwendung sowie über Produkte von AGC INTERPANE zusammengestellt.

In diesem Kapitel finden Sie aus unserer Sicht wichtige Richtlinien, die Ihre tägliche Arbeit unterstützen können.

Wenn Sie darüber hinaus Informationen zu Normen und Richtlinien benötigen, zögern Sie bitte nicht, uns anzusprechen.

7.1 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

7.2 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

7.3 Reinigung von Glas

7.4 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

7.5 Kompass für geklebte Fenster

7.6 Kompass „Warme Kante“

7.7 Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

7.8 Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerte Gläser

7.1 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

BF-Merkblatt 002 / 2008



Bundesverband
Flachglas

7.1

Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

Schwerpunkt: Transport, Lagerung und Einbau

Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

7.1

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 bestimmungsgemäßem 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.

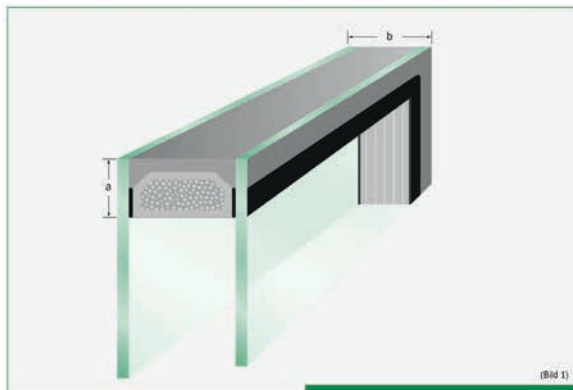
Diese Richtlinie ist rechtsverbindlich, wenn der Mehrscheiben-Isolierglas-Hersteller oder Vertragspartner in den AGBs auf sie Bezug nimmt oder sie für den Einzelfall vereinbart. Sie ersetzt nicht Normen, eingeführte technische Regeln oder gesetzliche Bestimmungen zum Einsatz von Mehrscheiben-Isolierglas. 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)
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.

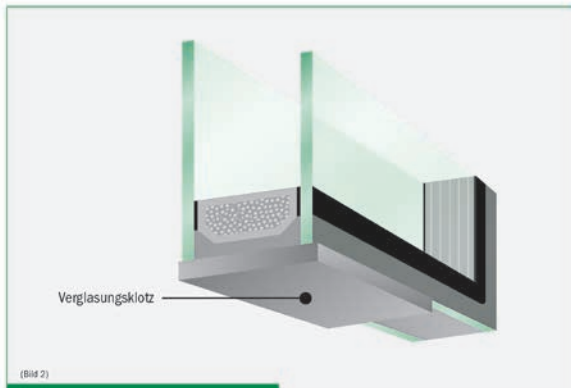
5.0 Klotzung

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 Dampfdruckausgleichs (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 Druckfestigkeit besitzen und dürfen an den Glaskanten keine Absplittungen 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.



6.0 Mechanische Beanspruchungen

Im eingebauten Zustand wirken auf das Mehrscheiben-Isolierglas dynamische und Dauerlasten aus Wind, Schnee, Menschen-ge dränge 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 absturzsicheren 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

7.2 Gebogene Verglasungen

BF-Merkblatt 009 / 2011 – Änderungsindex 1 – März 2017



Bundesverband
Flachglas

7.2

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2	9.0 Toleranzen	9
2.0 Geltungsbereich	3	10.0 Bemessung	13
3.0 Herstellung und Geometrie	3	10.1 Statische Besonderheiten im Vergleich zu ebenen Glasscheiben....	13
4.0 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften	5	10.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern	13
4.1 Allgemeines.....	5	10.3 Berechnungsgrundlagen	13
4.2 Thermisch gebogenes Glas	5	10.4 Gebrauchstauglichkeit	14
5.0 Bauprodukte	6	10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung	14
5.1 Allgemeines	6	10.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion	14
5.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float).....	6	11.0 Lagerung und Transport	14
5.3 Gebogenes Einscheiben-Sicherheitsglas (gb-ESG)	6	12.0 Verglasung	15
5.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	6	12.1 Allgemeines.....	15
5.5 Gebogenes Verbund- und Verbund-Sicherheitsglas (gb-VG, gb-VSG)	6	12.2 Konstruktive Hinweise	15
5.6 Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas (gb-MIG)	7	12.3 Erforderliche Falzbreite.....	15
5.7 Gestaltung mit gebogenem Glas	7	13.0 Klotzung	15
6.0 Bauphysik	7	13.1 Definitionen	16
6.1 Allgemeines.....	7	14.0 Aufmaß	17
6.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz	7	15.0 Literatur	17
6.3 Schallschutz	7	16.0 Ansprechpartner in den Bundesländern	18
7.0 Sicherheit mit Glas	8	17.0 Normen, Regelwerke und Richtlinien	18
7.1 Sondersicherheitsverglasungen.....	8	18.0 Weiterführende Literatur	19
7.2 Verkehrssicherheit	8		
7.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse	8		
8.0 Visuelle Qualität	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 Bauherren 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 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 gegeben.

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 im 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.

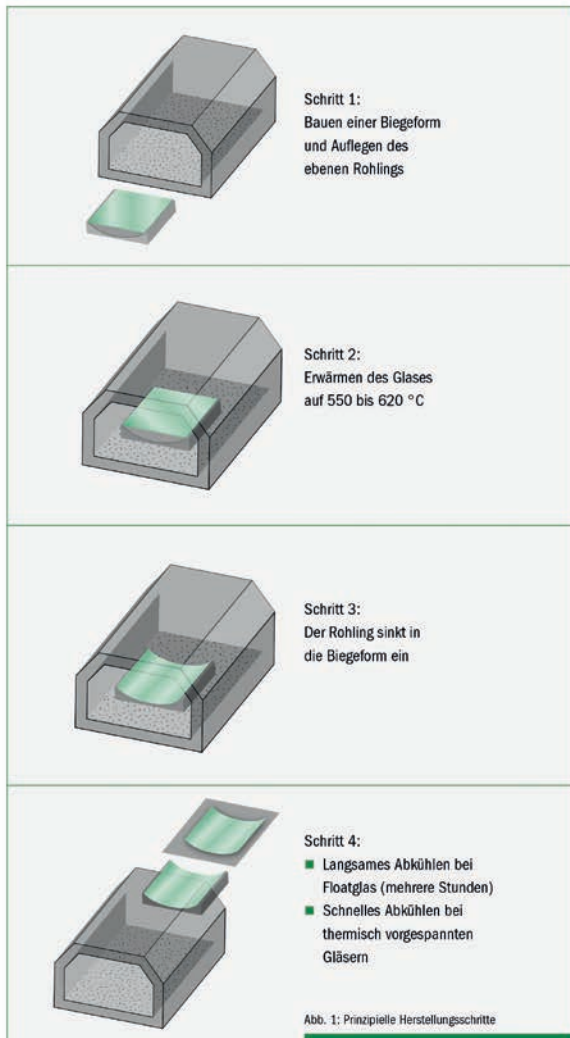
Die Umsetzbarkeit der gewünschten Biegegeometrie mit dem gewählten Glasaufbau – eventuell mit Beschichtung – sind daher auch herstellerabhängig, weshalb grundsätzliche Angaben zu möglichen Biegeradien und Glasaufbauten nur eingeschränkt möglich sind. Prinzipiell lässt sich jedoch sagen, dass aufwändige 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

7.2

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 einachsig (zylindrisch, konisch) gebogenem Glas und mehrachsig (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 Bauprodukten- und bauordnungsrechtliche Anforderungen in Deutschland

4.1 Grundlagen

Grundsätzlich ist zwischen Normen und Regeln für die Produkte und denjenigen für die Anwendung zu unterscheiden. Während in Produktnormen, die zumeist europäisch harmonisiert sind (hEN), Vorschriften zur Herstellung sowie Angaben zu den technischen Eigenschaften von Bauprodukten gemacht werden, beschreiben Anwendungsnormen die konstruktiven Anforderungen und Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise, die gemäß Landesbauordnung (LBO) von Bauarten oder Bauprodukten zu erfüllen sind.

Viele Glasproduktnormen wurden bereits als hEN von der EU-Kommission im EU-Amtsblatt bekannt gemacht. Sie sind bauproduktenrechtlich, d. h. gemäß Bauproduktenverordnung (BauPVO, Verordnung (EU) Nr. 305/2011) zu beachten. Neben den Produkteigenschaften regeln sie auch die für das Inverkehrbringen erforderliche CE-Kennzeichnung.

Die für die Herstellung und Anwendung von Glas bauordnungsrechtlich, d. h. gemäß LBO zu beachtenden hEN und Anwendungsnormen wurden bisher in der Bauregelliste (BRL) und in den landeseigenen Listen der technischen Baubestimmungen (LTB) als Technische Baubestimmungen (TB) bekannt gemacht.

Aufgrund des EuGH-Urteils vom 16.10.14 in der Rechtssache C-100/13 wurde die gemeinsame Basis aller LBO, die Musterbauordnung überarbeitet (MBO'16). In einigen Ländern gilt bereits eine darauf basierende neue LBO.

Außerdem wurden die BRL und die Muster-LTB zur Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (M-VVTB) zusammengefasst. Einige Länder haben bereits eine darauf basierende landeseigene Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VVTB) erlassen.

Da die landeseigenen LBO und VVTB sowohl inhaltlich als auch vom Geltungszeitraum her von Land zu Land abweichen können, ist stets zu prüfen, welche Fassung der LBO und VVTB gültig und anzuwenden ist.

4.2 Nachweise der Verwendbarkeit und Anwendbarkeit

Für gebogene Glasprodukte existieren bislang weder hEN, noch wurden in der BRL oder den LTB bzw. den VVTB für die Anwendung von Bauarten mit gebogenen Glasprodukten entsprechende Anwendungsnormen als TB bekannt gemacht, noch existieren hierfür allgemein anerkannte Regeln der Technik. Auch DIN 18008 regelt – im Gegensatz zu den nicht mehr gültigen technischen Regeln TRLV und TRAV – keine Bauarten mit gebogenen Gläsern.

Die Verwendbarkeit gebogener Glasprodukte nach LBO kann daher nur mittels allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) oder mittels Zustimmung im Einzelfall (ZiE, zukünftig: Nachweis der Verwendbarkeit von Bauprodukten im Einzelfall) nachgewiesen werden.

Entsprechend kann die Anwendbarkeit von Bauarten mit gebogenen Glasprodukten nur mittels abZ (zukünftig: allgemeine Bauartgenehmigung) oder ZiE (zukünftig: vorhabenbezogene Bauartgenehmigung) nachgewiesen werden.

AbZ's, die je nach Antragstellung entweder nur bauproduktbezogene Aspekte (z. B. Produkteigenschaften) oder zusätzlich auch bauartbezogene Aspekte (z. B. konstruktive Vorgaben und Nachweise) regeln sowie allgemeine Bauartgenehmigungen, die ausschließlich bauartbezogene Aspekte regeln, sind beim DiBT in Berlin zu beantragen.

ZiE bzw. Nachweise der Verwendbarkeit von Bauprodukten im Einzelfall sowie vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen sind bei der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes zu beantragen.

4.3 Ältere Verwendbarkeitsnachweise

Verweisen noch gültige abZ auf die TRLV, sind diese weiterhin als Grundlage für die Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise heranzuziehen.

4.4 Hinweise zur Vorbemessung

Für eine Vorbemessung von gebogenen Scheiben können die Berechnungsgrundlagen aus DIN 18008 in Verbindung mit den Werten aus Tabelle 2 dieses Merkblattes verwendet werden. Die vereinfachten Verfahren zur Ermittlung der Klimlasten aus DIN 18008 können jedoch nicht auf gebogene Isoliergläser angewendet werden. Ebenso gelten an planen Gläsern erbrachte Stoßsicherheitsnachweise, wie z. B. Tabelle B.1 der DIN 18008-4, nicht für gebogenes Glas.

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

7.2

5.0 Bauprodukte

5.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die verschiedenen gebogenen Glasprodukte gemäß den hEN für plane Glasprodukte aufgeführt und die Unterschiede bzw. Besonderheiten für gebogene Gläser aufgezeigt. Ergänzend dazu werden für die Bauprodukte, für die es andere, z. B. ISO-Normen gibt, entsprechende Hinweise aus und zu diesen Normen gemacht.

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 feuerverpolierten 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 A) folgendes formuliert:

„Gebogenem, thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas (im Vereinigten Königreich auch „bent“ genannt) wurde während der Herstellung absichtlich ein bestimmtes Profil gegeben. Dieses Glas ist kein Bestandteil dieser Europäischen Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung des Produkts zur Verfügung stehen. Unabhängig davon können die Angaben in dieser Europäischen Norm bezüglich Dicke, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes, thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas angewandt werden.“

Das ISO/TC 160/SC 1/WG 8 hat Normen zu gebogenem Glas veröffentlicht, d. h. ISO 11485-1, ISO 11485-2 und ISO 11485-3. Teil 3 behandelt thermisch vorgespanntes Sicherheitsglas. Ein besonderer Bezug wird auf die Prüfung der Bruchstruktur, auf die zulässigen Auszählungen der Bruchstücke sowie auf die Mittel zur Durchführung eines Pendelschlagversuches genommen.

5.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)

Die Produktnorm EN 1863-1 beschreibt nur planes TVG. Es ist zu beachten, dass weder das Bruchbild noch die charakteristische Biegezugfestigkeit von planem TVG auf gebogenes TVG übertragbar sind.

5.5 Gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (gb-VG oder gb-VSG)

Die Produktnorm EN 14449 beschreibt nur planes Verbundglas (VG) und planes Verbund-Sicherheitsglas (VSG).

Damit VG in Deutschland als VSG verwendbar ist, müssen die Zwischenschichten aus Polyvinyl-Butyral (PVB) sein und bestimmte mechanische Eigenschaften aufweisen. Diese werden zukünftig in den WTB beschrieben um dann auch die Anforderungen von DIN 18008 zu genügen.

Welche Zwischenschicht, außer PVB, für gebogenes VSG verwendet werden darf, ist der entsprechenden abZ bzw. der allgemeinen Bauartgenehmigung zu entnehmen. Liegt ein geeigneter Verwendbarkeitsnachweis für andere Zwischenschichten vor, ist die Anwendung als VSG im Rahmen z. B. der DIN 18008 möglich.

VG dagegen ist ein Bauprodukt mit sonstigen Zwischenschichten, deren Eigenschaften nicht nach den WTB, sondern nach der o. g. hEN 14449 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 durchzuführen 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 Ug-Werte, g-Werte, etc. ist aufgrund der Vielzahl der zuvor genannten Parameter nicht möglich. Die Angabe von Ug-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 10140 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

7.2

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 Resttragfähigkeit. 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“ [4]. 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. Die optischen Eigenschaften sowie das Reflexionsverhalten werden durch folgende Kriterien beeinflusst:

- die Eigenreflexion
- Beschichtungen
- Biegeradius
- Große Biegewinkel (z. B. über 90°)
- Tangentiale Übergänge (s. Abb. 7)
- Glasdicke
- Basisglas

Bei der Anordnung mehrerer Gläser hintereinander, z. B. VSG oder Mehrfachisolierglas, besonders bei Kombination mit geb. ESG, können Störungen in der Durchsicht verstärkt wahrgenommen werden. Es wird die Anfertigung von Musterschleiben 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 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-/3-fach Mehrscheiben- Isolierglas	
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	≤ 12 mm	± 2	± 2	± 2	± 2	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	>12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm und ≤ 4000 mm	≤ 12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm und ≤ 4000 mm	>12 mm	± 4	± 4	± 4	± 4	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 4000 mm	≤ 12 mm	± 4	± 4	± 5	± 6	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 4000 mm	>12 mm	± 4	± 4	± 5	± 6	mm
Konturtreue (PC)** (Die Toleranzgröße wird auf den nächsten vollen Millimeter aufgerundet.)	-	± 1,5 mm/m Absolutwert: min. 2 mm		± 1,8 mm/m Absolutwert: min. 2 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***	-	± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
Kantenversatz (d)**** ≤ 5m ²	-	-	-	± 2	± 3	mm
Kantenversatz (d)**** > 5m ²	-	-	-	± 3	± 4	mm
Lage der Lochbohrungen	-	-	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 (Auslauf) 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

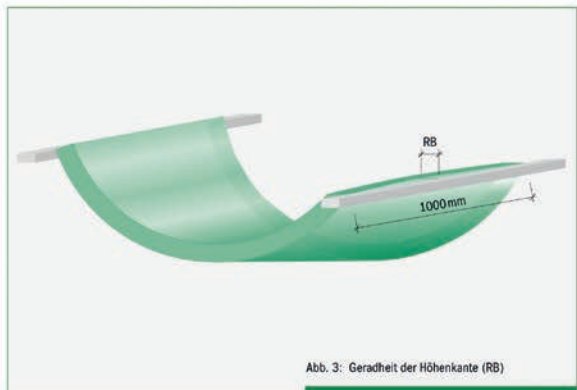
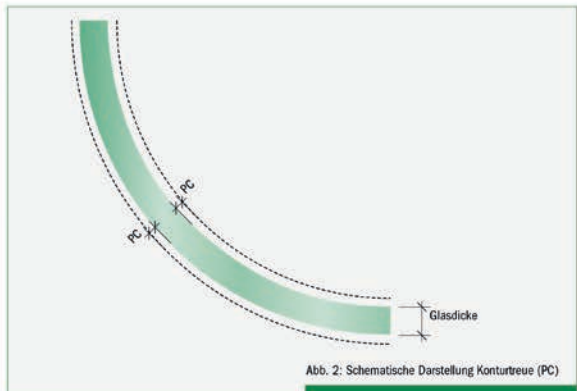
Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Örtliche Verwerfung , Rollerwaves etc.

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 den Toleranzwert (nach Tabelle 1) nach innen/außen versetzt. Die Biegekantur 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.



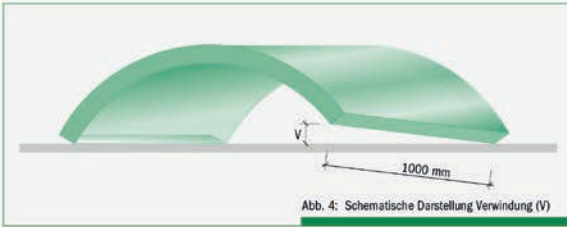


Abb. 4: Schematische Darstellung Verwindung (V)

Verwindung (V)

Verwindung beschreibt die Genauigkeit der Parallelität der Höhenkanten im gebogenen Zustand. Die Verwindung darf bei gebogenem Glas max. ± 3 mm je lfm. (längste 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).

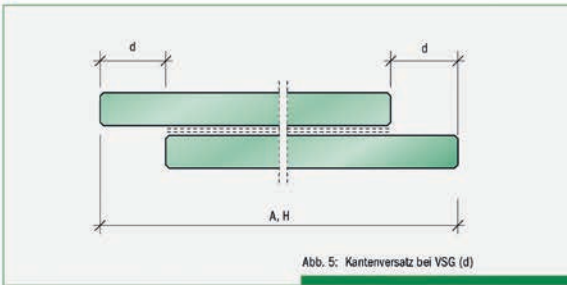


Abb. 5: Kantensatz bei VSG (d)

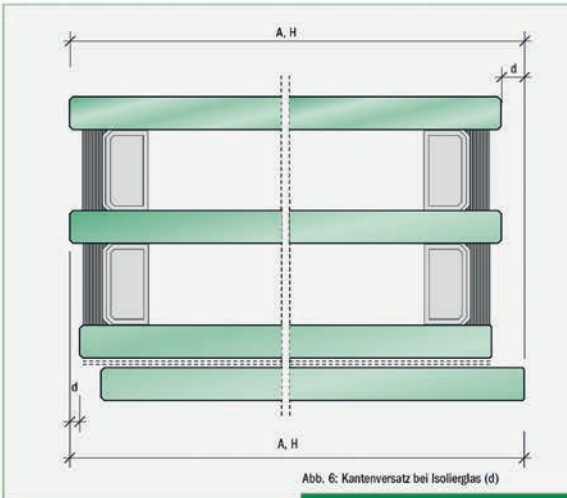


Abb. 6: Kantensatz bei Isolierglas (d)

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

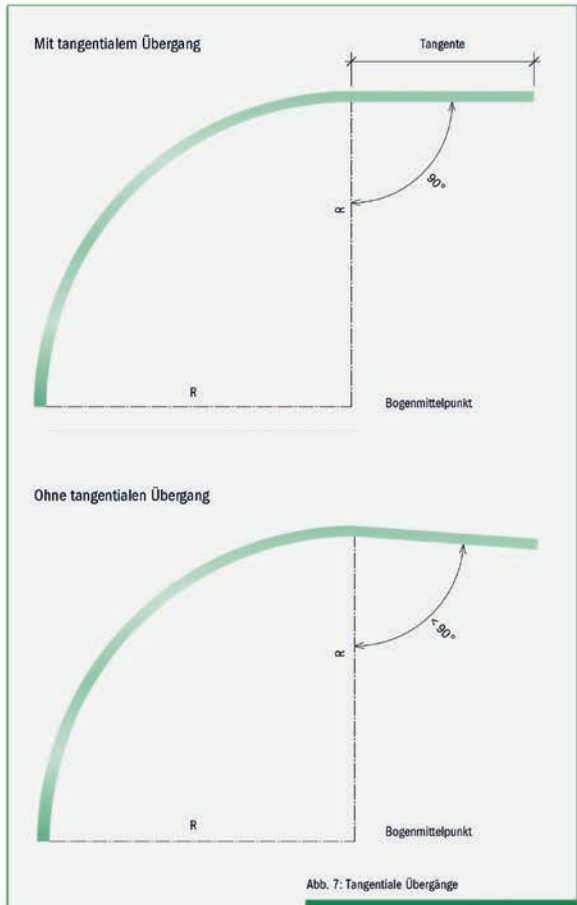
7.2

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 DIN 18008 Teil 2 [2] bestimmt werden, da diese auf der Plattentheorie für ebene, rechteckige 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 [5] und [6].

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

7.2

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. Die Tragsicherheitsnachweise können dann in Anlehnung an das Sicherheitskonzept der DIN 18008 geführt werden.

Im Einzelfall ist dieses Vorgehen mit der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes abzustimmen.

Die Ermittlung der Biegezugfestigkeiten erfolgt in Anlehnung an EN ISO 1288-3. Dabei wird die konvexe Seite üblicherweise auf Zugbeanspruchung geprüft.

10.4 Gebrauchstauglichkeit

10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung

Nach 7.3, DIN 18008-2 sind die Durchbiegungen der Glasscheiben zu begrenzen. Bemessungswert des Gebrauchstauglichkeitskriteriums ist 1/100 der Stützweite anzusetzen.

Alternativ ist die Durchbiegung der gebogenen Verglasung so zu beschränken, dass der normativ definierte Mindestglaseinstand beim Auflager gewährleistet ist.

Glasart	f_k (N/mm ²)	
	Glasfläche	Glaskante
Gebogenes Floatglas (gb-Float)	45	32
Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	55	55
Gebogenes vorgespanntes Glas (gb-ESG)	120	120

Tabelle 2: Charakteristische Biegezugfestigkeiten nach [5]
Typische Werte für charakteristische Biegezugfestigkeiten;
konkrete Werte für ein bestimmtes Produkt sind beim Hersteller anzufragen.

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.

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.

11.0 Lagerung und Transport

Die Verglasungseinheiten müssen entsprechend ihrer Geometrie spannungsfrei 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.

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 Höhenunterschiede ist wegen der möglichen Druckunterschiede des Scheibenzwischenraumes zum Umgebungs-klima (abhängig von der Höhe über NN des Herstellungsortes) die Verwendung eines Druckausgleichventils möglicherweise erforderlich. Dies ist bei der Bestellung beim Glashersteller anzufragen.



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 Konturtreue) + 6 mm

Glasdicken sind als Nennmaße zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Vorgaben der DIN 18545 [7] 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 [8] beschrieben. Die Klotzung muss die Last der Verglasungseinheit sicher in die Unterkonstruktion einleiten. Die Verglasungseinheiten übernehmen in der Regel keine Lasten aus der Konstruktion. Sollten 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

7.2

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.

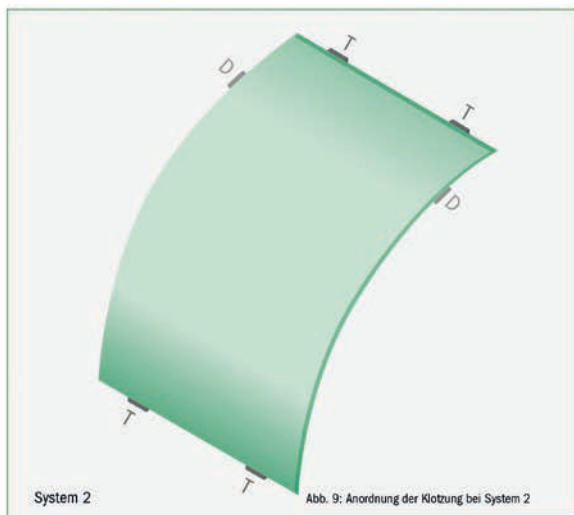
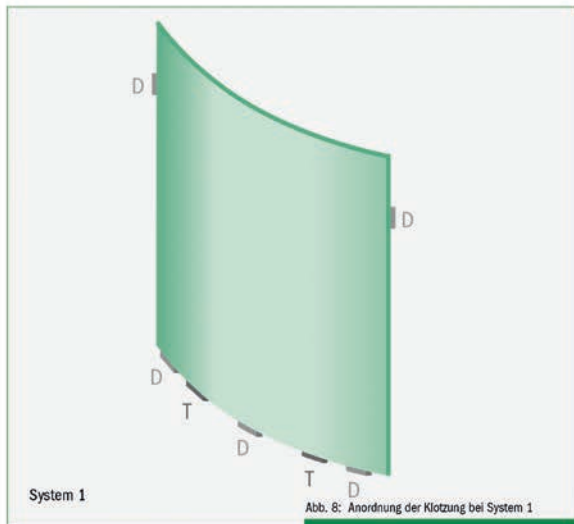
Die Lage ist abhängig von der Geometrie, der Größe und dem Glasaufbau.

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.

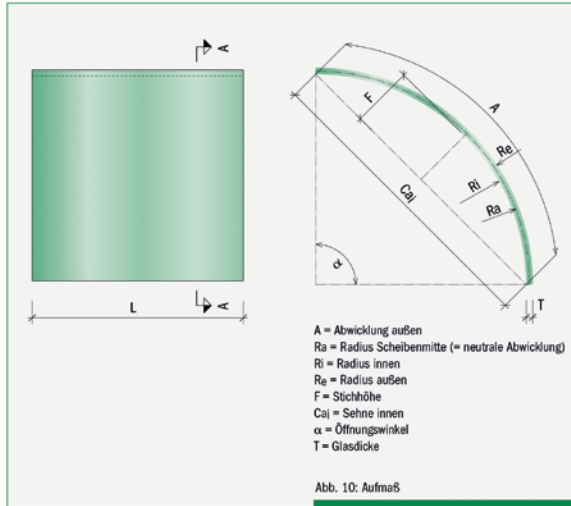
Bei zylindrisch gebogenen Gläsern sind, unabhängig von der geplanten Glasart, zur Ermittlung einer technisch machbaren und kostengünstigen Lösung unbedingt die nachstehend aufgeführten Parameter anzugeben.

Hierzu gehört die Angabe von mindestens zwei der nachstehend genannten Werte:

- Abwicklung
- Biegeradius
- Stichhöhe (innen oder außen)
- Öffnungswinkel
- Sehne.

Außerdem ist die Länge der geraden Kante sowie die Anzahl der Scheiben anzugeben.

Die Parameter müssen sich immer auf die gleiche Ebene beziehen.



15.0 Literatur

[1] DIN 18008 Teil 1: 2010-12 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

[2] DIN 18008 Teil 2: 2010-12 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

DIN 18008 Teil 3: 2013-07 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

[3] DIN 18008-4:2013-07 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichemde Verglasungen

DIN 18008 Teil 5: 2013-07 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbbare Verglasungen

[4] Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen. Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf, 05/2009

[5] 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

[6] Ensslen, F., Schneider, J., Schula, S.: Produktion, Eigenschaften und Tragverhalten von thermisch gebogenen Floatgläsern für das Bauwesen – Erstprüfung und werksseitige Produktionskontrolle im Rahmen des Zulassungsverfahrens. Stahlbau Spezial (2010) – Konstruktiver Glasbau, S. 46 - 51

[7] DIN 18545 2015-7 Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Anforderungen an Glasfalze und Verglasungssysteme

[8] Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3: Verklötzung von Verglasungseinheiten. Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf, 7. Auflage, 2009

Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

7.2

16.0 Ansprechpartner in den Bundesländern

Hinweise finden Sie auf den Internetseiten der obersten Bauaufsichtsbehörden der einzelnen Bundesländer und der ggf. von dort autorisierten Stellen.

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 – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff

EN 357: Glas im Bauwesen – Brandschutzverglasungen aus durchsichtigen oder durchscheinenden Glasprodukten – Klassifizierung des Feuerwiderstandes

EN 410: Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen

EN 572: Glas im Bauwesen – Basissergebnisse aus Kalk-Natronsilikatglas

EN 673: Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren

EN ISO 717-1: Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung

EN 1063: Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss

EN 1096: Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas Hochbau – Fugendichtstoffe – Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen

EN 12150: Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

EN 1863: Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas

EN 1990: Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 1991: Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke

EN ISO 12543: Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas

EN 14179: Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

EN 14449: Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas

DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18032: Sporthallen – Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung

DIN 18361: Verglasungsarbeiten

EN 20140: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen

TRLV: Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen

TRAV: Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernen Verglasungen



BF Richtlinien

- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern
- Kompass für geklebte Fenster
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

Merkblätter des Verbandes Fenster und Fassade e.V.

- Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen
- Einsatzempfehlungen für Sicherheitsglas im Bauwesen
- Glasstöße und Ganzglasecken in Fenster und Fassaden

Technischen Richtlinien des Bundesinnungsverbands des Glaserhandwerks, Hadamar

- Schrift 1 Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen
- Schrift 3 Klotzung von Verglasungseinheiten
- Schrift 8 Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Verkehrsbereichen
- Schrift 9 Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau
- Schrift 10 Fachliche Begriffe aus dem Berufsbereich des Glaserhandwerks
- Schrift 14 Glas im Bauwesen – Einteilung der Glaserzeugnisse
- Schrift 17 Verglasen mit Isolierglas
- Schrift 18 Absturzsichernde Verglasungen nach TRAV
- Schrift 19 Linien- und punktförmig gelagerte Verglasungen
- Schrift 20 Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren

Merkblätter der gesetzlichen Unfallversicherung

- GUV-SI 8027 Mehr Sicherheit bei Glasbruch
- GUV-VS 2 Kindertageseinrichtungen
- BGI/GUV-I 669 Glastüren, Glaswände
- GUV-VS 1 Schulen
- GUV-VC 9 Kassen

18.0 Weiterführende Literatur

- Runkel, H.-W., Scheideler, E.: Gebogenes Glas – Herstellung und Statik. Sonderdruck aus Glaswelt 6 und 8/2000, Gentner-Verlag, Stuttgart
- Feldmeier, F.: Klimabelastung und Lastverteilung bei Isolierglas. Stahlbau 75 (2006), Heft 6, Ernst & Sohn, Berlin
- Bucak, Ö., Schuler C.: Gebogenes Glas. Kapitel 6, Glas im konstruktiven Ingenieurbau, Stahlbau Kalender (2008), Beuth-Verlag, Berlin
- Elstner, M., Schäfer, S.: Herausforderung gebogene Gläser. Glas + Rahmen, Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf, 09/2010
- Ensslen, F.: Gebogenes Glas – Herausforderungen für Anwender. Glaswelt, Genter-Verlag, Stuttgart, 10/2010

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: 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

Beteiligte Firmen: Saint-Gobain Glassolution Döring Glas, Edgetech, FINGLAS Veredelungs GmbH, Flachglas Markenkreis GmbH, Flachglas Wernberg GmbH, Flintemann GmbH und Co. KG, Freericks Glasveredelung, Gretsch-Unitas GmbH, Guardian Thalheim GmbH, Hero-Glas Veredelungs GmbH, HS München – Labor für Stahl- und Leichtmetallbau, Interpane Glasindustrie AG, Institut für Baukonstruktion, IB KRAMER – Tragwerksplanung Fraunhofer Institut FEM-Berechnungen, RWTH Aachen, Ingenieurbüro Scheideler – Technische Beratung / Statik / Dynamik, SCHOTT, Sencoglas Holding GmbH, Technische Universität Dresden

© **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 Reinigung von Glas

BF-Merkblatt 012 / 2012



Bundesverband
Flachglas

7.3

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 Versacher 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 Scheueffekt durch Schmutzpartikel zu vermeiden. Als Handwerkszeuge sind zum Beispiel weiche, saubere Schwämme, Leder, Lappen oder Gummiabstreifer geeignet. Eine pflegliche Behandlung der Glasreinigungswerkzeuge 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.

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 Fasadenelementen 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, Dichtstoffresten, 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 Glasehandwerks, 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.

7.4 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

BF-Merkblatt 003 / 2008 - Änderungsindex 1 - Mai 2009



Bundesverband
Flachglas

7.4

Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

7.4

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 (Überkopferverglasungen, 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 Aufgaben, 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 $\epsilon_s \sim 0,03$ (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:

- $S = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Südoorientierung
- $S = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ - 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:

- $U_{w,eq} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Südoorientierung
- $U_{w,eq} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ - 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 Zweischeiben-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 (Überkopverglasungen, Absturzsicherung), Schallschutz, Sonnenschutz etc. stellen besondere Anforderungen.

3.5.1 Sicherheit (Überkopverglasungen, Absturzsicherung)

Die Technischen Regeln für linienförmige und absturzsichernde Verglasungen TRLV und TRAV erwähnen Dreischeiben-Wärmedämmgläser nicht ausdrücklich. Nach Auffassung des Bundesverband Flachglas gelten damit die allgemein für 'Mehrscheiben-Isoliergläser' formulierten Anforderungen ebenso für Dreischeiben- wie für Zweischeiben-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 Kantentlängen 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 zweischeibigen 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 · Isolair-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg · Kömmerling GmbH, Pirmasens · mit GmbH, Alsdorf · Pilkington Deutschland AG, Gladbeck · Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH, Aachen · Sencoglas 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

7.5 Kompass für geklebte Fenster

BF-Merkblatt 001 / 2007 – Änderungsindex 1 – Oktober 2010



Bundesverband
Flachglas

7.5

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 – Klebetechnik ist hier seit vielen Jahren bekannt und heute nicht mehr wegzudenken.

Auch im Fensterbau erfreut sich die Klebetechnik 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 Klebetechnik 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 Isolierglasscheibe 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 Fensterhersteller 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 ihn 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 Glashalteleisten) 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

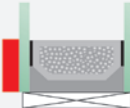
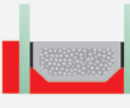
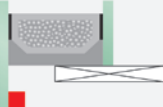

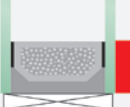
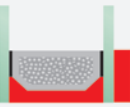


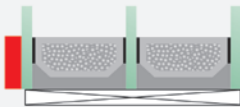
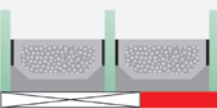

Die Auswahl des Klebstoffsystems richtet sich nach dem Fenstersystem und den sich daraus ergebenden Beanspruchungen (siehe auch 2.0). Die Randbedingungen in der Klebevariante, hinsichtlich Temperatur-, UV-, und Feuchtebelastung, können nachhaltig die Dauerhaftigkeit beeinflussen. Die Wahl des Klebesystems 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 Klebepositionen und Verglasungssysteme

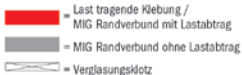
Klebeposition	Gruppe K Mit konventioneller mechanischer Lastabtragung über Klötze	Gruppe L Ohne konventionelle mechanische Lastabtragung, Klebesysteme und Dichtstoff übernehmen vollständig die Lastabtragung
Position 1	außen  innen	außen  innen
Position 2	außen  innen	außen  innen
Position 4	außen  innen	außen  innen
Falzgrund	außen  innen	außen  innen
Beispiele für Lösungen mit 3fach Wärmedämmglas	 	
Kombinationen	außen  innen	

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 Kondensatbefall 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 1279 in Verkehr gebracht werden, darf nicht zur Lastabtragung des Eigengewichtes 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 verwendeten Komponenten müssen im

Gesamtsystem ihre Funktion dauerhaft erfüllen 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.



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 Fertigungs- endprüfungen 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 – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
- DIN EN 572
Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
- DIN 1055
Einwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1096
Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas
- DIN EN 1279
Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas
- 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 Verglasungen
- 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

- Technische Richtlinie des Glaserhandwerks 3 „Klotzung 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 Glaserhandwerkes, 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

© **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

7.6 Kompass „Warme Kante“ für Fenster und Fassade

BF-Merkblatt 004 / 2008 – Änderungsindex 4 – März 2017



Bundesverband
Flachglas

7.6

Kompass ‚Warme Kante‘

für Fenster und Fassaden

Kompass ‚Warme Kante‘

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2
2.0 Was ist ‚Warme Kante‘?	2
3.0 Grundlagen für die BF-Datenblätter	6
3.1 Die äquivalente Wärmel leitfähigkeit $\lambda_{\text{eq},2B}$	6
3.2 Erteilung und Gültigkeit	8
3.3 Zulässiger Anwendungsbereich	8
4.0 BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘	9
4.1 Layout.....	9
4.2 U_w -Werte für Fenster	10
4.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte für Fenster	11
5.0 BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘	12
5.1 Layout	12
5.2 U_{cw} -Werte für Posten-Riegel-Fassaden.....	13
5.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte für Fassadenprofile	14
6.0 Der Arbeitskreis Warme Kante	15
6.1 Die Mitglieder.....	15
6.2 Ergebnisse der bisherigen Tätigkeit ..	16
6.3 Ausblick	16
7.0 Wärmetechnische Behandlung von Sprossenfenstern	17
7.1 Pauschalaufschläge für Sprossen nach EN 14351-1	17
7.2 Das Forschungsvorhaben der ad hoc Gruppe ‚Sprossen‘ des BF	18
7.3 Tabellen mit pauschalen Sprossen-Psi-Werten	19
8.0 Literatur	20

1.0 Einleitung

Dieser Kompass ‚Warme Kante‘ resultiert aus der Tätigkeit des BF-Arbeitskreises ‚Warme Kante‘. Zusammen mit der Erstauflage von BF-Datenblättern mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster erschien er erstmals im Jahr 2008.

Seit der letzten Überarbeitung des Kompasses vom Februar 2015 wurden zwei weitere Forschungsvorhaben durchgeführt, die in die vorliegende Fassung aufgenommen wurden:

- **Fassaden-Psi-Werte:**
Auf Anregung der Fenster- und Fassadenbranche hat sich der Arbeitskreis ‚Warme Kante‘ in Zusammenarbeit mit dem ift Rosenheim und der Hochschule Rosenheim mit der Berechnung von repräsentativen Psi-Werten für Festverglasungen in Posten-Riegel-Fassaden befasst. Als Ergebnis sind im Frühjahr 2016 die ersten BF-Datenblätter mit repräsentativen Psi-Werten für Fassadenprofile veröffentlicht worden.

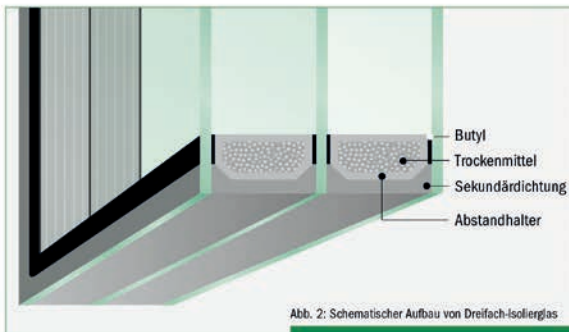
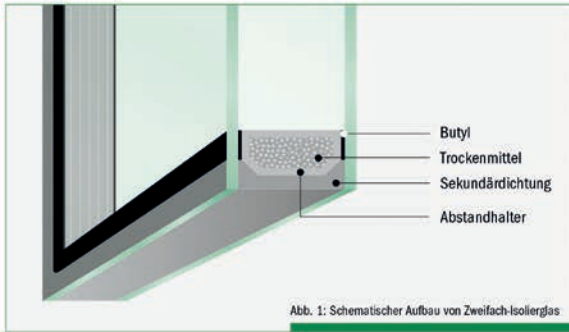
- **Sprossen-Psi-Werte:**
Im Auftrag der ad hoc Gruppe ‚Sprossen‘ des BF hat das ift Rosenheim eine einfache und praktikable, gleichzeitig aber gerechtere Lösung für die wärmetechnische Behandlung von Fenstern mit Sprossen im Scheibenzwischenraum erarbeitet. Bis dato waren solche Fenster durch Pauschalaufschläge auf den Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters benachteiligt. Weil dieses Thema ebenso wie die Psi-Werte für die Abstandhalter die Ermittlung von U_w -Werten von Fenstern beeinflusst, wird es im Kompass ‚Warme Kante‘ aufgenommen.

Neben der Vermittlung von Grundlagen zur warmen Kante und einer Darstellung der Ergebnisse aus dem Arbeitskreis soll der Kompass insbesondere als Leitfaden für die korrekte Nutzung der BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ und ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘ 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 und Fassaden lineare Wärmebrücken von erheblichem Ausmaß.



Kompass ‚Warme Kante‘

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 Tauwasserisiko 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 zehnmal 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 Diffusionsperre, 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 Wärme-Kante-Systemen zur Verfügung.

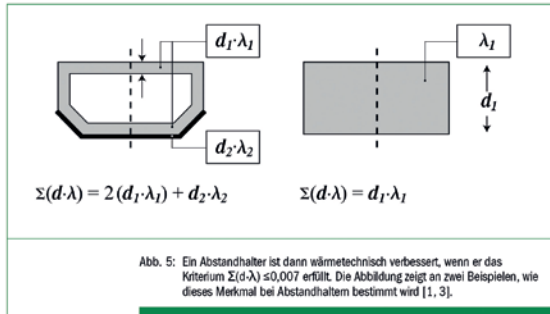
„Warme Kante“ bedeutet mehr Energieeffizienz für Fenster und Fassaden

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 oder des $U_{c,w}$ -Wertes einer Pfosten-Riegel-Fassade muss an anderer Stelle – z. B. im Bereich des Fenster- oder Fassadenprofils – 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 EN ISO 10077-1 [1] und für Vorhangfassaden gleichlautend im Anhang B der Norm 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	Polycarbonate	0,2
Natronkalkglas	1	PVC hart	0,17

Tabelle 1: Beispiele für die Wärmeleitfähigkeit von Materialien nach EN ISO 10077-2 [2]. Da es „drauf ankommt, was man daraus macht“, lässt sich aus diesen reinen Materialkennwerten alleine keine Aussage zur wärmetechnischen Leistungsfähigkeit eines Bauteils ableiten.



Kompass ‚Warme Kante‘

7.6

3.0 Grundlagen für die BF-Datenblätter

3.1 Die äquivalente

Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$

Ende 2012 wurde ein weiteres vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT) gefördertes Forschungsvorhaben des Arbeitskreises ‚Warme Kante‘ erfolgreich abgeschlossen [9, 10]. Auslöser für das Projekt war die Tatsache, dass es bei zunehmend komplexeren Abstandhalterkonstruktionen immer schwieriger bis unmöglich wurde, die Einzelbestandteile wärmetechnisch korrekt zu bestimmen. Die Eingangsdaten für die detaillierte Berechnung waren mit zu großen Unsicherheiten behaftet. Durch Untersuchungen am IfT Rosenheim wurde eine neue messtechnische Grundlage für die BF-Datenblätter erarbeitet:

- Anstatt repräsentative Psi-Werte aus den Wärmeleitfähigkeitswerten der Einzelmaterialien zu berechnen, wird heute zuerst die so genannte äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ eines Abstandhalters messtechnisch ermittelt. Dazu werden Abstandhalterprofile mit Trockenmittel befüllt und dicht gepackt zwischen zwei Glasscheiben in der Plattenapparatur gemessen. Die leitenden Bestandteile der Abstandhalterprofile müssen dabei mit Butyl wärmetechnisch am Glas angekoppelt sein (siehe Abb. 6).
- Mit der gemessenen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ werden anschließend nach dem so genannten Two-Box-Modell die repräsentativen Psi-Werte für die BF-Datenblätter berechnet.

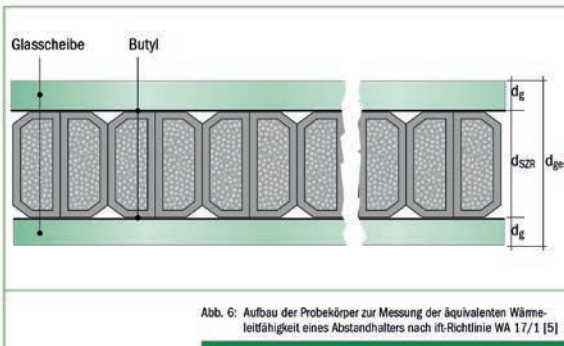


Abb. 6: Aufbau der Probekörper zur Messung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit eines Abstandhalters nach Ift-Richtlinie WA 17/1 [5]

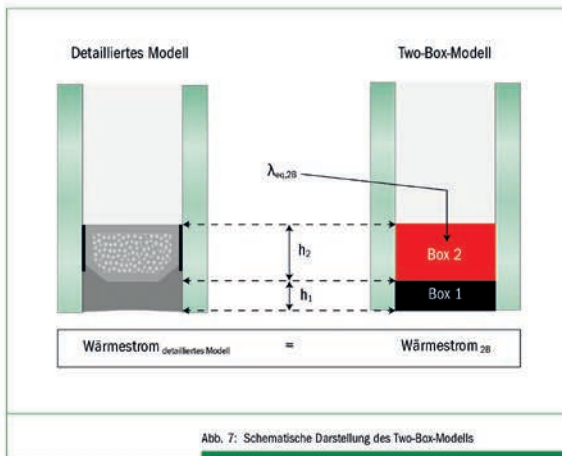


Abb. 7: Schematische Darstellung des Two-Box-Modells


Bei dieser Berechnung wird das detaillierte Abstandhaltermodell mit individueller Geometrie und verschiedenen Einzelmaterialien durch ein Rechteck (Box) mit der Breite des Scheibenzwischenraums (SZR) und derselben Höhe wie das detaillierte Abstandhaltermodell (h_2) ersetzt. Nach dem Two-Box-Modell führt die Berechnung mit der gemessenen äquivalenten Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ zum selben Wärmestrom wie eine Berechnung mit detailliert modelliertem Abstandhalter (Abb. 7).

Durch diese Vorgehensweise ist es nicht mehr erforderlich, die individuellen Wärmeleitfähigkeitswerte der aus mehreren Materialien zusammengesetzten Abstandhalterprofile zu bestimmen.

Bei individuellen wärmetechnischen Berechnungen nach EN ISO 10077-2 [2] musste bisher neben den Einzelwärmeleitfähigkeiten auch der exakte geometrische Querschnitt eines Abstandhalters bekannt sein. Durch die Anwendung des Two-Box-Modelles entfällt die aufwändige Modellierung des Isolierglas-Randverbunds. Ist die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ einmal ermittelt, können 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 vereinfachte Modellierung nach dem Two-Box-Modell stellt eine enorme Erleichterung bei individuellen Berechnungen nach EN ISO 10077-2 dar.



Als Hinweis auf die neue messtechnische Grundlage findet sich auf den BF-Datenblättern der Untertitel „auf Basis messtechnischer Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter“. BF-Datenblätter ohne diesen Untertitel sind nicht mehr gültig.

Im unteren Bereich der BF-Datenblätter sind die Two-Box-Modell Kennwerte, d.h. die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ und die Bauhöhe h_2 des jeweiligen Warme-Kante-Systems angegeben.

Eine detaillierte Erläuterung des Messverfahrens, das im Rahmen des Forschungsvorhabens am ift Rosenheim entwickelt wurde, findet sich in der ift-Richtlinie WA 17/1 [5]. Die Methodik des Two-Box-Modells ist in den ift-Richtlinien WA-08/3 und WA-22/1 dargestellt [4, 6].

Ein Kurzbericht des Forschungsvorhabens steht auf der Homepage des ift Rosenheim zum kostenlosen Download zur Verfügung (www.ift-rosenheim.de > Geschäftskunden > Forschung > aktuelle Forschungsprojekte) [9]. Der ausführliche Forschungsbericht kann im Online-Shop des ift Rosenheim kostenpflichtig bezogen werden [10].

BITTE BEACHTEN: Da die Abstandhaltersysteme unterschiedliche Bauhöhen h_2 haben, ist die äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ alleine für einen fairen Vergleich der Leistungsfähigkeit von Warme-Kante-Systemen NICHT geeignet! Direkt vergleichbar sind nur die repräsentativen Psi-Werte (oder der Wert $\lambda_{eq,2B} \cdot h_2$).

Kompass ‚Warme Kante‘

3.2 Erteilung und Gültigkeit

Die BF-Datenblätter mit repräsentativen Psi-Werten für wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter werden vom BF Bundesverband Flachglas herausgegeben. Für die Erteilung eines BF-Datenblatts muss eine Zulassungsprozedur durchlaufen werden, deren Regularien vom Arbeitskreis ‚Warme Kante‘ festgelegt werden. Neben der Dokumentation zur Ermittlung der Werte muss ein Hersteller auch Nachweise zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit seines Abstandhaltersystems vorlegen. Nur bei den vom BF herausgegebenen Datenblättern ist sichergestellt, dass dieses Procedere eingehalten wird.

Für ein bestimmtes Warme-Kante-System gibt es unter der ihm zugeordneten Datenblatt-Nummer in der Regel zwei BF-Datenblätter. (Je nachdem, welchen Einsatzbereich der Hersteller eines bestimmten Abstandhaltersystems vorgesehen hat, kann es dafür auch nur ein W- oder nur ein CW-Datenblatt geben.)

Beispiel:

Nr. W043 → BF-Datenblatt mit repräsentativen Psi-Werten für Fenster (W = Window)

Nr. CW043 → BF-Datenblatt mit repräsentativen Psi-Werten für Fassaden (CW = Curtain Wall)

Manche Abstandhalter werden systembedingt ausschließlich mit Hotmelt als Sekundärdichtstoff eingesetzt. Dann und nur dann erhalten sie ein separates, deutlich mit „nur gültig für Hotmelt-Randversiegelung“ gekennzeichnetes BF-Datenblatt. Hotmelt-Randverbund ist jedoch nur noch in manchen geographischen Regionen verfügbar. Deshalb sei an dieser Stelle explizit darauf hingewiesen, dass es außerhalb dieser speziellen Märkte keine Produzenten für diesen Randverbund gibt und es keinen Sinn macht, einen solchen Hotmelt-Randverbund zu fordern.

Alle regulären BF-Datenblätter sind aus Gründen der Vergleichbarkeit der Abstandhalter unter exakt denselben Randbedingungen gerechnet. Bei Fenstern wird eine Rückenüberdeckung des Abstandhalters mit Sekundärdichtstoff von 3 mm und bei Fassaden von 6 mm angenommen. Als Glaseinstand wird generell mit 13 mm gerechnet. Für weitere Details der Randbedingungen wird auf die jeweilige ift-Richtlinie verwiesen.

Auf den BF-Datenblättern wird für das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der Ψ -Werte eine Genauigkeit von $\pm 0,003$ W/(mK) angegeben. Diese Toleranzangabe soll darauf hinweisen, dass die dritte Nachkommastelle der Ψ -Werte nicht überbewertet werden darf.

Die aktuellen BF-Datenblätter können auf der Homepage des BF kostenlos heruntergeladen werden. Nur BF-Datenblätter, die

auf der BF Homepage zum Download freigeschaltet sind, haben aktuell Gültigkeit.

Download-Adresse für die aktuell gültigen BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ und ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘: <http://www.bundesverband-flachglas.de/downloads/datenblaetter/>


TIPP: Arbeiten Sie nicht mit lokal gespeicherten BF-Datenblatt-Kopien, sondern speichern Sie sich den Download-Link unter den Favoriten Ihres Internet-Browsers. So haben Sie jederzeit schnellen Zugriff auf die aktuell gültigen BF-Datenblätter und können sicherstellen, dass Sie mit zulässigen Versionen arbeiten.

3.3 Zulässiger Anwendungsbereich

Die repräsentativen Psi-Werte der BF-Datenblätter dürfen **nicht** uneingeschränkt für alle Fenster und Fassadenkonstruktionen verwendet werden. Der zulässige Anwendungsbereich ist durch die ift-Richtlinien WA-08/3 für Fenster und WA-22/1 für Fassadenprofile geregelt.

In den folgenden Kapiteln werden die jeweils einzuhaltenden Randbedingungen erläutert.

Die auf den BF-Datenblättern ‚Psi-Werte Fenster‘ angegebenen Toleranzen dürfen keinesfalls vor der Verwendung von den repräsentativen Psi-Werten abgezogen werden





BF-Merkblatt 004 / 2008 – Änderungsindex 4 – März 2017

4.0 Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘

4.1 Layout

Ein BF-Datenblatt ist jeweils für ein spezifisches Abstandhaltersystem gültig. Neben Informationen zum Hersteller und zu Materialien und Geometrie des Abstandhaltersystems werden im mittleren Bereich des BF-Datenblatts die repräsentativen Psi-Werte für Fenster deklariert. Dabei werden in vier repräsentativen Fensterrahmenprofilen (Metall mit them. Trennung, Kunststoff, Holz, Holz/Alu) jeweils für Zweischeiben- und für Dreischeiben-Isolierglas insgesamt acht Psi-Werte angegeben. Im unteren Bereich des BF-Datenblatts sind die bereits erwähnten Two-Box-Werte angeführt (siehe Abb. 8).

Die BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ dürfen NICHT für Festverglasungen in Posten-Riegel-Fassaden benutzt werden. Hierfür sind ausschließlich die BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘ anzuwenden (siehe Kapitel 5).

Monat 20XX – Nr. 0XX – Änderungsindex X.0X/20XX
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	
Produkt	X	Edelstahl	X	

Repräsentative Fensterrahmenprofile	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
Zweischeiben-Isolierglas $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Zweischeiben-Isolierglas $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,0XX	0,0XX	0,0XX	0,0XX
Dreischeiben-Isolierglas $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Dreischeiben-Isolierglas $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,0XX	0,0XX	0,0XX	0,0XX

Two-Box-Werte	$\lambda_{p,20}$ in W/mK	
Schleibebereichswerte (SZR) in mm	Box 1 - $h_1 = X \text{ mm}$	Box 2 - $h_2 = X \text{ mm}$
Für alle SZR verwendbar	0,XX	0,XX

Erläuterungen: Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit wurde nach der R-Prüfweise WA 17/1 "Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter" – Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung" ermittelt. Die dargestellten repräsentativen Isolierrahmenprofile sind als typische Rahmenprofile und Vergleiche für die Ermittlung des Wärmeübergangskoeffizienten U_g von Fenstern. Sie werden unter den in der R-Prüfweise WA 20/1 "Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 1: Ermittlung des repräsentativen Psi-Wertes für Fensterrahmenprofile" festgelegten Rahmenbedingungen (Rahmenprofile, Verglasung, Glasstehend, Rückseitenabdeckung, Panne und Scheibendruck) ermittelt. Diese Verfahren regelt nach dem Gültigkeitsbereich und die Anwendung der repräsentativen Parameter. Zur Verringerung von Randeffekten wurden die Psi-Werte im Datenblatt auf 0,0XX W/mK eingegrenzt. Das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung des Psi-Wertes hat eine Genauigkeit von $\pm 0,003 \text{ W/mK}$. Unterschiede von weniger als 0,005 W/mK sind nicht signifikant. Weitere Informationen sind dem Merkblatt 004/2008 "Kompact Warme Kante" des Bundesverbandes Pfadfinder zu entnehmen.

Ermittlung der Parameter nach: **Hochschule Regensburg**

Abb. 8: Layout der BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘

Kompass ‚Warme Kante‘

4.2 U_w-Werte für Fenster

Gemäß 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. 9 und 10). 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.

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

Abb. 9: Formel zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von Fenstern [1]

Die repräsentativen Psi-Werte erreichen die Ermittlung des U_w-wertes von Fenstern.

Index	Englische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung
w	window	Fenster
g	glass	Glas
f	frame	Rahmen

Tabelle 2: Indizes für die Bestandteile von Fenstern

Einheit	Bezeichnung	Herkunft
U _g W/(m²K)	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung	(1) berechnet nach EN 673
U _f W/(m²K)	Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens	(1) berechnet nach EN ISO 10077-2 oder (2) aus Anhang D der EN ISO 10077-1 entnommen oder (3) gemessen nach EN 12412-2
Ψ _g W/(m²K)	Linearer Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmen-Glas-Übergangsbereichs	(1) berechnet nach EN ISO 10077-2 oder (2) aus den Tabellen im Anhang E der EN ISO 10077-1 entnommen oder (3) repräsentative Ψ-Werte thermisch verbesserter Abstandhalter ermittelt gemäß ift-Richtlinie WA-08/3 [4] Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘

Tabelle 3: Wege zur Bestimmung der Eingangsdaten für den U_w-Wert von Fenstern

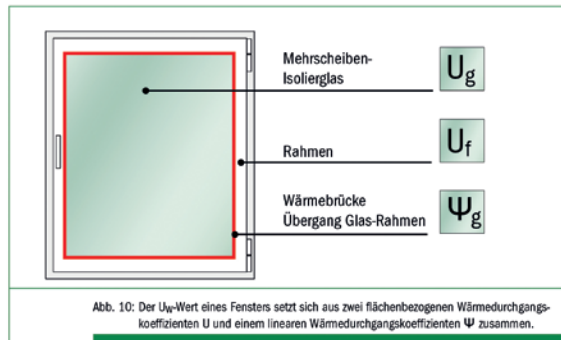


Abb. 10: Der U_w-Wert eines Fensters setzt sich aus zwei flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten U und einem linearen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ zusammen.



Es gibt mehrere Wege, um zu den Eingangsdaten für die U_w -Wert-Berechnung zu gelangen (Tabelle 3). Im Rahmen ihres Anwendungsbereichs bieten die Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ eine vergleichsweise einfache und pragmatische Lösung für die Ψ_g -Werte. Sie sind präziser und auf jeden Fall vorteilhafter als die pauschalierten Werte aus dem Anhang E der 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 EN ISO 12567-1 mit dem Heizkastenverfahren gemessen werden.

Die Norm 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-08/3 und

WA-17/1 beschrieben [4, 5]. In der Richtlinie WA-08/3 ist darüber hinaus die Verwendung der repräsentativen Ψ -Werte bei der Ermittlung von U_w -Werten geregelt.

4.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte für Fenster

Gemäß ift-Richtlinie WA-08/3 müssen Fensterhersteller bei der Herstellerdeklaration des U_w -Wertes ihrer Fenster für die Verwendung der Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ folgende Vorgaben beachten [4]:

- Die berechneten repräsentativen Ψ -Werte können für folgende U_g -Werte verwendet werden:
 2-fach-Isolierglas: $U_g \geq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit Argon oder Luftfüllung
 3-fach-Isolierglas: $U_g \geq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit Argon oder Luftfüllung.
- Der tatsächliche Glaseinstand muss mindestens 13 mm betragen.
- 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 $0,001 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Pro mm größerer Glasdicke der Innenscheibe um $0,002 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Die Glasdicke der mittleren Scheibe bei Dreifach-Aufbauten ist nicht relevant.

■ Die tatsächlich verwendeten Rahmenprofile müssen mit den repräsentativen Rahmenprofilen vergleichbar sein. U_f -Werte und Glaseinstände der tatsächlichen Rahmenprofile müssen die Anforderungen nach Tabelle 4 erfüllen.

Für Fenster, die obige Vorgaben nicht erfüllen, muss der individuelle Ψ -Wert für jede Glas-Rahmen-Kombination detailliert gemäß EN ISO 10077-2 berechnet werden [2]. Alternativ ist die Verwendung der vergleichsweise unvoreilhaftesten Tabellenwerte aus EN ISO 10077-1 möglich [1].

Rahmenmaterial	U_f in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	Glaseinstand in mm
Holz	$\geq 1,0$ $\geq 0,80$	≥ 13 ≥ 18
Holz-Alu	$\geq 1,0$ $\geq 0,80$	≥ 13 ≥ 18
Kunststoff	$\geq 1,0$ $\geq 0,80$	≥ 13 ≥ 18
Metall	$\geq 1,3$ $\geq 1,0$	≥ 13 ≥ 18

Tabelle 4: Rahmen-Vorgaben für die Anwendung der repräsentativen Ψ -Werte für Fenster



Kompass ‚Warme Kante‘

5.0 BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘

5.1 Layout

Die BF-Datenblätter für Fassadenprofile sind analog zu den BF-Datenblättern ‚Psi-Werte Fenster‘ aufgebaut. Im mittleren Bereich werden für die drei repräsentativen Fassadenprofile (Holz-Metall, Metall mit wärmetechnischer Trennung für zwei Profiltiefen) jeweils für Zweischeiben- und Dreischeiben-Isolierglas insgesamt sechs repräsentative Psi-Werte angegeben. Dabei handelt es sich um die Psi-Werte für die Wärmebrücke am Rand von fest eingebauten Verglasungen in Pfosten- und Riegel-Profilen, Ψ_{mg} und Ψ_{lg} (siehe Kapitel 5.2).

Die BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘ können innerhalb des zulässigen Anwendungsbereiches nach ift-Richtlinie WA-22/1 für Festverglasungen in Pfosten-Riegel-Fassaden, jedoch NICHT für SSG (Structural Sealant Glazing) Systeme verwendet werden.








Monat 20XX – Nr. C/WL – Änderungsstatus X-01/ 20XX
ARBEITSKREIS 'WARME KANTE'

Datenblatt Psi-Werte Fassadenprofile

auf Basis messtechnischer Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Abstandhalter

Charakteristika	Profilbreite	Abstandhalter-Bauhöhe in mm	Material	Dicke d in mm
X	X	X	X	X

Repräsentative Bauweise	Holz-Metall	Metall mit wärmetechnischer Trennung (d ₁ = 100 mm)	Metall mit wärmetechnischer Trennung (d ₁ = 200 mm)
			
Zweischeiben-Isolierglas $\Psi_{lg} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,0XX	0,0XX	0,0XX
Dreischeiben-Isolierglas $\Psi_{lg} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,0XX	0,0XX	0,0XX

Für alle SZR verwendbar	Scheibenscheitellängen (SZL) in mm	$\lambda_{\text{eff,2D}}$ in W/m ² K	
	Für alle SZR verwendbar	Bei d ₁ = 100 mm	Bei d ₁ = 200 mm
		0,XX	0,XX

Die Äquivalente Wärmeleitfähigkeit wurde nach der Richtlinie BA-17/1 'Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter' - Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung' ermittelt. Die damit berechneten repräsentativen inneren Wärmeübergangskoeffizienten (spezifischer Psi-Werte) gelten für typische Fassadenprofile und Verglasungen für die Ermittlung des Wärmeübergangskoeffizienten λ_{eff} von Fahrzeugfenstern. Sie wurden unter den in der Richtlinie BA-22/1 'Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter' - Tab 2; Ermittlung des repräsentativen Psi-Wertes für Fassadenprofile' festgelegten Rahmenbedingungen (Rahmenprofile, Verglasung, Glasstand, Rückwandbedürfung, Primär- und Sekundärdrücker) ermittelt. Diese Richtlinie regelt auch den Gültigkeitsbereich und die Anwendung der repräsentativen Psi-Werte. Zur Vermeidung von Rundungsfehlern wurden die Psi-Werte im Dezimalteil auf 0,001 W/m²K abgerundet. Das Verfahren zur rechnerischen Bestimmung der Psi-Werte hat eine Genauigkeit von ± 0,003 W/m²K. Unterschiede von weniger als 0,005 W/m²K sind nicht signifikant. Weitere Informationen sind dem Merkblatt 004/2008 'Kompass Warme Kante' des Bundesverbandes Holzfenster zu entnehmen.


Ermittlung der inneren Werte
 institutionelle Baubehörden


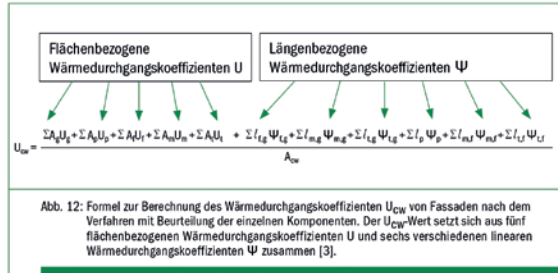
Abb. 11: Layout der BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘

5.2 U_{cw}-Werte für Pfosten-Riegel-Fassaden

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_{cw} von Vorhangfassaden wird nach EN ISO 12631 ermittelt [3]. In Pfosten-Riegel-Fassaden können Festverglasungen, Fensterelemente oder Paneele eingebaut sein (Abb. 13). Am Übergangsbereich zwischen den Fassaden-Füllungsflächen und Pfosten-Riegel-Flächen entstehen verschiedenste Wärmebrücken, die bei der Ermittlung von U_{cw} berücksichtigt werden müssen.

Wie beim Fenster gibt es auch bei Fassaden mehrere Wege, um zu den Eingangsdaten zu gelangen. Wegen der Vielzahl der Komponenten soll an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden. Für den Einbau von Verglasungen in Pfosten-Riegel-Fassaden bieten die Datenblätter ‚Psi-Werte Fassade‘ im Rahmen ihres Anwendungsbereichs eine vergleichsweise einfache und pragmatische Lösung für die Psi-Werte Ψ_{mg} und Ψ_{tg} . Sie sind präziser und in der Regel vorteilhafter als die pauschalierten Tabellenwerte aus dem Anhang B der EN ISO 12631 [3].

Alternativ können beim „Verfahren mit Beurteilung der einzelnen Komponenten“ alle Wärmebrücken auch detailliert nach EN ISO 10077-2 berechnet oder es kann das so genannte „Vereinfachte Beurteilungsverfahren“ nach EN ISO 12631 verwendet werden.



Index	Englische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung
cw	curtain walling	Fassade
m	mullion	Pfosten
t	transom	Riegel
f	frame	Rahmen
p	panel	Paneel
g	glass	Glas

Tabelle 5: Indizes für die Bestandteile eines Fassadenelements

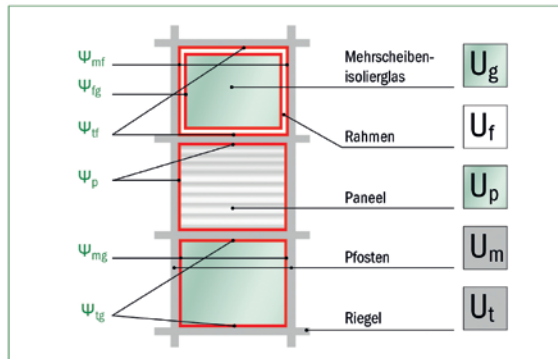


Abb. 13: Musterfassadenelement gemäß EN ISO 12631 [3]

Kompass ‚Warme Kante‘

5.3 Anwendung der repräsentativen Psi-Werte für Fassadenprofile

Gemäß ift-Richtlinie WA-22/1 [6] müssen Fassadenhersteller für die Verwendung der BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘ bei der Herstellerdeklaration des U_{CW} -Wertes folgende Vorgaben beachten:

- Die berechneten repräsentativen Ψ -Werte können für folgende U_g -Werte verwendet werden:
 - 2-fach-Isolierglas: $U_g \geq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit Argon oder Luftfüllung
 - 3-fach-Isolierglas: $U_g \geq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit Argon oder Luftfüllung.
- Der tatsächliche Glaseinstand muss mindestens 13 mm betragen.
- Bei außen freiliegendem Glasrand und bei SSG (Structural Sealant Glazing) Systemen dürfen die repräsentativen Psi-Werte **nicht** verwendet werden.
- Sind die Glasscheiben dicker als 6 mm, müssen die repräsentativen Ψ -Werte mit Zuschlägen gemäß Tabelle 6 erhöht werden. Die Glasdicke der mittleren Scheibe bei Dreifach-Aufbauten ist nicht relevant. Sind die Glasdicken geringer als 6 mm, dürfen die Korrekturwerte nach Tabelle 6 von den repräsentativen Psi-Werten abgezogen werden.
- Die tatsächlich verwendeten Fassadenprofile müssen mit den repräsentativen Profilen der BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘ vergleichbar sein. U_m - und U_f -Werte der tatsächlichen Fassadenprofile müssen (inkl. des Schraubeneinflusses) den Anforderungen nach Tabelle 7 genügen.

Material	$\Delta \Psi$ in $\text{W}/(\text{mK})$ pro mm Dicke der	
	Außenscheibe	Innenscheibe
Holz-Metall	0,001	0,001
Metall mit wärmetechnischer Trennung	0,001	0,000

Tabelle 6: Korrekturwerte zur Berücksichtigung des Einflusses der Glasdicke bei Fassaden

Material	U_m bzw. U_f in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Holz-Metall	für 2-fach-Glas: $\geq 1,3$ für 3-fach-Glas: $\geq 0,9$
Metall mit wärmetechnischer Trennung	für 2-fach-Glas: $\geq 1,3$ für 3-fach-Glas: $\geq 0,9$

Tabelle 7: Fassadenprofilvorgaben für die Anwendung der repräsentativen Ψ -Werte für Fassadenprofile

6.0 Der Arbeitskreis 'Warme Kante'

6.1 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.



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences



Im Arbeitskreis sind alle führenden Hersteller von Warme-Kante-Systemen für Isolierglas sowie die Glasindustrie vertreten:

- 
Allmetal GmbH Abstandhalter für Isolierglas, Wiedemar, D
- 
BAUWERK – Ingenieurbüro für Bauphysik und Fenstertechnik, Rosenheim, D
- 
Ensinger GmbH Niederlassung Ravensburg, Ravensburg, D
- 
FENZI S.p.A., Tribiano, I
- 
GED Integrated Solutions, Chichester, GB
- 
Glas Trösch Holding AG, Bützberg, CH
- 
HELIMA GmbH, Wuppertal, D
- 
IGK Isolierglasklebstoffe GmbH, Hasselroth, D
- 
Ingrid Meyer-Quel Beratungsbüro für warme Kante und Glas, 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
- 
Rolltech A/S, Hjørring, DK
- 
Alu-Pro S.r.l., Noale, IT
- 
SANCO Beratung Glas Trösch GmbH, Nördlingen, D
- 
Technoform Glass Insulation GmbH, Lohfelden, D
- 
Thermoseal Group Limited, Birmingham, GB
- 
Vetrotech Saint Gobain (International) AG Swisspacer Kreuzlingen, CH

Stand der Mitgliederliste: Mai 2016

Kompass ‚Warme Kante‘

6.2 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 [7]. 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 EN ISO 10077-2 rechnerisch untersucht und mit experimentellen Ergebnissen verglichen. An diesem Projekt waren insgesamt 6 Prüfinstitute und Rechenstellen sowie 8 Industriepartner beteiligt [8].

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 entwi-

kelt. 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 EN ISO 10077-1, Anhang E sowie 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_r-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 BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ veröffentlicht. Dieses Projekt wurde der Branche mit dem BF-Symposium ‚Warme Kante‘ am 23.4.2008 in Hanau vorgestellt.

Im Frühjahr 2013 wurde ein weiteres vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT) gefördertes Forschungsvorhaben des Arbeitskreises ‚Warme Kante‘ am ift Rosenheim und an der Hochschule Rosenheim durchgeführt. Als Resultat dieses vierten Projekts ergab sich die in Kapitel 3 beschriebene neue messtechnische Grundlage für die BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fenster‘ [9, 10].

Ende 2013 beschloss der Arbeitskreis ‚Warme Kante‘, sich an der Finanzierung eines Projekts zur Erweiterung des Anwendungsbereichs der repräsentativen Fenster-Psi-Werte auf niedrigere U_r-Werte zu beteiligen. Aus diesem fünften Projekt des AK folgte eine Überarbeitung der ift-Richtlinie WA-08, die seit der Version 3 die Anwendung der repräsentativen Psi-Werte bei entsprechend höherem Glaseinstand auch für hochdämmende Fensterrahmen zulässt (siehe Kapitel 4.3, Tabelle 4).

Die BF-Datenblätter ‚Psi-Werte Fassadenprofile‘ basieren auf dem sechsten Forschungsvorhaben des Arbeitskreises, das im Januar 2014 gestartet worden war.

6.3 Ausblick

Der Arbeitskreis widmet sich weiterhin der Erarbeitung brauchbarer Methoden für die Bewertung und Berücksichtigung des wärmetechnischen Verbesserungspotenzials, 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.

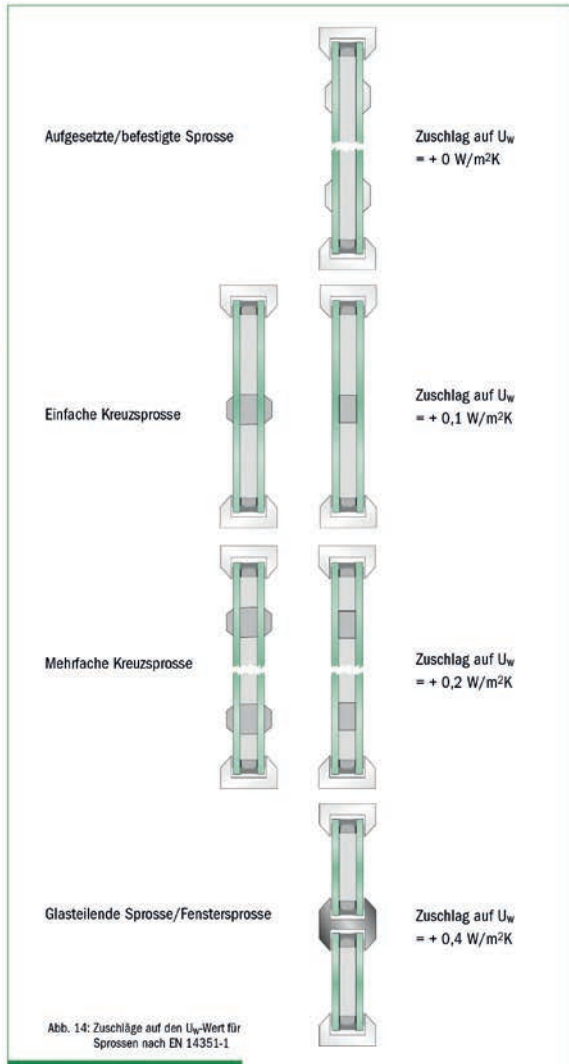
7.0 Wärmetechnische Behandlung von Sprossenfenstern

7.1 Pauschalzuschläge für Sprossen nach EN 14351-1

Nicht nur der Abstandhalter im Randverbund, auch andere Einbauten im Scheibenzwischenraum von Zweifach- oder Dreifach-Isoliergläsern können Wärmebrücken verursachen. So sind Sprossen ebenfalls wärmetechnische „Störstellen“, die bei der Ermittlung des U_w -Wertes von Fenstern berücksichtigt werden müssen. In der Produktnorm für Fenster (EN 14351-1) werden im Anhang J Zuschläge für Sprossenfenster vorgegeben (Abb. 14).

Dabei wird nicht unterschieden, ob es sich um „Wiener Sprossen“ handelt, die außen noch mit einer Deckleiste abgedeckt werden, oder um reine Ziersprossen im SZR, die in der Draufsicht sichtbar bleiben. Zwischen konventionellen Sprossen aus Aluminium und wärmetechnisch verbesserten Sprossen aus Kunststoff wird nicht differenziert. Ob sich bei Dreifach-Isolierglas Sprossen in beiden Scheibenzwischenräumen befinden oder nur in einem, spielt bei der Ermittlung des Aufschlags ebenfalls keine Rolle.

Diese Zuschläge auf den U_w -Wert sind zwar einfach anzuwenden, jedoch für Sprossenfenster in vielen Fällen unangemessen hoch.



Kompass ‚Warme Kante‘

7.2 Das Forschungsvorhaben der ad hoc Gruppe ‚Sprossen‘ des BF

Mit einer detaillierten Berechnung nach EN ISO 10077-2 und der Ermittlung von linearen Wärmedurchgangskoeffizienten für Sprossen (Sprossen-Psi-Werte) ergeben sich in den allermeisten Fällen vorteilhaftere U_w -Werte als bei Anwendung der pauschalen Zuschläge. Allerdings ist diese Vorgehensweise mit erheblichem Aufwand verbunden, zumal die Variantenvielfalt von Sprossen deutlich größer ist als bei einem Abstandhaltersystem.

In einem Forschungsvorhaben am IfT Rosenheim, initiiert und finanziert durch die ad hoc Gruppe ‚Sprossen‘ des BF, wurde deshalb das Thema Sprossen wärmetechnisch untersucht. Ziel war es, durch Berechnung von längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_{gb} für unterschiedliche Sprossenarten pauschale Sprossen-Psi-Werte zu ermitteln, die in Tabellenform zur Aufnahme in die EN ISO 10077 vorgeschlagen werden sollen.

Im September 2015 erschien der Abschlussbericht ‚Erarbeitung von vereinfachten Tabellen zur Berücksichtigung des Einflusses von Sprossen im Rahmen der Ermittlung des U-Wertes von Fenstern‘. Durch beispielhafte Berechnungen wurden die Einflussgrößen auf Sprossen-Psi-Werte analysiert (Abb. 15 und Tab. 8).

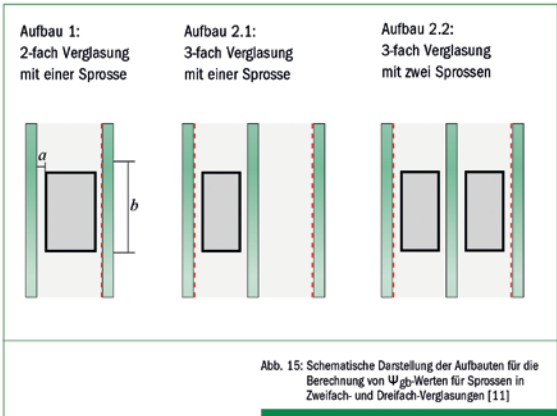


Abb. 15: Schematische Darstellung der Aufbauten für die Berechnung von Ψ_{gb} -Werten für Sprossen in Zweifach- und Dreifach-Verglasungen [11]

Einflussgröße	Relevanz
Beschichtung (Emissionsgrad) der Glasscheiben	Beschichtung hat Einfluss auf Ψ_{gb} -Werte
Wärmeleitfähigkeit des Materials der Sprosse	Unterscheidung in zwei Materialgruppen (Aluminium oder Kunststoff) sinnvoll
Beidseitiger Abstand a der Sprossen zum Glas	Je größer a, umso geringer der Ψ_{gb} -Wert
Breite b der Sprosse	Ψ_{gb} -Werte steigen mit zunehmender Sprossenbreite an
Bei Dreifach-Isolierglas: Sprossen in einem oder in beiden SZR*)	Signifikanter Einfluss
Wandstärke der Sprossen	Kein signifikanter Einfluss

Tabelle 8: Einflussgrößen bei Sprossen-Psi-Werten und ihre Relevanz

*) Anmerkung:

Der BF empfiehlt, bei Dreifach-Isolierglas Sprossen nur in einem Scheibenzwischenraum einzubauen. Das ist sowohl aus wärmetechnischen, aber auch aus optischen Gründen sinnvoll.



7.3 Tabellen mit pauschalen Sprossen-Psi-Werten

Analog zur Wärmebrücke am Glasrand wird der pauschale Sprossen-Psi-Wert Ψ_{gb} (gb = glazing bar) mit der Gesamtlänge der verbauten Sprossen multipliziert und anteilig auf den U_w -Wert aufgeschlagen.

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_l \cdot U_l + l_g \cdot \Psi_g + l_{gb} \cdot \Psi_{gb}}{A_w}$$

Abb. 16: Formel zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von Sprossenfenstern

Als Ergebnis des Forschungsvorhabens [11] wurden zwei Tabellen (siehe Tabellen 9 und 10) mit pauschalen Sprossen-Psi-Werten zur Ergänzung der EN ISO 10077-1 vorgeschlagen, die in folgendem Anwendungsbereich gültig sein sollen:

- Für Sprossen (Hohlkammerprofile) aus Metall und Kunststoff
- Sprossenbreite $b \leq 30$ mm (siehe Abb. 15)
- Abstand $a \geq 2$ mm und $a \geq 4$ mm (siehe Abb. 15)

Es gilt als sehr wahrscheinlich, dass diese Tabellen in die nächste Ausgabe der EN ISO 10077-1 aufgenommen werden. Deshalb ist aus Sicht des BF eine Anwendung der pauschalen Sprossen-Psi-Werte nach Tabelle 9 und 10 unter Berufung auf das Forschungsvorhaben schon heute zu befürworten.

Verglasung	Abstand a in mm	Ψ -Wert in W/(mK)	
		Verglasung ohne low e coating	Verglasung mit low e coating
2-fach	≥ 2	0,03	0,07
	≥ 4	0,01	0,04
3-fach mit Sprosse in einem SZR	≥ 2	-/-	0,03
	≥ 4	-/-	0,01
3-fach mit Sprosse in beiden SZR	≥ 2	-/-	0,05
	≥ 4	-/-	0,02

Tabelle 9: Werte für den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_{gb} für Sprossen aus Metall ($\lambda \leq 160$ W/(mK)) im Scheibenzwischenraum.

Verglasung	Abstand a in mm	Ψ -Wert in W/(mK)	
		Verglasung ohne low e coating	Verglasung mit low e coating
2-fach	≥ 2	0,00	0,04
	≥ 4	0,00	0,02
3-fach mit Sprosse in einem SZR	≥ 2	-/-	0,02
	≥ 4	-/-	0,01
3-fach mit Sprosse in beiden SZR	≥ 2	-/-	0,03
	≥ 4	-/-	0,02

Tabelle 10: Werte für den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_{gb} für Sprossen aus Kunststoff ($\lambda \leq 0,30$ W/(mK)) im Scheibenzwischenraum.

8.0 Literatur

- [1] EN ISO 10077-1:2009
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Allgemeines
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [2] 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] EN ISO 12631:2012
Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [4] ift-Richtlinie WA-08/3
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 1: Ermittlung des repräsentativen Ψ -Wertes für Fensterrahmenprofile
Rosenheim, ift Rosenheim, Februar 2015
- [5] ift-Richtlinie WA-17/1
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 2: Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit durch Messung
Rosenheim, ift Rosenheim, Februar 2013
- [6] ift-Richtlinie WA-22/1
Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Teil 3: Ermittlung des repräsentativen Ψ -Wertes für Fassadenprofile
Rosenheim, ift Rosenheim, Januar 2016
- [7] Abschlussbericht ‚Forschungsvorhaben Warm Edge‘
Rosenheim, ift Rosenheim, Juli 1999
- [8] Forschungsvorhaben ‚Psi-Wert Fenster – Qualitätskriterien für die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_g (Psi-Wert) des Übergangs Rahmen-Glasrand-Glas und Vergleich mit experimentellen Daten‘
Berlin, Deutsches Institut für Bautechnik, April 2003
Fraunhofer IRB Verlag, 2003, ISBN 3-8167-6526-2
- [9] Kurzbericht ‚Äquivalente Wärmeleitfähigkeit Warme Kante‘
Rosenheim, ift Rosenheim, Dezember 2012
- [10] Abschlussbericht ‚Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern‘
Rosenheim, ift Rosenheim, Dezember 2012
ISBN 978-3-86791-339-3
- [11] ift-Forschungsbericht ‚Psi-Werte von Sprossen – Erarbeitung von vereinfachten Tabellen zur Berücksichtigung des Einflusses von Sprossen im Rahmen der Ermittlung des U-Wertes von Fenstern‘
Rosenheim, ift Rosenheim, September 2015 (unveröffentlicht)

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis ‚Warme Kante‘ beim Bundesverband Flachglas e. V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Unter Mitwirkung von: Hochschule Rosenheim · ift Rosenheim

Redaktionelle Inhalte erstellt durch: Ingrid Meyer-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

7.7 Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

BF-Merkblatt 008/ 2010



Bundesverband
Flachglas

7.7

Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

7.7

Einleitung

Für die Produkte „integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas“ (iSIM) existieren keine allgemein gültigen Regelwerke. Dieses Merkblatt beschreibt den Einbau in geeignete Konstruktionen und stellt eine Ergänzung zu den BF-Merkblättern 005 und 007 dar.

1.0 Geltungsbereich:

1.1 Die hier aufgeführten Anweisungen und Richtlinien ersetzen nicht die zum Zeitpunkt der Ausführung gültigen Vorschriften für die Verglasung von Isolierglasscheiben im Allgemeinen und die des Systemherstellers. Dieses Merkblatt stellt Ergänzungen für den Sonderfall Systeme im SZR dar. Diese Einbau- und Verglasungsrichtlinien gelten nur für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas (iSIM) zum Verbau in Isolierglas, welche produktgerecht in Fenster-, Fassaden- und Trennwandsysteme aus erprobten und üblichen Materialien und Profilen, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, im Hochbau eingesetzt werden. Die Einhaltung dieser Richtlinie ist für den Einbau zwingend erforderlich und die Voraussetzung für eine Gewährleistung. Durch die Einhaltung dieser Richtlinie wird ermöglicht, eine technisch und bauphysikalisch einwandfreie Verglasung mit iSIM herzustellen. Diese Richtlinie ist die Voraussetzung zur Erreichung und Erhaltung der typgerechten Funktionen von iSIM.

1.2 Für mit dieser Richtlinie nicht erfasste, objektbezogene Randbedingungen, die im Einzelnen vor Herstellung und Einbau

geklärt werden müssen, ist für den Fall des Einbaus eine Zustimmung des Systemherstellers erforderlich. Dieser kann in diesen Fällen objekt- und anlagenbezogen eine Einzelzustimmung erteilen.

1.3 Diese Richtlinie gilt nur für Räume mit normaler Raumtemperatur und Luftfeuchte. Sie gilt nicht für Schwimmbäder, spezielle Feuchträume und Räume mit über dem Maß der üblichen hinausgehenden Belastungen und Anforderungen. Hier gelten die besonderen Vorschriften für Schwimmbäder und Nassräume. Es gelten die allgemein gültigen Richtlinien und Regelwerke, die Bauregelliste (Deutsches Institut für Bautechnik), die von den Verbänden für fachgerechte Verglasung in der jeweils neuesten Fassung herausgegeben werden. Insbesondere gelten:

- VOB/C ATV DIN 18 361; „Verglasungsarbeiten“
- DIN/ÖN/EN-Normen „Verglasungsarbeiten“
- Richtlinien der Isolierglashersteller
- Die anerkannten Regeln der Technik
- Relevante Teile der DIN V 18 073 „Rollläden, Markisen, Rolll Tore und sonstige Abschlüsse im Bauwesen – Begriffe, Anforderungen“
- Die Systembeschreibung der Rahmenhersteller



2.0 Verglasung von integrierten Systemen im Mehrscheiben-Isolierglas

2.1 Forderungen

Ein Verglasungssystem beruht auf den Grundforderungen eines:

- dichten Verglasungssystems
- dichtstofffreien und
- nach außen offenen (Dampfdruckausgleich) Falzraumes und der
- Verträglichkeit aller verwendeten Materialien

Diese und abweichende Verglasungssysteme, z.B. Structural Glazing, geklebte Fenstersysteme, Ganzglasecken und Glasstöße usw. sind mit dem Systemhersteller abzustimmen. Die Entscheidung über die Wirksamkeit und Eignung

der gewählten Konstruktion kann nur durch die ausführende Firma beurteilt werden, da diese die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems Glas (iSIM) und Konstruktion sicherstellen muss.

2.2 Glasfalzausbildung

Bei der Bemessung des Glasfalzes ist zu berücksichtigen, dass sich die Gesamtdicke und die Randverbundbreite von üblichen Glassystemen unterscheiden.

2.3 Klotzung

Bei bestimmten iSIM ist im Glasfalz Raum für Kabelführung oder systemspezifische Komponenten vorzusehen. Dennoch muss eine funktionsfähige und regelkonforme Klotzung des Glaselementes sichergestellt werden.

3.0 Lagerung, Transport, Einbau, Prüfung

3.1 Funktionsprüfung

Lagerung, Transport und Manipulation (vertikal und horizontal) sind systembezogen und nach den Vorgaben des Herstellers durchzuführen. Die Isolierglaseinheiten mit iSIM sind in der Regel lot- und fluchtgerecht einzubauen.

Nach der Montage in Flügel- oder Festverglasungen ist nach dem Einstellen und Ausrichten der Isolierglaseinheit eine systembezogene Funktionsprüfung durchzuführen.

Beschädigungen und Veränderungen der Kabel, Kabelanschlüsse und -verbindungen sowie sonstigen Systemkomponenten, die sich am oder außerhalb des Isolierglaselementes befinden, sind nicht zulässig. Diese Elemente sind bei Lagerung, Transport und Einbau fachgerecht zu schützen.

Jedes iSIM ist im Zuge der Bauabwicklung gegebenenfalls mehrfach auf seine Funktion hin zu überprüfen. Dies schließt neben einer Überprüfung der Elemente an sich auch die herstellereigenspezifische Funktionsprüfung des iSIM ein.

3.2 Inbetriebnahme

Eine Prüfung und Inbetriebnahme von beweglichen iSIM ist unter den Randbedingungen einer gebräuchlichen Nutzung durchzuführen. (Siehe BF-Merkblatt 005) Dem Endkunden sind systembedingte Bedienerhinweise zu übergeben.

4.0 Kabelverbindung

4.1 Kabelverlegung

Sämtliche Durchbohrungen, Aussparungen, Kanten, Ecken usw., durch oder über welche Kabel verlegt werden, müssen entgratet sein, so dass eine Kabelverletzung ausgeschlossen ist. Es sind geeignete Kabeldurchführungen einzusetzen. Es ist darauf zu achten, dass keine Zuglasten in die Kabel eingebracht werden.

4.2 Zubehör

Zulässig sind nur vom Systemhersteller freigegebene Elektro- und Zubehörkomponenten.

5.0 Fensterkontakte und -übergänge

5.1 Kontakte

Die Anordnung der Fensterkontakte und -übergänge sind z.B. bei Dreh- bzw. Dreh-Kipp-Elementen vorzugsweise bandseitig und außerhalb der wasserführenden Ebene vorzunehmen.

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Systeme im SZR' beim Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf
 © **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.

7.8 Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerte Gläser

BF-Merkblatt 021 / 2017 – Änderungsindex 0



Bundesverband
Flachglas

7.8

Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser

Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser

Inhaltsverzeichnis

1.0 Zielgruppe	2
2.0 Einleitung	2
3.0 Anwendungsbereich	2
4.0 Grundlagen	3
5.0 Definitionen und Symbole	3
6.0 Durchbiegungsgrenzwerte	7
7.0 Nachweis	8
8.0 Literatur	8

1.0 Zielgruppe

Dieses Merkblatt richtet sich an alle, die Mehrscheiben-Isolierglas oder monolithische Glasscheiben und die zugehörigen linienförmigen Lagerungskonstruktionen planen, dimensionieren, nachweisen, beraten und/oder ausführen. Dazu zählen z.B. Planer, Tragwerksplaner, technische Berater, Glasfachleute und Verarbeiter.

2.0 Einleitung

Im Rahmen der Glasbemessung nach DIN 18008 [1] tauchen beim Gebrauchstauglichkeitsnachweis immer wieder zwei grundsätzliche Fragen auf:

- Welche Durchbiegungsgrenzwerte sind für die Verglasung, d.h. für das Glas und die Haltekonstruktion anzusetzen?
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Glasdurchbiegung und der Dauerhaftigkeit von Isolierglas?

Ziel des vorliegenden Merkblattes ist, diese beiden Fragen durch Nennung von Durchbiegungsgrenzwerten und Erläuterung des Zusammenhangs mit der Isolierglas-Gebrauchstauglichkeit zu beantworten.

Dieses Merkblatt ersetzt nicht die zitierten technischen Regeln.

3.0 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt gilt im Sinne von DIN 18008-2 [2]¹ für ebene, rechteckige, ausfachende linienförmig gelagerte Einfach- und Isoliergläser.

Ausfachend bedeutet, dass die Glasscheiben nur quer zu ihrer Scheibenebene beansprucht werden, mit Ausnahme ihres Eigengewichts, welches neigungsabhängig auch in Scheibenebene getragen wird. Linienförmig gelagert bedeutet, dass eine ebene, durchgehende, beidseitig (Druck und Sog) normal zur Scheibenebene wirksame Lagerung der Glaskante mit mechanischen Verbindungsmitteln (z.B. Glas- oder Pressleisten) vorliegt, die für alle Scheiben des Glasaufbaus wirksam ist. Diese Art der Lagerung entspricht näherungsweise der so genannten NAVIER'schen Randbedingung der Platten-theorie².

Zu punktförmig oder linien- und punktförmig gelagerten Gläsern siehe DIN 18008-3 [3]³. Zu verklebten Gläsern, wie sie bei Ganzglaskonstruktionen oder Structural-Sealant-Glazing-Systemen zur Anwendung kommen siehe ETAG 002 [4]⁴ oder die zugehörigen Systemzulassungen.



4.0 Grundlagen

Gemäß DIN EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“ [5]¹ sind Bauteile so zu planen und auszuführen, dass sie während der vorgesehenen Nutzungszeit mit angemessener Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit die geforderten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit erfüllen. Gebrauchstauglichkeitsnachweise sollen⁶ u. a. auf Verformungen und Verschiebungen eingehen, die die Tragwerksfunktion, das Erscheinungsbild oder das Nutzer-Wohlbefinden nachteilig beeinflussen. Außerdem sollen sie auch auf solche Verformungen und Verschiebungen eingehen, die Schäden an nichttragenden Bauteilen hervorrufen, welche die Dauerhaftigkeit nachteilig beeinflussen.

Dementsprechend werden in DIN 18008-2 [2] Durchbiegungsgrenzwerte für das Glas⁷ und die Haltekonstruktion⁸ definiert. Diese betreffen jedoch nur die Tragwerksfunktion und sollen dazu dienen,

- die Anwendungsgrenzen baustatischer Berechnungsmethoden einzuhalten, die eine Auflagerung des Glases entsprechend der NAVIER'schen Randbedingung voraussetzen und
- einen ausreichenden Glaseinstand zu gewährleisten, damit das Glas auch unter Belastung nicht aus der Haltekonstruktion fällt.

DIN 18008-2 [2] weist explizit⁹ darauf hin, dass Glashersteller kleinere Durchbiegungen fordern können. Dies wird insbesondere bei Isolierglas der Fall sein, wenn verhindert werden muss, dass durch zu große Durchbiegungen

- die Dauerhaftigkeit des Isolierglasrandverbunds hinsichtlich Diffusionsdichtigkeit gegenüber Wasserdampf und Füllgasen reduziert wird (Vermeidung von Kondensat, Schichtkorrosion und Füllgasverlust zum Erhalt der Wärmedämmwirkung),
- die Stabilität des Gesamtsystems gefährdet ist oder
- Kontakt zwischen Gläsern untereinander oder mit Einbauten im Scheibenzwischenraum (z.B. Sprossen oder Jalousien) entstehen kann.

Ebenso ist Planern frei gestellt, kleinere Durchbiegungen als die Norm zu fordern, wenn z.B. vermieden werden soll, dass

- optisch-ästhetische Beeinträchtigungen durch z.B. Verzerrung von Spiegelbildern entstehen,
- große Durchbiegungen aufgrund von z.B. Windböen entstehen, die Unbehagen beim Nutzer bewirken oder
- weitere Nutzungsbeeinträchtigungen entstehen, wie z.B. Pfützenbildung bei horizontal bzw. mit geringem Gefälle verbautem Glas.

Alle aufgezählten Schutzziele bzw. Beeinträchtigungen können über die Durchbiegung von Glas und Haltekonstruktion beschrieben und somit eingehalten bzw. begrenzt werden.

5.0 Definitionen und Symbole

5.1 Durchbiegung und maximale Durchbiegung w_{max}

Die Verformung des Glases quer zum unverformten Zustand ist die Durchbiegung. Die maximale Durchbiegung w_{max} ist der Höchstwert der Durchbiegung. Sie tritt bei

- viereitig linienförmig gelagerten Rechteckgläsern unter Gleichflächenlast in Glasmitte auf (vergleiche Bilder 2a/2b bzw. Bild 4),
- bei zweiseitig linienförmig gelagerten Rechteckgläsern üblicherweise in der Mitte der ungelagerten Glaskante auf (vergleiche Bilder 3a/3b).

Bei anderen Lagerungs- und Belastungsarten kann sie auch außerhalb davon auftreten, z.B. bei dreiseitig-linienförmiger Lagerung oder bei ungleichförmiger bzw. außermittiger Belastung durch dreiecksförmige Flächenlast oder außermittige Holm- oder Blocklast.

Die maximale Durchbiegung w_{max} ist Ergebnis einer glasstatischen Berechnung¹⁰.

¹ Abschnitt 1, ² Girkmann K. (1986): „Flächentragwerke“, 6. Auflage, Springer-Verlag, Wien, § 66 b), Seite 168, ³ Abschnitt 8.2, ⁴ Abschnitt 5.1.4.7,

⁵ Abschnitt 2.1 (1) zweiter Spiegelstrich, ⁶ Abschnitt 3.4 (3), ⁷ Abschnitte 7.3 und 7.4, ⁸ Abschnitt 4.3, ⁹ Abschnitt 7.4, letzter Satz,

¹⁰ Die maximale Durchbiegung w_{max} entspricht dem Bemessungswert der Auswirkung E_g beim Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach [1].

Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser

5.2 Durchbiegungen von Glas und Haltekonstruktion bei linienförmiger Lagerung

5.2.1 Durchbiegungen der gelagerten Glaskanten bzw. der Haltekonstruktion

Die Durchbiegungen der gelagerten Glaskanten entsprechen denen der Haltekonstruktion. Sie verlaufen ebenfalls quer zur unverformten Scheibenebene. Anders gerichtete Durchbiegungen oder Verdrehungen der Haltekonstruktion werden als vernachlässigbar klein angesehen. So wird insbesondere bei Isolierglas vorausgesetzt, dass die Standkante ideal rechtwinklig zur unverformten Scheibenebene aufgelagert ist (vergleiche Bild 1).

5.2.2 Durchbiegungen vierseitig linienförmig gelagerter Rechteckscheiben

Die Bilder 2a und 2b zeigen die Durchbiegungsfiguren vierseitig linienförmig gelagerter Rechteckscheiben. Bild 2a zeigt die Durchbiegungsfigur bei geometrisch-linearer Berechnungsweise. Diese wird häufig vereinfachend unter Zuhilfenahme so genannter Plattentafeln angewendet. Sie liefert aber nur dann zutreffende Ergebnisse, wenn die maximalen Durchbiegungen nicht größer als die Glasdicke¹¹ sind ($w_{max} \leq \text{Glasdicke}$). Bei größeren Durchbiegungen überschätzt diese Berechnungsweise die realen Durchbiegungen und Hauptzugspannungen und kann daher unwirtschaftliche Glasdicken liefern. Bild 2b zeigt die Durchbiegungsfigur bei geometrisch-nichtlinearer Berechnungsweise. Diese gibt das reale Durchbiegungsverhalten auch bei Durchbiegungen, die größer als die Glasdicke sind ($w_{max} > \text{Glasdicke}$), wieder. Diese Berechnungsweise erfordert zwar aufwändigere Lösungsmethoden (FEM oder spezielle Plattentafeln), liefert aber wirtschaftlichere Glasdicken.

5.2.3 Durchbiegungen zweiseitig linienförmig gelagerter Rechteckscheiben

Die Bilder 3a und 3b zeigen die Durchbiegungsfiguren zweiseitig linienförmig gelagerter Rechteckscheiben bei geometrisch-linearer und -nichtlinearer Berechnungsweise.

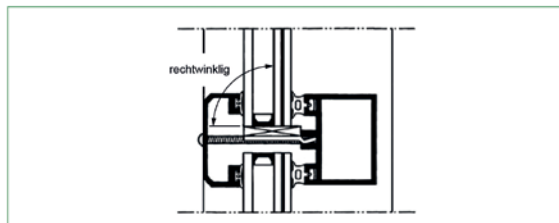


Bild 1: Ideal rechtwinklig aufgelagerte Standkante von Isolierglas

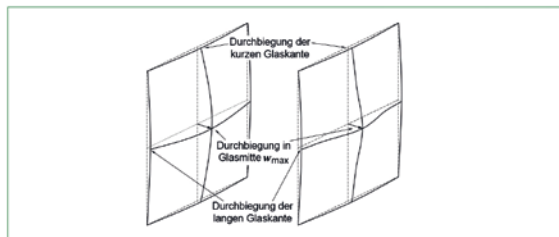


Bild 2a: geometrisch-lineare Berechnung ($w_{max} \leq \text{Glasdicke}$)

Bild 2b: geometrisch-nichtlineare Berechnung ($w_{max} > \text{Glasdicke}$)

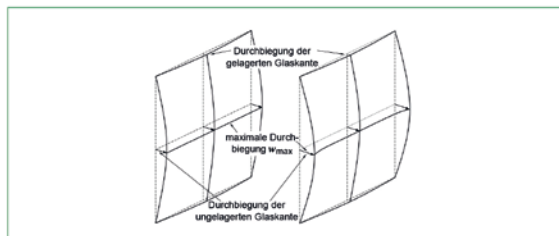


Bild 3a: geometrisch-lineare Berechnung

Bild 3b: geometrisch-nichtlineare Berechnung

Bei dieser Lagerungsart unterscheiden sich die Ergebnisse beider Berechnungsweisen nur geringfügig, wobei jedoch auch hier die

geometrisch-nichtlineare Berechnungsweise die realistischen Durchbiegungen liefert.

5.3 Bezugslänge L

In DIN 18008-2 sowie in diesem Merkblatt werden Durchbiegungsgrenzwerte nicht als absolute Größen in mm angegeben, sondern werden über den ganz-zahligen Bruchteil einer Bezugslänge L definiert (z.B. $L/100$). Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Bezugslänge für die Durchbiegung der aufgelagerten Glaskante und den Bezugslängen für die Durchbiegung der ungelagerten Glaskante bzw. der Glasmitte.

5.3.1 Bezugslänge für die Durchbiegung der aufgelagerten Glaskante

Bei der aufgelagerten Glaskante dient als Bezugslänge L die aufgelagerte Scheiblänge. Sie darf nicht mit der Rahmen-, Pfosten- oder Spaltenlänge der Unterkonstruktion L_U verwechselt werden, die auch länger sein kann, wenn z.B. mehrere Gläser auf einem Rahmenelement aufgelagert sind (Bild 4). Zu den Durchbiegungsgrenzwerten von Unterkonstruktionen siehe die entsprechenden Bauteilnormen, z.B. DIN EN 14351-1 [8] für Fenster und Türen oder DIN EN 13830 [9] für Vorhangfassaden.

5.3.2 Bezugslänge für die Durchbiegung der ungelagerten Glaskante bzw. der Glasmitte

Bei der ungelagerten Glaskante und der Glasmitte dient als Bezugslänge L die Stützweite der Glasscheibe. Die Stützweite ist nur bei linienförmig gelagerten Rechteckscheiben exakt definiert und entspricht

- bei vierseitiger Lagerung der Länge der kürzeren Glaskante (zweiachsig gespannte Glasscheibe),
- bei dreiseitiger Lagerung der Länge der ungelagerten Glaskante und
- bei zweiseitiger Lagerung dem Abstand der gelagerten Glaskanten (einachsig gespannte Glasscheibe)

(vergleiche Bild 5).

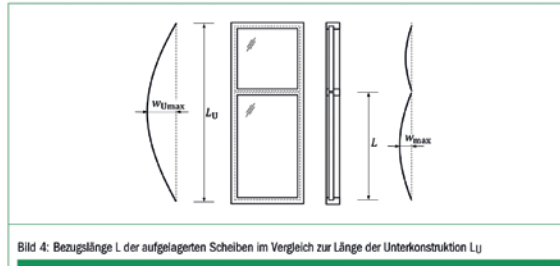


Bild 4: Bezugslänge L der aufgelagerten Scheiben im Vergleich zur Länge der Unterkonstruktion L_U

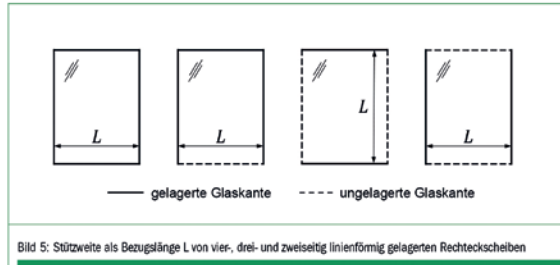


Bild 5: Stützweite als Bezugslänge L von vier-, drei- und zweiseitig linienförmig aufgelagerten Rechteckscheiben

¹¹ Hier ist die Glasdicke der betrachteten Einzelscheibe gemeint. Bei VG/VSG diejenige der dünnsten VG/VSG-Teilscheibe.

Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser

5.4 Glaseinstand i

Der Glaseinstand i wird nach DIN 18545 [6]¹² durch den Abstand zwischen der Glaskante und der statisch wirksamen Kante der Haltekonstruktion bestimmt (vergleiche Bild 6).

Der Glaseinstand muss nach [2]¹³ an allen Glaskanten mindestens 10 mm betragen, sofern keine anderen Festlegungen getroffen werden.

Bei Isolierglas verlangen die Isolierglashersteller im Einklang mit [6]¹⁴ ein größeres Mindestmaß von i.d.R. 12 mm, um die Kleb- und Dichtstoffe des Randverbunds vor UV-Strahlung zu schützen.

Bei vertikalen Scheiben darf unter Last der Glaseinstand auch kleiner werden (siehe Abschnitt 5.5).

5.5 Sehnenerkürzung Δs

Die Sehnenerkürzung ist die Verkürzung des Abstands zweier gegenüberliegender Glaskanten einer durchgebogenen Glasscheibe (vergleiche Bild 7).

Die Sehnenerkürzung einer zweiseitig linienförmig gelagerten Glasscheibe berechnet sich näherungsweise¹⁵ aus der maximalen Durchbiegung w_{\max} und der Stützweite L zu

$$\Delta s \approx \frac{8}{3} \cdot \frac{w_{\max}^2}{L}$$

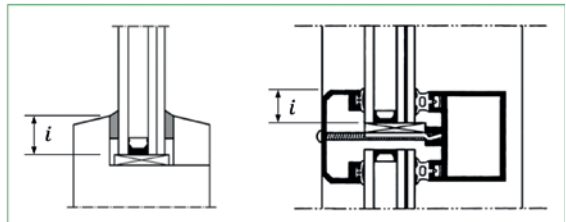


Bild 6: Glaseinstand i , hier gezeigt an der Standkante von Isolierglas, links: Fensterprofil, rechts: Pfosten-Riegel-Profil

Bei vierseitiger linienförmiger Lagerung ist die Sehnenerkürzung zwar kleiner, sie lässt sich jedoch nicht so leicht berechnen. Deshalb wird hier vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend meist auch die Sehnenerkürzung der zweiseitig linienförmigen Lagerung verwendet.

Nach DIN 18008-2 [2]¹⁶ ist bei Vertikalverglasungen die Sehnenerkürzung bzw. die Durchbiegung so zu begrenzen, dass der verbleibende Glaseinstand an allen Glaskanten mindestens 5 mm beträgt, auch wenn die gesamte Sehnenerkürzung auf nur ein Auflager angesetzt wird. In diesem Fall darf die Durchbiegung auch $L/100$ bzw. $L/65$ überschreiten (vergleiche Tabelle 1).

Der Isolierglashersteller darf jedoch geringere Sehnenerkürzungen bzw. Durchbiegungen fordern, um z.B. die Verschiebungen im Randverbund (vergleiche Bild 8) zu begrenzen oder um Einbauten im Scheibenzwischenraum zu schützen.

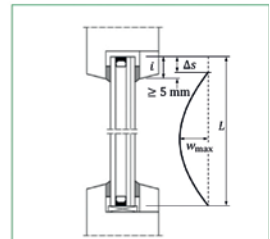


Bild 7: Sehnenerkürzung Δs , maximale Durchbiegung w_{\max} Bezugslänge L und verbleibender Glaseinstand $i = \Delta s \geq 5$ mm, hier gezeigt an der Oberkante eines Isolierglases

¹² Abschnitt 4.1 und 4.2. Hinweis: In der europäischen Verglasungsnorm DIN EN 12488 [7] wird „Glaseinstand“ anders definiert. Das im vorliegenden Dokument nach [6] definierte Maß i entspricht dort der „mechanischen Kantenüberdeckung m “. ¹³ Abschnitt 4.1, ¹⁴ Abschnitt 4, ¹⁵ hergeleitet am Kreisbogen mit kleinem Öffnungswinkel mittels Kleinwinkelnäherungen $\sin x \approx x - x^3/6$ und $\cos x \approx 1 - x^2/2$, ¹⁶ Abschnitt 7.4, ¹⁷ hergeleitet am Kreisbogen mit kleinem Öffnungswinkel mittels Kleinwinkelnäherung $\cos \approx 1 - x^2/2$, ¹⁸ Der Durchbiegungsgrenzwert w_{zul} entspricht dem Bemessungswert des Gebrauchstauglichkeitskriteriums C_d beim Nachweis im Grenz Zustand der Gebrauchstauglichkeit nach [1], ¹⁹ [2], Abschnitt 7.4, ²⁰ basierend auf [10]

5.6 Verschiebungen im Randverbund bei durchgebogener Isolierglaskante
 Bild 8 zeigt in stark überzeichneter Darstellung die Verschiebungen v_1 und v_2 zwischen Glas und Abstandhalter im Randbereich der durchgebogenen Kante eines Zweischeiben-Isolierglases (oben). Zusätzlich wird die gegenseitige Verschiebung der Glaskanten $v_1 + v_2$ und die daraus resultierende Verzerrung der Kleber-/Abstandhalterflanke gezeigt (unten).

Die Verschiebungen v_1 und v_2 berechnen sich näherungsweise¹⁷ mit den Glasdicken d_1 und d_2 , der Abstandhalterhöhe h , der maximalen Durchbiegung w_{max} und der Bezugslänge L zu

$$v_j \approx 2 \cdot (d_j + h) \cdot \frac{w_{max}}{L}, \quad j = 1, 2.$$

Zu große Verschiebungen können zu einer Überbeanspruchung der polymeren Dichtstoffe und des Abstandhalterprofils (u.a. Ablösung von der Glasoberfläche) und somit zu Undichtigkeiten führen, welche die Dauerhaftigkeit des Gesamtsystems verringern. Hieraus können Kondensatbildung, Schichtkorrosion, Füllgasverlust oder die Reduzierung der Beanspruchbarkeit gegenüber den auf den Randverbund wirkenden Kräften (z.B. Windlasten) resultieren.

Insbesondere bei freien Isolierglaskanten, die nicht in einer Haltekonstruktion gelagert und somit vor äußeren Witterungseinflüssen ungeschützt sind, spielen die Verschiebungen und die daraus resultierenden Schubverzerrungen eine große Rolle. DIN 18008-2 [2] macht für die maximale Durchbiegung der freien Isolierglaskante keine spezielle Vorgabe, sondern nennt den allgemeinen Grenzwert $L/100$ für die vierseitig gelagerte Rechteckscheibe in Glasmitte.

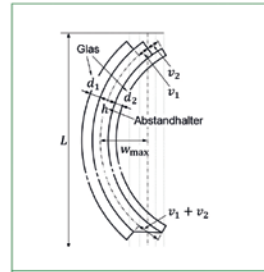


Bild 8: Verschiebungen v_1 zwischen Glas und Abstandhalter (oben) sowie Verschiebung der Glaskanten (unten) im Randbereich einer durchgebogenen Isolierglaskante

Es ist dem Isolierglashersteller vorzubehalten, für die ungelagerte Isolierglaskante kleinere Durchbiegungen einzufordern, z.B. $L/200$ (siehe Tabelle 1).

6.0 Durchbiegungsgrenzwerte

Gemäß DIN 18008 sind Gläser so zu bemessen, dass der jeweilige Durchbiegungsgrenzwert w_{zul} nach der folgenden Tabelle 1 nicht überschritten wird¹⁸.

Linienförmige Lagerung	Gelagerte Glaskante (vergleiche Abs. 5.3.1)	In Glasmitte	Ungelagerte Glaskante	
			Einfachglas	Isolierglas
Zwei- und dreiseitig*	L/200	L/100**	L/100**	L/200***
Vierseitig			-	-

* Bei dreiseitig linienförmiger Lagerung ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit vom Kantenvhältnis die maximale Durchbiegung entweder in Glasmitte oder an der ungelagerten Glaskante vorliegt
 ** Sofern keine optisch-ästhetischen oder andere Vorgaben dagegen sprechen, ist bei Glasgrößen
 - bis max. 2 m² auch L/65 zulässig
 - bei vertikalem Glas ggf. eine noch größere Durchbiegung zulässig, sofern der verbleibende Glaseinstand an allen Glaskanten mindestens 5 mm beträgt, auch wenn die gesamte Sehnenverkürzung auf nur ein Auflager angesetzt wird¹⁹
 *** Empfehlung der Isolierglashersteller²⁰

Tabelle 1: Durchbiegungsgrenzwert w_{zul} bezogen auf die Bezugslänge

7.0 Nachweis

Sofem die vorhandene maximale Durchbiegung der Unterkonstruktion (z.B. gem. Bauteilnomen [8] oder [9]) und der aufgelagerten Glaskanten gem. Tabelle 1 zulässig ist, erfolgt der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit in folgenden Schritten:

1. Ermittlung der Bezugslänge L in Abhängigkeit der Glaslagerung (zwei-, drei-, vierseitig).
2. Ermittlung der vorhandenen maximalen Glasdurchbiegung w_{\max} und des Orts ihres Auftretens (Glasmitte oder Glaskante) mittels glasstatischer Berechnung.
3. Festlegung des Durchbiegungsgrenzwertes w_{zul} nach Tabelle 1, ggf. unter Berücksichtigung optisch-ästhetischer oder anderweitiger Vorgaben.
4. Nachweis: $w_{\max} \leq w_{\text{zul}}$
 Falls bei vertikalem Glas die **-Fußnote, zweiter Spiegelstrich von Tabelle 1, in Anspruch genommen wird: Berechnung der Sehnenverkürzung Δs und Nachweis des verbleibenden Glaseinstandes $i - \Delta s \geq 5 \text{ mm}$.

8.0 Literatur

- [1] DIN 18008-1 (2010-12): Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen.
- [2] DIN 18008-2 (2010-12 u. Berichtigung 1 v. 2011-04): Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen.
- [3] DIN 18008-3 (2013-07): Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen.
- [4] ETAG 002 (2012-05): Structural Sealant Glazing Kits (SSGK) – Part 1: Supported and unsupported systems.
- [5] DIN EN 1990 (2010-12 u. Änderung A1 v. 2012-08): Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung.
- [6] DIN 18545 (2015-07): Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Anforderungen an Glasfalze und Verglasungssysteme.
- [7] DIN EN 12488 (2016-11): Glas im Bauwesen – Empfehlungen für die Verglasung – Verglasungsgrundlagen für vertikale und geneigte Verglasung.
- [8] DIN EN 14351-1 (2016-12): Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren.
- [9] DIN EN 13830 (2015-07): Vorhangfassaden – Produktnorm.
- [10] Deutsches Institut für Bautechnik: Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV, 2006-08).

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Martin Reick (Flachglas MarkenKreis GmbH), Dr. Frank Ensslen (SemcoGlas Holding GmbH) im Arbeitskreis „Isolierglas“ beim Bundesverband Flachglas e. V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

© **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

An aerial view of London, England, taken from a high-rise building. The image shows a wide expanse of the city, including the River Thames, numerous skyscrapers, and a mix of modern and traditional architecture. The sky is blue with wispy white clouds. The view is framed by the curved white railing of the building's observation deck. In the center, there is a white rectangular box containing the logo for AGC INTERPANE. The logo consists of the letters 'AGC' in a bold, blue, sans-serif font, followed by the word 'INTERPANE' in a smaller, blue, sans-serif font.

AGC INTERPANE



ANHANG

A1 Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien um den Werkstoff „Glas“ sowie Prüfinstitute

Gesetze, Verordnungen und Vorschriften

- Energieeinsparungsgesetz vom 22.07.1976
- 3.Wärmeschutzverordnung (WSchVO) vom 16.08.1994
- 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
- Energieeinsparungsgesetz (EnEG) vom 01.09.2005
- Bauproduktengesetz vom 05.12.2012
- Musterbauordnung (MBO)/Bauordnungen der Länder (LBO)
- Liste der Technischen Baubestimmungen
- Bauregelliste (BRL) des DIBt
- 18. BImSchV – Sportanlagenlärmenschutzverordnung vom 18. Juli 1991
- FlULärmG – Fluglärmgesetz und Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) om 03.02.2015
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (kurz: TALärm) vom 26.08.1998
- Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates, vom 9. März 2011
- MLTB – Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, Ausgabe 2017/1
- EPDB 2018 – EU-Richtlinie für Gebäude, vom 19.06.2018

A1

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

EN1863

Glas im Bauwesen –
Teilvorgespanntes Kalknatronglas

DIN 1946

Raumlufttechnik

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 10077

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
mittels 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
Eigenschaften

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 Widerstan-
des 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 Gebäudeausrüstung 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 Emaillierungen – 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

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 – Bauarteignung und Bauartzulassung

VDE 0126-32:2009-03

Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module – Bauarteignung 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 Prüfmethoden, 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 Prüfmethode, 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 Prüfmethode, 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 begehbare Verglasungen; Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren (Januar 2014)

i.f.t.-Richtlinien

Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband – 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 Betretbarkeit oder Durchsturzbarkeit 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	Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen Marsbruchstraße 186 44287 Dortmund
Beschussamt Ulm Albstraße 74 89081 Ulm-Jungingen	Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V. Mülheimer Straße 1 53840 Troisdorf
CEKAL Association 10 Rue du Débarcadère F-75852 Paris Cedex 17	Passivhaus Institut Rheinstraße 44-46 64283 Darmstadt
INISMa Avenue Gouverneur Comez 4 B-7000 Mons	SECO Rue d'Arlon 53 B-1040 Brussels
MPA Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart Pfaffenwaldring 32 70569 Stuttgart	Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt Grafenstraße 2 64283 Darmstadt
Fraunhofer Institut für Bauphysik Nobelstraße 12 70569 Stuttgart	Teknologisk Institut Teknologiparken Kongsvang Allé 29 DK-8000 Aarhus C
Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik Ernst-Mach-Institut Eckerstraße 4 79104 Freiburg i. Br.	TNO De Rondom 1 P.O. Box 6235 NL-5600 HE Eindhoven
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE Heidenhofstraße 2 79110 Freiburg i. Br.	Universität Hannover Institut für Zierpflanzen- und Gehölzwissenschaften Herrenhäuser Straße 2 30419 Hannover
ift Rosenheim GmbH Theodor-Gietl-Str. 7-9 83026 Rosenheim	VdS Schadenverhütung GmbH Amsterdamer Straße 172-174 50735 Köln
KIWA Certificatie Sir Winston Churchillaan 273 NL-2288 Rijswijk – Postbus 70 NL-2280 AB Rijswijk	Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien MA 39 Rinnböckstraße 15 A-1110 Wien
Kraftfahrt-Bundesamt Fördestraße 16 24944 Flensburg	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
Gulbener 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. Habadank
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 Rhein-
land-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

A2 Stichwortverzeichnis

A2

A	Abminderungsfaktor F_c	141
	Abschirmung, elektromagnetische.....	192
	Absorption.....	31 ff, 119, 136, 166, 179, 193, 204, 211, 222 ff.
	Abstandhalter.....	42, 94ff, 108, 132, 184
	Aktivglas.....	384
	Alarmglas.....	386 ff, 419 ff.
	Alarmschleife.....	386 ff, 419 ff.
	Angriffhemmende Verglasung.....	353 ff.
	Anisotropien.....	305, 309
	Ätzung.....	31
	Aufzugsanlagen, Verglasung für.....	205 ff.
	Aussteifungsgläser.....	376 ff.
	Außenansicht, farblich.....	253 ff.
<hr/>		
B	Ballwurfsicherheit.....	214, 365 ff.
	Basisglas.....	229 ff.
	Basisglas, beschichtet.....	31 ff.
	Bauordnungsrecht.....	51 ff.
	Bauphysik.....	69 ff.
	Bauproduktenverordnung, europäische.....	52 ff, 58 ff.
	Begehbare Glas.....	177, 371
	Behaglichkeit.....	114 ff, 141, 241, 263
	Belastungen, thermische.....	231, 404, 409 ff.
	Bemessungswert $U_{g, BW}$	113
	Beschichtung.....	31 ff.
	Beschichtungsverfahren.....	32 ff.
	Beständigkeit, thermische.....	305, 309
	Betretbare Verglasung.....	143 ff, 174
	Biegezugfestigkeit.....	300 ff.
	Brandschutz.....	195, 212 ff, 393 ff.
	Brandschutzglas.....	18, 393 ff.
	Brandverhalten.....	213
	Brechungsindex.....	229
	Bruchverhalten.....	31, 215
	Brüstungselemente.....	78 ff, 290 ff.
	Brüstungspaneel.....	178 ff.
	Brüstungsplatte.....	178
<hr/>		
C	CE-Kennzeichnung.....	52 ff, 61 ff.
	Colorbel.....	291 ff.
	Cradle to cradle.....	20, 65 f, 317
	Clearlite.....	230
	Clearvision.....	231
<hr/>		
D	Dekorative Verglasungen.....	18, 319 ff.
	Demaskierung.....	335
	Designgläser, Glasklebelösung für.....	351 f.
	Digitaldruck, keramischer.....	321
	Dickfilmbeschichtung.....	32
	Dreifach-Wärmedämmglas.....	46, 241 ff.
	Down-Draw Prozess.....	30
	Drei-Liter-Haus.....	84
	Druckverfahren, keramische.....	320

Druckausgleich vom Glasfalz.....	409
Dünnschichtbeschichtung.....	32
Durchbiegung.....	146 ff, 250, 371, 407 ff.
Dünnglas.....	30
Durchlassfaktor.....	223
Durchschusshemmung.....	214, 353, 360 ff.
<hr/>	
E Einbauten im Scheibenzwischenraum.....	414
Einbruchhemmung.....	170, 214, 311 ff, 358, 383
Einfachglas.....	128 ff, 132, 137, 248, 265
Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG).....	61, 146, 215, 299 ff.
Elastizitätsmodul, E-Modul.....	229
Elektrische Leitfähigkeit.....	31
Elektromagnetische Abschirmung.....	192 ff, 295
Elektromagnetische Dämpfung.....	192
Emissionsgrad.....	229
Emissionsvermögen, Emissivität ϵ	31 f, 46, 63, 217
Energieabsorption α_e	223
Energiebilanz.....	224
Energieausweis.....	80
Energieeinsparung.....	69
Energieeinsparverordnung.....	201470, 72
Energieeintrag.....	31, 39
Energieerhaltung.....	218
Entspiegelung.....	31 f.
Energy N, Energy NT.....	244, 245, 291 ff.
Entwässerung des Falzraumes.....	189, 409
<hr/>	
F Fahrzeugverglasungen.....	383
Farbabweichungen.....	303, 308, 314
Farbwiedergabe-Index R_a	221
Fenster, geklebt.....	188 ff, 403, 461 ff.
Feuerwiderstand.....	195, 206, 212, 214, 393 ff.
FIX-IN.....	327 ff, 351 ff.
Flachglas, historische Entwicklung.....	24 ff.
Floatglas.....	27 f, 61, 229 ff, 233 ff, 299 ff, 306, 310, 311 ff, 323
Floatglas, eingefärbt.....	233 ff, 306, 310, 323
Fourcalt-Verfahren.....	26
Freiliegende Glaskante.....	410, 412
Funktionsgläser.....	31, 384 ff.
Funktionschichten.....	31 ff, 197, 418
<hr/>	
G Ganzglasecken.....	410 f.
Ganzglastüren, -anlagen (GGA).....	372 ff, 375 ff.
Garantie.....	340, 351, 391, 401
Gasdiffusionssperre.....	42
Gasfüllgrad.....	46, 63
Gasfüllung.....	46, 63, 132, 238 ff, 248 ff, 263 ff, 268 ff, 284, 354 ff, 390
Gebäudeintegrierte Photovoltaik.....	18, 196 ff, 391 f.
Gebogene Verglasung.....	431 ff.
Geklebte Fenster.....	188 ff, 403, 461 ff.
Geklebte Verglasung.....	188 ff, 406
Geräuschquelle.....	136
Gesamtenergiedurchlassgrad g	37, 72, 142, 222 ff, 241, 248

Glasbemessung.....	143 ff, 216, 410 ff.
Glas, aktiv.....	384 f.
Glas, beschichtet.....	24, 31 ff, 46 ff, 61, 65, 204, 236 ff, 411 ff.
Glasbruch.....	145, 150 ff, 199, 216, 223, 311, 316, 342, 413, 423
Glasbruchrisiko.....	216
Glasdicken (Statik).....	402
Glas, emailliert.....	61, 156, 265, 304, 308, 314, 332, 351
Glasfalz.....	404 ff, 421
Glas, in der Masse eingefärbt.....	29, 197, 200, 233 ff, 409
Glaskante, freiliegend.....	180
Glasklebelösung für Designgläser.....	351 ff.
Glas, lackiert.....	66, 322 ff, 327 ff, 351, 410
Glas, mattiert, sandgestrahlt.....	322 ff, 326 ff.
Glas, metallisch beschichtet.....	335
Glasmacherpeife.....	24
Glasreinigung.....	352, 418, 452 ff.
Glasstöße.....	410 f, 421, 449, 491
Glassiled.....	384 f.
Glasverklebung.....	50, 461 ff.
Gravieren.....	31
Gusstechnik.....	26

H Hardcoating.....	248
Heizglas.....	389 f.
Horizontalschiebewände (HSW).....	380

I Imagin.....	306, 342 ff.
Infrarotbereich.....	37 ff.
Integrierte Systeme im MIG.....	489 ff.
ipachrome design.....	249, 260, 291 ff, 306, 335, 374
ipadecor.....	320 ff.
ipador.....	372 ff, 375 ff, 380 ff.
ipaphon.....	217, 268 ff.
ipasafe.....	301 ff, 307 ff, 353 ff, 364, 365 ff, 371 ff, 386 ff, 421 f.
ipasafe-Alarm.....	386 ff, 419 ff.
ipascreen.....	295
ipasol.....	248, 250 ff, 261 ff, 291 ff, 335, 388
ipasol bright.....	251, 261 f, 291 ff, 306, 335
ipathern.....	389 f.
iplus 1.0.....	116, 236, 238, 240, 291 ff.
iplus 1.0T.....	236, 238, 240, 291 ff.
iplus ANTI FOG (AF).....	36, 115, 203, 245 f, 291 ff.
iplus 3LS, iplus 3CLS.....	88, 236, 241 ff, 291 ff.
iplus 1.1.....	39, 46, 111 ff, 220, 222, 236, 237, 291 ff, u.a.
iplus 1.1T.....	236, 238, 291 ff.
iplus 3, iplus 3C.....	111, 116, 236, 241 ff, 291 ff.
Irisation.....	305, 309
Isolierglas, beschichtet.....	46, 413
Isolierglas, konventionelles.....	220, 278
Isolierglas, Mehrscheiben.....	18, 24 f, 42 ff, 61, 63, 236 ff, 248 ff, 268 ff, u.a.
Isolierglas-Scheiben, kleinformatig.....	154, 269, 284, 413, 423

K	Kaltfassade	178 ff, 410
	Keramische Druckverfahren.....	320 ff.
	Kleben von Glas.....	188 ff.
	Klebstoff	189
	Klimaschutz.....	58, 64 ff, 70, 82, 132, 472
	Klotzung.....	147, 189, 191, 408 ff, 419 ff, 429, 445 ff, 459, 463 ff, 491
	Knoop-Härte.....	229
	Koinzidenzfrequenz	130, 137
	Koinzidenz-Grenzfrequenz	130, 133
	Kondensatbildung	115, 203, 245, 499
	Konstruktionsglas.....	369
<hr/>		
L	Lacobel.....	291 ff, 327 ff, 351
	Lacomat.....	322 ff.
	Längenausdehnungskoeffizient.....	229
	Lärmpegel.....	120 ff, 138
	Lärmquellen.....	122, 135, 217
	Lautstärke.....	134 f.
	LED.....	385
	Leitfähigkeit, elektrische.....	31
	Libbey-Owens-Verfahren.....	26 f.
	Lichttransmissionsgrad τ_v	40, 220, 223
	Linea Azzura	232
	Luftschalldämmung.....	119 ff, 127 f, 133 ff.
	Lüftung.....	77 ff, 117 ff, 140, 201 ff, 339 ff.
<hr/>		
M	Magnetronbeschichtung.....	25 ff, 66, 236, 249 f.
	Matelac.....	322 ff, 351
	Matelux.....	306, 322 ff, 335
	Maskierung.....	44 f, 320, 326, 33
	Mattiertes Glas.....	322 ff, 327 ff, 352
	Mechanischer Widerstand einer Glasscheibe.....	216
	Mehrscheiben-Isolierglas.....	18, 24 f, 42 ff, 61, 63, 236 ff, 248 ff, 268 ff, u.a.
	Mehrschichtsysteme	32
	Merkblätter	425 ff, u. a.
	Metallische Glasbeschichtung.....	355
	Mirol Morena	339 ff.
	Mirox.....	399 ff.
	Modellscheiben.....	281 ff.
	Mondglasverfahren	25
<hr/>		
N	Nachhaltigkeit.....	19 f, 60, 64 ff, 141
	Normen.....	41, 61, 63, u.a., Anhang
	Normlichtart.....	221
	Nullenergiehaus.....	85
<hr/>		
O	Oberflächenschäden am Glas.....	418, 452
	Objektschutz.....	388, 314, 353 ff, 364 ff.
	Oktafband-Mittenfrequenz	129
	Oltreluce.....	306, 342 ff.
	Ornamentglas.....	24, 29, 288 f, 342 f, 404, 411, 436, 458
	Overflow-Fusion Prozess.....	30

P	Passivhaus.....	84 f., 224, 241
	Pendelschlagversuch.....	144, 149, 206, 215, 301 ff., 311 ff., 417, 436
	Personenschutz.....	388, 314, 353 ff., 364 ff.
	Pflanzenwachstum.....	204
	Photovoltaik.....	18, 196 ff., 391
	Photovoltaik, gebäudeintegrierte (GIPV).....	18, 196 ff., 391
	Pittsburgh-Verfahren.....	27
	Planibel Clearlite.....	230
	Planibel Clearvision.....	231
	Planibel Coloured.....	233
	Planibel Linea Azzura.....	232
	Plasmadisplay.....	31
	Poissonzahl.....	229
	Polyisobutylen.....	42 f.
	Polysulfid.....	42 f., 470, 472
	Polyurethan.....	42 f., 470
	Polyvinylbutyral PVB.....	32, 146, 160, 311, 314, 420
	Pyrobel, Pyrobelite.....	396
<hr/>		
Q	Qualität der Verglasung nach RAL.....	63
<hr/>		
R	Radarreflexionsdämpfung.....	192, 194
	Randausbildung.....	183
	Randentschichtung.....	44 f., 189
	Randverbund.....	42 f., 45, 90, 108, 179 f., 188 ff., 194, 203, 241, 269, 284, 370, 384 u. a.
	Randverbund, freiliegend.....	43, 109 f., 413, 479 ff.
	Randverbundsysteme.....	43 ff., 180, 189, 241, 404
	Raumdichtheit S.....	212
	Raumabschluss E.....	212
	Reflexion.....	31 ff., 193 ff., 211, 219, 221 ff., 250 ff., 412, 437 f., 453 u. a.
	Regelwerke, technische.....	56, 143
	Reinigen von Glas.....	352, 410 f., 421, 449, 491
	Resonanzfrequenz.....	137
	Reststandsicherheit.....	181, 299 f., 307, 311 f.
	Resttragfähigkeit.....	143 ff., 151 ff., 174 ff., 199, 299, 307, 311 f., 376, 381, 438
	Rillenschliff.....	338, 374
	Rollercoating.....	320
	Roller Waves.....	305, 309
<hr/>		
S	Sandstrahlen.....	31, 249, 263, 322 ff., 339 ff.
	Schall, allgemein.....	134 ff.
	Schalldämm-Maß, bewertetes R_w	122 ff., 217, 270
	Schalldämmung.....	119 ff., 128 f., 130 ff., 217, 268 ff., 284, 312, 396, 414
	Schalldruck q	134 ff.
	Schallintensität I.....	134
	Schallpegel, Schalldruckpegel.....	134 ff.
	Schallschutzglas.....	42, 414
	Schallschutz-Isolierglas ipaphon.....	120, 139, 268 ff., 414
	Schallschutz mit Glas.....	120, 130 ff., 270
	Schallschutz-Sonnenschutz-Kombination.....	277
	Schiebetüren, Schiebefenster.....	303, 378 ff., 409
	Schiffsverglasungen.....	383
	Schleifen.....	27, 31, 322 ff., 339 ff.
	Selektivitätskennzahl S.....	37, 223, 251 ff., 264 ff.

Shading Coefficient SC.....	223, 251 ff, 264 ff.
Sicherheit bei Brand.....	212
Sicherheit gegen Einbruch.....	170 ff, 214, 299, 311 f, 353 ff, 386 ff.
Sicherheitsglas.....	42, 298 ff, 381 ff, 388 f. u.a.
Sicherheits-Isolierglas.....	419
Siebdruck.....	320 ff, 374
Softcoating.....	45, 189, 236, 248
Solarwärmegewinne Q _s	141
Sonneneintragskennwert S.....	77 f, 141
Sonnenschutz.....	140, 202, 413, 437, 453, 458, 465
Sonnenschutzglas.....	42, 202, 248 ff.
Sonnenschutz-Isolierglas mit Schallschutz.....	277
Sonnenschutz, monolithischer.....	261
Sonnenschutzschichten.....	31 ff, 231, 249 f.
Sonnenschutzverglasung.....	31, 248 ff, 260, 265, 336, 388
Spektrum-Anpassungswert C.....	128, 215
Spiegelglas.....	25, 312, 322, 328, 339 ff, 436
Sprengwirkungshemmung.....	184, 212
Spuranpassungsfrequenz.....	131
Sprossen.....	89 ff, 127, 133, 284 ff, 386, 405, 413 f, 460, 470, 485 ff, 489 ff.
Sprossenfenster.....	89 ff, 280, 485 ff.
Sprossen-Isolierglas.....	285 ff.
Standsicherheit.....	53, 58, 181 f, 216, 299 f, 307, 311 f.
Stopray.....	248 ff, 293
Stopsol.....	33, 263 ff, 291 ff, 306, 323 f.
Stoßfugen bei Isolierglas.....	411
Strahlungsgewinnfaktor S.....	224
Stratobel.....	316 f, 322, 336 f, 363
Structural-Glazing-System.....	103, 188 ff, 320
Sunergy.....	265, 293
SunEwat XL.....	200, 391 f.
<hr/>	
T Taupunkttemperatur.....	114 f, 245
Tauwasserfreiheit.....	189
Technische Regelwerke.....	56, 143
Teilvorgespanntes Glas (TVG).....	61, 146, 196, 215, 307 ff, 409 ff, 419 ff, 436, 443, 453
Temperaturunterschiede.....	217, 229, 411
Temperaturwechsel-Beständigkeit.....	216, 229, 332 f, 411
Terzmittenfrequenz.....	130 ff.
Thermische Belastung.....	231, 404, 409, 423
Thermische Beständigkeit.....	305, 309
Transmission.....	31 ff, 204, 211, 220 ff, 253 ff, 390, 396, 412
Transmissionswärmeverlust H _T	73, 77 f, 141, 268
Transparenz von Glas.....	32, 211, 374
<hr/>	
U Überkopfverglasung.....	153, 199, 300, 307, 312, 370, 458
U _{curtain-wall} -Wert (U _{CW}).....	86, 103 ff, 473, 481
U _f -Wert.....	82, 94, 99 ff.
U _g -Wert.....	31, 39, 46, 99 ff, 106, 111 ff, 132, 197, 203, 218, 224 ff, 412, 437, 457, 479 ff.
Umwehungen.....	176, 185, 303, 307, 312, 410
UV-Strahlung.....	204, 408, 410, 413, 428, 463, 498
U _{window} -Wert (U _W).....	72, 86 ff, 236

V	Vakuumglas.....	415
	Verbundglas, farbig.....	336 f.
	Verbundglas mit freiliegender Glaskante.....	412
	Verbund-Sicherheitsglas (VSG).....	132, 146 f., 270 ff., 307 ff., 311 ff., 353 ff. 381 ff., 408 ff., 419 ff., 433 ff., 458
	Verglasungen, angriffhemmende.....	353, 366 ff., 458
	Verglasungen, begehrbar.....	143 ff., 177, 371, 416
	Verglasungen, betretbar.....	143 ff., 174 ff.
	Verglasungen, dekorative.....	118, 318 ff., 401, 411
	Verglasungen, durchbruchhemmende.....	214, 353, 356, 381
	Verglasungen, durchschusshemmende.....	214, 353, 360 ff.
	Verglasungen, durchwurffhemmende.....	214, 353 ff., 388
	Verglasungen, einbruchhemmende.....	170 ff., 358, 383, 402 f.
	Verglasungen, gebogen.....	144, 153, 205, 412, 415, 431 ff.
	Verglasungen, geklebte.....	45, 61, 188 ff.
	Verglasungen, sandgestrahlte.....	31, 249, 263, 322 ff., 339 ff.
	Verglasungen, sprengwirkungshemmende.....	214, 353, 363, 438, 458
	Verglasungsrichtlinien.....	62, 182, 200, 285, 303, 400 ff., 445
	Verspiegelung.....	31, 327, 343 ff.
	Verwerfung, generell.....	379
	Verwerfung, örtlich.....	440
	Visuelle Qualität.....	250, 269, 305, 309, 314, 369, 410, 433, 438, 460
	Vordächer.....	391, 412
<hr/>		
W	Wärmebrücken.....	43, 72 ff., 85, 93, 103 ff., 108, 115, 117, 470 ff.
	Wärmedämmglas.....	32, 42, 46, 88, 236 ff., 241 ff., 290, 455 ff.
	Wärmedämmschicht.....	31 ff., 46, 236 ff., 453
	Wärmedurchgangskoeffizient k (alt).....	70 ff., 224
	Wärmedurchgangskoeffizient, längenbezogen φ	87 ff., 218
	Wärmedurchgangskoeffizient U.....	72 ff., 218
	Warme Kante.....	43, 86, 108, 457, 469 ff.
	Wärmekapazität.....	142, 202
	Wärmeleitung.....	46, 94, 106, 478
	Wärmeleitfähigkeit λ	43, 46, 95, 106, 110, 301, 470 ff.
	Wärmeschutz.....	53, 70 ff., 86 ff., 141 ff., 183, 218 ff., 437 u. a.
	Warmfassade.....	178 ff., 198, 291 ff., 410
	Warmglas.....	114 f., 236 ff., 281, 288, 312, 362
	Warmglas, vorspannbar.....	239
	Wasserdampfsperre.....	42 f.
	Weißglas.....	18, 221, 231, 311, 314, 327, 340, 354 ff., 379, 433
	Wellenlänge λ	37 ff., 219 ff., 253 ff.
	Wintergarten.....	116, 201 ff.
	Widerstandsklassen für einbruchhemmende Eigenschaften.....	172
<hr/>		
Z	Zylinderstreckverfahren.....	24 f.

A3 Abkürzungsverzeichnis

A3

A	a	Jahr
	a	Scheibenabstand
	A	Fläche
	A	Schallabsorptionsfläche bei einer Prüfeinrichtung
	A, B, C	Klassifizierung absturzsichernder Verglasung (DIN 18008-4)
	A bis D	Nutzungskategorien (EN 1991)
	A bis G	Energieeffizienzklassen
	A bis D und S	Klassifizierung von beschichtetem Glas
	A1, A2, B bis F	Baustoffklassen
	Abb.	Abbildung
	AbP	Allgemeine bauaufsichtliches Prüfzeugnisse (in Vorbereitung)
	AbZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (gelegentlich auch abZ und ABZ)
	Ag	Silber
	AGB	allgemeine Geschäftsbedingungen
	AGC	Asahi Glass Co., Ltd., Japan und Brüssel
	AM	Air Mass
	Ar	Argon
	ARGE BAU	Baumministerkonferenz
<hr/>		
B	BauPG	Bauproduktengesetz
	BauPVO	Bauproduktenverordnung
	BF	Bundesverband Flachglas (Troisdorf)
	BMVBS	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
	BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
	BPR	Bauproduktenrichtlinie
	BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
	BRIC	Brasilien, Russland, Indien, China
	BRL	Baugeregelte (mit den Teilen A, B und C)
	BTS	Bodentürschließer
<hr/>		
C	C	Celsius in °C
	C	selbstschließend, bei Brandschutzglas
	C, C _{tr}	Spektrum-Anpassungswert
	C2C	Cradle to Cradle
	Cd	Gebrauchstauglichkeitskriterium
	CdTe	Cadmiumtellurid
	CE	Communautes Europeennes
	CEN	Comité Européen de Normalisation Europäisches Komitee für Normung
	CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung
	C.I.E., CIE	Commission Internationale de l'Éclairage Internationale Beleuchtungs Kommission
	Cio	Gasfüllgrad
	CIS	Kupfer-Indium-Disulfid
	CO ₂	Kohlendioxid
	cp	Spezifische Wärmekapazität
	CVD	chemische Gasphasenabscheidung – Chemical Vapour Deposition
<hr/>		
D	d	Dicke
	D	Schallpegeldifferenz
	DAfstb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
	DAAt	Deutscher Ausschuss für Stahlbau
	dB	Dezibel
	DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications, schnurlose Telekommunikation
	dena	Deutsche Energie Agentur GmbH, Berlin
	DGNB	Deutsche Gesellschaft Nachhaltiges Bauen
	DIbt	Deutsches Institut für Bautechnik
	DIN	Deutsches Institut für Normung
<hr/>		
E	E	Elastizitätsmodul
	E	Energiebilanz
	E	Rauchabschluss bei Brandschutzglas

E, EI, EW	Klassen für feuerwiderstandsfähige Verglasungen
EBD	Europäisches Bewertungsdokument
ED	Einwirkungsdauer
Ed	Einwirkungskombination
EEK	Energieeffizienzklasse
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EH	einbruchhemmende Verglasung
EMA	elektromagnetische Abschirmung
EMA	Einbruchmeldeanlage
EMV	elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnVKG	Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz
EnVKV	Energiekennzeichnungsverordnung
EOTA	Europäische Organisation für technische Zulassung
EPDB	europ. Richtlinie über die Energieeffizienz von Gebäuden
EPD	Environmental Production Declaration
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien (synthet. Kautschuk)
ER 1 bis 4	Klassen von sprengwirkungshemmenden Verglasungen
ESG	Einscheiben-Sicherheitsglas
ESG-H	ESG mit Heat-Soak-Test
ETA	European Technical Assessment - Europäische Technische Bewertung
ETAG	European Technical Approval Guideline
ETB	Europäische Technische Bewertung
EU	Europäische Union
EUBauPVO	Europäische Bauproduktenverordnung
EVA	Ethyl Vinyl Acetat
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
<hr/>	
F	
f	Durchbiegung
F&E	Forschung und Entwicklung
Fc	Abminderung für Sonnenschutzeinrichtungen
FF	Fensterfläche
f_g	Koinzidenz-Grenzfrequenz
FG	Floatglas
FGT	Gradtageszahlfaktor
f_K	charakteristischer Festigkeitswert
f_R	Resonanzfrequenz
<hr/>	
G	
g	Gesamtenergiedurchlassgrad
g	Gramm
g	Eigengewicht
G	Giga
G	Scheibensteifigkeit, Schubmodul
GEPVP	europäische Vereinigung von Flachglasherstellern
GIPV	gebäudeintegrierte Photovoltaik
GMI	Gütegemeinschaft Mehrscheibenisolierglas
<hr/>	
H	
h	Stunde
h	Durchbiegung
hEN	harmonisierte europäische Norm
HFA	Holzforchung Austria Wien
HIWIN	Hochwärmedämmende Fenstersysteme. Untersuchung und Optimierungen im eingebauten Zustand
HK	Knoop-Härte
HSW	Horizontalschiebewände
Hr, Hv	Wärmeverluste (Transmission, Lüftung)
H_T	Transmissionswärmeverlust über Gebäudehülle
HVGB	Hauptverband der gesetzlichen Berufsgenossenschaften
Hz	Hertz

I	I	solare Strahlung, Strahlungsintensität
	I	Schallintensität
	I	Wärmedämmung bei Brandschutzglas
	IBC	Interpane-Beratungszentrum
	IBP	International Building Projects
	IDC	Interior Design Consultant
	i. d. R.	in der Regel
	IEC	Internationale elektrotechnische Kommission
	IfT	Institut für Fenstertechnik (Rosenheim)
	IMS	integriertes Managementsystem
	IR	Infrarot
	ISO	Internationale Organisation für Normung
	its	Interpane-Thermo-System
	ITT	Erstmusterprüfung (Initial Type Test)
K	k	kilo
	K	Kelvin
	K	Korrekturwerte (diverse, entsprechen Index)
	k _c	Konstruktionsbeiwert
	Kfz	Kraftfahrzeug
	kg	Kilogramm
	Kr	Krypton
	kW	Kilowatt
L	l	Liter
	l	Länge (Profil, Scheibenkante u. a.)
	L	Länge in Haupttragrichtung einer Scheibe
	LAN	Local Area Network, lokales kabelgebundenes Netzwerk
	LBO	Landesbauordnung
	LDC	lokale Distributionszentrale
	LE	Leistungserklärung
	LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
	LP	Schalldruckpegel
	LTB	Liste der technischen Baubestimmungen
	LWSC	longware shading coefficient
M	m	Meter
	m	Masse als physikalische Einheit
	M	Mega..., Meg...,
	MBDC	Mc Donought Braungast Design Chemistry
	MBO	Musterbauordnung
	MIG	Mehrscheiben-Isolierglas
	MLTB	Musterliste der technischen Baubestimmungen
	mm	Millimeter
	MNGE	Mirox New Generation Ecological
N	n	Brechungsindex
	n	Nano
	N	Schallenergie
	N	Newton
	nm	Nanometer, 10 ⁹ Meter
	npd, NPD	No Performance Determined
P	p	Druck
	P ₁ , P ₂	Schall-Leistung
	Pa	Pascal (1 Pa = 10 ⁵ µbar)
	PAR	Photosynthetically Active Radiation
	PAVCD	Plasma Assisted CVD
	PIB	Polyisobutylen
	po	isochorer Druck
	PU	Polyurethan


PV	Photovoltaik
PVB	Polyvinylbutyral
PVC	Polyvinylchlorid
PVD	physikalische Gasphasenabscheidung – Physical Vapour Deposition
Q	
q	Flächenlast
Q	Wärmebedarf, Wärmegewinne
Q	Einzellast
Q _{Er} , Q _h	Wärmemenge (Einsparung, Bedarf)
q _i	sekundäre Wärmeabgabe
Q _s	Solarwärmegewinne
R	
R, R _{RW}	Schalldämm-Maß
R	Tragfähigkeit bei Brandschutzglas
©	registered trademark
R _a	Farbwiedergabe-Index
RC	Resistance Class
R _d	Bauteilwiderstand, Tragfähigkeitskriterium
R _e	Sonnenenergiereflexion
rel.	relativ
RL	Lichtreflexion
RLT	raumklimatische Anlagen
RTA	Reflexions-Transmissions-Absorptionsspektrum
RTS	Rahmentürschließer
S	
s	Glaseinstand
s	Schneelast
s	Sehnenlänge
S	Selektivitätskennzahl
S	Strahlungsgewinnfaktor
S	Rauchdichtheit bei Brandschutzglas
SC	Shading Coefficient
SF	Schallschutz-Sicherheitsfolie
SF6	Schwefelhexafluorid
SG	(SG-Verglasung) Sicherheitsglas
SSG	Structural Sealant Glazing – geklebte Glaskonstruktionen
SSK I bis VI	Schallschutzklassen
STC	Standard-Test-Conditions, Standard-Test-Bedingungen
Std.	Stunde
SWSC	short wave shading coefficient
SzF	Beschichtung zur Folie
SZR	Scheibenzwischenraum
T	
T	Temperatur
TAS	Technical Advisory Service
TEM	Transmissionselektronenmikroskopie
TGI	Kunststoffabstandhalter (Fa. Technoform)
TiO ₂	Titandioxid
TPS	Thermo Plast Spacer (Fa. Kömmerling)
TRAV	Technische Regeln für absturzsichernde Verglasungen
TRLV	Technische Regeln für die Verwendung linienförmig gelagerter Verglasungen
TRPV	Technische Regeln für die Bemessung und Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen
TVG	Teilvorgespanntes Glas
TWD	transparente Wärmedämmsysteme
U	
U	Wärmedurchgangskoeffizient
Ü	Übereinstimmungszeichen für Bauprodukte
U _{cw}	Wärmedurchgangskoeffizient Curtain Walling
U _g	Wärmedurchgangskoeffizient
ÜH	Übereinstimmungserklärung des Herstellers

ÜHP	Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung
UV	Ultraviolettstrahlung
UVA	Ultraviolettstrahlung, Bereich A
UVB	Ultraviolettstrahlung, Bereich B
ÜZ	Übereinstimmungszertifikat
<hr/>	
V	VDE Verein Deutscher Elektrotechniker
	VDI Verein Deutscher Ingenieure
	VdS Verband Schadenverhütung GmbH
	VG Verbundglas
	VI Vakuum-Isolations-Platte
	VO Durchführungsmaßnahmen/Verordnungen, organische Verbindung
	VSG Verbund-Sicherheitsglas
<hr/>	
W	w Windlast
	W Watt
	W Strahlung bei Brandschutzglas
	WK Widerstandsklasse
	WLAN wireless LAN, Drahtlosnetzwerk
	Wp Watt peak (bei PV)
	WPK werkseigene Produktionskontrolle
	WSVO Wärmeschutzverordnung
<hr/>	
Z	ZiE, Z.i.E. Zustimmung im Einzelfall
<hr/>	

A4 Griechische Formelzeichen

A4

α	Fallhöhe beim Pendelschlagversuch	215
α_e	Energieabsorption	223, 230 ff.
β	Bruchverhalten beim Pendelschlagversuch	215
Y	Teilsicherheitsbeiwert	151 ff.
Δ	Differenz	91 ff., 113, 153, 157, 284, 300
$\varepsilon, \varepsilon_d$	Emissionsvermögen, Emissivität	31f., 46, 63
λ	Wärmeleitfähigkeit	43, 46, 95, 106, 110, 301, 470 ff.
λ	Wellenlänge	37 ff., 219 ff., 253 ff.
μ	Mikro	div.
μ	Poissonzahl	229
μm	Mikrometer, 10^6 Meter	div.
ϱ_{er}, ϱ_v	Energier reflexion, Lichtreflexion	230 ff., 396
τ_{er}, τ_v	Sonnenenergietransmission, Lichtdurchlässigkeit	37, 41, 222, 230 ff.
τ_L	Lichttransmissionsgrad	220, 223, u. a.
Φ	Fallhöhe beim Pendelschlagversuch	215
Ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	87, 94 ff.
Ω	Ohm, elektrischer Widerstand	386, 420



MAXIMALE
GEBÄUDEEFFIZIENZ
UND AUSSICHTEN
ZUM GENIESSEN

Halio™ – das modernste Tageslicht-Managementsystem

Natürliches Tageslicht, Komfort und individuelle Privatsphäre sind dank dieser intelligent schaltbaren Sonnenschutzgläser exakt planbare Größen in der modernen Glasarchitektur. Beeindruckend schnell und außergewöhnlich ästhetisch: Elegante, gleichmäßige Graubtönung ohne Blaustich in weniger als drei Minuten. Mit einem Farbwiedergabeindex von 97 % ist Halio Glas im ungetönten Zustand besonders farbneutral und transparent wie herkömmliches Fassadenglas. Beeindruckend energieeffizient: U_g -Werte von bis zu 0,6 W/(m²K) sowie Energiekosteneinsparungen von bis zu 22 % möglich. Beeindruckend intelligent: Einfache Integration in Gebäudemanagement und Hausautomation mithilfe der intelligenten Halio Cloud.

Kontakt: Philipp Dierkes
T + 49 511-80093882
M + 49 151 42470657
Philipp.Dierkes@eu.agc.com
www.halioglass.com

HALIO™



www.interpane.com • www.agc-yourglass.com

AGC INTERPANE