

UNIGLAS® | **KOLLEG**  
Technisches Kompendium





# UNIGLAS® | KOLLEG

Technisches Kompendium

---

## 3. Auflage 2015

**Herausgeber:** UNIGLAS® GmbH & Co. KG, Montabaur

**© Copyright:** UNIGLAS®

**Redaktion:** UNIGLAS®

**Layout und Gestaltung:** Pro.Sa. Mediendesign  
[www.prosa-mediendesign.de](http://www.prosa-mediendesign.de)

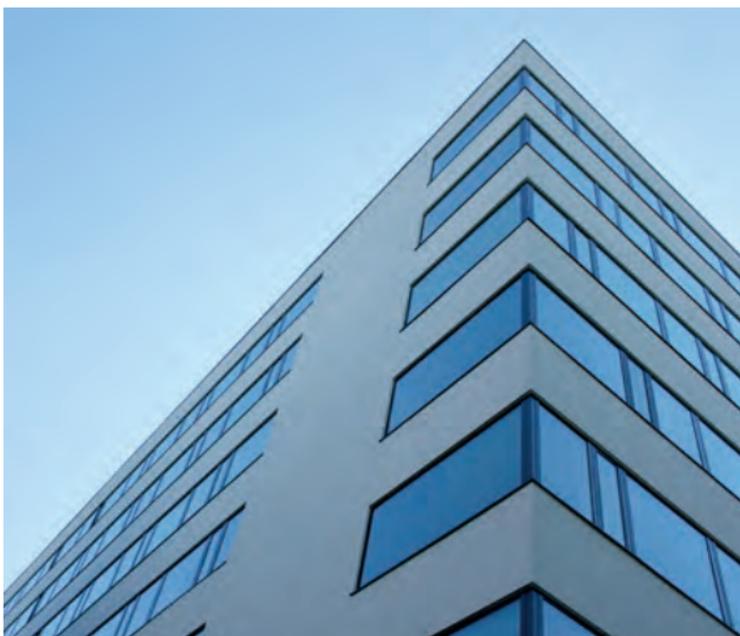
**Redaktionsschluss:** Oktober 2014

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung.

Dieses Handbuch wurde nach dem aktuellen Stand der Technik und bestem Wissen erarbeitet.

Änderungen bleiben vorbehalten.

Rechtliche Ansprüche können aus dem Inhalt nicht abgeleitet werden.



## Die UNIGLAS®-Kooperation

Der Name UNIGLAS® steht für innovative Lösungen aus Isolier- und Spezialglas sowie für alle Arten von Glasveredelungen. UNIGLAS® – eine Kooperation, die von der Erfahrung jedes einzelnen Gesellschafters in der Anwendung von Glas am Bau und einer gelebten Partnerschaft profitiert. Ein Netzwerk kompetenter Partner und Glaspezialisten in Deutschland, Österreich, den Niederlanden, Belgien, der Schweiz und Slowenien, mit jahrzehntelanger praktischer Erfahrung. UNIGLAS® steht für technischen Fortschritt, aber auch für den Unternehmergeist jedes einzelnen Gesellschafters.

- Flexibilität und Herstellerunabhängigkeit
- Vielseitige Kompetenz
- Langjährige Markterfahrung
- Echter Mehrwert durch gelebte Partnerschaft

Die Stärke der Kooperation liegt besonders in der Bündelung von Kompetenz und Erfahrung, verbunden mit einem ständigen technischen Wissens- und Know-how-Transfer zwischen allen UNIGLAS®-Partnern. Die betriebsübergreifende Unterstützung sowie die Unabhängigkeit von der basisglaserzeugenden Industrie sorgen für bestmögliche Flexibilität im Hinblick auf Kundenanforderungen jedweder Art. Produktionsstätten mit modernsten Fertigungs- und Veredelungsanlagen und eine umfangreiche Produktpalette ermöglichen die Erfüllung aller Kundenwünsche – seien sie auch noch so individuell.

Langjährige Erfahrung, enge Zusammenarbeit mit Glasverarbeitern und Fensterbauern sowie ein engmaschiges Netz von Partnern vor Ort geben UNIGLAS® die Möglichkeit, schnell und zuverlässig auf alle Anforderungen und individuellen Wünsche zu reagieren.



Als kompetenter Partner mit fundiertem Know-how realisieren wir Projekte gemeinsam mit Ihnen – termingenau und effizient. Selbstverständlich unter Einhaltung höchster Qualitätsanforderungen. Auf unsere Kompetenz können Sie sich verlassen! Denn mit UNIGLAS® ist alles klar.

- Garantiefonds
- CE-Zertifizierung
- Breites Produktsortiment
- UNIGLAS® | SLT-Software für herstellerunabhängige Projektplanung
- Eigenes Prüflabor
- Technischer Support

### **Gemeinsam mehr erreichen – UNIGLAS®**

In der Verpflichtung unseren Kunden und Partnern gegenüber hat UNIGLAS® mit den Gesellschaftern einen Garantiefonds sowie eine Liefer- und Leistungsgarantie eingerichtet. Diese sichert Ihnen die Erfüllung der vereinbarten Leistungen zu.

Alle UNIGLAS®-Produkte sind CE-zertifiziert und erfüllen sämtliche Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie der Europäischen Kommission. UNIGLAS® hatte übrigens als erste Kooperation ihre Isolierglasprodukte CE-zertifiziert.

Unser Technisches Kompendium soll ein Nachschlagewerk für alle Gelegenheiten zum Thema Glas sowie ein Planungsratgeber bei Anwendungsfragen sein. Über Anregungen und Ergänzungen freuen wir uns.

Unsere Nähe – Ihr Vorteil



Weitere Informationen und technische Richtlinien finden Sie auf unserer Homepage oder wenden Sie sich an Ihren UNIGLAS®-Partnerbetrieb: [www.uniglas.net](http://www.uniglas.net)

**■ DEUTSCHLAND**

D. FLINTERMANN  
GmbH & Co. KG  
D-48499 Salzbergen  
Tel.: +49 (0) 5971 9706-0  
[firma@flintermann.de](mailto:firma@flintermann.de)

GLAS SCHNEIDER  
GmbH & Co. KG  
D-57627 Hachenburg  
Tel.: +49 (0) 2662 8008-0  
[info@glas-schneider.de](mailto:info@glas-schneider.de)

FRERICHS GLAS GmbH  
D-27283 Verden (Aller)  
Tel.: +49 (0) 4131 21-0  
[fjl@frerichs-glas.de](mailto:fjl@frerichs-glas.de)

HENZE-GLAS GmbH  
D-37412 Hörden am Harz  
Tel.: +49 (0) 5521 9909-0  
[henze@henzeglas.de](mailto:henze@henzeglas.de)

GLAS BLESSING  
GmbH & Co. KG  
D-88214 Ravensburg  
Tel.: +49 (0) 751 884-0  
[info@glas-blessing.de](mailto:info@glas-blessing.de)

HOHENSTEIN  
ISOLIERGLAS GmbH  
D-39319 Redekin  
Tel.: +49 (0) 39341 972-0  
[post@hig.info](mailto:post@hig.info)

KÖWA Isolierglas GmbH  
D-92442 Wackersdorf  
Tel.: +49 (0) 9431 7479-0  
info@koewa.de

KUNTE Glas  
GmbH & Co. KG  
D-99734 Nordhausen  
Tel.: +49 (0) 3631 9003-46  
kontakte@kunte-glas.de

PREUSSENGLAS GmbH  
D-15890 Eisenhüttenstadt  
Tel.: +49 (0) 3364 4040-0  
info@preussenglas.de

J. RICKERT GmbH & Co. KG  
D-46395 Bocholt-Lowick  
Tel.: +49 (0) 2871 2181-0  
info@glasrickert.de

SGT GmbH  
Sicherheits- und Glastechnik  
D-97941 Tauberbischofsheim  
Tel.: +49 (0) 9341 9206-0  
info@sgt-glas.de

SINSHEIMER Glas und  
Baubeschlaghandel GmbH  
D-74889 Sinsheim  
Tel.: +49 (0) 7261 687-03  
info@snh-glas.de

WAPRO GmbH & Co. KG  
D-36452 Diedorf  
Tel.: +49 (0) 36966 777-0  
info@wapro.de

---

## ■ ÖSTERREICH (AT)

EGGER GLAS Isolier- und  
Sicherheitsglaserzeugung  
GmbH  
A-8212 Pischelsdorf  
Tel.: +43 (0) 3113 3751-0  
office@egger-glas.at

GLAS MARTE GmbH  
A-6900 Bregenz  
Tel.: +43 (0) 5574 6722-0  
office@glasmarte.at

PETSCHENIG  
GLASTEC GmbH  
A-2285 Leopoldsdorf  
Tel.: +43 (0) 2216 2266-0  
office@petschenig.com

PICHLER GLAS GmbH  
A-4880 St. Georgen  
im Attergau  
Tel.: +43 (0) 7667 8579  
office@pigla.at

---

## ■ SLOWENIEN (SL)

ERTL GLAS STEKLO,  
proizvodnja stekla d.o.o.  
SI-1310 Ribnica  
Tel.: +386 (0) 18350500  
info@ertl-glas.si

## ■ NIEDERLANDE (NL)

GLASINDUSTRIE  
BEN EVERS b.v.  
NL-5482 TN Schijndel  
Tel.: +31 (0) 73 547 4567  
info@benevers.nl

---

## ■ BELGIEN (BE)

GLAS CEYSSENS GROUP  
BE-3550 Heusden-Zolder  
Telefon: +32 (0) 11 57 4060  
info@glasseyssens.com

## ■ SCHWEIZ (CH)

SOFRAVER S.A.  
CH-1754 Avry-Rosé  
Tel.: +41 (0) 26 470 4510  
office@sofraver.ch



### Produktvielfalt der UNIGLAS®

Die moderne Architektur erhöht den Anspruch an innovative Glasprodukte. Denn längst erfüllt das „Glas“ am Gebäude nicht nur den Zweck, das Innere von Gebäuden und Räumen zu illuminieren. Es erfüllt auch vielfältige andere Funktionen und bauphysikalischen und bautechnischen Anforderungen. So gibt es z. B. Isoliergläser mit hervorragenden Schalldämmwerten, überzeugenden Lichttransmissionsgraden, speziellen Sicherheitseigenschaften oder sogar statisch tragender Funktion. Bei UNIGLAS® finden Sie immer das passende Isolierglas für alle architektonischen und auch Ihre persönlichen Anforderungen und Wünsche. Hier ein kleiner Auszug aus unserem breiten Produktspektrum.

Mit dem **UNIGLAS® | PHON** Lärmschutzglas erreichen Sie hohe Schalldämmeigenschaften und optimale Produktabstimmung auf die jeweilige Lärmquelle, Lage und Raumnutzung, auch in Kombination mit Sonnen- und Einbruchschutz sowie Absturzsicherung.

Für alle notwendigen Sicherheitsanforderungen an Isolierglas finden Sie in der Produktfamilie **UNIGLAS® | SAFE** das perfekte Glas für Ihre Anwendung. So z. B. bei Glasgeländern, Überkopfverglasungen, begehbarem Glas und durchschusshemmenden Verglasungen.

Mit Isoliergläsern aus der Serie **UNIGLAS® | TOP** Energiegewinngläsern erhalten Sie auch für Passivhäuser geeignete Verglasungen um eine maximale Wärmedämmung bei gleichzeitiger Nutzung der Sonnenenergie zu erreichen. Das UNIGLAS® | TOP Pure Energiegewinnglas punktet dabei noch mit erhöhter Lichttransmission.

**UNIGLAS® | SUN** Sonnenschutzgläser sind in verschiedensten Ausführungen erhältlich, von maximaler Selektivität (maximale Lichttransmission bei gleichzeitig niedrigem g-Wert) bis zu vielfältigen Farbvariationen. Für ergänzende Gestaltungseffekte sind die Gläser mit neutraler Reflexion bis zu stark verspiegelten Oberflächen erhältlich.

Mit den **UNIGLAS® | SHADE** Jalousie- und Foliensystemen erreichen Sie eine variable Sonnenlichtabschirmung. Die im Scheibenzwischenraum befindlichen Jalousien oder Folien (je nach Ausführung) lassen sich manuell, elektrisch oder auch via BUS-System steuern.

Für alle besonderen Anwendungen im Fassadenbereich ist unser **UNIGLAS® | FACADE** Holz-Glas-Verbundelement das richtige Produkt. Neben optischen und ökologischen Vorteilen kann dieses System auch eine aussteifende Funktion innerhalb der Gebäudehülle übernehmen.

Weitere Informationen zu unseren Produkten finden Sie aber auch im Internet unter **www.uniglas.net**. Die aktuellen Broschüren mit detaillierten Produktbeschreibungen werden permanent ergänzt und erweitert und sind bei allen UNIGLAS®-Gesellschaften oder auch in unserer UNIGLAS-App erhältlich.

## Aktuelle Produktbroschüren





■ Basisglas

1

■ Veredelte Gläser

2

■ Isolierglas-Terminologie

3

■ Wärmedämmung / Energiegewinnung

4

■ Schallschutz

5

■ Sonnenschutz

6

■ Sicherheit

7

■ UNIGLAS®-Systeme

8

■ Normen und Standards

9

■ Verglasungsrichtlinien und Toleranzen

10

<b>1</b>	<b>Basisglas</b>	
1.1	Floatglas	20
1.1.1	Herstellung	20
1.1.2	Dicken	22
1.1.3	Eigenschaften	22
1.1.4	Anwendungen	25
1.2	Ornamentglas	26
1.2.1	Herstellung	26
1.2.2	Lichtstreuung / Sichtschutz	27
1.2.3	Eigenschaften	27
1.2.4	Profilbauglas	28
<b>2</b>	<b>Veredelte Gläser</b>	
2.1	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	32
2.1.1	Herstellung	32
2.1.2	Bauphysikalische Eigenschaften	33
2.1.3	Schlag- und Stoßfestigkeit	33
2.1.4	Biegezugfestigkeit	33
2.1.5	Wärme- und Kälteeinflüsse	34
2.1.6	Ballwurfsicherheit	34
2.1.7	Anwendungen	34
2.2	Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und ESG-H	34
2.3	Teilvorgespanntes Glas (TVG)	37
2.3.1	Biegezugfestigkeit	37
2.3.2	Wärme- und Kälteeinflüsse	38
2.4	Emaillierungen mit Glaskeramikfarben	38
2.4.1	Allgemeines	38
2.4.2	Verfahren	39
2.4.3	Prüfung	41
2.4.4	Beurteilung des Farbeindrucks	44
2.5	ESG-Alarmglas	48
2.6	Lackiertes Glas	50
2.7	Sandgestrahltes Glas	50
2.7.1	Beurteilung der Qualität von sandgestrahlten Gläsern	51
2.8	Gestaltung von Glas	54
2.8.1	LaserGrip® – Begehbare Glas	54
2.8.2	Digitale Glasbedruckung	55
2.8.3	Kunstverglasung	56
2.8.4	Schleiftechniken	56

2.9	Gebogenes Glas	56
2.9.1	Leitfaden für thermisch gebogenes Glas	56
2.9.2	Bauprodukte	61
2.9.3	Bauphysik	63
2.9.4	Sicherheit mit Glas	64
2.9.5	Visuelle Qualität	66
2.9.6	Toleranzen	67
2.9.7	Bemessung	70
2.10	Verbund-Sicherheitsglas und Verbundglas	77
2.10.1	Herstellung	77
2.10.2	Bauphysikalische Eigenschaften	77
2.10.3	Schlagfestigkeit	78
2.10.4	Anwendungen	78
2.10.5	Widerstandsklassen nach EN	78
2.10.6	Dekoratives Verbundglas	78
2.11	Selbstreinigung	79
2.11.1	Grundlagen	79
2.11.2	Produkte	80
2.12	ShowerGuard® – Forever Beautiful	84
2.13	DiamondGuard® Scratch Resistant Glass	84
2.14	Brandschutzglas	86
2.15	Röntgenschutzglas	87
2.16	Sicherheitsspiegel und Spionspiegel	87
2.17	Entspiegeltes Glas	87
2.18	Vogelschutzglas	87

## 3 Isolierglas-Terminologie

3.1	Aufbau	90
3.2	Wärmedurchgangskoeffizient	91
3.3	Einflussfaktoren für die Haltbarkeit von Mehrscheibenisolierglas	93
3.4	Glasstöße und Ganzglasecken von Mehrscheibenisolierglas	94
3.5	Emissionsgrad	106
3.6	Solare Gewinne	106
3.7	Globalstrahlungsverteilung	107
3.8	Lichttransmissionsgrad	107
3.9	Gesamtenergiedurchlassgrad	107
3.10	Durchlassfaktor	108
3.11	Strahlungstransmission	108
3.12	Direkter Strahlungsabsorptionsgrad	108
3.13	Farbwiedergabe-Index	109

3.14	Lichtreflexionsgrad	109
3.15	Circadianer Lichttransmissionsgrad	109
3.16	UV-Transmissionsgrad	109
3.17	Selektivitätszahl	110
3.18	UNIGLAS® I SLT	110
3.19	Sommerlicher Wärmeschutz	110
3.20	Interferenz-Erscheinungen	111
3.21	Isolierglas-Effekt	111
3.22	Taupunkt-Temperatur	112
3.23	Pflanzenwachstum hinter modernem Isolierglas	114
3.24	Elektromagnetische Dämpfung	115
3.25	Stufenisolierglas	116
3.26	Dekoratives Isolierglas	116
3.27	Glasdicken-Dimensionierung	119

## 4 Wärmedämmung/ Energiegewinnung

4.1	Grundlagen	122
4.1.1	Randverbund-Systeme	124
4.1.2	Nenn- und Bemessungswerte bei Glas und Fenster	126
4.2	UNIGLAS®-Produkte zur Wärmedämmung	128
4.2.1	UNIGLAS® I TOP Energiegewinnglas	128
4.2.2	UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas	128
4.2.3	Heat Mirror™	131
4.2.4	UNIGLAS® I SOLAR Stromgewinnglas	131
4.2.5	UNIGLAS® I PANEL Vakuumisolierung	132
4.2.6	Allgemeine Hinweise	133

## 5 Schallschutz

5.1	Grundlagen	136
5.1.1	Bewertetes Schalldämmmaß	137
5.1.2	Koinzidenzfrequenz	140
5.2	Normen	140
5.3	UNIGLAS® I PHON Lärmschutzglas	142
5.4	Sonderanwendungen mit einschaligen Glasausführungen	143

## 6 Sonnenschutz

6.1	Grundlagen	146
6.2	UNIGLAS®   SUN Sonnenschutzglas	146
6.3	UNIGLAS®   ECONTROL Schaltbares Isolierglas	148
6.4	Sonnenschutzsysteme im Isolierglas	148
6.4.1	UNIGLAS®   SHADE Jalousie-System	148
6.4.2	UNIGLAS®   SHADE Folien-System	154
6.5	Sonderanwendungen mit Einfachglas- Ausführungen	158

## 7 Sicherheit

7.1	Grundlagen	162
7.2	Spezielle Sicherheitsglas-Anwendungen	162
7.2.1	Ballwurfsicherheit	163
7.2.2	Aufzugsverglasung	163
7.2.3	Begeh- und betretbare Verglasungen	164
7.2.4	Klassifizierung der Sicherheitsgläser	166

## 8 Systeme

8.1	UNIGLAS®   FACADE Holz-Glas-Verbundelement	170
8.2	UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Isolierglas	170
8.2.1	UNIGLAS®   SHIELD	170
8.3	UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Vordächer aus Glas	173
8.3.1	UNIGLAS®   OVERHEAD	173
8.4	UNIGLAS®-Punkthaltesysteme	176
8.4.1	GM PICO	176
8.4.2	GM PICO KING	177
8.4.3	GM PICO LORD	179
8.4.4	GM PUNTO	181
8.4.5	GM POINT P 60/22 SP	184
8.4.6	GM POINT P 80/29 SP	185
8.4.7	Weitere Punkthaltesysteme im Überblick	186
8.5	GM BRACKET S	187
8.6	UNIGLAS®   STYLE	188
8.6.1	GM TOPROLL BALANCE	188
8.6.2	GM TOPROLL 100	190

8.6.3	GM TOPROLL 100 SHIELD	191
8.6.4	GM TOPROLL SMART	192
8.6.5	GM TOPROLL 10/14	193
8.6.6	GM ZARGENPROFIL 23/40	194
8.6.7	GM ZARGENPROFIL 46/40	194
8.6.8	GM LIGHTROLL 6/8	195
8.6.9	GM LIGHTROLL 10/12	196
8.6.10	Beschläge für Pendeltüren und Ganzglasanlagen	197
8.6.11	GM RAILING®	198
8.6.12	GM RAILING Side®	199
8.6.13	GM RAILING® Solo	199
8.6.14	GM WINDOORAIL®	200
8.6.15	GM WINDOORAIL® Frameless	201
8.6.16	GM RAILING® Übersicht	202
8.7	onlylglas® LightCube – Sitzmöbel und Kunstobjekt	204

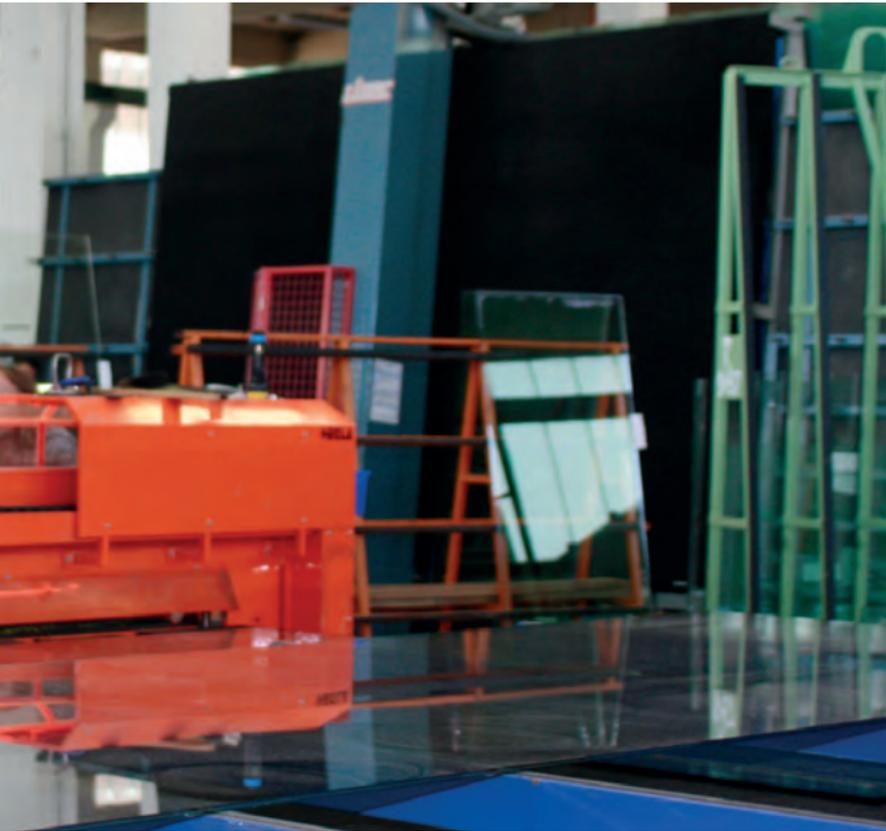
## 9 Normen und Standards

9.1	DIN-Normen (nationale deutsche Standards)	208
9.2	ÖNormen (nationale österreichische Standards)	210
9.3	(DIN; ÖNORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in D, A, CH, NL, GB eingeführte europäische Standards)	211
9.4	ISO-Normen (Internationale Standards)	217
9.5	TRLV (gekürzt)	218
9.6	TRAV (gekürzt)	219
9.7	TRPV	222
9.8	Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV).	222
9.9	OIB-Richtlinie Nr. 6	227
9.10	Ü-/CE-Zeichen	228
9.11	Güteprüfung durch UNIGLAS® und Gütezeichen	230
9.12	Verwendbarkeit von Glasprodukten	231
9.13	Wichtige Adressen	234
9.14	Einsatzempfehlungen für konkrete Anwendungen	235

## 10 Verglasungsrichtlinien

10.1	Glaskanten in Anlehnung an DIN 1249, Teil 11 und EN 12150	248
10.2	Toleranzen über normative Anforderungen	250
10.3	Grundsätzliche Forderungen, Lagerung, Transport	269
10.4	Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas	271
10.5	Verglasungssysteme	275
10.6	Sonderverglasungen	288
10.7	Rosenheimer Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“	290
10.8	Materialverträglichkeit	290
10.9	Rahmendurchbiegung, Glasdickenbemessung	299
10.10	Spezielle Anwendungen	300
10.11	Besondere bauliche Gegebenheiten	307
10.12	Hinweise zur Produkthaftung und Garantie	308
10.12.1	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen	308
10.12.2	Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas	316
10.12.3	Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas	319
10.12.4	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas	323
10.12.5	Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas	334
10.12.6	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von thermisch vorgespannten Gläsern	338
10.12.7	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern	338
10.12.8	Richtlinien zur visuellen Beurteilung von VG und VSG	
10.12.9	Zugesicherte Eigenschaften	343
10.12.10	Glasbruch	343
10.12.11	Oberflächenbeschädigungen	343
10.12.12	Spezielle Glaskombinationen	344
10.12.13	Werterhaltung / Scheibenreinigung	346





1.1	Floatglas	20
1.1.1	Herstellung	20
1.1.2	Dicken	22
1.1.3	Eigenschaften	22
1.1.4	Anwendungen	25
1.2	Ornamentglas	26
1.2.1	Herstellung	26
1.2.2	Lichtstreuung / Sichtschutz	27
1.2.3	Eigenschaften	27
1.2.4	Profilbauglas	28

## 1.0 Basisglas

Unter Basisglas versteht man das Grundprodukt für jegliche Weiterverarbeitung zu höherwertigen Funktions-, Konstruktions- und Interieurgläsern. Ausgangsprodukte sind dabei Float- und Ornamentglas. Basisglas ist auch als Einfachglas anwendbar.

### 1.1 Floatglas

#### 1.1.1 Herstellung

Floatglas aus Kalk-Natron-Silicatglas wird nach EN 572-2 klar durchsichtig oder gefärbt mit planparalleler, feuerpolierter Oberfläche hergestellt. Die Rohstoffe aus etwa 60 % Quarzsand, 20 % Soda und Sulfat, sowie 20 % Kalk und Dolomit werden vermischt und bei einer Temperatur von ca. 1.600 °C geschmolzen. Nach dem Ausgasen des flüssigen Gemenges, dem so genannten Läutern, kühlt die Glasmasse in der Abstehwanne auf ca. 1.200 °C ab, bevor sie bei ca. 1.100 °C über den Lippenstein auf ein Flüssigzinnbad fließt. Da Glas weniger als die Hälfte des Zinns wiegt, schwimmt die zähflüssige Glasschmelze über dem Zinn und breitet sich aus. Die Glasmasse verbleibt so lange auf dem Zinn, bis sie sich auf etwa 600 °C abgekühlt und verfestigt hat, sodass sie abgehoben werden kann. Der Name Floatglas kommt von dem englischen Begriff für diesen Prozess „to float“. Beim „Floaten“ erhält die dem Zinn zugewandte Seite Planparallelität zur gegenüberliegenden, kontinuierlich befeuerten Seite.

Der Floatprozess findet in einer Schutzgasatmosphäre aus  $N_2/H_2$  statt, damit das Zinn nicht oxidiert. Obwohl der Schmelzpunkt von Zinn bei etwa 232 °C liegt, ist der entstehende Dampfdruck auch bei 1.100 °C so gering, dass er keine nennenswerten störenden Einflüsse auf das Glassubstrat ausübt.

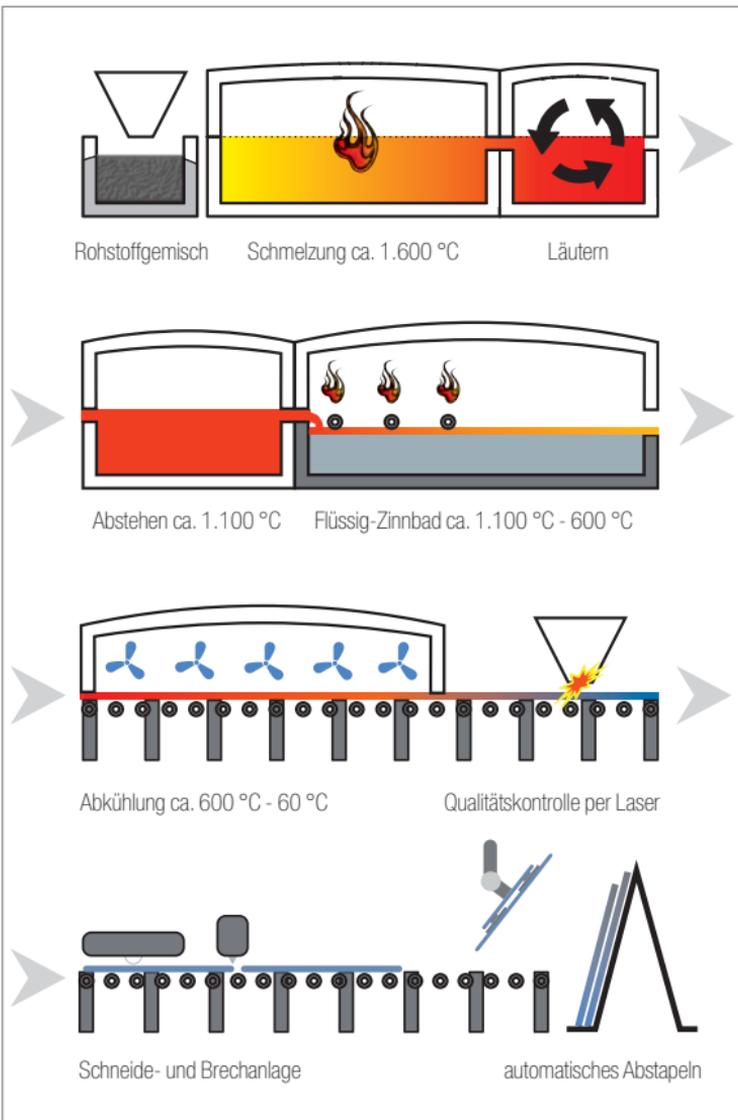
Nach dem Abheben folgt ein kontrolliertes und genau definiertes Abkühlen im so genannten Rollenkühlofen, der das Glas von 600 °C auf etwa 60 °C herunterkühlt. Dieser definierte Kühlungsprozess ist für die Spannungsfreiheit und somit für eine spätere Bearbeitbarkeit des Materials sehr wichtig. Erst jetzt wird das so entstandene ca. 3,4 m breite, unendlich lange Glasband sichtbar. Abschließende Qualitätskontrollen, ein Zuschnitt auf in der Regel zunächst 6 m Länge, das Entfernen der Seitenborde sowie das Abstapeln der dann 3,21 x 6,00 m Tableaus bilden den Abschluss. Von der Gemengeeingabe bis zum Abstapeln sind diese Float-Anlagen etwa 500 m lang.

Das Besondere an Glas ist, dass sich seine Moleküle beim Abkühlen der Schmelze nicht wieder zu Kristallen ordnen und trotz seines festen Zustandes einer Flüssigkeit entsprechen. Man bezeichnet daher Glas auch als eine unterkühlte Flüssigkeit.

Das gängigste Floatglas ist klares Glas. Es gibt allerdings auch eisenoxidarmes Glas (umgangssprachlich: „Weißglas“) und farbige Floatgläser, die in der Glasmasse grün, grau, blau, rosa oder bronze eingefärbt sind. Beim „Weißglas“ wird der Quarzsand vom darin natürlich vorkommenden Eisen – verantwortlich für die leicht grünliche Färbung von klarem Floatglas – nahezu komplett befreit. Damit entfällt der an den Glaskanten grünlich schimmernde Farbeindruck und das Floatglas wird besonders farbneutral.

Bei farbigen Floatgläsern hingegen müssen dem Gemenge wiederum chemische Substanzen beigefügt werden, die dann im Schmelzprozess der gesamten Glasschmelze die gewünschte Farbe geben und ein „in der Masse“ durchgefärbtes Farbglas ergeben.

Abb. 1.1: Floatglasherstellung (Schematische Darstellung)



## 1.1.2 Dicken

- klares Floatglas: 2 bis 25 mm
- eisenoxidarmes Glas: 4 bis 19 mm
- in der Masse gefärbtes Floatglas: 4 bis 12 mm

Standard-Abmessungen:

Bandmaß 3210 x 6000 mm, auf Anforderung können auch abweichende Längenmaße geliefert werden.

## 1.1.3 Eigenschaften

### ■ Dichte

2.500 kg/m<sup>3</sup>. Eine Glasscheibe von 1 mm Dicke und 1 m<sup>2</sup> hat eine Masse von 2,5 kg.

### ■ charakteristische Biegezugfestigkeit

$f_{g,k} = 45 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288.

Die Biegezugfestigkeit von Gläsern wird wie bei allen spröden Werkstoffen durch die Beschaffenheit der auf Zug beanspruchten Oberfläche beeinflusst. Mikroskopische oder makroskopische Oberflächendefekte die bereits bei der Herstellung des Glases entstehen und sich durch Weiterverarbeitung und Nutzung vergrößern, verringern die theoretisch zu erreichende Biegezugfestigkeit. Bei der charakteristischen Biegezugfestigkeit handelt es sich um einen nach statistischen Methoden ermittelten Wert, der über einen zuverlässigen Wert der Bruchwahrscheinlichkeit definiert wird. Die Bruchwahrscheinlichkeit hängt außerdem von der Belastungsdauer der Beanspruchung und der Größe der Probe ab. Die Biegezugfestigkeit wird daher in einem genormten Messverfahren ermittelt. Nur 5% der Proben dürfen bis zum Erreichen der charakteristischen Biegezugfestigkeit bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95 % zu Bruch gehen.

### ■ Elastizitätsmodul

70.000 MPa, nach EN 572-1

### ■ Druckfestigkeit

700 - 900 MPa

**Tab. 1.1: Säurebeständigkeit**

Klasse 1 nach DIN 12116

Säureklasse	Bezeichnung	Halber Oberflächenverlust nach 6 Stunden [mg/dm <sup>2</sup> ]
1	säurebeständig	0 bis 0,7
2	schwach säurelöslich	über 0,7 bis 1,5
3	mäßig säurelöslich	über 1,5 bis 15
4	stark säurelöslich	über 15



**Tab. 1.2: Laugenbeständigkeit**

Klasse 1-2 nach DIN ISO 695

Laugenklasse	Merkmal	Oberflächengewichtsverlust nach 3 Stunden [mg/dm <sup>2</sup> ]
1	schwach laugenlöslich	0 bis 75
2	mäßig laugenlöslich	über 75 bis 175
3	stark laugenlöslich	über 175

**Tab. 1.3: Wasserbeständigkeit**

Hydrolytische Klasse 3-5 nach DIN ISO 719

Hydrolytische Klasse	Säureverbrauch an 0,01 N Salzsäure je g Glasgrieß [ml/g]	Basenäquivalent Na <sub>2</sub> O je g Glasgrieß [µg/g]
HGB 1	bis 0,10 bis 31	
HGB 2	über 0,10 bis 0,20	über 31 bis 62
HGB 3	über 0,20 bis 0,85	über 62 bis 264
HGB 4	über 0,85 bis 2,00	über 264 bis 620
HGB 5	über 2,00 bis 3,50	über 620 bis 1085

Wasserbeständigkeit von Glasgrieß nach DIN ISO 719 Klasse 3-5. Mit dieser Methode wird die Oberflächenbeständigkeit bei 98°C ermittelt.

■ **Frische alkalische Stoffe,**

die z. B. aus Beton, Mörtel oder Zementputz ausgewaschen werden und über die Glasoberfläche laufen, greifen das Kieselsäuregerüst der Glasstruktur an und verursachen somit eine raue Oberfläche. Dieser Vorgang tritt beim Abtrocknen der noch flüssigen Auslaugung auf. Das Auswaschen aus dem Bindemittel Zement ist erst nach dessen vollständigen Abbinden weitgehend abgeschlossen. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass keine alkalischen Auslaugungen auf die Glasoberfläche laufen können.

■ **Temperaturwechselbeständigkeit**

Plötzliche Temperaturänderungen bis zu 40 K innerhalb der Scheibenfläche führen bei unbeschädigtem Kalk-Natron-Silikatglas zu keinen gefährlichen Spannungen. Heizkörper sollten aber mindestens 30 cm von einer Verglasung entfernt sein. Nach der EnEV wird grundsätzlich ein Strahlungsschirm zwischen Heizkörper und Verglasung gefordert. Ist kein Strahlungsschirm vorhanden, ist bei geringem Abstand die Verglasung in Einscheiben-Sicherheitsglas auszuführen.

Hinter oder unter der Verglasung angeordnete Blend- oder Sonnenschutzeinrichtungen, auf die Raumseite der Scheiben aufgeklebte Bilder oder Plakate, Bemalungen mit Fingerfarben etc., bzw. Teile der Bau- oder Fassadenkonstruktion können bei Sonnenbestrahlung ebenfalls hohe Temperaturdifferenzen über die Scheibenfläche verursachen und einen Glasbruch verursachen.

- **Transformationsbereich**

520 - 550 °C

Vorspannen und Formveränderung erfordern eine um ca. 100 K höhere Temperatur.

- **Erweichungstemperatur**

ca. 600 °C

- **Längenausdehnungskoeffizient**

$9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  nach DIN ISO 7991 bei 20 - 300 °C.

Der Längenausdehnungskoeffizient gibt an, um wie viel sich eine 1 m lange Glaskante bei einer Temperaturerhöhung von 1 K ausdehnt.

Abb. 1.2: Diverse Basisgläser



■ **Spez. Wärmekapazität**

720 J/kg K.

Die spezifische Wärme in Joule (J) gibt an, welche Wärmemenge erforderlich ist, um 1 kg Glas um jeweils 1 K zu erwärmen. Sie ist abhängig von der Eigentemperatur des Glases.

■ **Wärmeleitfähigkeitskoeffizient**

$\lambda = 1 \text{ W/mK}$  (EN 572-1)

■ **Wärmedurchgangskoeffizient**

$U_g = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  (EN 673)

1.1.4 Anwendungen

Floatglas dient als Basisprodukt für alle weiter transformierten Gläser der UNIGLAS® Produktpalette.

UNIGLAS® | **TOP**  
Energiegewinnglas

UNIGLAS® | **PANEL**  
Vakuumisolierung

UNIGLAS® | **VITAL**  
Wohlfühlglas

UNIGLAS® | **SAFE**  
Sicherheitsglas

UNIGLAS® | **SUN**  
Sonnenschutzglas

UNIGLAS® | **COLOR**  
Lackiertes Glas

UNIGLAS® | **PHON**  
Lärmschutzglas

UNIGLAS® | **CLEAN**  
Leichtpflegeglas

UNIGLAS® | **STAR<sup>TPS</sup>**  
Thermoplastischer Abstandhalter

UNIGLAS® | **SHADE**  
Jalousie-System

UNIGLAS® | **STAR<sup>FLS</sup>**  
Flexibler Abstandhalter

UNIGLAS® | **SHADE**  
Folien-System

UNIGLAS® | **SHIELD**  
Punkthaltesystem

UNIGLAS® | **FACADE**  
Holz-Glas-Verbundelement

UNIGLAS® | **SOLAR**  
Stromgewinnglas

UNIGLAS® | **OVERHEAD**  
Vordach-System

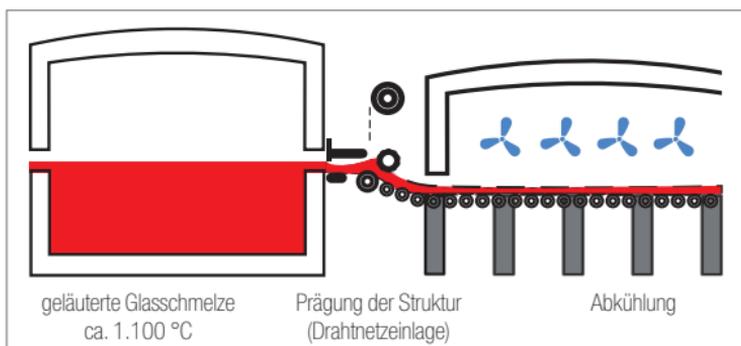
## 1.2 Ornamentglas

### 1.2.1 Herstellung

Ornamentgläser sind nach EN 572-5 /-6 gefertigt. Rohstoffe und Schmelzprozedere sind ähnlich dem Floatglas-Verfahren. Allerdings tritt beim Ornamentglas die zähflüssige Glasmasse an so genannten Fiedern durch Rollen aus dem Ofen aus. Dabei ist die untere Rolle glatt und eben und die obere strukturiert.

Grundsätzlich können auch beide Rollen strukturiert sein. Dies wird aber heutzutage wegen den vielfältigen Wünschen der Weiterverarbeitung und der Schneidfähigkeit kaum noch praktiziert. Die obere Rolle – auch Strukturwalze genannt – bestimmt daher in der Regel das Aussehen des Ornamentglases. Dabei lässt sich die Walze je nach Produktionscharge wechseln. Der Abkühl-, Schneide- und Stapelprozess ist dem des Floatglases ähnlich. Auch die Farbgebung der Gläser in einem großen Spektrum erfolgt wie unter Floatglas beschrieben (siehe → Kap. 1.1.1).

**Abb. 1.3: Ornamentglasherstellung (Schematische Darstellung)**



Man unterscheidet allgemein folgende Gruppen:

- Ornamentglas
- Drahtornamentglas
- Drahtglas mit glatter Oberfläche

Das charakteristische Merkmal aller Ornamentgläser ist die mehr oder weniger ausgeprägte Strukturierung einer Oberfläche. Dabei sind die Gläser transluzent (durchscheinend) und wirken sowohl raumbildend als auch raumaufhellend zugleich. Die mehr oder minder starke Durchsichthemmung ergibt sich aus der Lichtstreuung am Ornament, der Farbe und der Dicke des Glases. Durch die Auswahl entsprechender Gläser lassen sich diese Effekte gezielt steuern. Ornamentglas wird überall dort eingesetzt, wo die klare Durchsicht gemindert werden soll, ohne auf Lichtdurchlässigkeit zu verzichten. Werden in einer zusammenhängenden Fläche mehrere Scheiben neben- oder untereinander verglast, ist unbedingt der gewünschte Strukturverlauf nach Höhe oder Breite und evtl. ein Referenzpunkt zu benennen.

### 1.2.2 Lichtstreuung / Sichtschutz

Die geometrischen Abmessungen von Wellen, Rippen, Prismen und anderen Prägungen der Ornamentglasoberfläche können eine Lichtstreuung und Lichtlenkung bewirken, die auch in entlegenen Raumteilen und -winkeln zum gewünschten Lichteintrag führen.

Eine Verglasung mit senkrecht geripptem Ornamentglas beleuchtet auch die Raumteile rechts und links vom Fenster. Für Boden und Decke ist der Einfluss nur gering. Wird ein Fenster aber so verglast, dass die Rippen waagrecht verlaufen, dann wird das einfallende Tageslicht nach oben und unten gelenkt. Also verbessert sich die Belichtung der Decke und hebt das Beleuchtungsniveau in der Arbeitsebene (siehe nachfolgende Abb.).

**Abb. 1.4: Beispiele für Lichtstreuung**



Abb. 1: Steckt man anstelle eines Diapositivs eine kreisrunde Lochblende in den Projektionsapparat, so erscheint auf der fast schwarzen Leinwand ein blendend weißer Kreis mit einer scharfen Kontur.

Abb. 2: Schiebt man in den Strahlengang zwischen Projektor und Leinwand eine Scheibe aus Licht streuendem Ornamentglas, so verschwindet der blendend helle Fleck zugunsten einer gestreuten Belichtung, die sich über eine weit größere Fläche erstreckt.

Abb. 3: Ein Beispiel gelenkten Lichts. Im Strahlengang befindet sich eine Ornamentglasscheibe mit linearer Struktur, die Linien der Struktur verlaufen senkrecht. Die Lichtstrahlen werden nach rechts und links gelenkt, also keine allseitige allgemeine Streuung mehr.

### 1.2.3 Eigenschaften

Die spezifischen Werte des Ornamentglases entsprechen denen des Floatglases.

Ausnahmen:

■ **Dichte**

ohne Drahteinlage 2,5 g/cm<sup>3</sup>, bei Drahtglas  
2,69 g/cm<sup>3</sup> (2,69 x10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>)

■ **Biegezugfestigkeit**

$f_{g,k} = 25 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288

■ **Produktvarianten**

Fast alle Ornamentgläser lassen sich zu Isolierglas, zu Verbund-, Verbund-Sicherheitsglas und mit Ausnahme von Gläsern mit Drahteinlage, zu Einscheiben-Sicherheitsglas verarbeiten. Durch rückseitiges Emaillieren, Siebdrucken, Sandstrahlen, Verspiegeln oder Ätzen lässt sich die Vielfalt der Ornamentglas-Aspekte noch deutlich steigern.

## 1.2.4 Profilbauglas

Eine Produktvariante des Ornamentglases ist das U-förmige Profilbauglas, das nach EN 572 Teil 7 im Maschinen-Walzverfahren mit und ohne Drahtnetzeinlage in Längsrichtung gefertigt wird. Profilbauglas wird entweder in der Struktur 504 oder ohne Ornamentierung hergestellt. Je nach Strukturierung ist das Element mehr oder weniger durchscheinend, aber stets lichtdurchflutet, wie das Ornamentglas selbst. Durch die statische Stabilität der Elemente (U-Form) lassen sich große Gebäudebereiche damit verglasen. Die Montage erfolgt ein- oder zweischalig.

Abb. 1.5: Schemaskizzen zur Verlegeart  
(Horizontal- und Vertikalschnitte)

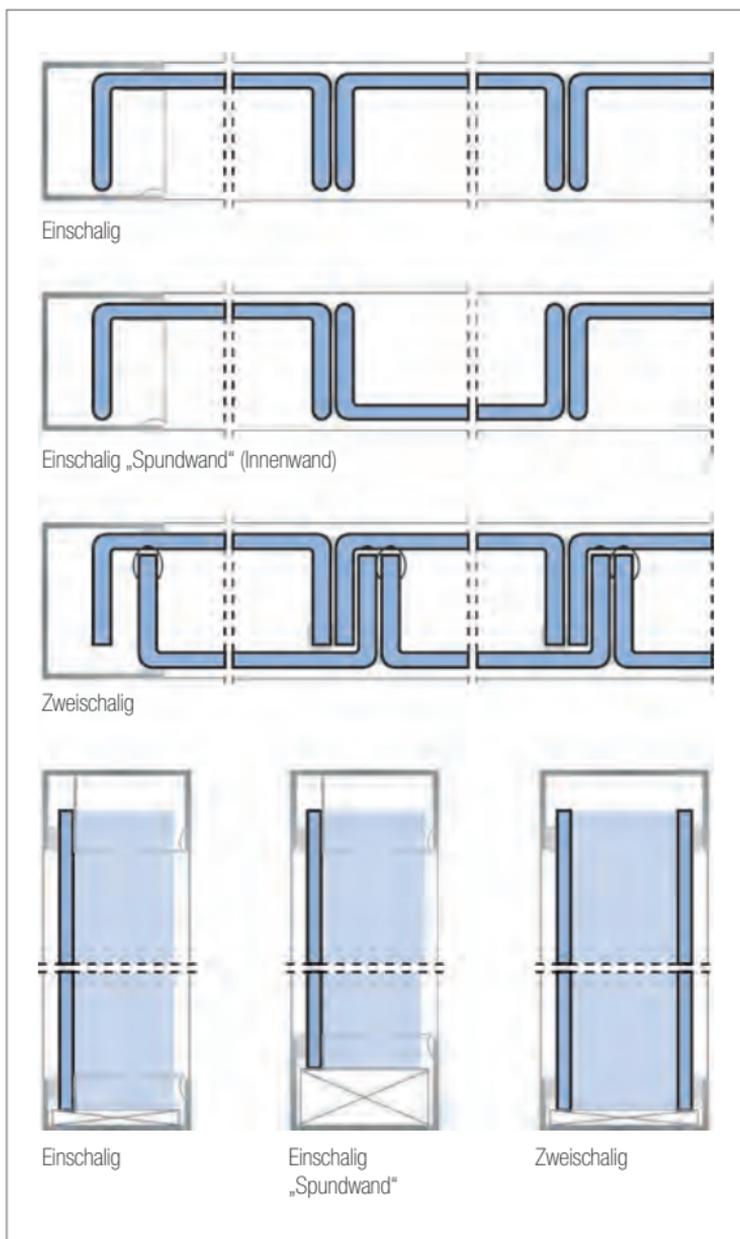


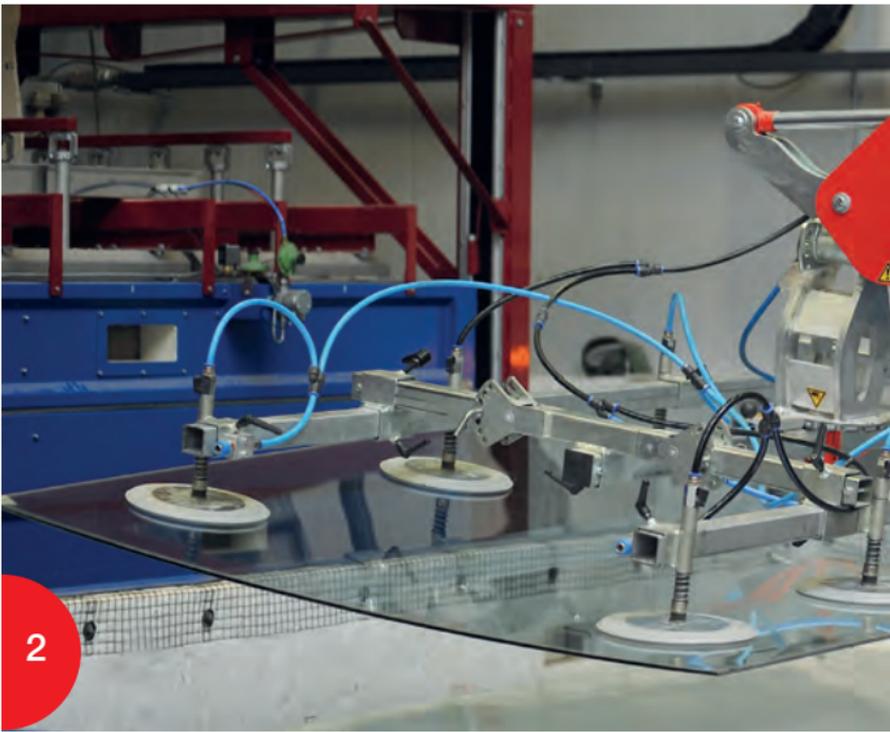
Abb. 1.6: Profilbauglas



Unterschiedliche Ausführungen in Breite und Oberflächenbeschaffenheit ermöglichen Lichteinwirkung und -streuung sowie Sonnenschutz und Wärmedämmung. Verglasungen je nach statischer Anforderung von bis zu 7 m Höhe sind durchaus gängig.

Mit Spezialprofilen, wie 22/60/7, 25/60/7 oder 32/60/7 ohne Drahteinlagen lässt sich sogar Ballwurfsicherheit nach DIN 18032 nachweisen.

Farbliche Alternativen des Profilglases sind Amethyst oder Azur (bläuliche Varianten). Besondere Sicherheitseigenschaften bietet thermisch vorgespanntes Profilbauglas mit oder ohne Heißlagerungstest. Es ist ebenso für den Horizontaleinbau geeignet. Das vorgespannte Glas ist auch farblich emailliert erhältlich. Thermisch entspanntes Profilbauglas ist über eine bauaufsichtliche Zulassung in Deutschland geregelt. In thermisch vorgespannter Variante bedarf es einer Zustimmung im Einzelfall (ZIE).



2.1	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	32
2.1.1	Herstellung	32
2.1.2	Bauphysikalische Eigenschaften	33
2.1.3	Schlag- und Stoßfestigkeit	33
2.1.4	Biegezugfestigkeit	33
2.1.5	Wärme- und Kälteeinflüsse	34
2.1.6	Ballwurfsicherheit	34
2.1.7	Anwendungen	34
2.2	Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und ESG-H	34
2.3	Teilvorgespanntes Glas (TVG)	37
2.3.1	Biegezugfestigkeit	37
2.3.2	Wärme- und Kälteeinflüsse	38
2.4	Emaillierungen mit Glaskeramikfarben	38
2.4.1	Allgemeines	38
2.4.2	Verfahren	39
2.4.3	Prüfung	41
2.4.4	Beurteilung des Farbeindrucks	44
2.5	ESG-Alarmglas	48
2.6	Lackiertes Glas	50
2.7	Sandgestrahltes Glas	50
2.7.1	Beurteilung der Qualität von sandgestrahlten Gläsern	51
2.8	Gestaltung von Glas	54
2.8.1	LaserGrip® – Begehbare Glas	54
2.8.2	Digitale Glasbedruckung	55
2.8.3	Kunstverglasung	56



2.8.4	Schleiftechniken	56
2.9	Gebogenes Glas	56
2.9.1	Leitfaden für thermisch gebogenes Glas	56
2.9.2	Bauprodukte	61
2.9.3	Bauphysik	63
2.9.4	Sicherheit mit Glas	64
2.9.5	Visuelle Qualität	66
2.9.6	Toleranzen	67
2.9.7	Bemessung	70
2.10	Verbund-Sicherheitsglas und Verbundglas	77
2.10.1	Herstellung	77
2.10.2	Bauphysikalische Eigenschaften	77
2.10.3	Schlagfestigkeit	78
2.10.4	Anwendungen	78
2.10.5	Widerstandsklassen nach EN	78
2.10.6	Dekoratives Verbundglas	78
2.11	Selbstreinigung	79
2.11.1	Grundlagen	79
2.11.2	Produkte	80
2.12	ShowerGuard® – Forever Beautiful	84
2.13	DiamondGuard® Scratch Resistant Glass	84
2.14	Brandschutzglas	86
2.15	Röntgenschutzglas	87
2.16	Sicherheitsspiegel und Spionspiegel	87
2.17	Entspiegeltes Glas	87
2.18	Vogelschutzglas	87

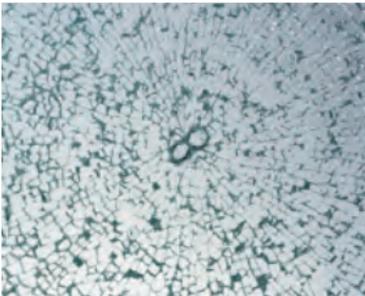
## 2.0 Veredelte Gläser

Float- und Ornamentgläser werden nur in geringen Mengen als Einfachglas verwendet. In der Regel wird das Glas in Weiterverarbeitungsprozessen veredelt und so den Anforderungen an modernes, transparentes Bauen angepasst.

### 2.1 Einscheiben-Sicherheitsglas

Unter Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) versteht man thermisch vorgespanntes Glas. ESG hat drei herausragende Eigenschaften: Es verfügt über etwa zweieinhalb bis dreieinhalb höhere Biegezugfestigkeitswerte als normal gekühltes Glas. Damit kann dieses Glas viel höher auf Zug oder stumpfen Stoß beansprucht werden. Darüber hinaus ist die Beständigkeit gegen Temperaturwechsel und hohe Temperaturunterschiede innerhalb einer Scheibe deutlich erhöht.

**Abb. 2.1: Bruchbild Einscheiben-Sicherheitsglas**

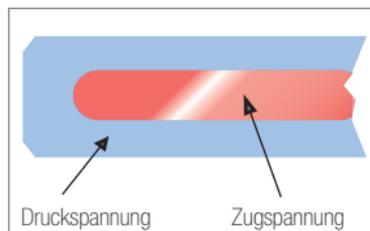


Wenn ESG bei Überbeanspruchung zerbricht, zerfällt es in ein Netz stumpfkantiger, lose zusammenhängender Krümel, die eine weitaus geringere Verletzungsgefahr darstellen als die scharfkantigen Scherben von nicht oder teilvorgespanntem Glas.

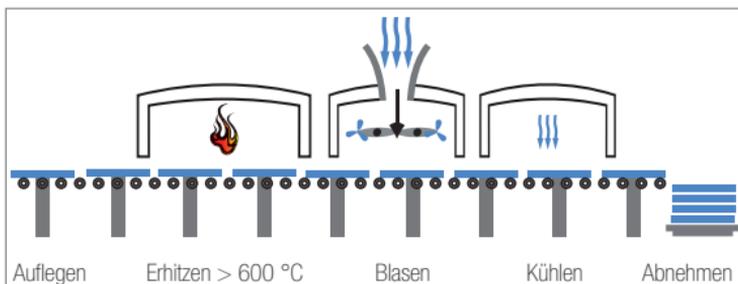
#### 2.1.1 Herstellung

Basismaterial zur Herstellung von Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ist Float- oder Ornamentglas. Durch kontrolliertes, gleichmäßiges und durchgängiges Erhitzen des zugeschnittenen, fix und fertig bearbeiteten Basisglases auf über 600 °C und anschließendem zügigen Abkühlen mittels kalter Luft wird zunächst nur die Glasoberfläche abgekühlt. Diese kühlere Zone zieht sich zusammen und es entsteht eine Druckspannung die zur Mitte des Glasquerschnittes gerichtet,

**Abb. 2.2: Spannungsgefüge**



**Abb. 2.3: Herstellung Einscheiben-Sicherheitsglas**



kontinuierlich abnimmt und in Zugspannung übergeht.

Durch die eingepprägten Spannungen erhält die Scheibe ihre charakteristischen Eigenschaften. Wichtig ist, dass alle Bearbeitungen, wie Schleifen der Kanten, Bohrungen, Randausschnitte etc. vor dem thermischen Vorspannprozess zu erfolgen haben.

Die Spannungszonen im Glas können bei polarisiertem Licht zu Doppelbrechungen führen, die sich unter bestimmten Blickwinkeln als farbiges Muster bemerkbar machen.

### 2.1.2 Bauphysikalische Eigenschaften

Lichtdurchlässigkeit, Wärmeleitvermögen, thermische Ausdehnung, Schalldämmung, Elastizitätsmodul, Flächengewicht und chemische Eigenschaften entsprechen denen des Basisglases.

### 2.1.3 Schlag- und Stoßfestigkeit

ESG ab 6 mm Dicke ist gegen den Stoß nach EN 12 600 (Pendelschlagversuch) bruchbeständig. Die Glasdicke wird durch den jeweiligen Einsatzbereich bestimmt.

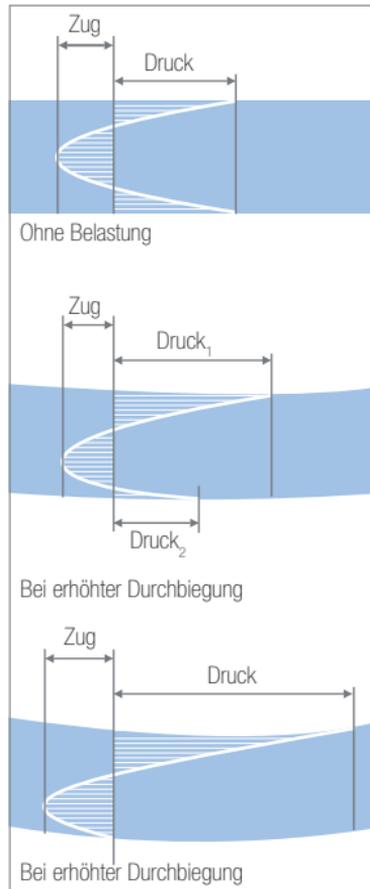
### 2.1.4 Biegezugfestigkeit

- ESG aus Floatglas  
 $f_{g,k} = 120 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288-3
- ESG aus Ornamentglas  
 $f_{g,k} = 90 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288-3
- ESG aus emailliertem Floatglas<sup>7)</sup>  
 $f_{g,k} = 75 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288-3

### 2.1.5 Wärme- und Kälteeinflüsse

ESG kann ganzflächig einer kurzfristigen Temperatur bis zu + 300 °C ausgesetzt sein. Die Bruchbeständigkeit gegen Temperaturunterschiede in der Scheibenfläche, z. B. zwischen Scheibenmitte und Scheibenrand, ist bis zu 200 K gegeben.

Abb. 2.4: Spannungsverteilung



<sup>7)</sup> emaillierte Seite unter Zugspannung

## 2.1.6 Ballwurfsicherheit

Nach DIN 18032 „Prüfung auf Ballwurfsicherheit“ eignet sich ESG ab 6 mm Dicke für die großzügige Glasanwendung in Turn- und Spielhallen. (siehe → Kapitel 7)

## 2.1.7 Anwendungen

- Fenster, Fenstertüren
- Glasduschen
- Lärmschutzwände
- Trennwände
- Brüstungen und Geländer
- Sportstätten / Turnhallen
- Geländerausfachungen
- Zuschauerschutzanlagen in Stadien
- Ganzglas-Türanlagen
- Hagelschutz als obere Scheiben im Überkopf-Verbund
- UNIGLAS® I STYLE – Glasinnentüren
- Ganzglas-Türanlagen

Bei Verglasungen mit absturzsichernder Funktion sind die Vorschriften der DIN 18008 Teil 4 i.V. mit den Teilen 1 und 2 zu beachten.

## 2.2 Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas und ESG-H

Bei der Herstellung von Floatglas lassen sich trotz äußerster Sorgfalt Spuren von Nickel in der Glasschmelze nicht vermeiden. Mit Schwefelverbindungen der Zuschlagstoffe entsteht in der Schmelze vereinzelt eine ohne Hilfsmittel nicht erkennbare Nickelsulfid (NiS) -Suspension mit einem Durchmesser der „NiS-Kugeln“ von 0,05 bis 0,5 mm. Nickelsulfid hat die besondere Eigenschaft, bei Temperaturen von weniger als 379 °C sein Volumen zu erhöhen. Diese Volumenvergrößerung geschieht in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit. Bei normal gekühltem Glas ist diese Volumenvergrößerung zu einem großen Teil bereits abgeschlossen und führt zudem zu keinerlei Problemen. Befindet sich jedoch ein Nickelsulfid-Einschluss in der unter Zugspannung stehenden Kernzone von vorgespanntem Glas und weist zudem in Abhängigkeit zu seiner Lage im Querschnitt eine Mindestgröße auf, führt die Volumenvergrößerung zu lokalen Spannungsspitzen, die zum Bruch des Glases führen.

Ein probates Mittel die Bruchauslösung zu beschleunigen ist, die ESG-Scheiben nochmals einer kontrollierten Wärmelagerung, dem so genannten Heißlagerungstest, beziehungsweise dem Englischen entliehenen Begriff „Heat-Soak“ -Test zu unterziehen. Diese Wärmelagerung erfolgt in einem nach EN 14179 normierten Verfahren.

EN 1990 „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung“ limitiert bei Bauprodukten die Versagenswahrscheinlichkeit auf höchstens  $p_f = 1 : 1.000.000$  pro Jahr (Zuverlässigkeitsindex  $\beta \geq 4,7$  für den Bezugszeitraum von 1 Jahr). Diese Zielgröße ist mit heißgelagertem ESG nach EN 14179 nicht belegt. Daher schreibt die deutsche Bauregelliste das geregelte Bauprodukt ESG-H, mit über die Norm hinausgehenden Kriterien zur Heißlagerung, vor. So beträgt z.B. die Haltezeit der Temperatur bei der Heißlagerung von ESG-H – nach Erreichen einer Oberflächentemperatur an allen Stellen der gelagerten Gläser von  $280^\circ\text{C} - 4$  anstatt 2 Stunden. Des Weiteren ist der Heißlagerungssofen im Zuge der Erstprüfung von einer, vom DIBt akkreditierter Zertifizierungsstelle abzunehmen, die laufende Produktion ist einer kontinuierlichen Fremdüberwachung durch eine vom DIBt zugelassene Prüfstelle zu unterziehen u.v.m. ESG-H ist vom Hersteller mit einem Ü-Zeichen zu versehen, welches auch auf den Begleitpapieren angebracht sein darf. Sofern das heißgelagerte ESG lediglich die Europäische Produktnorm EN 14179 erfüllt, darf dieses Glas in Deutschland nur mit einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) eingebaut werden. Mit dem ESG-H liegt nach heutigem Stand der Wissenschaft die Versagenswahrscheinlichkeit in Folge von NiS deutlich über dem geforderten Wert. Somit handelt es sich bei ESG-H um ein sicheres Produkt. UNIGLAS® I SAFE mit Heißlagerung erfüllt damit sowohl die Kriterien der EN 14179 als auch die der Deutschen Bauregelliste, egal in welcher Nation der Produktionsbetrieb liegt.

In Deutschland ist bei Einbauhöhen  $> 4$  m über der Verkehrsfläche auch bei den Außenscheiben von Isolierglas, bei punktgehaltenen Fassaden aus monolithischem ESG, sowie bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen ESG-H statt ESG explizit vorgeschrieben. Für punktgestützte, hinterlüftete Wandbekleidungen aus ESG gelten in vielen Bundesländern Deutschlands und Österreichs besondere Regeln. Die rechtzeitige Abstimmung mit den zuständigen Behörden ist zu empfehlen.

Sowohl EN 14179-1 als auch die BRL schreibt die dauerhafte Kennzeichnung von ESG-H vor, die wie folgt aussehen kann:

Fehlt die Kennzeichnung vollständig, darf das ESG als Bauprodukt nach der europäischen Bauproduktenverordnung nicht in Verkehr gebracht werden.

Im Falle von Reklamationen oder bauaufsichtlichen Marktüberwachungsmaßnahmen sind die Dokumentation des Herstellprozesses und die Kennzeichnung des Produktes ESG-H wichtige Instrumente zum Nachweis einer ordnungsgemäßen Durchführung der Heißlagerung.

Abb. 2.5: Kennzeichnung von ESG-H



ESG-H ist zwar durch den thermischen Vorspannprozess mechanisch und thermisch höher belastbar als entspanntes Glas. Als spröder Werkstoff kann ESG jedoch bei zu hoher Belastung oder bei unsachgemäßem Umgang trotzdem brechen.

Vielmals wird im Bruchfall vorschnell ein NiS-Einschluss als Bruchursache unterstellt. Dabei gibt es eine Reihe anderer Möglichkeiten die zum Bruch führen können, wie z. B.:

- Kantenbeschädigungen
- Kontakt zu harten Materialien
- Falsche Klotzung
- Nicht geplante Zwängungen in der Konstruktion
- Bauwerksetzungen
- Nachträgliche Glasbearbeitung
- Vandalismus
- Unplanmäßige statische oder thermische Belastung

Um Nickelsulfid als Bruchursache auszumachen, sind nach dem heutigen Stand der Wissenschaft die sieben folgenden Merkmale nachzuweisen:

1. Schmetterlingsförmiges Bruchzentrum (nur feststellbar, wenn die Scheibe im Rahmen stehen bleibt, oder größere zusammenhängende Scheibenfragmente vorliegen)
2. Kugelförmiger, meist metallisch glänzender Einschluss auf dem Bruchspiegel
3. Charakteristische, raue Oberflächenstruktur (Elefantenhaut und Messing-Farbe des Einschlusses im Lichtmikroskop (im Auflicht))
4. Durchmesser des Einschlusses ca. 0,05 bis 0,5 mm
5. Lage des Einschlusses im Zugspannungsbereich des Scheibenquerschnitts
6. Nachweis der Zusammensetzung des Einschlusses aus Nickel und Schwefel, z. B. durch Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX)
7. Bruchspiegelanalyse

Das Auftreten nur einiger Merkmale genügt nicht als Nachweis, dass NiS bruchauslösend war.

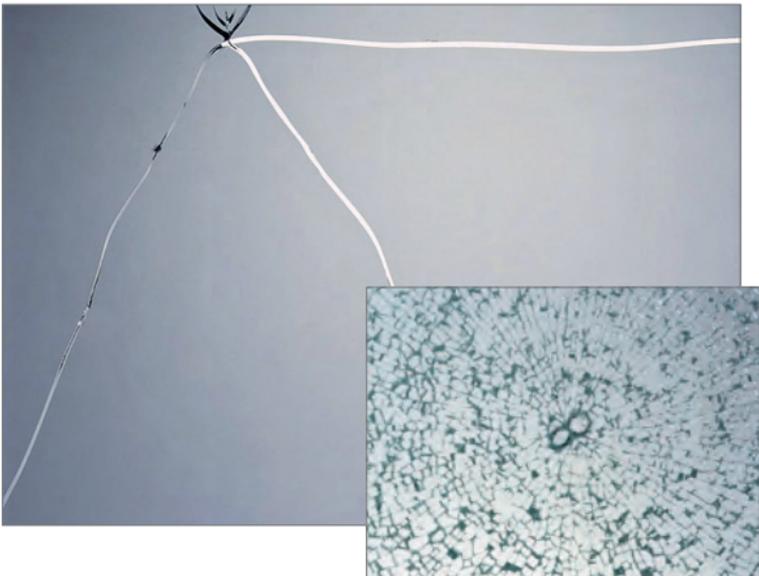
## 2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG)

TVG nach EN 1863-1 zählt nicht zu den Sicherheitsgläsern. Es wird wie ESG thermisch vorgespannt, aber der Abkühlprozess vollzieht sich langsamer. Dadurch bauen sich abweichend vom ESG geringere Spannungsunterschiede im Glas auf und die Biegefestigkeit liegt zwischen der von ESG und Floatglas.

TVG kann auch für Verglasungen angewendet werden, bei denen aufgrund starker Sonneneinstrahlung oder Schlagschattenbildung (siehe auch → Kap. 10.10.5.2) z.B. eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit verlangt wird. Es zeichnet sich durch ein charakteristisches Bruchbild aus, bei dem Risse vom Bruchzentrum aus radial zu den Scheibenrändern laufen. Wegen dieses Bruchverhaltens verfügt VSG aus TVG – anders als VSG aus ESG (siehe → Kap. 2.10) – über eine hohe Resttragfähigkeit. Beim Bruch einer VSG-Scheibe aus 2 x TVG kommt es nur zu geringen Durchbiegungen. Das „Durchsacken“ der Scheibe wird wegen des günstigen Bruchbildes vermieden.

Für die Verwendung von TVG wird in Deutschland eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gefordert.

Abb. 2.6: Bruchbilder ESG / TVG



### 2.3.1 Biegezugfestigkeit

- TVG aus Floatglas  
 $f_{g,k} = 70 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288-3
- TVG aus Ornamentglas  
 $f_{g,k} = 55 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288-3
- TVG aus emailliertem Floatglas\*)  
 $f_{g,k} = 45 \text{ MPa}$ , bestimmt nach EN 1288-3

\*) emaillierte Seite unter Zugspannung

## 2.3.2 Wärme- und Kälteeinflüsse

Die Bruchbeständigkeit von TVG gegen Temperaturunterschiede in der Scheibenfläche, z.B. zwischen Scheibenmitte und Scheibenrand, ist bis 100 K gegeben.

Anwendungen:

- Fassaden im Fenster- und Brüstungsbereich
- Sonnenschutzschürzen
- Sonnenkollektoren
- Schutz von Kunstobjekten
- Überkopfverglasungen (als VSG)
- Begehbare und betretbare Glasflächen (als VSG)

## 2.4 Emaillierungen mit Glaskeramikfarben

Auszug aus dem Merkblatt 015/2013 vom Bundesverband Flachglas e.V.

### 2.4.1 Allgemeines

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG, ESG-H und TVG) umschließt der Glasfluss die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem Brennprozess ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

Die Farben sind so gewählt, dass sie sich bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 bis 620 °C innerhalb weniger Minuten mit der Oberfläche verbinden. Dieses Temperaturfenster ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben und verschiedenen Farben nicht immer exakt reproduzierbar einzuhalten.

Darüber hinaus ist auch die Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Sieb- bzw. Digitaldruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe, als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag. Die Deckkraft ist zusätzlich abhängig von der gewählten Farbe.

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragsarten vollflächig oder teilflächig emailliert werden. Die Emaillierung wird in der Regel auf die von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder mehr) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Wit-

terungsseite) werden spezielle Farben verwendet. Die keramischen Farben (Email) sind weitestgehend kratzfest und bedingt säureresistent; Licht- und Haftbeständigkeit entsprechen der Haltbarkeit keramischer Schmelzfarben.

Bei vollflächiger Emaillierung mit transluzenten Farben ist eine Wolkenbildung möglich. Diese Merkmale können bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transluzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelekleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

Bei der Verwendung von metallischen Farben, ist darauf zu achten, dass diese nicht der Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Anwendung dieser Farben ist mit dem Hersteller abzustimmen.

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten zum u.a. Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes zu beachten. U. a. EN 1096 und/oder die zuvor genannten Richtlinien für Glas im Bauwesen. Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt.

## 2.4.2 Verfahren

### 2.4.2.1 Rollercoating-Verfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgeführt, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige homogene vollflächige Farbverteilung gewährleistet. Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze aus der Nähe zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von der Vorderseite (durch das Glas betrachtet) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtsbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Es kann ein so genannter „Sternenhimmel“ (sehr kleine Fehlstellen) in der Emaille entstehen.

Verfahrensbedingt ist ein „Farbüberschlag“ an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel farbfrei. Die Einbausituation ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen. Optional kann das Aufbringen der Emailfarbe mittels Sprühpistole geschehen.

### 2.4.2.2 Gießverfahren

Die Glastafel läuft horizontal durch einen so genannten „Gießschleier“ wobei die Oberfläche vollflächig mit Farbe bedeckt wird. Durch Verstellen der Farbmenge und der Durchlaufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch die Möglichkeit, dass in Längsrichtung

(Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Anwendungen für den Durchsichtbereich sind unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen.

Der „Farbüberschlag“ an den Kanten ist wesentlich größer als beim Rollercoating-Verfahren und nur mit hohem Aufwand zu vermeiden. Werden farbfreie Sichtkanten gewünscht, muss dies bei der Bestellung angegeben werden.

### 2.4.2.3 Siebdruckverfahren

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Verfahren ist hierbei ein voll- oder teilflächiger Farbauftrag möglich. Auf einem horizontalen Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einer Rakel auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages durch die Maschenweite des Siebes und den Fadendurchmesser beeinflusst wird. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Rollercoating- und Gießverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend.

Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe leichte Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende leichte Schleierstellen.

Die Scheibenkanten bleiben beim Siebdruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Mit diesem Verfahren können Mehrfarbdrucke realisiert werden. Zum Beispiel ein so genannter Doppel-Siebdruck, bei dem je nach betrachteter Oberfläche zwei unterschiedliche Farben erkennbar sind. Toleranzen, z. B. zur Deckungsgleichheit, sind mit dem Hersteller zu klären.

Das Bedrucken ausgewählter Ornamentgläser ist möglich, aber immer mit dem Hersteller abzuklären.

### 2.4.2.4 Digitaldruckverfahren

Die keramische Farbe wird mit einem Verfahren, dessen Prinzip einem Tintenstrahldrucker ähnlich ist, direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages variieren kann. Der Farbauftrag ist dabei dünner als beim Rollercoating-, Gieß- oder Siebdruckverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend. Eine hohe Druckauflösung bis zu 360 dpi ist derzeit möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Die Scheibenkanten bleiben beim Digitaldruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Die Druckkanten sind in Druckrichtung exakt gerade und quer zur Druckrichtung leicht gezahnt. Farbsprühnebel entlang der Druckkanten kann auftreten. Bei Punkt-, Loch- und Textmotiven zeigen die Druckkanten eine Zahnung, die ebenso wie der Farbsprühnebel nur aus geringer Entfernung zu erkennen ist.

Das Digitaldruckverfahren ist vor allem für komplexe mehrfarbige Rasterdesigns oder Bilder, weniger für einfarbige, vollflächige Bedruckungen geeignet.

### 2.4.3 Prüfung

Das Merkblatt 015 vom Bundesverband Flachglas e.V. gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von keramischen Farben als Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden. Diese Richtlinie gilt nicht für farbiges Glas nach EN 16477 oder anderweitig bedruckte Gläser. Bauordnungsrechtliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht behandelt.

Die in diesem Abschnitt „Prüfung“ genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben. Auch so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet. Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktive und visuelle Anforderung bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität sowie Farbfreiheit der Kante (für freistehende Kanten wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Kante ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisoliertglas (MIG) oder VG/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

Sind emaillierte Gläser zu VSG oder MIG verbunden, wird jede emaillierte Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheiben).

Tab. 2.1

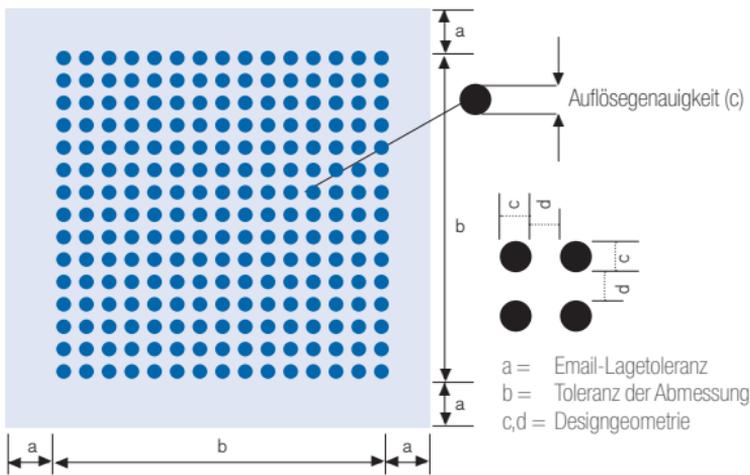
Fehlerarten / Toleranzen für emaillierte Gläser	
Zulässige punktförmige Stellen im Email*	Ø 0,5 – 1,0 mm max. 3 Stück/m <sup>2</sup> , mit Abstand ≥ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge
Wolken **	unzulässig
Wasserflecken	unzulässig
Farbüberschlag an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, sonst nicht.  Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante: <ul style="list-style-type: none"><li>• Im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig</li><li>• Im Gießverfahren zulässig</li><li>• Im Siebdruckverfahren nicht zulässig</li><li>• Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig</li></ul> Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nahe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.
Unbedruckter Glasrand	Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig
Email-Lagetoleranz (a) s. Abb. 1 ***	Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm Scheibengröße ≤ 3000 mm: ± 3,0 mm Scheibengröße > 3000 mm: ± 4,0 mm
Toleranz der Abmessungen bei Teilemaillierung (b) s. Abb. 1	Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich: ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 1	in Abhängigkeit der Größe Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich: ≤ 30 mm ± 0,8 mm ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 500 mm ± 1,2 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 2000 mm ± 2,5 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von ΔE ≤ 5 mm (Float) bzw. ΔE ≤ 4 mm (Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel 2.4.4).

\* Fehler ≤ 0,5 mm („Sternenhimmel“ oder „Pinholes“ = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt. Die Ausbesserungen von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess bzw. mit organischem Lack nach dem Vorspannprozess ist zulässig. Organischer Lack darf nicht im Bereich der Randabdichtung von Isolierglas verwendet werden.

\*\* Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moire-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

\*\*\* Die Email-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller abzustimmen ist.

Abb. 2.7: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern



Generell ist bei der Prüfung die Aufsicht durch das Glas auf die Emaillierung maßgebend, dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max.  $30^\circ$  zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen, opaken Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Bei der Anwendung als VG/VSG ist bei der Lage- und Designtoleranz gegebenenfalls noch die Toleranz resultierend aus dem Versatz zu beachten.

Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so genannten „Moiré“ kommen. Der Moiré-Effekt (von frz. moirer „moirieren; marmorieren“) macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen feinen Rastern durch zusätzliche scheinbare grobe Raster bemerkbar. Deren Aussehen ist den sich ergebenden Mustern ähnlich, die Mustern aus Interferenzen ähnlich sind. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt.

Werden Bedruckungen zur Abdeckung, z. B. von Profilen von geklebten Fassaden, verwendet, kann es bei sehr hellen Farben, zu einem Durchscheinen der Konstruktion kommen. Es sind hier geeignete Farben zu verwenden.

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillierung des sichtbaren Bereichs im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Glases wird die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ herangezogen.

Für geometrische Figuren oder so genannte Lochmasken unter 3 mm Größe oder Verläufe von 0 – 100 % gelten folgende Anmerkungen:

- Werden Punkte, Linien oder Figuren dieser Größe in geringem Abstand aneinandergereiht, so reagiert das menschliche Auge sehr sensibel.
- Toleranzen der Geometrie oder des Abstandes im Zehntel-millimeter-Bereich fallen als grobe Abweichungen auf.
- Diese Anwendungen müssen in jedem Fall mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Die Herstellung eines 1:1 Musters ist zu empfehlen.

### 2.4.4 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können.

Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

#### 2.4.4.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eisenarme Gläser usw.) abhängt, führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emaillierung (Emaillierung Position 2). Zusätzlich kann dieses Glas mit unterschiedlichen Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Strukturgläsern. Farbabweichungen bei der Emaillierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farbherstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

#### 2.4.4.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, die durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Oberfläche, Glaskörper) auf die Farbe auftreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes mehr oder weniger je nach Einfallswinkel. Die auf die Farbe auftreffenden „Spektralfarben“ werden von der Farbe (Farbpigmenten) teilweise reflektiert bzw. absorbiert. Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle und Ort der Betrachtung sowie Hintergrund unterschiedlich.

### 2.4.4.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farbunterschied deutlich wahrgenommen wird, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen.

Toleranzen für die Farbgleichheit von Bedruckungen auf Glas sollten so gewählt werden, dass ein Betrachter unter normalen Bedingungen kaum Farbabweichungen feststellen kann. Eine normative Festlegung gibt es nicht.

Die Toleranzen stellen einen Kompromiss zwischen Produktivität und dem Anspruch an den optischen Eindruck der Glaseinheiten in einem Gebäude mit normaler Einbausituation dar.

Entsprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand, Umgebungsfarbe, Farbneutralität und Reflexionsgrad der Oberfläche sind die Toleranzwerte nur als Orientierung zu verwenden. Alle Umstände sollten vor Ort, beim entsprechenden Objekt individuell bewertet werden – insbesondere das Objekt in seiner spezifischen Umgebung.

Farben werden zur Fertigungskontrolle im CIE L\*a\*b\*-System objektiv dargestellt, wobei die normierte Bezugslichtart D65 und ein Beobachtungswinkel von 10° zugrunde gelegt werden. Die angestrebte Lage im a, b Farbkoordinatensystem, wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit, unterliegen fertigungsbedingt geringen Schwankungen. Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen.

Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe in Abstimmung mit dem Kunden. Dafür zu Grunde liegende Messwerte sind mit glasspezifischen Farbmessgeräten und unter gleichen Bedingungen zu bestimmen (gleiches Farbsystem, gleiche Lichtart, gleiche Geometrie, gleicher Beobachter). Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Rohstoffverfügbarkeit usw.)
- Herstellung eines 1:1 Produktionsmusters und Freigabe durch den Kunden
- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen
- Die Bestellung von großen Mengen einer gleichen Farbe innerhalb eines Auftrages sollte einmal und nicht in Teil-Bestellungen erfolgen.

## 2.4.4.4 Sonstige Hinweise

Die sonstigen Eigenschaften der Produkte sind den nationalen bauaufsichtlichen Vorschriften und den geltenden Normen zu entnehmen, insbesondere der:

- DIN EN 12150
- DIN EN 14179
- DIN EN 1863
- DIN EN 14449

Emaillierte Gläser können nur in Ausführung Einscheibensicherheitsglas (ESG oder ESG-H) oder teilvorgespanntes Glas (TVG) hergestellt werden.

Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig. Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe eingesetzt oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt normgerecht. Emaillierte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

## 2.4.4.5 Anwendungsbeispiele

- Bei Isolierglas zum Scheibenzwischenraum gerichtet,
- bei Fassaden nach innen gerichtet,
- bei Duschen nach außen gerichtet,
- bei Tischplatten auf der Unterseite.

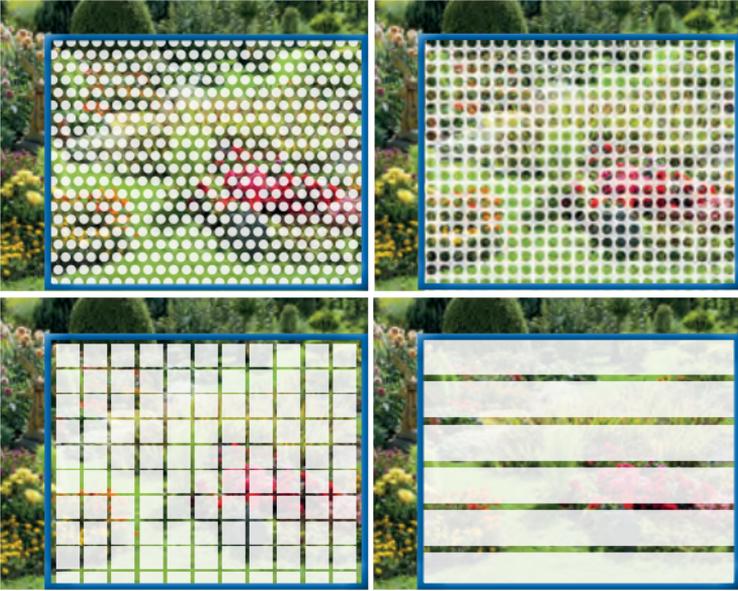
Abb. 2.8: Beispiele für gestalterische Motive



## ■ Bedruckung für Sicht- und Sonnenschutz

Bei dieser Anwendung sind Farbwahl und Bedruckungsgrad extrem wichtig. Je heller die Farben, desto mehr Lichtdurchdringung und je kleiner der Bedruckungsgrad, desto mehr Transparenz. Die Definition beider Parameter ist also von dem zu erreichenden späteren Wirkungsgrad abhängig. Eine Vielzahl von standardisierten Dekoren steht in den Produktionsstätten bereit. Selbstverständlich können aber auch eigene Kreationen nach detaillierten Vorgaben auf die Gläser aufgebracht werden.

Abb. 2.9: Beispiele für Sicht-/Sonnenschutz



## ■ Rutschhemmung

In öffentlichen Bereichen, aber auch empfehlenswert im privaten Umfeld, schreiben die Arbeitsstättenrichtlinien sowie die Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungen in bestimmten Bereichen unterschiedliche Rutschfestigkeitsklassen vor, die nach DIN 51130 zu belegen sind. Durch die Veränderung des Bedruckungsgrades und Spezialdruckfarbe können verschiedene Klassen erreicht werden und tragen so zur Standsicherheit auf Glasböden bei.

Rutschhemmungen lassen sich auch mit LaserGrip® (siehe → Kap. 2.8.1) oder Mattierungen erreichen.

### 2.5 ESG-Alarmglas

Das Sicherheits-Spezialprodukt nutzt die spezifischen Bruch-eigenschaften von ESG. Ungeachtet dem Bruchzentrum der Scheibe zerspringt diese über ihre gesamte Fläche. An der elektrisch leitfähigen Alarmspinne bzw. an der leitfähigen Funktionsschicht ist ein permanent fließender Stromkreis (Ruhestromprinzip) angelegt. Im Bruchfall wird der Stromkreis unterbrochen und der Alarm ausgelöst. Drei Arten den Stromkreis zu erzeugen sind möglich:

Die klassische Methode ist eine aufgedruckte und eingebrannte Leiterschleife im sichtbaren Bereich der Scheibe. Die Sichtbarkeit der Leiterschleife hat unter Umständen eine abschreckende Wirkung, ist aber insbesondere bei Sonnenschutzverglasungen visuell unbefriedigend.

Aus diesem Grund gibt es spezielle Leiterschleifen nach gleichem Prinzip, die ausschließlich im überdeckten Randbereich der Scheibe angebracht sind und damit nicht mehr die Sichtfläche tangieren.

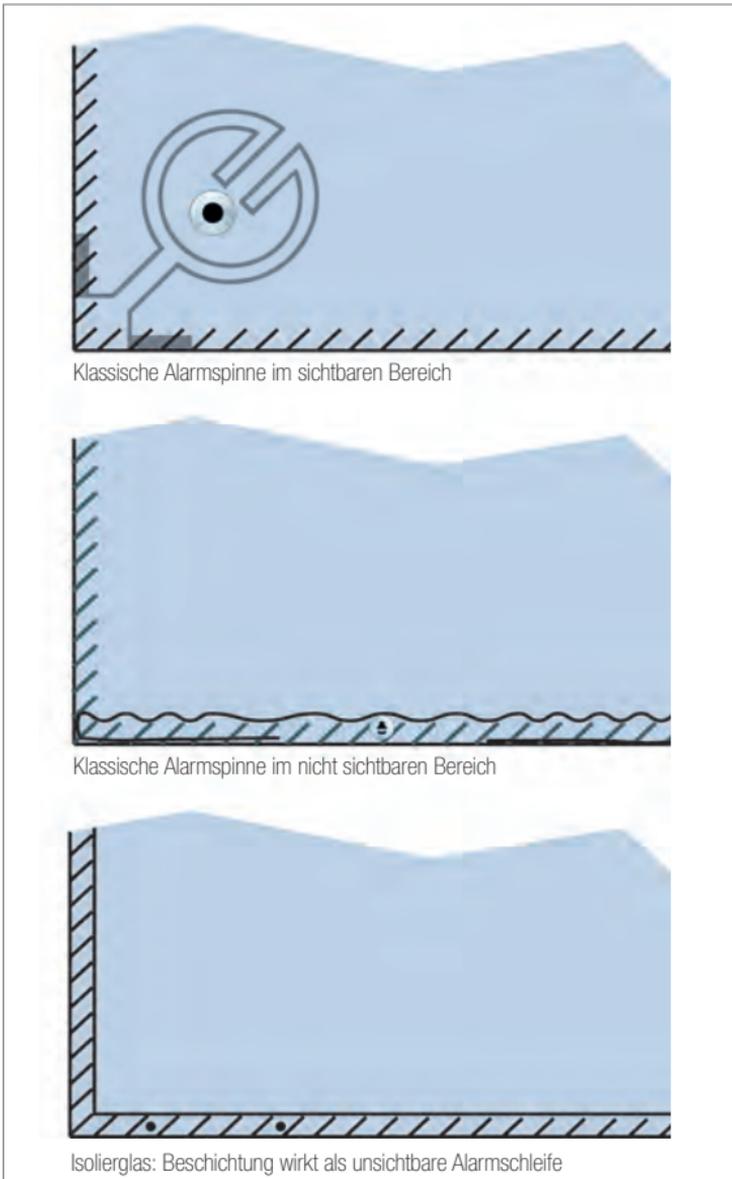
Bei der dritten Variante nutzt man die elektrische Leitfähigkeit der Funktionsschicht von Isolierglas, indem im verdeckten Randbereich zwei Lötunkte angelegt werden. Dieses Verfahren ist von einem UNIGLAS®-Gesellschafter entwickelt und patentiert worden.

Die Besonderheit an diesem Alarmglas ist, dass die Messpunkte mit einer speziellen Auswerteeinheit verbunden sind, mit der sich die unterschiedlichen Widerstände der Einzelscheiben einlesen und speichern lassen. Diese Auswerteeinheit ist so klein, dass sie jederzeit in einer Unterputzdose oder auch im Unterverteilungskasten untergebracht werden kann. Es lassen sich bis zu drei Alarmgläser an eine Auswerteeinheit anschließen.

- Keine sichtbare Spinne
- Beschichtung stets in Pos. 2, daher ideal bei Sonnenschutzglas
- Keine Aussparung der Beschichtung
- Ideal bei kleinen Scheiben
- Bis zu drei Elemente pro Auswerteeinheit anschließbar
- Auswerteeinheit ist an herkömmliche Systeme anschließbar

In allen drei Fällen verfügen die ESG-Scheiben über ca. 30 cm lange Anschlusskabel, die im Falzraum der Verglasung zu verlegen, zu verlängern und mit einer Alarmeinheit zu verbinden sind. Die dauerhafte Funktionssicherung verlangt eine sorgfältige Verglasung ebenso wie eine absolut fachmännische Verdrahtung, die vor Feuchtigkeitseinwirkungen zu schützen ist. Für den Einbau sind die allgemeinen Verglasungs-Richtlinien sowie die Richtlinie zur Installation elektrischer Anlagen VDE 0833 und DIN 57833 als auch die VdS-Vorgaben maßgebend.

Abb. 2.10: Varianten der Leiterschleifen (Spinne)



Klassische Alarmspinne im sichtbaren Bereich

Klassische Alarmspinne im nicht sichtbaren Bereich

Isolierglas: Beschichtung wirkt als unsichtbare Alarmschleife

## 2.6 Lackiertes Glas

Bei UNIGLAS® I COLOR handelt es sich um individuell lackiertes Glas mit glänzenden oder matten Oberflächen auf klarem oder eisenoxidarmen ESG. Durch die farbige Beschichtung auf der Rückseite des Glases, werden Leuchtkraft und Brillanz der Farbe dauerhaft geschützt und bleiben erhalten.

UNIGLAS® I COLOR ist für diverse Innenanwendungen geeignet und kann durch seine Feuchtraumbeständigkeit hervorragend in Küchen und Bädern eingesetzt werden. Eine Außenanwendung ist generell nur mit besonderer Zustimmung sowie nach Rücksprache und Abklärung aller technischen Details mit dem Hersteller zulässig. Verklebungen und Abdichtungen auf der Lackschicht dürfen nur mit Kleb- und Dichtstoffen durchgeführt werden, für die der Hersteller die Freigabe erteilt hat.

Für die Lackierung werden die Farbtöne nach RAL oder NCS individuell angemischt. Die Glaskante und die glasseitige Fase werden vor dem Lackieren abgeklebt und bleiben klar. Die der Lackierung zugewandte Fase wird mit lackiert.

Für die Beurteilung der visuellen Qualität von UNIGLAS® I COLOR gilt sinngemäß das in Kapitel 2.4 beschriebene Verfahren. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Lackschicht weniger kratzfest ist als die emaillierten Farbschichten.

## 2.7 Sandgestrahltes Glas

Eine beliebte Methode zur künstlerischen Gestaltung von Glas ist das Mattieren der Oberfläche durch Sandstrahlen. Die aufgeraute Scheibenoberfläche wird dadurch undurchsichtig, bleibt jedoch transluzent. Durch das Abdecken einzelner Bereiche können individuelle Bilder und Muster aufgebracht werden, die viele gestalterische Möglichkeiten eröffnen. Beim Sandstrahlen wird die Stärke des Glases genutzt, um tiefe Verläufe und Strukturen herauszuarbeiten oder feine Schatten voll zum Ausdruck zu bringen. Das ist aufwendig und kostet Zeit, doch das individuelle Design überzeugt. Jedes Stück wird zum Unikat. Nachteil ist, dass sich durch Sandstrahlen Oberflächendefekte ergeben, welche die Biegezugfestigkeit des Glases beeinträchtigen. Diese festigkeitsmindernde Auswirkung der mikroskopischen Kerben können durch nachträgliches Ätzen mit Flusssäure verringert werden.

Fingerabdrücke und Staub lassen sich von der rauen Oberfläche der sandgestrahlten Bereiche nur schwer entfernen. Daher bieten Ihre UNIGLAS Partner optional einen „Griffschutz“ an, der die Flächen versiegelt, die Verschmutzungsneigung reduziert und die Reinigung erleichtert.

## 2.7.1 Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig- oder teilflächig sandgestrahlten Gläsern, deren Oberflächen in Sandstrahltechnik mattiert sind. Als Basisglas kommt sowohl entspanntes, wie auch zu Einscheibensicherheitsglas (ESG / ESG-H) oder teilvorgespanntes (TVG) klares oder in der Masse eingefärbtes Float- oder Ornamentglas in Frage.

Baurechtliche Aspekte werden in dieser Richtlinie nicht behandelt. Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktiven und visuellen Anforderungen bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Aufgaben:

- Innen- und / oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten z.B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität (für freistehende Kanten wird eine matt geschliffene Kante empfohlen. Bei gesäumten, oder bei Schnittkanten wird von gerahmter Ausführung ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der sandgestrahlten Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisoliertglas (MIG) oder Verbundglas (VG) bzw. Verbund-Sicherheitsglas (VSG).
- Position der mattierten Oberfläche.
- Optional: Ausführung der sandgestrahlten Oberfläche mit Griffschutz

Werden sandgestrahlte Gläser zu VSG oder Isoliertglas verbunden, wird jede Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheiben).

### 2.7.1.1 Verfahren / Hinweise / Begriffe

Vollflächig und teilflächig sandgestrahlte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch den Sandstrahlvorgang vollflächig oder teilflächig mattiert. Die Betrachtung bei der Begutachtung erfolgt auf der Oberfläche, welche der üblichen Raumnutzung entspricht.

Die sandgestrahlte Seite sollte immer die von der Bewitterung abgewandte Seite (Position zwei oder größer) sein. Ausnahmen sind nur nach vorheriger Rücksprache mit dem Hersteller zulässig. Anwendungen im Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem Hersteller abgestimmt werden. Bei vollflächiger Sandstrahlung ist eine Wolkenbildung möglich, die bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar wird.

In Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren ergeben sich Unterschiede und Besonderheiten, die nachfolgend genannt werden.

## ■ Griffschutz

Sandgestrahltes Glas verschmutzt leicht und lässt sich schwer reinigen – aggressive oder scheuernde Mittel greifen die Oberfläche an. Die mit einem „Griffschutz“ beschichtete Oberfläche ist unempfindlicher gegen Schmutz oder Fingerabdrücke. Die besonderen Reinigungs- und Pflegeempfehlungen sind generell beim Hersteller anzufordern.

### 2.7.1.2 Beurteilung allgemein

Grundsätzlich ist bei der Beurteilung der visuellen Qualität die direkte Draufsicht auf die Oberfläche, welche der üblichen Raumnutzung entspricht, maßgebend.

Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 1,50 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei Tageslicht bei bedecktem Himmel, ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Tab. 2.2

Fehlerarten / Toleranzen für sandgestrahlte Gläser		
Zulässige punktförmige Fehlstellen in der sandgestrahlten Fläche *)	> 0,5 mm - ≤ 1,0 mm: max. 3 Stück / m <sup>2</sup> mit Abstand ≥ 100 mm > 1,0 mm - ≤ 2,0 mm: max. 2 Stück / Scheibe	
Wolken	zulässig (vgl. 1.)	
Wasserflecken	nicht zulässig	
Überschlag der Sandstrahlung an den Kanten	bei Bohrungen und eingefassten Kanten ist die Sandstrahlung der an den Kanten Fase und Kante zulässig  bei polierten Kanten nur auf der Fase zulässig	
unmattierter Glasrand	bis 2 mm in die Glasfläche zulässig	
Lagetoleranz bei Teilsandstrahlung (a) Abb. 1 **)	Kantenlänge der Scheibe: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm
Toleranz der Abmessung bei Teilsandstrahlung (b) Abb. 1 **)	Kantenlänge der sandgestrahlten Fläche: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm
Designgeometrie (c) u. (d) Abb. 2	Größe des Designs: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm

\*) Bemessungsgrundlage ist die Fläche der Glasscheibe.

Bei kleineren Formaten (< 0,67 m<sup>2</sup>) sind 2 Fehlstellen zulässig.

\*\*) Die Lagetoleranz der sandgestrahlten Fläche wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller abzustimmen ist.

Abb. 2.11: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei teilmattierten Flächen

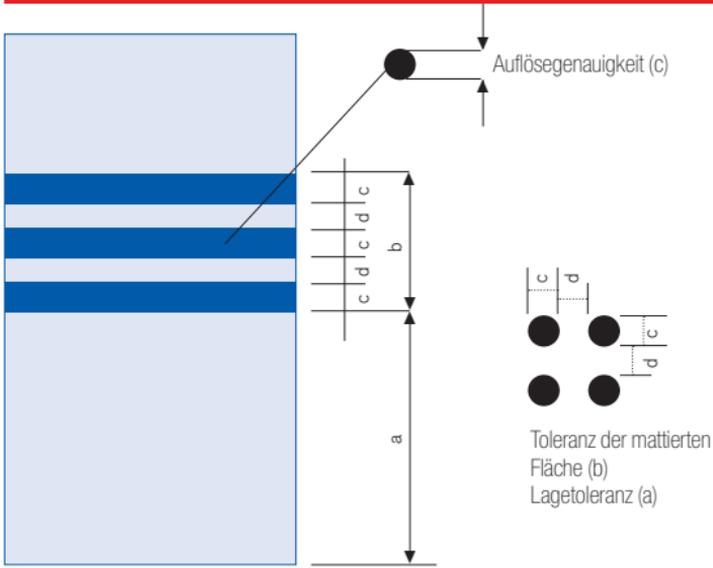
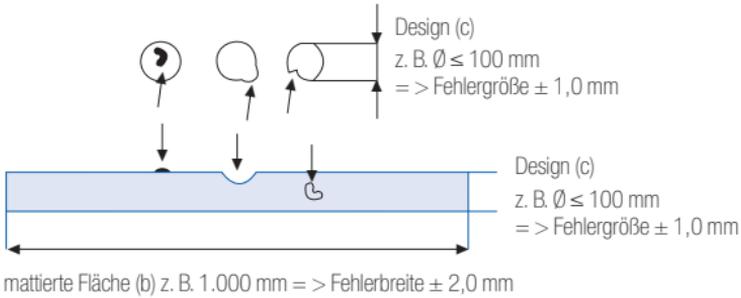


Abb. 2.12: Geometrie des Designs - Designfehler



Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Mattierung im sichtbaren Bereich im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Basisglases wird die Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität in der jeweils aktuellen Version, herausgegeben vom Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar, dem Bundesverband Flachglas e.V. Troisdorf, u.a. herangezogen.

### 2.7.1.3 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen oder Abweichungen des visuellen Eindrucks der sandgestrahlten Fläche im Fall von Nachbestellungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können. Unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen kann ein erkennbarer Unterschied zwischen zwei sandgestrahlten Glasscheiben vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „weniger störend“ eingestuft werden kann.

## 2.8 Gestaltung von Glas

### 2.8.1 LaserGrip® – Begehbare Glas

LaserGrip® ist ein weltweit patentiertes Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Steinzeug, Keramik und Glas. Da lediglich die Struktur der Oberfläche verändert wird, ohne zusätzliche chemische Aufträge, wird der Werkstoff Glas in seiner Transparenz und Härte nicht verändert. Glas wirkt wie Glas.

#### ■ Technik

Mit einem Hochleistungsdiodelaser werden feinste Mikromulden (Durchmesser ca. 200 µm) auf der Glasoberfläche erzeugt, die einen gewissen „Saugnapf-Effekt“ bewirken. Dieser Effekt multipliziert sich um ein Vielfaches und sorgt dafür, dass der Fuß stetig abgebremst wird, ohne ruckartig zu stoppen.

#### ■ Kombination mit Digitaldruck

Fotolaminat ist eine Technik, um hochauflösende digitale Fotos und Logos in VSG einzubetten. In Verbindung mit der transparenten LaserGrip®-Oberfläche können somit Motive in optimaler Darstellungsqualität selbst auf begehbaren Flächen dargestellt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Präsentation von Corporate Designs.

#### ■ Vorteile

- Vollflächig transparent
- Dauerhaft abriebfest
- Problemlose Weiterverarbeitung
- Bestmögliche Reinigungsfähigkeit
- 0 % Chemie
- Rutschfestigkeitsklasse 9 (gem. DIN 51130)
- Einsetzbar als Float, ESG und TVG

Abb. 2.13: LaserGrip®

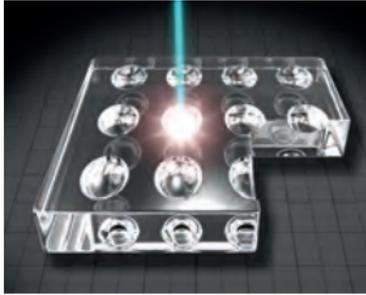


Abb. 2.14: Beispiel Treppe mit Siebdruck



- Anwendungsmöglichkeiten\*
  - Öffentl. Eingangsbereiche
  - Schalterhallen
  - Treppen und Flure
  - Verkaufsräume
  - Messepräsentationsflächen
  - Beleuchtete Bodenflächen
  - Kassenbereiche
  - Medizinische Behandlungsräume
  - Gasträume und Kantinen
- Max. Abmessung: 1.500 x 2.500 mm
- Min. Glasstärke: 4 mm

\*gem. ZH 1/571 HVBG 1998, Merkblatt BGR 181, Test nach DIN 51130

### 2.8.2 Digitale Glasbedruckung

Eine interessante Variante zur dekorativen Glasgestaltung ist die digitale Bedruckung von klarem oder satinierten thermisch entspannten oder vorgespannten Gläsern mittels UV-härtender Acryltinte. Vorteil dieser Variante ist eine fotorealistische Bildwiedergabe und hohe Farbbrillanz mit einer Druckauflösung je nach Bildvorlage und Betrachtungsabstand bis zu 1200 dpi.

Sind hingegen höhere Kratzfestigkeit oder bessere Beständigkeit gegen Chemikalien gefragt, oder sollen Ätzmuster, Silber- oder Metallfarben gedruckt werden, muss die Bedruckung mit keramischen Schmelzfarben erfolgen, welche nur in Verbindung mit vorgespannten Gläsern ausgeführt werden.

Abb. 2.15: Digitaldruck auf Glas



Beide Alternativen der digitalen Bedruckung lassen sich auch zu Verbund-Sicherheitsglas oder bei folienseitiger Anordnung zu Verbundglas weiterverarbeiten. Mit einem Eignungsnachweis und einer Zustimmung im Einzelfall sind auch hier entsprechende Sicherheitseigenschaften zu realisieren.

### 2.8.3 Kunstverglasung

Seit dem Mittelalter werden Bleiverglasungen handwerklich angefertigt. An dem Verfahren, kleine farbige Glasscheiben mittels Bleiruten zu verbinden und zu einem Bild zusammenzufügen, hat sich bis heute nichts geändert. Hauptanwendung von Bleiverglasungen findet sich in sakralen Bauten.

Glasfusing geht auf eine etwa 2.200 Jahre alte Technik zurück, verschiedene Gläser miteinander zu verschmelzen. In den vergangenen Jahren wurde die Technik weiterentwickelt und erlebt eine Renaissance. Die mit der Fusing-Technik hergestellten Kunstobjekte sind exklusive und individuelle Unikate. Ihr Charakter wird durch Licht, Farbe und Form geprägt.

### 2.8.4 Schleiftechniken

Besondere Schleiftechniken sind die Kantenbearbeitung als Facette, bei der der überwiegende Teil der Kante schräg zur Glasoberfläche geschliffen wird. Je nach Winkel beziehungsweise Facettenbreite unterscheidet man in Flach- oder Steilfacetten.

Durch das Schleifen von 3 bis 25 mm breiten Rillen (Gravuren) in V- oder C-Form bieten sich unzählige Möglichkeiten der künstlerischen Oberflächengestaltung von Glas. Die Rille lässt sich sowohl in polierter als auch schleifmattierter Ausführung herstellen.

## 2.9 Gebogenes Glas

Bei hochwertiger Architektur wird immer häufiger gebogenes Glas verlangt. Einen guten Überblick über die Möglichkeiten von der Planung bis zur Verglasung derartiger Gläser gibt nachstehend abgedruckter Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas. Der Leitfaden beantwortet nicht alle Fragen der Produktionsmöglichkeiten und der zu berücksichtigenden Toleranzen. Wir empfehlen daher, sich bereits in der Planungsphase mit Ihrem UNIGLAS®-Partner in Verbindung zu setzen, der Sie kompetent beraten wird.

### 2.9.1 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Auszug aus dem Merkblatt 009 vom Bundesverband Flachglas e.V., Stand: 08/2011

#### 2.9.1.1 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. Der Planer und Bauherr hat ein großes Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten zur Verfügung. Somit entstehen multifunktionale, geometrisch komplexe Fassaden, deren Umsetzung nicht nur plane, sondern ggf. auch gebogene Verglasungen erfordert.

Die Realisierung der ersten Glasfassaden erfolgte nahezu ausschließlich mit planen Verglasungen. Auch die Forschung hat sich in den letzten Jahrzehnten überwiegend auf diese Verglasungsarten fokussiert. Die Anwendung von gebogenem Glas war eher selten. Durch die Fortentwicklung der Produktionsprozesse und der weiteren Veredelungstechniken, z. B. Funktionsbeschichtungen für Wärmedämmung und Sonnenschutz, wurden die Anwendungsbereiche von planem und gebogenem Glas größer.

Dieser Leitfaden soll nun dem Anwender (Architekten, Planer, Ausführenden) eine Orientierung bei der Verwendung von gebogenem Glas, sowohl in der Planungs- und Entwurfsphase als auch bei der Ausführung bieten und ihm notwendige Hinweise bei wichtigen Fragestellungen geben. Es werden baurechtliche Grundlagen beschrieben und Hinweise für die Glasbemessung sowie für die Verglasung 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.

### 2.9.1.2 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.

### 2.9.1.3 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 nachstehender Abbildung 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

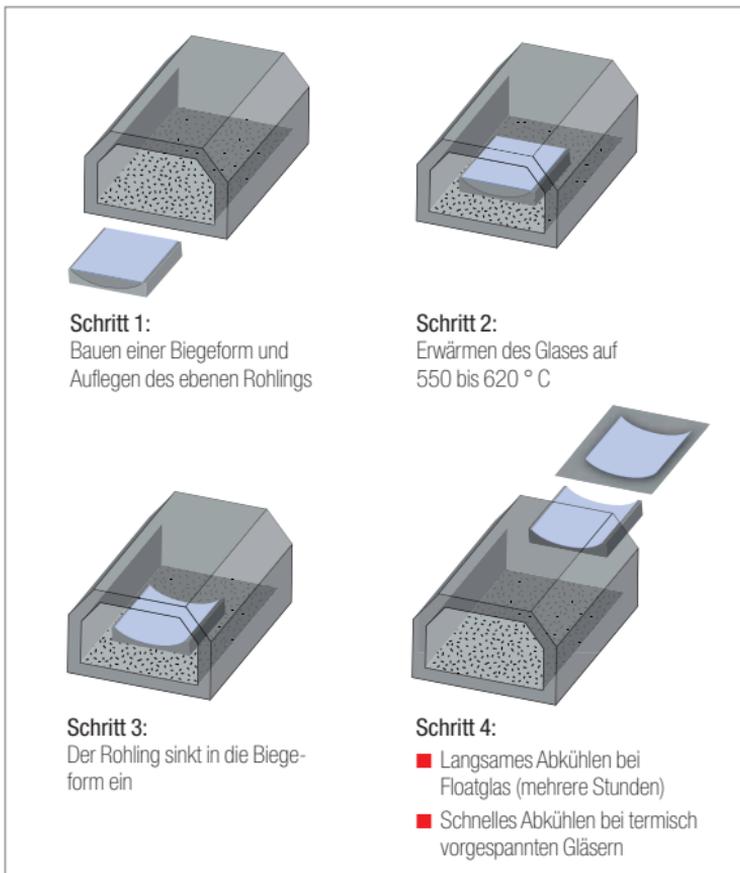
legt sich im Falle einer konvexen Biegeform über diese. Die anschließende Abkühlphase entscheidet über die Eigenschaften des Endproduktes.

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

Abb. 2.16: Prinzipielle Herstellungsschritte



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.

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) gebogenem Glas und doppelachsig (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.

## 2.9.1.4 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften

### 2.9.1.4.1 Allgemeines

Grundsätzlich ist zwischen Regelwerken bzw. Normen für die Produkte (Eigenschaften) und für die Anwendung zu unterscheiden. Während in Produktnormen Vorschriften zur Herstellung und Angaben zu den technischen Eigenschaften von Produkten gemacht werden, behandeln auf die Anwendung bezogene Normen und Richtlinien konstruktive Anforderungen und beschreiben die erforderlichen Nachweise zur Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit eines Bauproduktes oder einer Bauart in einer baulichen Anlage.

Produktnormen finden bundesweit einheitlich Eingang in die Bauregellisten (BRL) A, B und C, die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Übereinstimmung mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder bekannt gemacht werden. Normen und Richtlinien für die Anwendung werden dagegen in jedem

Bundesland in den jeweiligen Listen der technischen Baubestimmungen separat bekannt gemacht. Hier kann also nicht von einer bundesweit einheitlichen Regelung ausgegangen werden, sondern es ist im jeweiligen Bundesland zu prüfen, welche Bestimmungen aktuell gültig sind.

### 2.9.1.4.2 Thermisch gebogenes Glas

Thermisch gebogenes Glas ist nicht in den Bauregellisten A, B und C enthalten. Somit handelt es sich hierbei im baurechtlichen Sinne um ein nicht geregeltes Bauprodukt. In diesem Fall kann die Verwendbarkeit nur über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder durch eine Europäisch Technische Zulassung (European Technical Approval – ETA) nachgewiesen werden. Liegt keiner der genannten Verwendbarkeitsnachweise vor, so ist die Beantragung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bei der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes oder einer von dort gegebenenfalls autorisierten Stelle erforderlich.

Die zur Zeit in allen Bundesländern eingeführten „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV) [1] und die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ (TRAV) [2] regeln die konstruktiven Vorschriften und erforderlichen Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise prinzipiell auch für gebogene Vertikalverglasungen.

Die TRLV stellen mit den enthaltenen Regelungen zu verwendbaren Glasarten, den konstruktiven Anforderungen, Hinweisen zur Glasbemessung usw. eine Grundlage der TRAV dar.

Für gebogenes Glas ist eine abZ erforderlich, in welcher die Produkteigenschaften und der Anwendungsbereich angegeben werden. Gebogene Vertikalverglasungen (ohne gegen Absturzsichernde Funktion) können dann ohne weiteres nach den TRLV bemessen werden. Umfasst der Anwendungsbereich der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung die TRLV, so kann das gebogene Glas auch zur Herstellung absturzsichernder Verglasungen nach den TRAV verwendet werden. Hinsichtlich des Verwendbarkeits- bzw. Anwendbarkeitsnachweises gelten dann zusätzlich die Bestimmungen der BRL A Teil 2 bzw. Teil 3. Danach ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) vorgesehen.

In der zukünftigen Glasbemessungsnorm DIN 18008, werden Konstruktionen mit gebogenen Gläsern nicht geregelt. Auch die Anwendung gebogener, linienförmig gelagerter Vertikalverglasungen, die derzeit in den TRLV geregelt sind, werden darin nicht mehr beschrieben. Die Anwendung des Bauproduktes „gebogenes Glas“ ist dann nur über eine Zulassung (abZ oder ETA) oder eine ZiE möglich.

Die in den TRLV angegebenen zulässigen Biegezugspannungen sowie das Bemessungsverfahren für die Berücksichtigung der Klimabelasten können nicht für die Bemessung gebogener Verglasungen verwendet werden. Es gelten grundsätzlich die Festlegungen der Produktzulassungen (abZ).

Die Nachweise der Stoßsicherheit nach Tabelle 2 der TRAV gelten nicht für gebogenes Glas.

## 2.9.2 Bauprodukte

### 2.9.2.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die verschiedenen gebogenen Bauprodukte gemäß den europäischen Produktnormen für plane Gläser aufgeführt. Ergänzend dazu werden die Unterschiede bzw. Besonderheiten für gebogene Gläser aufgezeigt.

Um planes von gebogenem Glas zu unterscheiden und die Produkte hinsichtlich ihrer Eigenschaften gegeneinander abzugrenzen, wird die Abkürzung gb (gebogen) als Ergänzung zu den bekannten Abkürzungen für Bauprodukte aus Glas eingeführt.

### 2.9.2.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float)

Das Ausgangsprodukt für gebogenes Floatglas (gb-Float) wird in EN 572-2 beschrieben. Demnach ist Floatglas ein planes, durchsichtiges, klares oder gefärbtes Kalk-Natronsilicatglas mit parallelen und feuerpolierten Oberflächen, hergestellt durch kontinuierliches Aufgießen und Fließen über ein Metallbad.

Darüber hinaus sind auch andere Basisglaserzeugnisse nach EN 572, z. B. Ornamentglas, Drahtglas, Drahtspiegelglas, Profilbauglas, als gebogenes Produkt herstellbar. Hier ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen. Die Normen für diese Produkte beziehen sich ebenfalls nur auf planes Glas.

### 2.9.2.3 Gebogenes Einscheiben-Sicherheitsglas (gb-ESG)

Die Produktnorm EN 12150-1 beschreibt nur planes ESG. Jedoch wird im informativen Teil dieser Norm (Anhang B) folgendes formuliert:

„Gebogenem thermisch vorgespanntem Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas angewandt werden.“

### 2.9.2.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)

Die Produktnorm EN 1863-1 beschreibt nur planes TVG. Jedoch wird im informativen Teil dieser Norm (Anhang B) folgendes formuliert:

„Gebogenem teilvorgespannten Kalk-Natron-Glas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes teilvorgespanntes Kalk-Natron-Glas angewandt werden.“

Es ist zu beachten, dass vor allem das Bruchbild von planem TVG nicht exakt auf gebogenes TVG übertragbar ist. In Deutschland ist für TVG und VSG aus TVG eine abZ erforderlich.

### 2.9.2.5 Gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (gb-VG oder gb-VSG)

Die Produktnorm EN 14449 beschreibt nur planes VG und VSG.

Für die Anwendung in Deutschland muss VSG aber zusätzlich den Anforderungen nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.14 entsprechen. Somit ist VSG ein Bauprodukt mit Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) nach BRL oder aus anderen Zwischenschichten, deren Verwendbarkeit nachgewiesen ist. Welche Zwischenschicht, außer PVB, für gebogenes VSG verwendet werden darf, ist der entsprechenden abZ zu entnehmen.

VG dagegen ist ein Bauprodukt mit sonstigen Zwischenlagen, deren Eigenschaften nicht nach BRL oder einer abZ nachgewiesen sind.

### 2.9.2.6 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  $> 1.000$  mm stimmen mit dieser Norm überein, ohne die zusätzlichen Prüfungen für gebogene Prüfkörper durchlaufen zu haben. Einheiten mit einem Biegeradius von  $1.000$  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.

### 2.9.2.7 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.

### 2.9.3 Bauphysik

#### 2.9.3.1 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.

#### 2.9.3.2 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“ in der Regel mit 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.

## 2.9.3.3 Schallschutz

Die Messung des Schalldämmwertes erfolgt nach EN ISO 140 und die Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes nach EN ISO 717. Die Messung wird an planen Verglasungen der Größe 1,23 x 1,48 m durchgeführt.

Die Übertragbarkeit auf gebogene Verglasungen ist nur bedingt möglich, da die abstrahlende Oberfläche größer ist als bei in der Größe vergleichbaren, planen Scheiben. Hier ist eine Prüfung bei einem geeigneten Prüfinstitut zu empfehlen.

## 2.9.4 Sicherheit mit Glas

### 2.9.4.1 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.

### 2.9.4.2 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.

#### 2.9.4.2.1 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 (Arb-StättV) 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.

Abb. 2.17: Beispiele gebogener Gläser



Bei UW/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.

## 2.9.5 Visuelle Qualität

Grundsätzlich gilt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ [3]. Zusätzlich in den in Abschnitt 3 der Richtlinie genannten Fehlerzulässigkeiten sind bei gebogenem Glas Einbrände, Beschichtungsfehler und Flächenabdrücke zulässig. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung und aus einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht.

Die Durchsicht und der Farbeindruck werden durch die Biegung des Glases beeinflusst, weil die Reflexion gebogener Gläser aufgrund optischer Gesetzmäßigkeiten stets eine andere ist als bei planem Glas.

Das Reflexionsverhalten wird durch folgende Kriterien beeinflusst:

- die Eigenreflexion des Basisglases
- Beschichtungen

Tab. 2.3: Toleranzen

	Glasdicke (T)
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	≤ 12 mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	> 12 mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	≤ 12 mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	> 12 mm
Konturtreue (PC)**	-
Geradheit der Höhenkante (RB)	≤ 12 mm
Geradheit der Höhenkante (RB)	> 12 mm
Verwindung (V) ***	-
Kantenversatz (d) *** ≤ 5 m <sup>2</sup>	-
Kantenversatz (d) *** > 5 m <sup>2</sup>	-
Lage der Lochbohrung	-
Glasdickentoleranz	-

\* Bei VG/SVG ist die Glasdicke die Summe der Einzelglasdicken ohne Zwischenlage. Die Toleranzen gelten für VG/AVSG aus Floatglas, ESG oder TVG.

\*\* Bei gebogenem Glas ist stets mit tangentialen Übergängen sowie Aufwölbungen der Abwicklungskanten zu rechnen.

- Biegeradius
- Große Biegewinkel (z. B. über 90°)
- Tangentiale Übergänge (s. Abb. 2.23)
- Glasdicke

Es wird die Anfertigung von Musterscheiben empfohlen, um einen ersten Eindruck der optischen Qualität und des visuellen Eindrucks zu erhalten.

## 2.9.6 Toleranzen

Die nachfolgend genannten Toleranzen gelten für zylindrisch gebogenes Glas. Die Toleranzen der Tabelle 2.3 sind für eine maximale Kantenlänge von 4.000 mm und einen maximalen Biegewinkel von 90° festgelegt.

Bei darüber hinausgehenden Abmessungen ist mit dem Hersteller Rücksprache zu halten. Die angegebenen Toleranzen sind für alle Kantenbearbeitungen anzuwenden. Die Qualität der Kantenbearbeitung ist mindestens gesäumt. Alle anderen Kantenbearbeitungen sind vor Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren. Für Sonderanwendungen, z. B. im Schiffsbau als Yachtglas oder im Möbelbau, sind die Toleranzen mit dem Hersteller zu vereinbaren. Alle angegebenen Toleranzen beziehen sich auf die Glaskanten.

Floatglas	ESG	VG/VSG*	2-fach Isoliertglas	
± 2	± 2	± 2	± 2	mm
± 3	± 3	± 3	± 3	mm
± 3	± 3	± 3	± 3	mm
± 4	± 4	± 4	± 4	mm
± 3 mm/m		± 3 mm/m		
Absolutwert: min. 2 mm		Absolutwert: min. 2 mm		
max. 4 mm		max. 5 mm		
± 2	± 2	± 2	± 2	mm je lfm.
± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
-	-	± 2	± 3	mm
-	-	± 3	± 4	mm
-	EN 12150	EN 12150	-	mm
EN 572	EN 572	-	-	mm

\*\*\* 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.

## ■ Örtliche Verwerfung

Die Angaben der Produktnormen für planes ESG und TVG können nicht unbedingt auf gebogenes Glas übertragen werden, da diese u. a. von der Glasgröße, der Geometrie sowie der Glasdicke abhängig sind.

Im Einzelfall sind diese Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen.

## ■ Konturtreue (PC)

Konturtreue bezeichnet die Genauigkeit einer Biegung. Alle Kanten der Kontur werden um 3 mm nach innen/außen versetzt. Die Biegekantur darf nicht mehr als dieses Maß von der Soll-Kontur abweichen (s. Abb. 2.18). Bei der Prüfung der Konturtreue darf das Glas innerhalb dieser Soll-Kontur gemittelt werden.

Abb. 2.18: Schematische Darstellung Konturtreue (PC)

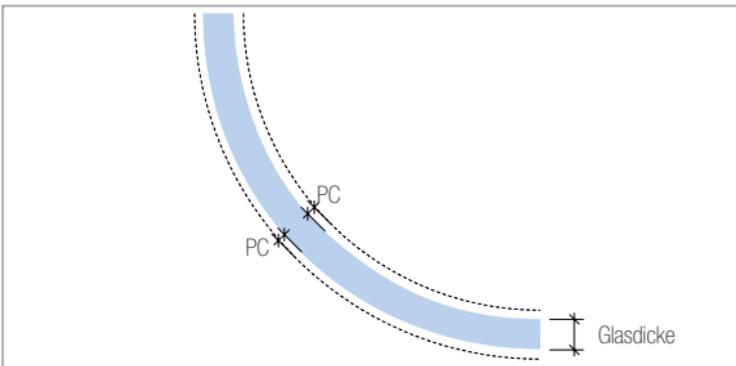


Abb. 2.19: Geradheit der Höhenkante (RB)

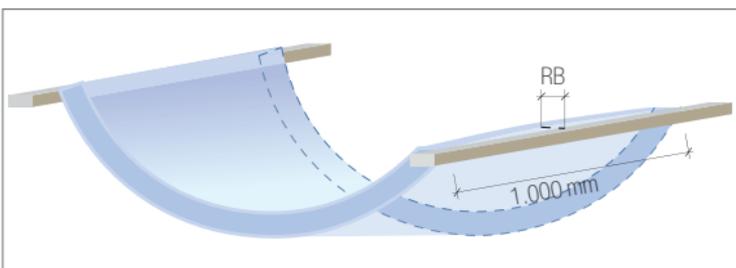
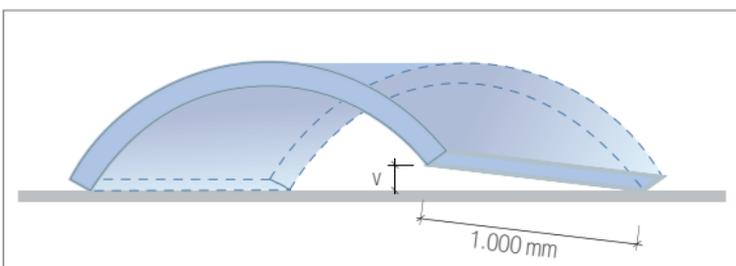


Abb. 2.20: Schematische Darstellung Verwindung (V)



## ■ Verwindung (V)

Verwindung beschreibt die Genauigkeit der Parallelität der Höhenkanten im gebogenen Zustand. Die Verwindung darf bei gebogenem Glas max.  $\pm 3$  mm je lfm. (gerade Kante) betragen (s. Abb. 2.20). Hierfür muss das Glas mit den Höhenkanten auf eine plane Oberfläche gelegt und dann geprüft werden (konvexe Lage bzw. N-Lage).

Abb. 2.21: Kantenversatz bei VSG (d)

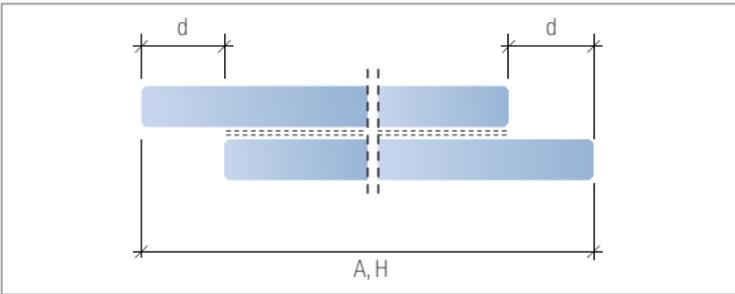
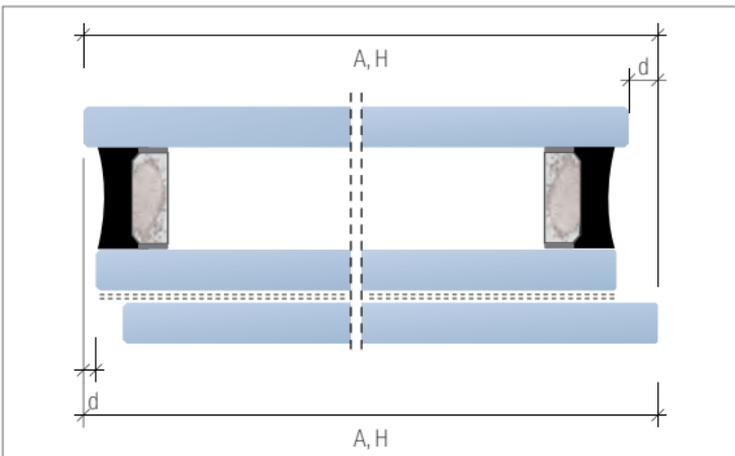


Abb. 2.22: Kantenversatz bei Isolierglas (d)



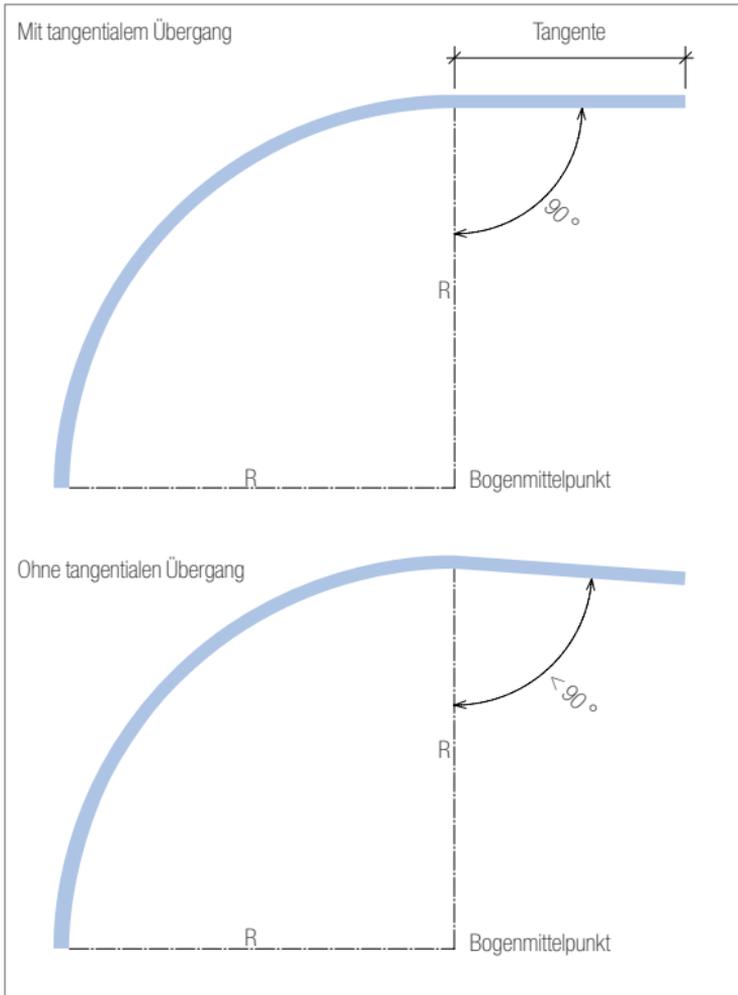
## ■ Tangentiale Übergänge

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.

Abb. 2.23: Anwendungsbeispiel



Abb. 2.24: Tangentiale Übergänge



## 2.9.7 Bemessung

### 2.9.7.1 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.

### 2.9.7.2 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 Schalentragswirkung der gebogenen Einzelgläser ist bei der Ausführung als Isolierglas nicht so groß wie in der Anwendung als Einfachglas.

Ein statischer Nachweis dieser hohen Beanspruchungen ist nur unter Ansatz der Glaskrümmung möglich. Die Klimalasten dürfen nicht nach den TRLV [1] bestimmt werden, da diese aus der Plattentheorie für ebene Glasscheiben abgeleitet sind.

Gebogene Isolierglaseinheiten mit planen Ansatzstücken sind in der Dimensionierung besonders zu betrachten, da der plane Teilbereich deutlich biegeweicher ist als der gebogene Bereich.

Die Belastung des Isolierglas-Randverbundes ist durch die höheren Klimalasten bei gebogenem Isolierglas im Vergleich zu planem Isolierglas größer. Die Ausbildung des Randverbundes ist entsprechend durchzuführen.

Das kann wiederum Auswirkungen auf die Randverbundbreite bzw. den erforderlichen Glaseinstand haben. Dies ist bereits bei der Planung und Konstruktion zu beachten.

### 2.9.7.3 Berechnungsgrundlagen

#### Charakteristische Biegezugfestigkeiten

Für ebene Glasscheiben sind die charakteristischen Biegezugfestigkeiten in den Produktnormen oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (z. B. bei TVG) festgelegt. Die Anwendung von gebogenen Glasscheiben ist bisher nur möglich, wenn eine ZIE erteilt oder ein Produkt mit einer abZ verwendet wird. Sind in einer abZ zulässige Spannungen definiert, können diese direkt zur Bemessung herangezogen werden. Werden charakteristische Werte angegeben, ist wie im Falle der Verwendung von Werten aus Versuchen zu verfahren.

Bei der Verwendung eines gebogenen Glases ohne abZ sollten, in Abstimmung mit der obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes, die der Bemessung zu Grunde liegenden charakteristischen Biegezugfestigkeiten des jeweiligen Herstellers, ermittelt bei einem Prüfinstitut, bestätigt werden.

Grundlage hierfür ist eine fundierte statistische Auswertung von Versuchen mit entsprechend ausreichend großer Probenzahl (z. B. 20 Stück). Eine Beschreibung der Versuchsdurchführung erfolgt in [4] und [5].

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  $f_{g,k}$  nach Tabelle 2.4 verwendet werden. Auf Basis des globalen Sicherheitskonzeptes der TRLV [1] können die zulässigen Biegezugspannungen ingenieurmäßig mit einem Sicherheitsbeiwert in Anlehnung an die TRLV ermittelt werden. Im Einzelfall ist dieses Vorgehen mit der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes abzustimmen.

**Tab. 2.4: Charakteristische Biegezugfestigkeiten in Anlehnung an [4]**

Glasart	$f_{g,k}$ (N/mm <sup>2</sup> ) Glasfläche	Glaskante
Gebogenes Floatglas (gb-Float)	40	32
Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	55	55
Gebogenes vorgespanntes Glas (gb-ESG)	105	105

## 2.9.7.4 Gebrauchstauglichkeit

### 2.9.7.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung

Die Durchbiegung der gebogenen Verglasung ist so zu beschränken, dass ein Herausrutschen aus den Glasauflagern sicher verhindert wird und die Gebrauchstauglichkeitskriterien erfüllt werden.

### 2.9.7.4.2 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.

## 2.9.7.5 Lagerung und Transport

Die Verglasungseinheiten müssen entsprechend ihrer Geometrie spannungsarm stehend gelagert und transportiert werden. Die Vorgaben des Herstellers sind zu beachten. Die Unterlagen und Abstützungen gegen Kippen dürfen keine Beschädigungen des Isolierglas-Randverbundes oder des Glases hervorrufen.

Die Verglasungseinheiten dürfen auch nicht kurzzeitig auf hartem Untergrund, wie z. B. Beton- oder Steinböden, abgesetzt werden.

Beim Manipulieren und Einsetzen dürfen der Randverbund und die Glaskanten nicht beschädigt werden, da auch kleine Kantenbeschädigungen der Scheiben, die nicht sofort erkennbar sind, möglicherweise die Ursache für späteren Glasbruch sein können.

Generell sind die Verglasungseinheiten vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.

Alle Verglasungseinheiten sind vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

Der Transport schwerer Verglasungseinheiten muss so durchgeführt werden, dass alle Einzelscheiben gleichmäßig gehalten werden. Das kurzzeitige Anheben der Verglasungseinheit an nur einer Scheibe zum Manipulieren und Einsetzen ist möglich und sollte mit geeigneter Ausrüstung erfolgen.

Beim Transport von Isolierglas in oder über größere Höhen über NN ist wegen der möglichen Druckunterschiede des Scheibenzwischenraumes zum Umgebungsklima (abhängig von der Höhe über NN des Herstellungsortes) möglicherweise die Verwendung eines Druckausgleichventils erforderlich. Dies ist bei der Bestellung beim Glashersteller anzugeben.

## 2.9.7.6 Verglasung

### 2.9.7.6.1 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.

### 2.9.7.6.2 Konstruktive Hinweise

Aufgrund seiner hohen Steifigkeit sind die Toleranzen des gebogenen Glases (s. Kap. 2.9.6) 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.

### 2.9.7.6.3 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 [6] zu beachten.

Zusätzlich sind Toleranzen der Unterkonstruktion zu berücksichtigen. Es wird die Ausführung von Fenster- und Fassadensystemen mit Nassversiegelung empfohlen. Die Hersteller von gebogenem Glas sollten frühzeitig in die Planung mit einbezogen

werden, um die Besonderheiten der gebogenen Gläser konstruktiv mit berücksichtigen zu können. Dies ist im Besonderen auch für den Einsatz im konstruktiven Glasbau notwendig.

## 2.9.7.7 Klotzung

Die Grundprinzipien der Klotzung sind in [7] beschrieben. Die Klotzung muss die Last der Verglasungseinheit sicher in die Unterkonstruktion einleiten. Die Verglasungseinheiten übernehmen in der Regel keine Lasten aus der Konstruktion. Sollen planmäßig Lasten aus der Konstruktion übernommen werden, ist dies in der statisch-konstruktiven Planung zu berücksichtigen. Es sollte auch Rücksprache mit dem Glashersteller oder Systemgeber gehalten werden. Bei allen Systemen mit gebogenen Gläsern ist der umlaufende Dampfdruckausgleich sowie eine dauerhafte Entwässerung sicher zu stellen. Die Klotzung selbst ist eine Planungsaufgabe und sollte vor der Ausführung der Montage erfolgen.

Der mittig gesetzte Distanzklotz (s. Abb. 8) dient der Stabilisierung und verhindert das Abkippen der Verglasung während der Montage. Dieser muss nach der Fixierung der Verglasung wieder entfernt werden.

Gebogenes Einfachglas oder Isolierglaseinheiten im senkrechten Einbau müssen wie plane Scheiben geklotzt werden. Bei System 1 wird das Glasgewicht auf die untere gebogene Glaskante über die Tragklötze an die Rahmenkonstruktion und dann weiter an die Haltekonstruktion abgeleitet (s. Abb. 8). Bei abweichenden Einbausituationen, z. B. geneigte Verglasungen, ist der Hersteller bzw. Planer zu kontaktieren.

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. sphä-

Abb. 2.25: Anordnung der Klotzung bei System 1

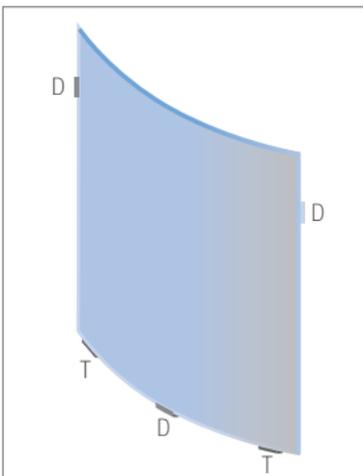
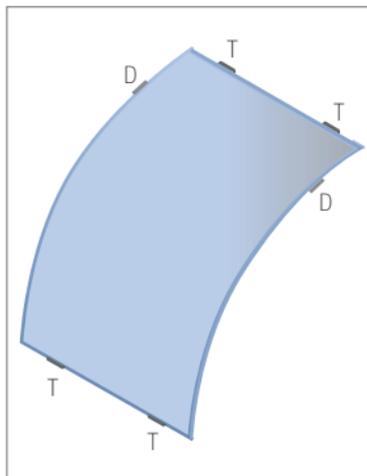


Abb. 2.26: Anordnung der Klotzung bei System 2



rischer 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.

### 2.9.7.7.1 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.

### 2.9.7.8 Aufmaß

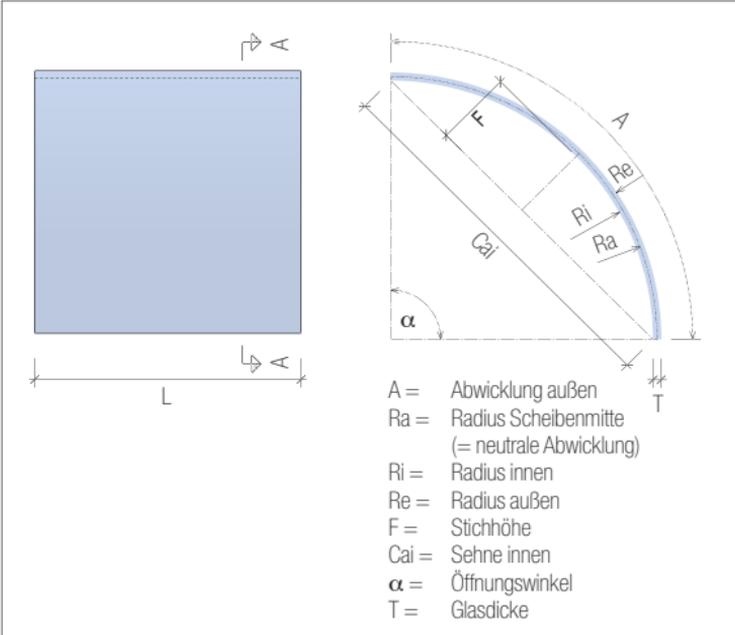
Um das gewünschte Endprodukt herzustellen, ist bei gebogenem Glas ein äußerst genaues Aufmaß und die Angabe unterschiedlicher Informationen zu Abmessungen etc. sehr wichtig. Bei zylindrisch gebogenen Gläsern sind, unabhängig von der geplanten Glasart, zur Ermittlung einer technisch machbaren und kostengünstigen Lösung unbedingt die nachstehend aufgeführten Parameter anzugeben.

Hierzu gehört die Angabe von mindestens zwei der nachstehend genannten Werte:

- Abwicklung
- Biegeradius
- Stichhöhe (innen oder außen)
- Öffnungswinkel.

Außerdem sind die Länge der geraden Kante sowie die Anzahl der Scheiben anzugeben.

Abb. 2.27: Aufmaß



## 2.9.7.9 Literatur

- [1] TRLV:2006-08 - Technische Regeln zur Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [2] TRAV:2003-01 - Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [3] Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen. Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf, 05/2009
- [4] Bucak, Ö., Feldmann, M., Kasper, R., Bues, M. Ilguth, M.: Das Bauprodukt „warm gebogenes Glas“ – Prüfverfahren, Festigkeiten und Qualitätssicherung. Stahlbau Spezial (2009) - Konstruktiver Glasbau, S. 23 – 28
- [5] Ensslen, F., Schneider, J., Schula, S.: Produktion, Eigenschaften und Tragverhalten von thermisch gebogenen Floatgläsern für das Bauwesen – Erstprüfung und werkseigene Produktionskontrolle im Rahmen des Zulassungsverfahrens. Stahlbau Spezial (2010) – Konstruktiver Glasbau, S. 46 –51
- [6] DIN 18545: Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 1: Anforderungen an Glasfalze. Beuth-Verlag, Berlin, 02/1992
- [7] Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3: Verklotzung von Verglasungseinheiten. Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf, 7. Auflage, 2009

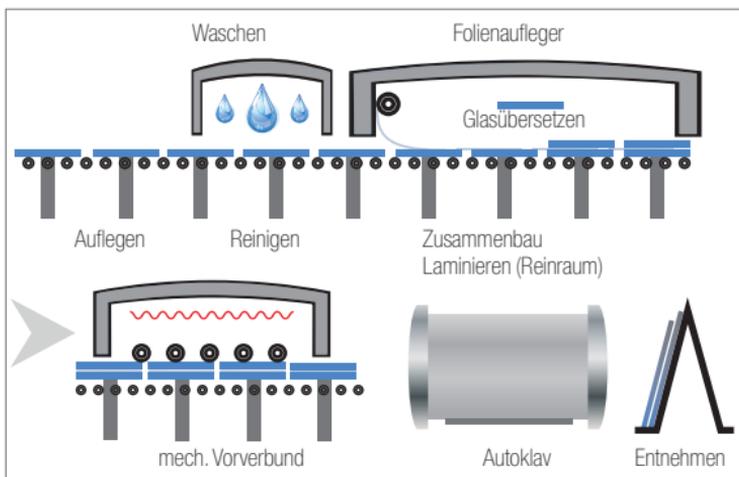
## 2.10 Verbund-Sicherheitsglas und Verbundglas

### 2.10.1 Herstellung

Verbund-Sicherheitsglas (VSG) besteht aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die durch spezielle Zwischenschichten fest zu einer Einheit verbunden sind. VSG ist auf europäischer Ebene in der EN 14449 geregelt. In Deutschland ist nur VSG mit einer Zwischenschicht aus Polyvinylbutyral (PVB), dessen Reißfestigkeit und Bruchdehnung nachgewiesen ist, in der Bauregelliste enthalten. Andere Zwischenschichten z.B. aus Ethylenvinylacetat (EVA), SentryGlas® Plus benötigen eine allgemein bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE). Die Sicherheitswirkung von VSG beruht auf der hohen Reißfestigkeit der Zwischenschicht und deren großer Adhäsion am Glas. Bei mechanischer Überlastung durch Stoß oder Schlag bricht das Glas zwar an, aber die Bruchstücke haften an der PVB-Schicht. Dadurch wird die Verletzungsgefahr reduziert und ernsthafte Schnittverletzungen vermieden.

Je nach der gewünschten Funktion variieren Anzahl und Dicke der Glasscheiben und Zwischenschichten. Verbunden wird das „Glas-Folien-Sandwich“ entweder unter Druck und Wärme in einem Autoklaven, oder unter Vakuum in einen speziellen Ofen.

Abb. 2.28: Herstellung Verbund-Sicherheitsglas



### 2.10.2 Bauphysikalische Eigenschaften

Wärmeleitvermögen, thermische Ausdehnung, Zug- und Druckfestigkeit, Elastizitätsmodul, Flächengewicht sowie chemische Eigenschaften entsprechen denen der einzelnen Basisgläser. Die Lichtdurchlässigkeit resultiert aus den Werten der verarbeiteten Basisgläser und PVB-Zwischenschichten und liegt je nach Dicke der Aufbauten zwischen 90 % und 70 %.

Der Farbwiedergabeeindruck wird durch Anzahl, Dicke und Art der Einzelscheiben, sowie der verwendeten PVB-Schichten beeinflusst. Bei dicken Einheiten ist daher die Verwendung von eisenoxidarmen Glas zu empfehlen.

Zu Gestaltungszwecken lassen sich auch ohne Zugeständnisse an die Sicherheitseigenschaften farbige PVB-Folien einlegen, die wie auch die klaren Folien transparent oder transluzent sein können.

Für den Lärmschutz bieten sich spezielle PVB-Folien mit schalldämmenden Eigenschaften an. NC-Folien (Noise Control) der UNIGLAS GmbH & Co. KG erfüllen neben der Schalldämmung zahlreiche Sicherheitsfunktionen und sind als VSG im Sinne der Norm und den Technischen Regelwerken einzustufen.

### 2.10.3 Schlagfestigkeit

Abhängig von Scheibengröße und VSG-Aufbau werden die Anforderungen des Pendelschlagversuchs an Glas für bauliche Anlagen (nach EN 12600) erfüllt. Der Pendelschlagversuch dient zur Ermittlung des Verhaltens von Glas bei stoßartiger Belastung.

### 2.10.4 Anwendungen

- Verletzungsschutz
- Sportstätten
- Überkopfverglasungen
- Trennwände
- Brüstungen und Geländer
- Begehbare Glas
- Fassaden
- Raumhohe Verglasungen

Bei Verglasungen mit absturzsichernder Funktion sind die Vorschriften der jeweiligen nationalen Baubestimmungen, wie in Deutschland die DIN 18008-4, zu beachten (siehe → Kap. 9.6).

### 2.10.5 Widerstandsklassen nach EN

Eine spezielle Produktreihe von Verbund-Sicherheitsgläsern ist die mit einbruch- und angriffhemmender Wirkung, die sich durch Kombination unterschiedlich dicker Glas- und Folienschichten nahezu beliebig genau definieren lässt. Die Gläser sind von offiziellen Prüfstellen nach geltenden EN-Normen geprüft und in verschiedenen Widerstandsklassen verfügbar (siehe → Kap. 7).

### 2.10.6 Dekoratives Verbundglas

Zwischen die Einzelscheiben von Verbundglas können auch voluminösere Accessoires integriert werden, wie Gräser, Metalle etc. In diesem Falle sind mehrere Zwischenschichten aus PVB oder EVA oder auch spezielle Gießharzzwischenschichten erforderlich, welche die Einbauten einschließen. Diese Art der Verbundgläser erfüllen per se nicht die Anforderungen an Sicherheitsglas.

Abb. 2.29: Beispiele dekorativer Verbundgläser



Daher muss, sofern Sicherheitseigenschaften gewünscht werden, die Eignung dieser Gläser eigens nachgewiesen sein und eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) eingeholt werden, bzw. eine allgemein bauaufsichtliche Zulassung (abZ) vorliegen. Sinngemäß gilt dies auch bei Anordnung eines fotorealistischen Farbdruks oder einer Oberflächenbeschichtung des Glases zur Zwischenschicht.

## 2.11 Selbstreinigung

### 2.11.1 Grundlagen

Selbstreinigende Gläser sind seit einigen Jahren fester Bestandteil der Produktpaletten. Dabei gibt es unterschiedliche Ansätze sowohl in der Dauerhaftigkeit der Beschichtung als auch in der Wirkungsweise. Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass solche selbstreinigenden Gläser keinesfalls nie mehr zu reinigen sind, sondern vielmehr werden je nach Produkt die Reinigungsintervalle erheblich verlängert.

## 2.11.2 Produkte

### 2.11.2.1 UNIGLAS® | ACTIVE Leichtpflegeglas

Je nach Anwendung bietet die UNIGLAS GmbH & Co. KG die für den vorgesehenen Einsatzzweck des Glases idealen „Easy to clean“ – Beschichtungen an. Bei der Anwendung in der Fassade aktiviert die natürliche UV – Strahlung des bedeckten Himmels die Funktionsschicht von UNIGLAS® | ACTIVE. Durch die Schicht wird in einem kontinuierlichen Prozess jegliche Art von organischem Schmutz zersetzt. Darüber hinaus wirkt die Schicht hydrophil (griech. Wasser liebend), das heißt ein anschließender Regenguss läuft nicht in Form von Tropfen über die Glasscheibe, sondern als Wasserfilm, der den zersetzten Schmutz mit sich spült. Voraussetzung für diesen photokatalytischen und hydrophilen Effekt sind natürliches Tageslicht und Wasser, die beide ungehindert an die Glasfläche herankommen müssen.

So wird sowohl im Privathaushalt als auch bei großen Fassadenverglasungen der Reinigungsaufwand stark minimiert. Die Funktionsschicht aus Titanoxid wird direkt nach der Formgebung innerhalb der Glasherstellung appliziert, hält dauerhaft und ist gegen Umwelteinflüsse resistent. Reinigungszyklen können wesentlich verlängert werden, sodass sich UNIGLAS® | ACTIVE innerhalb kurzer Zeit amortisiert.

Nachteil dieser Schicht ist, dass nur eine Anwendung im Freien in Frage kommt. Ferner gibt es eine Unverträglichkeit zu Silikonölen, welche die hydrophile Eigenschaft aufhebt. Daher gelten besondere Anforderungen an die Verglasungssysteme bis hin zu den Fensterdichtungen.

### 2.11.2.2 UNIGLAS® | NANO Leichtpflegeglas

Als Alternative hierzu werden unter UNIGLAS® | NANO hydrophobe (griech. Furcht), also Wasser abweisende Beschichtungen angeboten. Diese Schichten basieren auf chemischer Nanotechnologie und zeichnen sich durch sehr hohe Abriebbeständigkeit und hohe Resistenz gegen gängige Reinigungsmittel aus. Aufgrund der hohen UV-Stabilität lassen sich diese Schichten

Abb. 2.30: Anwendungsbeispiel



auch im Außenbereich einsetzen, sofern nicht auf Silikondichtungen verzichtet werden soll.

Wie bereits bei UNIGLAS® I ACTIVE führt auch UNIGLAS® I NANO zum so genannten Lotuseffekt, der die Reinigung der Glasoberflächen deutlich erleichtert.

Ihr UNIGLAS®-Partner empfiehlt Ihnen gerne die optimale Beschichtung, abgestimmt auf Ihre Anforderungen.

### 2.11.2.3 UNIGLAS® I SHOWER Leichtpflegeglas

UNIGLAS® I SHOWER ist ein speziell für Duschen entwickeltes Glas, welches im Vergleich zu herkömmlichem Glas für Duschartrennungen revolutionäre Eigenschaften besitzt. UNIGLAS® I SHOWER ist permanent beständig gegen Glaskorrosion und außergewöhnlich leicht zu reinigen. Herkömmliches Glas korrodiert unter dem Einfluss von Wasser, Wärme, Feuchtigkeit und Seife. Die Glasoberflächen von Duschen werden rasch fleckig – die Oberfläche des Glases wirkt rau und unansehnlich.

Bei UNIGLAS® I SHOWER ist die der Dusche zugewandte Glasoberfläche durch ein spezielles Verfahren geschützt. Diese Technologie versiegelt die Glasoberfläche dauerhaft und sorgt dafür, dass Kalkflecken einfach abzuwischen sind. Anders als bei Anwendungen, die aufgesprüht oder eingerieben werden und sich früher oder später wieder lösen, ist die Oberfläche von UNIGLAS® I SHOWER dauerhaft.

UNIGLAS® I SHOWER benötigt im alltäglichen Gebrauch kein spezielles Handling und muss nachträglich nicht erneuert werden.

#### ■ Reinigung

UNIGLAS® I SHOWER benötigt keine speziellen Pflegemittel, sondern kann einfach mit einem feuchten Tuch gereinigt werden.

#### ■ Technik

Lieferbar als ESG in 6, 8 und 10 mm plan oder zylindrisch gebogen. Optional auch als „Weißglas“ und/oder satiniert lieferbar.

Abb. 2.31: Gegenüberstellung gewöhnliches Glas / Shower



### ■ Vorteile

- pflegeleichtes Glas: dauerhaft korrosionsbeständig
- Keine Reinigungsmittel notwendig
- weniger Reinigungsaufwand
- Erhöhung der Lebensdauer des Glases
- Verbesserung der Hygiene
- hohe Transparenz
- lang anhaltende Brillanz wie am ersten Tag
- wartungsfrei
- Umweltfreundlich
- Ideal für Allergiker

### ■ Anwendungsmöglichkeiten

- Private Haushalte
- Hotels
- Ferienanlagen
- Krankenhäuser
- Pflegeheime
- Wellness- und Saunabereiche
- Schwimmbäder

### 2.11.3 Einbau und Pflege

Die selbstreinigende Beschichtung ist fest mit der Glasoberfläche verbunden und weist eine sehr lange Lebensdauer auf. Wie bei jedem beschichtetem Glas sind bestimmte Punkte bei Einbau und Pflege zu beachten.

#### ■ Lagerung

Wie jedes Glasprodukt sollte UNIGLAS® Leichtpflegeglas als Basisglas oder transformiertes Produkt

- an einem trockenen, gut belüfteten Ort, vor größeren Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen geschützt,
- nicht in Räumen, die einen höheren Gehalt an organischen Dämpfen enthalten (z. B. Silikondämpfe in der Produktion oder Lösungsmittel aus Lackierereien) gelagert werden.

## ■ Handhabung

Zur Vermeidung von Beschädigungen darf die Schicht nicht mit harten oder spitzen Gegenständen in Berührung kommen. Kratzer können die Funktion beeinträchtigen.

## ■ Empfohlene Werkzeuge

- saubere Handschuhe, fettfrei, trocken, silikonfrei.
- saubere Sauger, in gutem Zustand, silikonfrei. Um die Sauberkeit der Sauger dauerhaft sicherzustellen, sollten geeignete Schutzüberzüge verwendet werden.

## ■ Verglasen

- Die beschichtete Seite muss im Fenster immer nach außen und bei UNIGLAS® I SHOWER nach innen, dh. zur Nasszelle weisen.
- Der Gebrauch von silikonhaltigen Produkten ist bei der Montage des Rahmens und dem Einsetzen der Scheibe ist bei UNIGLAS® I ACTIVE zu vermeiden (z. B. Klötze, silikonhaltige Öle und Dichtstoffe, Kleber, Gleitmittel).

## ■ Dichtstoffe zur Abdichtung Glas – Rahmen:

- Vorzugsweise Trockenverglasungssysteme wie EPDM (APTK) oder TPE.
- Dichtprofile bei UNIGLAS® I ACTIVE ausschließlich mit silikonfreien Gleitmitteln (Glycerin, Wachs, Talkum ...).
- In jedem Fall ist ein Übermaß an ölhaltigen Gleitmitteln zu vermeiden. Falls nötig, überschüssiges Öl mit einem Tuch und Brennspritus entfernen.
- Den Kontakt der Dichtstoffe mit der zur Montage notwendigen Fläche einschränken.
- Kitt mit Leinöl darf keinesfalls verwendet werden.

Die beschichtete Scheibe verschmutzt deutlich weniger als ein herkömmliches Glas. Eine Reinigung ist von Zeit zu Zeit gleichwohl erforderlich. Die Häufigkeit dieser Reinigung hängt von der Einbausituation (Ausrichtung der Verglasung zur Sonne, dem direkten Kontakt mit Schlagregen) und von den Umgebungsbedingungen (etwa der Luftverschmutzung) ab. Um dauerhaft eine brillante Glasoberfläche zu behalten wird empfohlen UNIGLAS® I SHOWER nach dem Duschbad trocken zu wischen oder bereits abgetrocknete Kalkflecken mit einem weichen Tuch zu entfernen.

Bitte die allgemeinen Hinweise zur Scheibenreinigung (siehe → Kap. 10.12.12) beachten.

### ■ Zur Reinigung empfohlene Gegenstände

- ein weiches und sauberes Tuch
- ein sauberer und nicht scheuernder Schwamm

Falls ein Abzieher verwendet wird, muss die Gummilippe sauber, in gutem Zustand und silikonfrei sein.

- Für die Reinigung zulässige Produkte

Viel klares Wasser und handelsübliche neutrale Glasreiniger sind ausreichend. Wie bei jedem Glas sollte das verwendete Wasser möglichst kalkarm sein. Falls nötig, demineralisiertes oder enthärtetes Wasser verwenden.

## 2.12 ShowerGuard®

ShowerGuard® ist ein speziell für Duschen entwickeltes Glas der Guardian, welches nach einem patentierten Verfahren hergestellt wird. Dieses Produkt wird auch unter der Produktfamilie UNIGLAS® I SHOWER vertrieben.

Abb. 2.32: Anwendungsbeispiel



## 2.13 DiamondGuard® – Scratch Resistant Glass

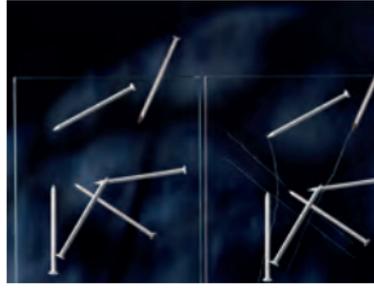
DiamondGuard® ist kratzunempfindlicher als herkömmliches Glas und kann daher seine ursprüngliche Eleganz länger bewahren. Mit einer patentierten Technologie wird das Glas einseitig mit einer diamantähnlichen Oberfläche veredelt, die es permanent schützt und nicht ablösbar ist.

Es ist 10-mal beständiger gegen Kratzer als reguläres Glas oder Edelstahl und resistent gegenüber allen Materialien, die unterhalb des Härtegrades von DiamondGuard® liegen, wie z. B. Schlüssel, Armbänder, Vasen etc. (s. Tabelle nächste Seite).

Tab. 2.5:

Härtegrad (Mohs-Härte)	Material (z.B.)
1	Talk
5,5	„Unbeschichtetes Glas, Messerklinge“
6,5	Fliesen, Stahlfeile
8	„DiamondGuard®, Topaz“
9	„Siliziumkarbid, Borkarbid“
10	Diamant

Abb. 2.33: DiamondGuard®



linke Bildhälfte: normales Glas;  
rechte Bildhälfte: „DiamondGuard®“

Bei herkömmlichem Glas zerstören diese Materialien auf Dauer die makellose Oberfläche. Überall dort, wo es auf das Erscheinungsbild ankommt, wird durch die Verwendung von DiamondGuard® die Häufigkeit des Glasaustausches erheblich reduziert.

## ■ Reinigung und Verträglichkeit

DiamondGuard® benötigt keine speziellen Pflegemittel, sondern kann mit einer Fülle handelsüblicher Reinigungsmittel gepflegt werden.

DiamondGuard® wurde positiv auf Verträglichkeit mit einer Reihe von Versiegelungssilikonem getestet.

## ■ Technik

Lieferbar als Floatglas in allen Dicken von 4 - 15 mm. Weitere Anforderungen (z. B. ESG und/ oder VSG) im Objektbereich sind auf Anfrage möglich.

## ■ Vorteile

- Erhöhung der Lebensdauer des Glases für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten im Innenbereich
- Verbesserung der Hygiene, da sich Schmutz und Bakterien nicht mehr in den Kratzern sammeln können
- hohe Transparenz
- pflegeleicht

## ■ Anwendungsmöglichkeiten

- Küche + Bad
- Möbelbereich (Tischplatten, Vitrinen, Glasmöbel, Phonomöbel etc.)
- Laden- und Laboreinrichtung
- Trennwände

- Schiebetüren
- Glasinnentüren
- Wandpaneele, auch mit rückseitiger Lackierung lieferbar
- Aufzüge
- Brüstungen

### 2.14 Brandschutzglas

Eine ganz spezielle Art des Sicherheitsglases stellt das Brandschutzglas dar. Transparente Bauteile gegen Rauch, Hitze und offene Flammen sind eine Herausforderung im Schadensfall. Deshalb sind Brandschutzgläser auch keine Handelsware wie andere Glasarten, sondern können ausschließlich in geprüften und zugelassenen Systemen erworben werden. Dabei haben diese Systeme bereits eine bauaufsichtliche Zulassung oder aber müssen eine Zulassung im Einzelfall (ZiE) (siehe à Seite 219) durchlaufen. Die Klassifizierung der einzelnen Anforderungen erfolgt nach EN 13501-2 und DIN 4102.

Dabei wird unterschieden in:

#### ■ Raumabschlüsse mit thermischer Isolation

Das ist die höchste Anforderung und bedeutet, dass weder Rauch noch Feuer noch Hitze in einer definierten Zeit durchdringen darf. Je nach Zeitdauer gibt es die Klassen EI (F) 30, 30 Minuten Standzeit, bis EI 120, 120 Minuten Standzeit, für das gesamte System (nach DIN 4102 F 30 – F 120). Bei EI-Verglasungen darf auf der dem Feuer abgewandten Seite die Temperatur innerhalb des benannten Zeitraums im Mittel nicht mehr als 140 K und an der ungünstigsten Stelle nicht mehr als 180 K erhöht sein.

#### ■ Raumabschlüsse mit reduzierter Hitzestrahlung

Hierbei muss der zu schützende Bereich 30 Minuten vor überdurchschnittlicher Hitzestrahlung, max. 15 kW/m<sup>2</sup>, aber absolut vor Rauch und Flammen geschützt werden, beispielsweise im Fluchtwegbereich – Klasse EW 30.

#### ■ Raumabschlüsse ohne Schutz vor Hitzestrahlung

Es darf kein Rauch und Feuer über die definierte Zeit von 30 Minuten in den Schutzbereich eindringen und die Gläser bleiben auch im Brandfall transparent – Klasse E (G) 30 (nach DIN 4102 G 30).

Der gesamte Themenkomplex Brandschutzglas ist derart umfangreich, dass an dieser Stelle diese Definition reichen muss. Bei konkreten Fragen und Projekten wenden Sie sich bitte an Ihren UNIGLAS®-Partner.

## 2.15 Röntgenschutzglas

Sichtverbindungen zwischen dem Leitstand und dem Röntgenraum, aber auch nach außen erfordern ein Glas, welches die Röntgenstrahlen zurückhält. Dies wird durch ein Spezialglas mit besonders hohem Bleigehalt und damit hoher Dichte erreicht. Maßgeblich für die Absorptionswerte sind EN 61331-2 und DIN 6841. Die UNIGLAS®-Partner vor Ort empfehlen rechtzeitig, das heißt noch in der Planungsphase, die Erfordernisse an die Verglasung hinsichtlich der Bleigehalte zwischen Planer und Lieferanten abzustimmen.

## 2.16 Sicherheitsspiegel und Spionspiegel

In bestimmten Anwendungsfällen müssen Spiegel aus Gründen der Verkehrssicherheit aus Sicherheitsglas hergestellt sein. Dabei ist es sowohl möglich, ESG zu belegen, die Rückseite mit einer speziellen splitterbindenden Folie zu versehen oder die Spiegel als VSG-Spiegel auszuführen. Eine weitere besondere Form des Spiegels ist der Spionspiegel. Spionspiegel sind einseitig teilverspiegelte Gläser, die als Trennung zwischen einem überwachten Raum und einem Beobachtungsraum oder zur Abdeckung von Informationsdisplays und Fernsehern eingesetzt werden. Die Reflexion der beschichteten Seite ist höher als diejenige der Glasseite. Somit kann der Beobachter in einen helleren Raum schauen (mind. Lichtverhältnisse zwischen den Räumen 1:10 Lux), während umgekehrt keine Durchsicht möglich ist.

Auch Spionspiegel sind als VSG-Spiegel erhältlich.

## 2.17 Entspiegeltes Glas

Für Glasvitrinen, Schaufenster oder weitere Anwendungen sind Lichtreflexionen von der Glasoberfläche oft störend.

Für diese Anforderungen ist es möglich, die Glasoberfläche(n) mit einer speziellen Beschichtung zu entspiegeln. Durch diese speziellen Beschichtungen wird die Reflexion auf ein Minimum reduziert. Höchste Farbbrillanz und unbehinderte Durchsicht werden erreicht. Entspiegeltes Glas kann zu Sicherheitsglas oder Isolierglas weiter verarbeitet werden.

## 2.18 Vogelschutzglas

Durch eine spezielle Beschichtung des Glases oder Aufbringen einer entsprechenden Folie wird für den Menschen unsichtbare Sonnenstrahlung reflektiert, welches von Vögeln jedoch erkannt wird. So werden Fenster und Glasfassaden für Vögel als Hindernis erkennbar. Die Funktion dieser Gläser wurde vom Max-Planck-Institut für Ornithologie unter Laborbedingungen experimentell bestätigt.



3.1	Aufbau	90
3.2	Wärmedurchgangskoeffizient	91
3.3	Einflussfaktoren für die Haltbarkeit von Mehrscheibenisolierverglasung	93
3.4	Glasstöße und Ganzglasecken von Mehrscheibenisolierverglasung	94
3.5	Emissionsgrad	106
3.6	Solare Gewinne	106
3.7	Globalstrahlungsverteilung	107
3.8	Lichttransmissionsgrad	107
3.9	Gesamtenergiedurchlassgrad	107
3.10	Durchlassfaktor	108
3.11	Strahlungstransmission	108
3.12	Direkter Strahlungsabsorptionsgrad	108
3.13	Farbwiedergabe-Index	109



3.14	Lichtreflexionsgrad	109
3.15	Circadianer Lichttransmissionsgrad	109
3.16	UV-Transmissionsgrad	109
3.17	Selektivitätszahl	110
3.18	UNIGLAS® I SLT	110
3.19	Sommerlicher Wärmeschutz	110
3.20	Interferenz-Erscheinungen	111
3.21	Isolierglas-Effekt	111
3.22	Taupunkt-Temperatur	112
3.23	Pflanzenwachstum hinter modernem Isolierglas	114
3.24	Elektromagnetische Dämpfung	115
3.25	Stufenisolierglas	116
3.26	Dekoratives Isolierglas	116
3.27	Glasdicken-Dimensionierung	119

## 3.0 Isolierglas-Terminologie

Isolierglas befindet sich in nahezu allen transparenten Abschlüssen der Gebäudehülle, sowohl in Fenstern und Türen wie auch in Fassaden. Der Begriff „Isolierglas“ ist in der Produktnorm EN 1279-1 wie folgt definiert: „Mehrscheiben-Isolierglas ist eine mechanisch stabile und haltbare Einheit aus mindestens zwei Glasscheiben, die durch einen oder mehrere Abstandhalter voneinander getrennt und im Randbereich hermetisch versiegelt sind.“

### 3.1 Aufbau

Im Scheibenzwischenraum (SZR) befindet sich Edelgas mit geringer Wärmeleitfähigkeit oder Luft. In den Anfängen der industriellen Isolierglasfertigung wurden drei verschiedene Techniken entwickelt, das Isolierglas zusammenzufügen:

- Verschweißen der Gläser
- Auflöten eines Bleisteges und
- Kleben

Von diesen drei genannten Systemen hat sich das Kleben als das heute übliche Produktionsverfahren durchgesetzt. Bei den Klebverfahren ist zwischen ein- und zweistufigem Randverbund zu unterscheiden. Isolierglas mit einer Dichtungsstufe besteht aus einem mit hochaktiven Trocknungsmittel gefüllten, perforierten Hohlprofil als Abstandhalter. Der Raum zwischen dem Abstandhalterprofil und den beiden Glaskanten wird mit einem elastischen Dicht- und Klebstoff ausgefüllt.

Bei Isolierglas mit zwei Dichtstufen, wie bei den UNIGLAS®-Isoliergläsern, wird zwischen dem Abstandhalterprofil und dem Glas eine weitere Dichtstufe (Primärdichtung) als umlaufende Dichtschnur aus Polyisobutylen (PIB) aufgebracht. Bei den Abstandhalterprofilen haben sich heute die wärmetechnisch verbesserten Materialien wie Edelstahl- oder Kunststoff-Komposite sowie Abstandhaltersysteme mit integriertem Trocknungsmittel als Standard durchgesetzt. Die Abstandhaltersysteme mit integriertem Trocknungsmittel werden direkt auf die Glasscheiben appliziert. Beim UNIGLAS® I STAR<sup>TPS</sup> ist der Abstandhalter zugleich Gasbarriere, während sich beim UNIGLAS® I STAR<sup>FLS</sup> eine Hochbarrierefolie auf dem Rücken und den Flanken des extrudierten Silikonstrangs befindet. Die Gasbarriere entsteht hier wie bei konventionellen Systemen durch PIB zwischen Abstandhalter und Glas (siehe → Kap. 4.1.1).

Funktionsisolierglas ist über die physikalischen Merkmale wie Wärmedämmung, Schall- und Sonnenschutz usw. definiert, die es zu erfüllen gilt.

## 3.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Maßeinheit für den Wärmeverlust durch ein Bauteil: der U-Wert einer Verglasung ist ein Parameter, der den Wärmedurchgang durch den mittleren Bereich der Verglasung, d. h. ohne Randeffekte, charakterisiert und die stationäre Wärmestromdichte je Temperaturdifferenz zwischen den Umgebungstemperaturen auf jeder Seite angibt. Der U-Wert wird in Watt je Quadratmeter und Kelvin angegeben ( $W/m^2K$ ). Je kleiner der U-Wert, desto besser die Wärmedämmung. Die Maßeinheit ist  $W/m^2K$ .

- U-Wert der Verglasung:  $U_g$  (= „ $U_{glass}$ “)
- U-Wert des Fensters:  $U_w$  (= „ $U_{window}$ “)
- U-Wert des Rahmens:  $U_f$  (= „ $U_{frame}$ “)
- U-Wert für Vorhangfassaden:  $U_{cw}$  („ $U_{curtain-wall}$ “)
- $\Psi$ -Wert = linearer Wärmedurchgangskoeffizient (PSI)
- $U_g$ -Wert

Die Berechnungsgrundlage für den  $U_g$ -Wert ist die EN 673.

Der Nennwert  $U_g$ -Wert einer Verglasung hängt von fünf Faktoren ab: dem Emissionsgrad der Funktionsschicht, der Breite des Scheibenzwischenraumes, der Art der Gasfüllung, dem Gasfüllgrad und der Dicke der Glasscheiben. Zur Ermittlung der Bemessungswerte sind nationale Bestimmungen zu beachten. Beim Sonderfall, dass ausschließlich das Isolierglas in bauseitigen Rahmen ausgetauscht wird ist ein Bemessungswert  $U_{g,BW}$  der Verglasung festzulegen. Dabei ist für Sprossen in Deutschland bei der Ermittlung des  $U_{g,BW}$  ein pauschaler Zuschlag von  $\Delta U_g$  nach Tabelle 10 aus DIN 4108-4:2013-02 zu berücksichtigen.

### ■ $U_f$ -Wert

Die Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmenprofils  $U_f$  erfolgt üblicherweise durch eine Messung des kompletten Profils nach EN 12412-2. Der  $U_f$ -Wert lässt sich jedoch auch mit einem Finite-Elemente-Programm (FEM) oder Finite-Differenzen-Programm nach EN ISO 10077-2 berechnen. Alternativ können die Wärmedurchgangskoeffizienten der Rahmen auch nach EN ISO 10077-1 Anhang D oder der ift-Richtlinie WA-04/1 ermittelt werden.

### ■ $\Psi$ -Wert

Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient  $\Psi$  beim Fenster beschreibt die Wärmebrücke im Übergangsbereich zwischen Fensterrahmen und Isolierglasrand. Der  $\Psi$ -Wert beziffert die Wärmemenge, die pro Zeiteinheit durch 1 m der Schnittlinie bei 1 K Temperaturunterschied zwischen der Raumseite und Außenseite verloren geht. Die Maßeinheit ist  $W/mK$ .

Die zur  $U_w$ -Wert-Berechnung notwendigen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten können als Pauschalwerte aus den Tabellen E.1 und E.2 der EN ISO 10077-1 entnommen werden. Üblicherweise werden  $\Psi$ -Werte von den Herstellern der Abstandhalterprofile für Standard-Rahmenmaterialien aus Metall, Holz oder Kunststoff zu Verfügung gestellt. Datenblätter für unterschiedliche Systeme und Rahmenmaterialien stellen Ihnen Ihre UNIGLAS®-Partner vor Ort gern zu Verfügung. Sollen abweichende  $\Psi$ -Werte verwendet werden, ist der detaillierte Nachweis durch eine notifizierte Stelle nach EN ISO 10077-2 zu führen. Das ift stellt mit seiner Richtlinie WA-08/1 „Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Ermittlung des  $\Psi$ -Wertes für Fensterrahmenprofile“ eine Vorgehensweise für repräsentative Werte zu Verfügung.

## ■ $U_w$ -Wert

Die Berechnungsgrundlage für den  $U_w$ -Nennwert ist die EN ISO 10077-1. Der Nennwert  $U_w$  des Wärmedurchgangskoeffizienten wird entweder aus den entsprechenden Tabellen F.1 bis F.4 des Anhangs F abgelesen oder gemäß nachstehender Formel berechnet:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \sum (l_g \cdot \Psi)}{A_f \cdot A_g}$$

- $U_w$ : Wärmedurchgang des Fensters
- $U_f$ : Wärmedurchgang des Rahmens (Bemessungswert!)
- $U_g$ : Wärmedurchgang der Verglasung (Nennwert)
- $A_f$ : Rahmenfläche
- $A_g$ : Glasfläche
- $l_g$ : Umfang der Verglasung
- $\Psi$ : linearer Wärmedurchgang der Glaskante

Zur Ermittlung der Bemessungswerte sind nationale Bestimmungen zu beachten. Beim Einbau von Sprossen ist z.B. in Deutschland für die Ermittlung des  $U_{w,BW}$  entweder ein pauschaler Zuschlag  $\Delta U_w$  nach Tabelle J.1 aus EN 14351-1:2006+A1:2010, Anhang J zu berücksichtigen oder die entsprechenden  $\Psi$ -Werte des Sprossenherstellers in die Formel einzusetzen.

## ■ $U_{cw}$ -Wert

Für die Ermittlung des  $U_{cw}$ -Wertes von System-Fassaden, in der Regel Pfosten-Riegel-Fassaden, bietet sich die Komponentenmethode an. Diese ist vom Grundsatz identisch mit dem Verfahren für Fenster (EN 10077-1).

Für jede Komponente der Fassade wie Pfosten, Riegel, Fensterrahmen, Verglasung, opake Füllung etc. wird der Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt. Der U-Wert der kompletten Fassade setzt sich wie bereits bei der  $U_w$ -Wert-Berechnung aus den flächenanteilmäßig gewichteten U-Werten der einzelnen Komponenten zusammen. Hinzu kommen noch die zugehörigen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\Psi$ , mit denen die wärmetechnische Wechselwirkung der Bauteile im Anschlussbereich erfasst wird. Bei Fassaden sind auch Haltekonstruktion und Unterkonstruktion zu berücksichtigen. (Erweiterung der oben angegebenen Formel durch Paneele und Wärmebrückeneffekte).

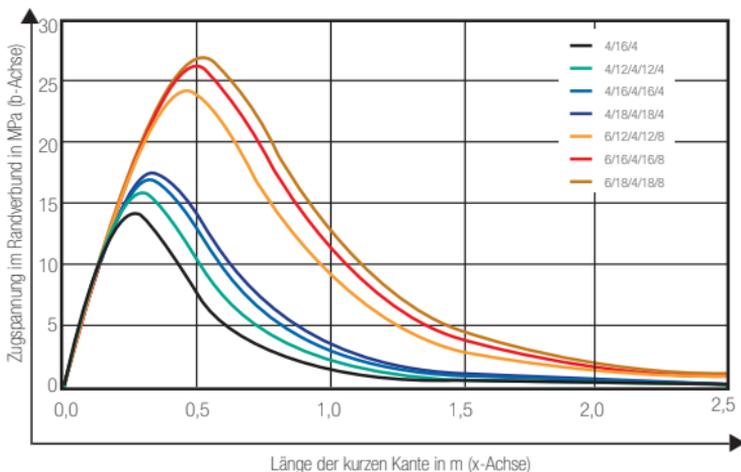
Sofern Komponentenwerte nicht ausreichend definiert sind, kann auch eine Einzelbeurteilungsmethode angewendet werden. Eine solche Methode ist z.B. für eine „Structural Sealant-Glazing-Fassade“ sinnvoll. Um die Komponentenmethode bei Isolierglasecken und Isolierglasstößen anwenden zu können, bietet Kapitel 3.4 wichtige Hinweise:

## 3.3 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit von Mehrscheiben-Isolierglas

### 3.3.1 Scheibenzwischenraum und Scheibenformat (Fläche, Seitenverhältnis)

Die Belastung für das System steigt mit der Größe des Scheibenzwischenraumes. Zwei Scheibenzwischenräume von Dreifach-Wärmedämmgläsern addieren sich in ihrer Wirkung 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.

**Abb. 3.1: Verhältnis der Zugspannungen im Isolierglasrandverbund in Abhängigkeit des Glasaufbaus**



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.

### 3.3.2 Rückenüberdeckung

Die mechanischen Belastungen für den Randverbund sind bei Dreifach-Wärmedämmgläsern höher. Aus diesem Grund sollte die Rückenüberdeckung, insbesondere bei schmalen Formaten, erhöht werden.

## 3.4 Glasstöße und Ganzglasecken von Mehrscheibenisolierglas

### 3.4.1 Einführung

Seitdem die Bauhausarchitektur eine Renaissance erlebt sind rahmenlose Konstruktionen, bei denen die Verglasungen quasi ohne Unterbrechung durchgängig ausgeführt werden, nicht mehr wegzudenken. Ziel der Planer ist es, mit minimalem Materialeinsatz eine gewisse Leichtigkeit der Gebäude zu erreichen, was durch Schaffung maximaler Transparenz der Gebäudehülle und Zurücknahme der sichtbaren Konstruktion erreicht wird.

Zu den Zeiten der großen Bauhausarchitekten, wie Le Corbusier waren Einfachverglasungen üblich, bei denen dieses Ziel mit einfachen konstruktiven Lösungen erreicht wurde. Hohe Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäude erfordern eine exakte Detailplanung. Durch den Randverbund des Isolierglases wird die transparente Fassade im Stoßbereich der Verglasung unterbrochen. Lediglich auf Rahmen, Pfosten, Riegel und Abdeckleisten kann stellenweise verzichtet werden. In diesem Kapitel werden unterschiedliche Lösungsansätze für Glasstöße und Ganzglasecken gezeigt und bauphysikalisch bewertet. Grundsätzlich gilt jedoch, dass eine Isolierglasstoßfuge ohne Pfosten oder Riegel stets eine Wärmebrücke darstellt. Dies ist auch der Fall, wenn ein wärmetechnisch verbesserter Randverbund ausgeführt wird. Die Folge ist, dass auf der Raumseite der Verglasung an diesen Stellen häufiger mit Kondensat zu rechnen ist.

Grundsätzlich sind bei der Isolierglasherstellung und Ausführung der Fassadenkonstruktion die am Ausführungsort gültigen öffentlich rechtlichen Baubestimmungen zu beachten. In Deutschland sind diese z.B. den Landesbauordnungen, den Bauregellisten, der Liste der Technischen Baubestimmungen zu entnehmen.

### 3.4.2 Grundsätzliche Anforderungen

Für ein funktionierendes Verglasungssystem sind folgende Einflüsse auf jeden Fall zu vermeiden:

- Permanent einwirkende Feuchtigkeit auf den Isolierglasrandverbund,
- Schädigungen der Materialien durch UV-Strahlung,
- außerplanmäßige mechanische Einwirkungen,
- Kombinationen unverträglicher Materialien.

Die in den Verglasungsrichtlinien der UNI GLAS festgelegten Forderungen hinsichtlich Falzausbildung zu den angrenzenden Gläsern sowie dessen Abdichtung gelten sinngemäß auch für rahmenlose Konstruktionen.



## 3.4.2.1 Anforderungen an den Isolierglasrandverbund

### Isolierglasrandverbund und Verträglichkeit

Der Isolierglasrandverbund muss UV-beständig ausgeführt sein oder durch eine geeignete und fachgerecht ausgeführte Abdeckung wie einer Teilemaillierung oder einem Blechstreifen vor UV-Strahlen geschützt sein. Es sind ausschließlich für die Klebpartner geeignete und zugelassene Klebstoffe zu verwenden, die vom Isolierglashersteller freizugegeben sind. Es ist darauf zu achten, dass die Verträglichkeit aller in Kontakt kommenden Materialien sichergestellt ist (ift Richtlinien DI-01/1 [12] und DI-02/1 [13]) Sofern der Randverbund nicht abgedeckt wird, können konstruktive Merkmale sichtbar sein.

Bei der Ausführung als statisch tragendes System (allseitige Lagerung) sind entsprechende Nachweise gemäß ETAG 002 erforderlich. Durch die „fehlende Sogsicherung“ der Außenscheibe muss der Isolierglasrandverbund nach EN 13022-1 (Geklebte Verglasung, Teil 1 Glasprodukte für SSG-Systeme, tragende und nichttragende Einfach- und Mehrfach-Verglasung) tragend ausgeführt werden. Mit UV-beständigen Dicht- und Klebstoffen werden in der Regel Isolierglassysteme ohne Edelgasfüllung aus Argon oder Krypton ausgeführt. Bei luftgefüllten Isoliergläsern liegt der  $U_g$ -Wert entsprechend höher. Sofern die Isoliergläser für Ganzglasecken und Glasstöße ausnahmsweise mit einer Gasfüllung ausgeführt werden sollen, ist die Machbarkeit im Einzelfall mit dem jeweiligen UNIGLAS-Partner rechtzeitig vor der Ausführung abzustimmen. Nachdem der Isolierglasverbund auch hohen Temperaturen, mechanischen Belastungen und u.U. UV-Strahlen ausgesetzt ist, werden für den Randverbund nur Dicht- und Klebstoffe verwendet, die eine dauerhafte Funktion sicherstellen können. (z. B. Silikon). Die Dichtstoffüberdeckung des Randverbundes richtet sich nach der statischen Dimensionierung, beträgt jedoch mindestens 6 mm.

### Freiliegende Glaskanten

Ganzglasecken ohne äußere geschliffene Kanten sind nicht nur formal unbefriedigend. Sie können im Verkehrsbereich sogar eine Gefährdung darstellen. Aus diesen Gründen wird die Ausführung geschliffener oder polierter Kanten empfohlen.

### Schutz vor Feuchtigkeit

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit muss der Randverbund von Isolierglas vor permanent einwirkender Feuchtigkeit geschützt werden. Die Anforderungen an Dampfdruckausgleich, Entwässerung und dichte Verbindungen aus gerahmten Konstruktionen müssen konsequent auch bei der Ausführung von Ganzglasecken und -stößen umgesetzt werden.

## 3.4.2.2 Glas und Fugendimensionierung

### Ausführung: statisch nicht tragend

Hat die Wetterfuge einer Glasecke oder eines Glasstoßes nur eine abdichtende und keine statisch tragende Funktion, ist die Eignung des Dichtstoffs nach DIN 18545-2 oder EN ISO 11600 durch den Dichtstoffhersteller nachzuweisen. Es erfolgt keine statische Bemessung der Fuge. Bei der Bemessung des Isolierglases ist von 2- oder 3-seitiger Lagerung auszugehen.

Allgemein sollte die Geometrie einer solchen Bewegungsfuge mit ausschließlich abdichtender Funktion wie folgt ausgeführt werden:

Die Fuge muss in einer Mindestbreite von 8 mm aufweisen. Die Fugentiefe sollte 50% der Breite jedoch mindestens 6 mm betragen.

### Ausführung: statisch tragend

Im Gegensatz zur reinen Wetterfuge überträgt die geklebte Fuge Lasten. Diese sind planerisch bei der Tragwerksplanung zu erfassen. Zur Sicherstellung der Standsicherheit sind die Klebeverbindungen entsprechend ETAG 002 zu bemessen. Es wird empfohlen mit diesen Leistungen einen auf Glasbau spezialisierten Tragwerksplaner zu beauftragen, der auch die Kleb- und Dichtungsfugen sowie den Isolierglasrand nach EN 13022-1 dimensioniert. Der Hersteller des Isolierglases mit tragendem Randverbund muss sich einer Fremdüberwachung von einem akkreditierten Institut unterziehen.

Über die Klebefuge der Glasecke werden resultierende Lasten aus den Einwirkungen auf die Einzelscheiben über die angrenzenden Isoliergläser in die Unterkonstruktion weitergeleitet. Die Verklebung der Glasecke übernimmt damit eine statisch wirksame Tragfunktion um eine „4 - seitige Lagerung“ der Isolierglasscheibe zu erreichen.

Da diese Bauweise nicht in den Geltungsbereich der Normenreihe DIN 18008 bzw. den entsprechenden nationalen Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen fällt, ist eine bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall oder eine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) erforderlich.

Ist die Verglasung nicht allseitig linienförmig gelagert, werden in der Normenreihe DIN 18008 entsprechende Vorgaben gegeben. Diese beziehen sich auf den Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Durchbiegungsbegrenzung), konstruktive Maßnahmen sowie die Vorschrift bestimmter Glas- und Dichtstoffarten. Die entsprechenden Anforderungen an den Randverbund müssen dem Isolierglashersteller rechtzeitig vor der Ausführung bekannt gegeben werden.



## 3.4.2.3 Anforderungen an die Ausführung

### Funktionstüchtige Verklebung

Voraussetzung für dauerhafte und funktionsfähige Abdichtungen oder Verklebungen sind absolut trockene und saubere Fugenflanken, die frei von Staub, Fett, Dichtstoffresten sowie Beschichtungsrückständen sind.

Als Dicht- bzw. Klebstoffe kommen sowohl 1K- als auch 2K-Materialien in Frage. Für tragende Verklebungen dürfen nur Klebstoffe mit einer abZ oder ETA eingesetzt werden. Es ist zu beachten, dass Fugentiefen über 12 mm mit 2K Klebstoffe ausgeführt werden sollten. Werden 1K-Klebstoffe verwendet, ist die vollständige Aushärtung nicht mehr gewährleistet. Störungen der Haftfähigkeit und deutlich erhöhte Risiken von Unverträglichkeiten durch Migration nicht vernetzter Dichtstoffbestandteile sind die Folge.

Es ist darauf zu achten, dass während der Versiegelung bis zur vollständigen Vernetzung des Dicht- oder Klebstoffs keine äußeren Lasten auf die Verglasung einwirken. Bis zu diesem Zeitpunkt sind die Verglasungen zu fixieren. Bei lastübertragenden Verklebungen ist entsprechend der Vorgaben zur Qualitätssicherung auf die Haftfähigkeit der Klebstoffe zu achten und zu dokumentieren.

### Keine ständige Lasteinwirkung auf die Fuge

In Deutschland sind nur Systeme zugelassen, bei denen das Eigengewicht der Verglasung vollständig von der Unterkonstruktion getragen wird und somit permanent einwirkende Lasten auf den Randverbund sowie die Fuge der Ecke oder der Stoßfuge vermieden werden.

### Hinterfüllmaterial

Als Hinterfüllmaterial können Rundschnüre aus geschlossenzelligem PE-Schaum, Silikon oder andere Materialien, deren Eignung und Verträglichkeit zu den angrenzenden Materialien nachgewiesen ist, verwendet werden.

### Nachträgliche Abdeckungen

Soll eine Abdeckung der Abdichtung bzw. Verklebung des Isolierglases mittels Blech erfolgen, muss sichergestellt sein, dass die Dicht- und Klebefuge vollständig vernetzt und ausgehärtet ist, bevor das Blech aufgebracht wird. Der Klebstoff für die Blechabdeckung muss kompatibel zur Abdichtung sein und möglichst lunkerfrei aufgebracht werden, da sonst in dem Hohlraum Kondensat entsteht, was zum Adhäsionsverlust führen kann. Auch hier ist darauf zu achten, dass der Klebstoff vollständig vernetzen kann.

Folien bzw. Lackierungen zur Abdeckung der Fuge haben sich in der Praxis bisher nicht bewährt und sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Durch die Einflüsse von Sonnenstrahlung und Witterung kann es zu einem adhäsiven Versagen der Folien bzw. Lackierung kommen.

### 3.4.2.4 Wärmetechnische Anforderungen

Aufgrund fehlender dämmender Wirkung der Rahmenkonstruktion stellen Glasstöße und Ganzglasecken Wärmebrücken dar. Im Bereich der Fugen ist die Wahrscheinlichkeit von Kondensat auf der Raumseite deutlich erhöht. Außenecken sind zudem geometrische Wärmebrücken und daher noch anfälliger für die Entstehung von Kondensat.

Bei Glasstößen und Ganzglasecken ist daher die Verwendung wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter (s. EN ISO 10077-1 Anhang E) dringend zu empfehlen. Dennoch ist die Entstehung von Kondensat bei niedrigen Außentemperaturen wahrscheinlich. Entsprechend DIN 4108-2 ist ein vorübergehender Anfall von Kondensat in geringen Mengen am Fenster zulässig.

### 3.4.3 $U_w$ - und $U_{cw}$ -Werte bei Glasstößen und Ganzglasecken

#### $U_w$ -Wert von Fenstern und $U_{cw}$ -Wert bei Fassaden

Glasstöße oder Ganzglasecken müssen bei der Bestimmung des  $U_w$ -Wertes von Fenstern oder  $U_{cw}$ -Wertes von Fassaden gesondert betrachtet werden.

Der  $U_w$ - bzw.  $U_{cw}$ -Wert, der Maßzahl für den Verlust von Wärmeenergie durch Fenster oder Fassade, wird maßgeblich durch das eingesetzte Glas, den Rahmen und den Übergang von Glas zu Rahmen beeinflusst. Für das Fenster ergibt er sich aus folgender Berechnung (1):

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \sum (l_g \cdot \Psi)}{A_f + A_g}$$

Der bekannte  $\Psi$ -Wert der Konstruktion, der stets in Zusammenarbeit von Glas, Abstandhalter und Rahmen angegeben wird, kann in diesem Fall nicht verwendet werden, weil der Rahmen an mindestens einer Seite fehlt. Im Fall von Glasstößen oder Glasecken ist die Formel daher entsprechend zu erweitern, indem die lineare Wärmebrücke berücksichtigt wird.

$$U_{cw} = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + l_g \cdot \Psi_g + l_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p}$$

#### $\psi_{gg}$ -Wert für Glasecken und Stoßfugen

Zur Ermittlung von  $U_w$ - bzw.  $U_{cw}$  ist daher ein weiterer „ $\Psi_{\text{glas-glas}}$ -Wert“ in die Berechnung einzubeziehen, der mit der Länge der freien Kante oder der Länge des Glasstoßes  $l_{gg}$  multipliziert wird. Dieses Produkt ermittelt den Wärmeverlust über die ungeschützte Ecke oder Stoßfuge. Die daraus resultierende Formel ergibt sich wie folgt:

Der  $U_{cw}$ -Wert ist sinngemäß zu ermitteln.

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi + I_{gg} \cdot \Psi_{gg}}{A_f + A_g}$$

Außenmaße verwenden!

## 3.4.4 Typische $\Psi_{gg}$ -Werte

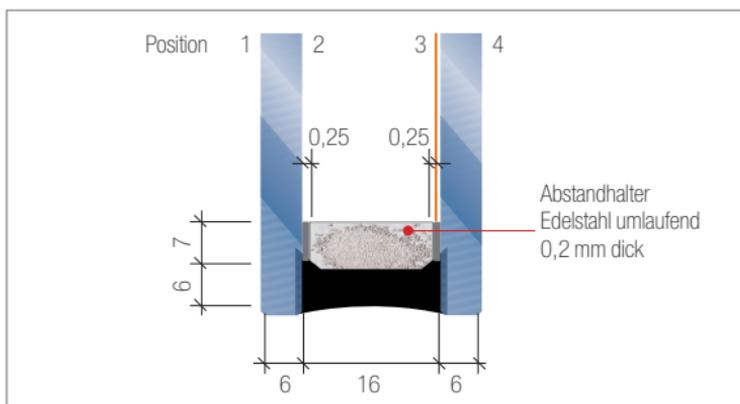
### Berechnungsmethode

Für nachstehend aufgeführten Typen wurden die zugehörigen  $\Psi_{gg}$ -Werte auf der Grundlage der EN ISO 10077-1 ermittelt. Der Berechnung liegen folgende Annahme zu Grunde:

Wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter aus Edelstahl (Kriterium  $\Sigma d \cdot \lambda \leq 0,007$  nach EN ISO 10077-1 erfüllt):

$d = 0,2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ ;  $\lambda = 17 \text{ W/(mK)}$ ; Bauhöhe 7 mm

Abb. 3.2: Isolierglas-Aufbau



$U_g$ : 2-fach Glas 1,1 W/(m<sup>2</sup>K) bzw. 3-fach Glas 0,7 W/(m<sup>2</sup>K) gemäß EN 673; Bei den  $\Psi$ -Werten der Glasecken werden nur Außen-ecken berücksichtigt. Die Breite der Fuge ist mit  $b = 10 \text{ mm}$  angesetzt. Die sich ergebenden Werte können auch für andere verbesserten Randverbundsysteme eingesetzt werden, da diese geringere  $\Psi$ -Werte aufweisen.

## 3.4.5 Varianten von Glasstößen und Ganzglasecken

Die nachfolgenden Varianten sind nach konstruktiver und bauphysikalischer Qualität gegliedert.

Abb. 3.3: Legende zu den Isothermendarstellungen [°C] [1]

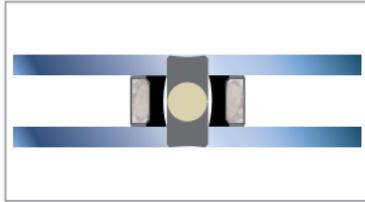


## 3.4.5.1 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes findet nicht statt.

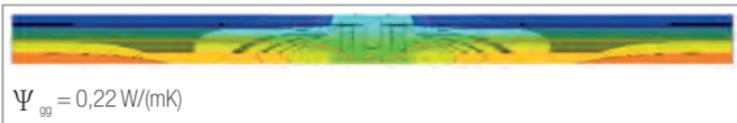
Abb. 3.4: Variante 1 a: Stoßfuge (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



Ergänzende Hinweise:

- Bei Vertikalverglasungen nach Rücksprache mit dem Isolierglahersteller zulässig
- Bei Dachverglasungen aufgrund fehlender Entwässerung nicht geeignet.

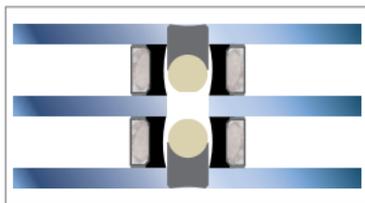
Abb. 3.5: Isothermendarstellung [1]



## 3.4.5.2 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (3-fach IG)

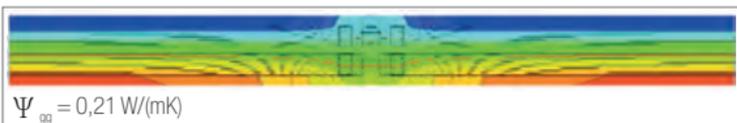
Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Abb. 3.6: Variante 1 b: Stoßfuge (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung: Die Belüftung und Entwässerung des Falzraumes ist durch die Lage der Hinterfüllschnur möglich. Die Riegel sind kaskadenförmig in den Pfostenbereich zu entwässern. Im Traufbereich und am Fußpunkt sind Öffnungen nach außen zu schaffen. Bei Dachverglasungen sind entsprechende Öffnungen im Trauf- und Firstbereich bzw. am oberen Anschlussbereich zu schaffen.

Abb. 3.7: Isothermendarstellung [1]



## 3.4.5.3 Ganzglasecke mit Stufenglas (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung: Die Belüftung und Entwässerung des Falzraumes ist durch die Lage der Hinterfüllschnur möglich. Die Riegel sind kaskadenförmig in den Pfostenbereich zu entwässern. Im Traufbereich und am Fußpunkt sind Öffnungen nach außen zu schaffen.

Abb. 3.8: Variante 1 c: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

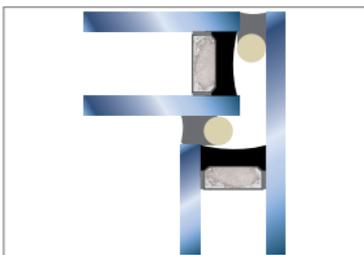
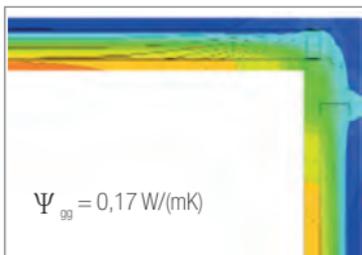


Abb. 3.9: Isothermendarstellung [1]



## 3.4.5.4 Ganzglasecke mit Stufenglas (3-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 1 c.

Abb. 3.10: Variante 1 d: Ecke (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

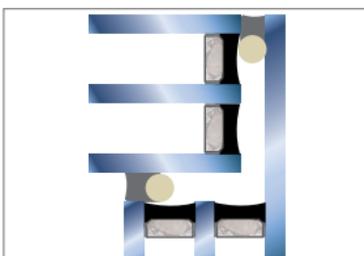
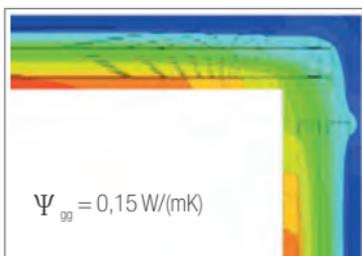


Abb. 3.11: Isothermendarstellung [1]



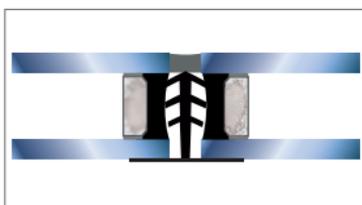
## 3.4.5.5 Glasstoß mit Dichtstoffuge und Dichtprofil (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes ist möglich und muss konstruktiv auch an den Fugenkreuzungen sauber ausgeführt werden. Ergänzende Hinweise:

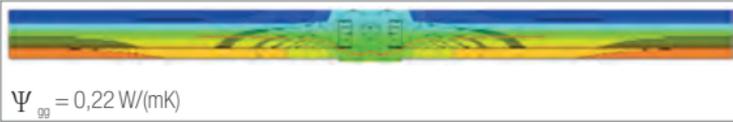
- Zu empfehlen für Vertikal Fassade und auch für Dachverglasungen, sofern Entwässerung/Belüftung der Profilkanäle gegeben ist.
- Durch definierte Öffnungsquerschnitte des Verglasungsprofils Dampfdruckausgleich in angrenzende Rahmenprofile möglich.

Abb. 3.12: Variante 2 a: Stoßfuge (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



- Locker anliegende oder schlecht eingepasste Profilkanten sind zu vermeiden, um Luftdichtheit innen zu sichern.

Abb. 3.13: Isothermendarstellung [1]



### 3.4.5.6 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Dichtprofil (3-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 2 a.

Abb. 3.14: Variante 2 b: Stoßfuge (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

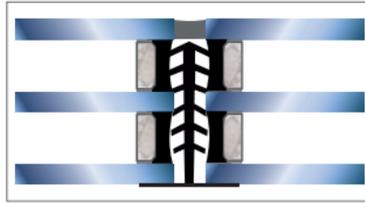
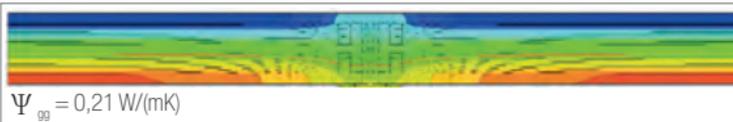


Abb. 3.15: Isothermendarstellung [1]



### 3.4.5.7 Ganzglasecke mit Dichtprofil (2-fach IG)

Abb. 3.16: Variante 2 c: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

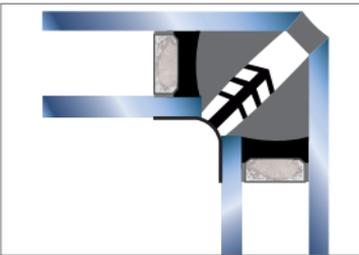
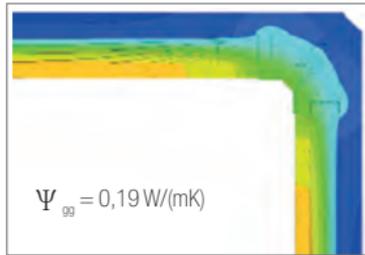


Abb. 3.17: Isothermendarstellung [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Symmetrische Glasecke ohne innere Versiegelungsfuge. Bei statisch tragender Verbindung erfolgt der tragende Verbund nur zwischen den Außenscheiben. Dadurch eventuell kein Verbund mehr bei Bruch einer Außenscheibe. Glaskanten mit Gehrungsschliff, optional mit Schnittkante.

- eindeutige Zuordnung erforderlich, lastabtragende oder dichtende Fuge
- symmetrische Ansicht

- definierter Fugenquerschnitt
- durch definierte Öffnungsquerschnitte des Verglasungsprofils Dampfdruckausgleich in angrenzende Rahmenprofile möglich
- locker anliegende oder schlecht eingepasste Profilkanten sind zu vermeiden, um Luftdichtheit innen zu sichern.
- innenliegender Abstandhalter kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich

### 3.4.5.8 Ganzglasecke mit Dichtprofil (3-fach IG)

Abb. 3.18: Variante 2 d: Ecke (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

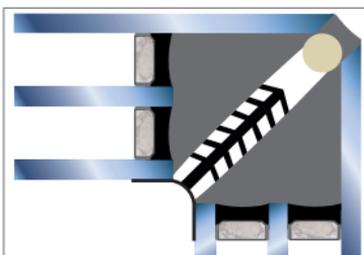
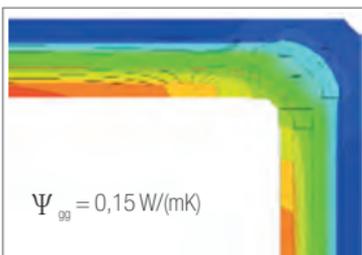


Abb. 3.19: Isothermen-darstellung [1]



#### Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

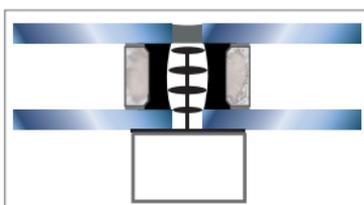
Wie Variante 2 c.

### 3.4.5.9 Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (2-fach IG)

#### Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

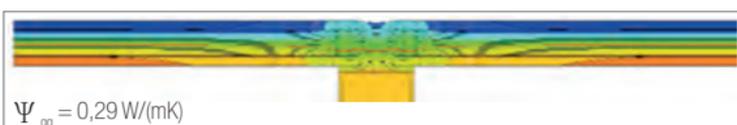
Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes ist möglich und muss konstruktiv auch an den Fugenkreuzungen sauber ausgeführt werden. Ergänzende Hinweise:

Abb. 3.20: Variante 3 a: Stoßfuge (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



- Zu empfehlen für Vertikal-Fassade und auch für Dachverglasungen, sofern Entwässerung/Belüftung der Profilkänäle gegeben ist
- Durch Fugenbegrenzung Glasfalzbelüftung sichergestellt, höhere innere Oberflächentemperatur am Glasrand durch ein zusätzliches inneres „Dämmprofil“
- Innenliegendes Profil kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich

Abb. 3.21: Isothermendarstellung [1]



## 3.4.5.10 Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (3-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Abb. 3.22: Variante 3 b: Stoßfuge (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

Wie Variante 3 a.

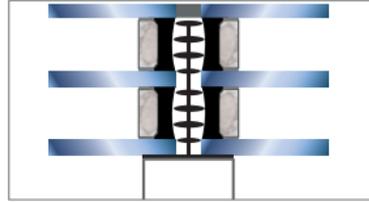
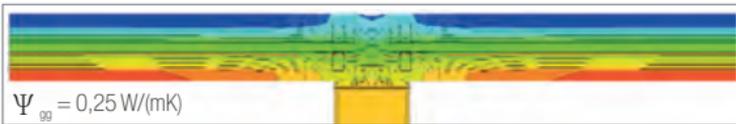


Abb. 3.23: Isothermendarstellung [1]

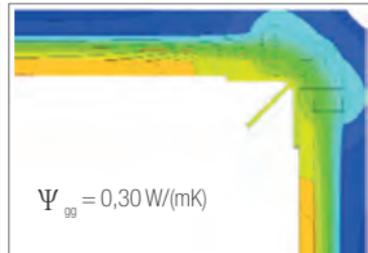


## 3.4.5.11 Ganzglasecke mit Dichtprofil und Verbindungsblech (2-fach IG)

Abb. 3.24: Variante 3 c: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



Abb. 3.25: Isothermendarstellung [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 2 c. Ergänzende Hinweise:

- Mit innenliegendem Verbindungsblech, damit kann eine lastübertragende Verbindung der Innenseiben erzeugt werden. Klebefugen zwischen Blech und Glas müssen für planmäßige Einwirkungen und thermische Dehnung bemessen werden (z. B. gemäß ETAG 002 > 6 mm x 6 mm)
- Zusätzliches gut wärmeleitendes Profil auf der Innenseite zur Erhöhung der inneren Oberflächentemperatur
- Innenliegendes Profil kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich

## 3.4.5.12 Ganzglastecke mit Dichtprofil und Verbindungsblech (3-fach IG)

Abb. 3.26: Variante 3 d: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

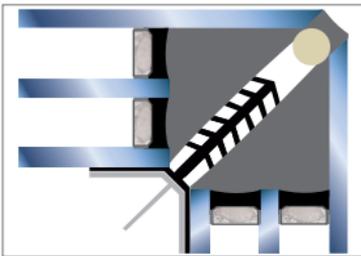
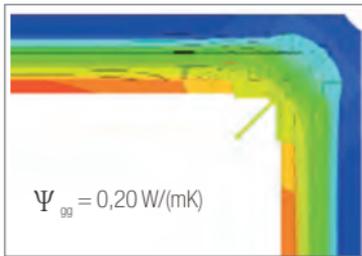


Abb. 3.27: Isothermen-darstellung [1]



### Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 3 c.

## 3.4.6 Visuelle Beurteilungskriterien von Glasstößen und Ganzglastecken

### Glaskanten geschliffen oder poliert

Um ein gleichmäßiges Erscheinungsbild zu erhalten, wird empfohlen, die vorstehenden Scheiben des Stufenisolierglases mit der Kantenbearbeitung geschliffen (KGN) oder poliert (KPO) auszuführen. In beiden Fällen werden die Scheiben auf Maß geschliffen und eine 1 bis 2 mm breite Phase von 45 Grad ausgeführt. Die Oberfläche der geschliffenen Kante hat ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig. Bei polierten Kanten sind matte Stellen nicht zulässig. Je nach Bearbeitungsmaschine entstehen sichtbare und spürbare Polierspuren bzw. Polierriefen, welche zulässig sind.

### UV-Schutz

Um einen ausreichenden UV-Schutz und ein ansprechendes Aussehen zu erreichen, muss der Rand der Isolierglasscheibe abgedeckt werden. In der Regel wird auf Position 2 von ESG oder TVG eine Teilemaillierung aufgebracht. Bei normal gekühlten Floatglas oder VSG aus normal gekühlten Floatglas erfolgt im Allgemeinen eine Beschichtung mit dem UV-beständigen Silikon des Randverbunds. Der auf ESG durchgeführte Siebdruck ist in einer hohen Qualität lieferbar, es werden jedoch längere Lieferzeiten für die Herstellung einer solchen Einheit benötigt. Die Beschichtung mit UV-beständigem Silikon ist sehr viel einfacher durchführbar, jedoch sind hier leichte Marmorierungen und unterschiedliche Schwarztöne zur Primärdichtung aus Polyisobutylen (PIB) nicht vermeidbar. Durch thermische Einflüsse ist ein absolut planparalleler Verlauf der PIB-Dichtung nicht zu erreichen. Nachdem die Flanken des Abstandhalterahmens stellenweise sichtbar werden können, ist die Verwendung von schwarz lackierten Profilen zu empfehlen.

Wegen der zu erwartenden thermischen Belastung ist es ggf. notwendig, vorgespannte Produkte (ESG oder TVG) zu verwenden. Bei mit dunklen Farbtönen abgedeckten VSG Einheiten sollte auch, wegen der Dauerhaftigkeit des Verbundes, auf die Oberflächentemperatur geachtet werden.

[1] Quelle: Merkblatt V.07 des VFF Verband Fenster und Fassade, Frankfurt

## 3.5 Emissionsgrad $\epsilon$

Jeder Körper, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, sendet (emittiert) Wärmestrahlung aus. Der Emissionsgrad eines Körpers gibt an, wie viel Strahlung er im Vergleich zu einem idealen Wärmestrahler, einem schwarzen Körper, welcher weder Strahlung hindurchlässt, noch reflektiert, abgibt. Der Emissionsgrad von nicht beschichtetem Kalk-Natron-Glas liegt bei 83,7%. Bei UNIGLAS® I TOP Energiegewinnungsgläsern ist mindestens eine zum Scheibenzwischenraum gerichtete Glasoberfläche mit hauchdünnen Beschichtungen versehen, die durch das Interferenzprinzip nahezu unsichtbar sind. Diese Schichten sind im Höchstmaß selektiv. Sie lassen Lichtstrahlen im sichtbaren Wellenlängenbereich von 380 bis 780 nm im vergleichbaren Maß durch wie nicht beschichtetes Glas, während Infrarotstrahlen im Wellenlängenbereich von 5.000 bis 50.000 nm nahezu vollständig reflektiert werden. Diese niedrig emittierende „Low-E“-Schicht senkt den Emissionsgrad bei heute üblichen Gläsern auf 3 bis 8%, bei Spitzenprodukten sogar auf 1%. So wird durch die unsichtbare Schicht nur noch rund 1 % der Wärmestrahlung in dem für die Beheizung der Gebäude maßgeblichen Temperaturbereich hindurchgelassen und rund 99 % wieder ins Gebäude zurückreflektiert. Weil die Wärmeverluste aus einem beheizten Raum zum überwiegenden Teil auf Wärmestrahlung beruhen, verbessert modernes Isolierglas die Wärmedämmung gegenüber nicht beschichtetem Isolierglas um rund 66 %. Gleichzeitig erhöht dies die Oberflächentemperatur der Innenscheibe und damit auch das Behaglichkeitsgefühl.

## 3.6 Solare Gewinne

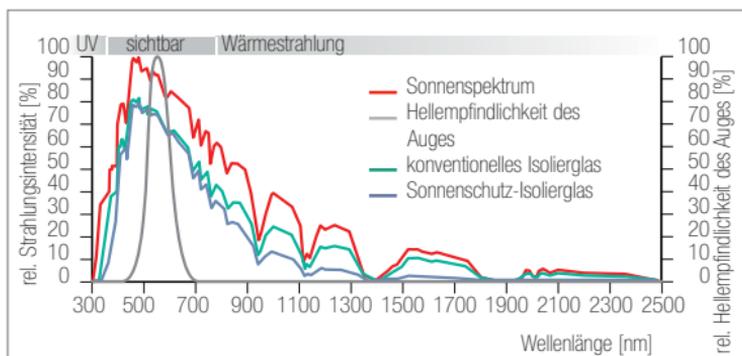
Isolierverglasungen lassen einen beträchtlichen Anteil der Sonnenstrahlung ins Gebäude eindringen. Dort werden sie von den Wänden, Böden und Einrichtungsgegenständen, je nach Farbe mehr oder weniger stark absorbiert und als langwellige Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) wieder emittieren. Die auf diese Weise erzeugte Infrarotstrahlung, wird an der Funktionsschicht des Isolierglases nahezu vollständig reflektiert und kann den Raum nicht mehr verlassen. Das Isolierglas wird somit zum Sonnenkollektor und leistet einen signifikanten Beitrag zur Luftherwärmung in den Gebäuden. Man unterscheidet direkte und diffuse Sonnenstrahlung. Diffuse Strahlung entsteht durch Lichtstreuung an kleinsten Wasser- oder Staubpartikel in der Luft. Direkte Strahlung kann das Glas optimal passieren, wenn sie senkrecht auf das Glas trifft. Dies bedeutet, dass je nach Orientierung der Verglasung abhängig vom Sonnenstand die solaren Energiegewinne unterschiedlich sind. Je flacher die Sonne steht, desto effektiver ist der Energieeintrag, was in den

Wintermonaten vorteilhaft ist, wobei der Energieeintrag aus den nach Norden orientierten Fenstern geringer ist, als nach den nach Osten oder Westen oder gar nach dem Süden orientierten Isoliergläsern. Diese gewünschte, kostenlose Zusatzenergie ist in den Wintermonaten vorteilhaft, muss aber stets im Zusammenhang mit den Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes gesehen werden. Hierbei spricht man auch oft vom „Treibhaus-Effekt“. (siehe → Kap. 4.1)

## 3.7 Globalstrahlungsverteilung

Unter Globalstrahlung versteht man die Intensität der Gesamtsonnenstrahlung abhängig von Wellenlängenbereichen, deren Funktion in nachstehender Grafik abgebildet ist. Vergleicht man die Transmissionskurve der Verglasungen mit dieser Globalstrahlungsverteilungskurve, so kann man den jeweiligen Strahlungsanteil entnehmen, der durch das Glas hindurch gelassen wird. Die nicht hindurch gelassenen Strahlen werden reflektiert oder absorbiert.

Abb. 3.28: Globalstrahlung



Die Gesamtsonnenstrahlung im Wellenlängenbereich 280 – 2.500 nm teilt sich auf in ca. 52 % sichtbare und ca. 48 % nicht sichtbare Strahlung (Globalstrahlungsverteilung nach C.I.E. Publikation Nr. 20).

## 3.8 Lichttransmissionsgrad $\tau_v$

Der Lichttransmissionsgrad  $\tau_v$  ist die Messgröße des direkt durchgelassenen sichtbaren Strahlungsanteils der Sonnenstrahlung im Bereich der Wellenlängen von 380 nm bis 780 nm, bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges. Der Lichttransmissionsgrad wird von der Glasdicke und von der Funktionsschicht beeinflusst. Eine 4 mm dicke Floatglasscheibe hat eine Durchlässigkeit von 90 % des sichtbaren Lichtes, Isolierglas aus 2 unbeschichteten Floatglasscheiben sowie UNIGLAS® I TOP Pure erreichen 82 %.

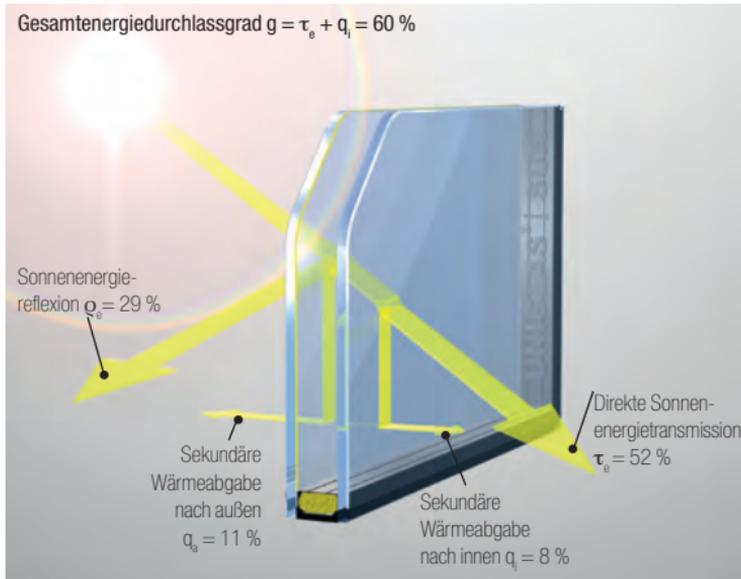
## 3.9 Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)

Der g-Wert (in %) ist die Summe des direkt durchgelassenen Strahlungsanteils des gesamten Sonnenspektrums  $t_g$  (sh. 3.10) und der sekundären Strahlungsemission  $q_i$  der Verglasung nach innen (sh. 3.11). Die sekundäre Strahlungsemission ergibt sich

durch Absorption der Sonnenstrahlen, die weder durch die Verglasung hindurch gehen noch reflektiert werden. (vgl. 3.11). Der g-Wert wird gemäß EN 410 ermittelt.

Ein geringer Gesamtenergiedurchlassgrad geht stets mit einem geringeren Lichtdurchlassgrad einher.

**Abb. 3.29: Sonnenenergieverhalten an einer Isolierglasscheibe**



## 3.10 Durchlassfaktor SC

Der Durchlassfaktor SC (shading coefficient) beschreibt das Verhältnis des Gesamtdurchlassgrads (g-Wert) der Verglasung, bezogen auf den Gesamtenergiedurchlassgrad von klarem Floatglas mit einer Nennstärke von 3 bis 4 mm.

Der Durchlassfaktor ist wesentlich zur Berechnung der notwendigen Kühllast eines Gebäudes.

In älterer Literatur findet man für den Durchlassfaktor den b-Faktor nach VDI-Richtlinie 2078. Der b-Faktor beschreibt das Verhältnis des Gesamtdurchlassgrads (g-Wert) der Verglasung bezogen auf den Gesamtenergiedurchlassgrad eines unbeschichteten Zweischeiben-Isolierglases.

$$SC = \frac{\text{g-Wert der Verglasung}}{0,87}$$

## 3.11 Strahlungstransmissionsgrad $\tau_e$

Der Strahlungstransmissionsgrad bezieht sich auf den Durchgang der gesamten Sonnenstrahlung im Wellenlängenbereich von 300 bis 2.500 nm und wird nach EN 410 berechnet.

## 3.12 Direkter Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha_e$

Die auf eine Glasscheibe auftreffende Strahlung wird teilweise transmittiert, reflektiert oder absorbiert. Der vom Glas absorbierte

Anteil der Sonnenstrahlung im Wellenlängenbereich von 300 bis 2.500 nm wird in langwellige Infrarotstrahlung umgewandelt und führt damit zur Temperaturerhöhung der Scheibe. Diese Wärmestrahlung wird zum Teil nach außen  $q_a$  und zum Teil nach innen  $q_i$  wieder abgegeben (emittiert).

## 3.13 Farbwiedergabe-Index $R_a$

Die Farbwiedergabeeigenschaften einer Verglasung bei Transmission werden durch den allgemeinen Farbwiedergabeindex  $R_a$  ausgedrückt. Dieser Index ermöglicht es, eine quantitative Bewertung der Farbunterschiede rechnerisch darzustellen, die sich bei direkter Beleuchtung von acht Testfarben mit der Normlichtart D65 und derselben Lichtart ergeben, wenn diese durch die Verglasung hindurch tritt.

Die Ermittlung erfolgt nach EN 410.

## 3.14 Lichtreflexionsgrad $\rho_v$

Der Lichtreflexionsgrad  $\rho_v$  gibt an, wie viel Prozent des sichtbaren Lichtes im Wellenlängenbereich von ca. 380 - 780 nm an der Glasscheibenoberfläche reflektiert wird. An jeder Grenzfläche von klarem Floatglas werden jeweils ca. 4% der sichtbaren Lichtstrahlen reflektiert. Das bedeutet, dass durch eine monolithische Glasscheibe 92 % der Lichtstrahlen entweder durchgehen oder absorbiert werden.

## 3.15 Circadianer Lichttransmissionsgrad $\tau_{c(460)}$

Circadiane Systeme (lateinisch: circa „ungefähr“ dia „Tag“) beschreiben den Tag/Nacht- Rhythmus von Organismen. Der hauptsächliche Zeitgeber für den Circadian von Organismen ist das Licht. Beim Menschen wird der Circadian vom Melatoninstoffwechsel bestimmt. Neueste Forschungen belegen, dass das schläfrig machende Melatonin erst durch eine hinreichende Menge Lichtes im Wellenlängenbereich von 380 bis 580 nm durch leistungsförderndes Serotonin ersetzt wird. Die höchste Wirksamkeit wird jedoch nicht etwa mit dem Maximum des Taglichtsehens bei 555 nm erreicht, sondern verschiebt sich hin zum Blaulicht bei etwa 460 nm.

Daher genügt es nicht, den maximalen Lichtdurchgang lediglich an der Hellempfindlichkeit des Auges festzumachen. Zur Beschreibung der durch eine Verglasung hindurchgelassenen Lichtmenge muss künftig auch die Qualität des Lichtes im Bereich des Circadian  $\tau_{c(460)}$  benannt werden.

## 3.16 UV-Transmissionsgrad

Der UV-Transmissionsgrad ist der Durchlassgrad im Wellenlängenbereich von 280 nm bis 380 nm, bezogen auf die in diesem Bereich einfallende Sonneneinstrahlung (EN 410).

## 3.17 Selektivitätszahl S

Die Selektivitätszahl S wird aus dem Quotienten zwischen Lichttransmission  $\tau_v$  (sh. 3.7) und Gesamtenergiedurchlassgrad g (sh. 3.8) ermittelt. Je höher die Zahl S, desto günstiger ist das Verhältnis. Das derzeit erreichbare Maximum von 2,14 wird mit UNIGLAS® I SUN 60/28 erreicht.

$$S = \frac{\text{Lichttransmission } \tau_v}{\text{g-Wert}}$$

## 3.18 UNIGLAS® I SLT

Es ist nicht zweckmäßig, alle Produktvarianten in einer Isolierglasübersicht darzustellen. Anforderungen an den Schall-, Objekt- oder Sonnenschutz führen zu unterschiedlichen Konstruktionen. Hinzu kommen planmäßige Einwirkungen aus Wind und Schnee, welche zusätzlich die Glasdicke beeinflussen.

Auf Grund der Eigenfarbe von Glas verändern sich die zuvor beschriebenen solar- und lichttechnischen Werte entsprechend. Teil 5 der Produktnorm für Isolierglas gibt die Regeln für die Konformitätsbewertung vor. Kapitel 4.3.2.12ff dieser Norm schreiben ausdrücklich die rechnerischen Ermittlungen des Wärmedurchgangskoeffizienten nach EN 673 und der solar- und lichttechnischen Werte nach EN 673 vor. Messergebnisse nach EN 674 oder EN 675 dürfen nur dann verwendet werden, wenn die Berechnung des  $U_g$ -Wertes nicht möglich ist.

Allen UNIGLAS®-Gesellschaften steht ein vom ift Rosenheim validiertes Rechenprogramm zur Verfügung, mit dem sie für jeden individuellen Glasaufbau entsprechende Werte ermitteln können. Zeitaufwändig zu erstellende Prüfzeugnisse oder gutachterliche Stellungnahmen entfallen damit.

## 3.19 Sommerlicher Wärmeschutz

Nach den Bestimmungen der EnEV ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 zu führen. Damit soll sichergestellt werden, dass Räume durch eine Verglasung im Sommer nicht zu stark aufgeheizt werden. Ermittelt wird der Nachweis über den so genannten Sonneneintragskennwert S, der wie folgt zu berechnen ist und den von der Bauart des Gebäudes, Orientierung und Glasart abhängigen zulässigen Sonneneintragskennwert nicht überschreiten darf:

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{\text{total},j})}{A_G}$$

Die Summe erstreckt sich über alle Fenster des Raumes oder des Raumbereiches. Der Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz  $g_{\text{tot}}$  kann vereinfacht nach Gleichung (\*) berechnet werden. Alternativ kann das Berechnungsverfahren für  $g_{\text{tot}}$  nach DIN V 4108-6, Anhang B verwendet werden.

$$g_{\text{total}} = \frac{g}{F_C}$$

Abb. 3.30: Sommerlicher Wärmeschutz mit UNIGLAS® | SHADE



Für die Einflussfaktoren unterschiedlicher Sonnenschutzmaßnahmen auf die Verglasung bietet Tabelle 7 in der DIN 4108-2 vorgeschriebene Abminderungsfaktoren  $F_c$ .

Bei größer werdenden Glasflächenanteilen in der Außenhaut von Gebäuden ist eine Verwendung von UNIGLAS® | SUN, UNIGLAS® | SHADE oder UNIGLAS® | ECONTROL sinnvoll, um den Sonneneinwirkungskennwert deutlich nach unten abzusenken. (siehe → Kap. 6)

## 3.20 Interferenz-Erscheinungen

Bei Anordnung mehrerer Floatglasscheiben hintereinander, also auch beim Isolierglas, kann es aufgrund der absoluten Planparallelität der Scheiben bei bestimmten Lichtverhältnissen zu Interferenz-Erscheinungen auf der Fläche kommen. Dies können regenbogenartige Flecken, Streifen oder Ringe sein, die bei Druck auf die Verglasung ihre Lage verändern.

Diese Interferenzen sind rein physikalischer Natur und hängen mit Lichtbrechung und Überlagerungserscheinungen zusammen. Sie sind selten und stets von den Lichtverhältnissen, oder Lage der Verglasung und dem sich daraus ergebenden Lichteinfallswinkel abhängig. Dabei treten sie selten in der Durchsicht von innen nach außen auf, sondern wenn, dann in der Reflexion von außen. Solche Erscheinungen sind deshalb kein Mangel, sondern vielmehr Beleg für absolute Planparallelität der verwendeten Floatgläser, die damit eine verzerrungsfreie Durchsicht gewährleisten.

## 3.21 Isolierglas-Effekt

Der Scheibenzwischenraum eines Isolierglases ist hermetisch von der Außenwelt abgeschlossen. Der Gasdruck im Scheibenzwischenraum entspricht dem zum Zeitpunkt der Produktion vorherrschenden Luftdruck. Atmosphärische Luftdruckschwankungen, Transporte in andere geodätische Höhenlagen sowie Temperaturänderungen lassen die Außenscheiben aus- oder einbauchen. So entstehen trotz absolut ebener Einzelscheiben unvermeidlich verzerrte Spiegelbilder.

Abb. 3.31: Isolierglas-Effekt



Dieser Effekt ist abhängig von der Scheibengröße und -geometrie, der Breite des SZR sowie davon, ob es sich um ein Zwei- oder Dreifach-Isolierglas handelt. Beim Dreifach-Isolierglas bleibt die mittlere Scheibe nahezu unverformt. Die beiden SZR wirken vereinfacht dargestellt, wie ein einziger, entsprechend breiter SZR (Summe der Einzelbreiten). Somit verstärkt sich die Wirkung auf die Außenscheiben signifikant. Diese Verformungen sind systemimmanent und stellen keinen Mangel dar. Sie sind der Beleg für die Dichtheit der Isolierglaseinheit.

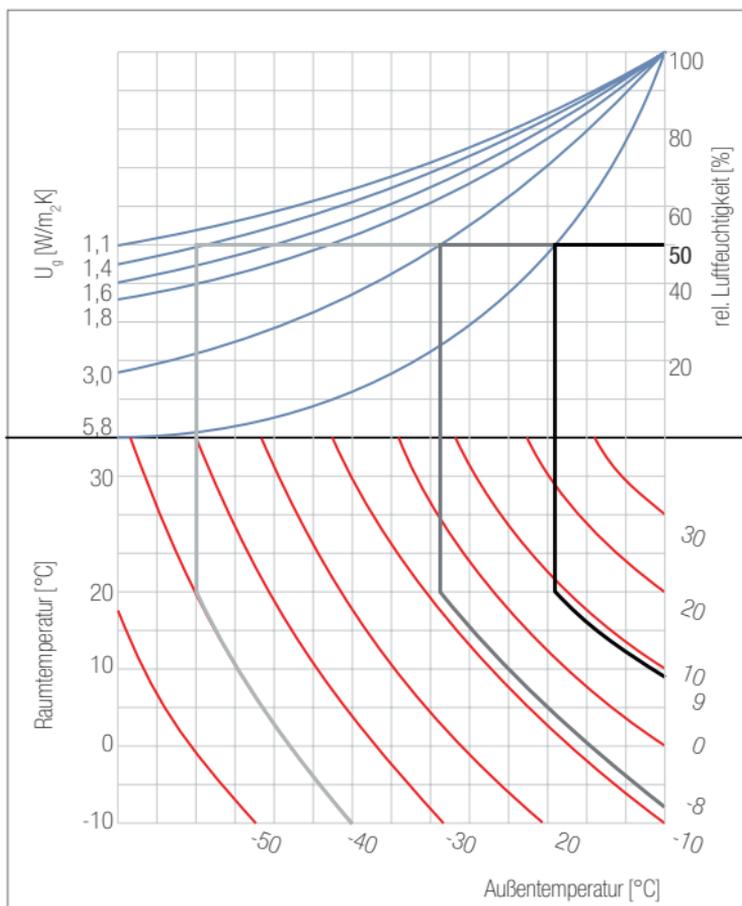
## 3.22 Taupunkt-Temperatur

### Kondensatbildung auf der Innenseite der Verglasung

Der U-Wert einer Verglasung beeinflusst die raumseitige Oberflächentemperatur  $\theta_{si}$  eines Isolierglases und damit die Behaglichkeit und eine mögliche Feuchte Kondensation (in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz  $\theta_i - \theta_a$  zwischen Innenraum  $\theta_i$  und Außenraum  $\theta_a$ ). Luft enthält stets einen gewissen Anteil Wasserdampf, kann aber in Abhängigkeit von der Temperatur nur eine begrenzte Menge davon aufnehmen. Je geringer die Temperatur, desto weniger Wasserdampf kann gebunden werden. Wird die Grenztemperatur (Taupunkt) unterschritten, fällt Wasser aus (Kondensation). Die in der Luft enthaltene Wassermenge wird im Verhältnis zur Sättigungsmenge als relative Feuchte ausgedrückt. Auf diese Weise kann es z.B. an einem Bauteil, welches eine Oberflächentemperatur von 9 °C hat, bei einer Raumtemperatur von 21 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zum Ausfall von Kondensat kommen, weil die absolute Menge an Wasserdampf unverändert bleibt. Ob es tatsächlich zum Ausfall von Wasser kommt, hängt auch von Luftbewegung und Luftführung ab: Art und Einbaulage des Fensterrahmens in den Mauernischen. Vorhänge usw. beein-

flussen den Kondensationseffekt. Ein kurzzeitiges Auftreten von Kondensat ist unbedenklich: Durch Stoßlüftung wird die feuchte Luft gegen trockene Außenluft ausgetauscht ohne dabei die Oberflächentemperaturen der Bauteile abzusenken. Die ursprüngliche Raumlufttemperatur bei abgesenkter relativer Raumluftfeuchte stellt sich rasch wieder ein.

Abb. 3.32: Taupunkt diagramm (nach DIN 4701)



## Kondensatbildung auf der Außenseite der Verglasung

In den Übergangszeiten besonders an Tagen mit klaren, windstillen und kalten Nächten ist bei modernem Isolierglas mit niedrigen U<sub>g</sub>-Werten häufig Kondensat an der Außenoberfläche festzustellen. Besonders gefährdet sind Fenster die ungeschützt zum Nachthimmel zeigen. Durch die Temperaturabstrahlung der Außenscheibe in den Nachthimmel kann die Oberflächentemperatur der Außenscheibe unter die Umgebungstemperatur absinken. Dieser Effekt wird umso wahrscheinlicher, je niedriger der Wärmestrom aus dem Innenraum durch das Isolierglas ist. Ein Niedriger U<sub>g</sub>-Wert bietet hierfür die ideale Voraussetzung. Bei entsprechend hoher Luftfeuchtigkeit wird der Taupunkt an der Außenscheibe unterschritten und es kommt zu Kondensat auf der Außenscheibe.

Dieses Phänomen stellt keineswegs einen Mangel dar, sondern ist vielmehr der Beweis für die exzellente Wärmedämmung des Isolierglases.

## 3.23 Pflanzenwachstum hinter modernem Isolierglas

Frühere Studien belegen, dass Pflanzenwachstum hinter Wärme- und Sonnenschutzglas per se gut funktioniert. Neuere Untersuchungen unter der Leitung von Prof. Dr. Ulbrich am Institut Chemie und Dynamik der Geosphäre – Phytosphäre am Forschungszentrum in Jülich zeigen jedoch, dass die Bedeutung des Blaulichtanteils lange unterschätzt wurde. Die Erhöhung des kurzwelligeren Lichtstrahlungsanteils einer Verglasung wirkt sich messbar günstig auf die Photosynthese aus. Die Dichte der Blätter bezogen auf deren Fläche erhöht sich und die Bildung des Vitalstoffes Chlorophyll wird verstärkt. Die spezielle Beschichtung des Glases bei UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglasschiebt den maximalen Lichtdurchgang deutlich in den Blaulichtbereich, ohne dabei den Gesamtdurchgang zu reduzieren. Somit stellt UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglass eine optimierte Verglasung für den Wintergarten dar und ist Garant für ein kräftigeres Pflanzenwachstum. Die Blätter färben sich stärker ein. Auf die erforderliche standortgerechte Planung der Begrünung, bei der die Aspekte des Neigungswinkels der Verglasung, des variierenden Sonnenstandes im Tagesverlauf, der Lüftung und der Wärmebelastung hinter Glas ebenso zu berücksichtigen sind wie die artgerechte Bewässerung der Pflanzen, wird ausdrücklich hingewiesen.

Besonders interessant wird die Wirkung von UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglass als lichtstreuende Variante beim Bau von Gewächshäusern. Durch die erhöhte Blattdichte, sowie den höheren Anteil von Chlorophyll können z.B. bei Heilkräutern Wirkstoffe in dem Maße entfaltet werden, wie es bislang bei einer Aufzucht hinter Glas nicht möglich war.

Abb. 3.33: Pflanzenwachstum im Gewächshaus



## 3.24 Elektromagnetische Dämpfung

Elektrische Geräte oder Anlagen, Hochspannungsleitungen, Sendeanlagen, aber auch Mobilfunkeinrichtungen emittieren elektromagnetische Wellen. Die Elektronik und damit auch die Belastung durch elektromagnetische Felder um uns herum nehmen stetig zu. Um elektromagnetische Strahlung im Gebäudeinneren zu reduzieren, muss auch das Bauteil Fenster einen wirkungsvollen Beitrag leisten. Bereits durch das Aufbringen von Low-E-Schichten wird eine teilweise Absorption und Reflexion der elektromagnetischen Wellen erreicht.

Der technische Terminus „Schirmung“ drückt in diesem Zusammenhang aus, welche Dämpfung in Dezibel (dB) erreicht wird, respektive welcher Wirkungsgrad bei welcher Maßnahme in Prozent erreicht werden kann. Dabei bewirkt eine Schirmdämpfung von 20 dB eine Reduzierung der so genannten Leitungsflussdichte auf 1 %. Also erreicht eine Dämpfung von 20 dB eine Verringerung des vorhandenen Elektrosomogs um 99 %. Maßgeblich hierfür ist sowohl die Reflexion als auch die Absorption.

Die Einstellung auf die geforderten Schirmdämpfungswerte kann im Einzelfall durch einen speziellen Glasaufbau erreicht werden. Dies erfordert frühzeitige Abstimmung schon vor der Ausschreibungsphase.

In Flughafennähe können Falschsignale, die durch Reflexion der Radarsignale an der Gebäudefassade entstehen, zu Beeinträchtigungen des Flugverkehrs führen.

In diesen Bereichen wird seitens der Flugsicherung eine Dämpfung der reflektierenden Radarstrahlen zwischen 10 dB und 20 dB, je nach Gebäudelage und -größe gefordert. Dieses Ziel wird durch spezielle Glasaufbauten erreicht.

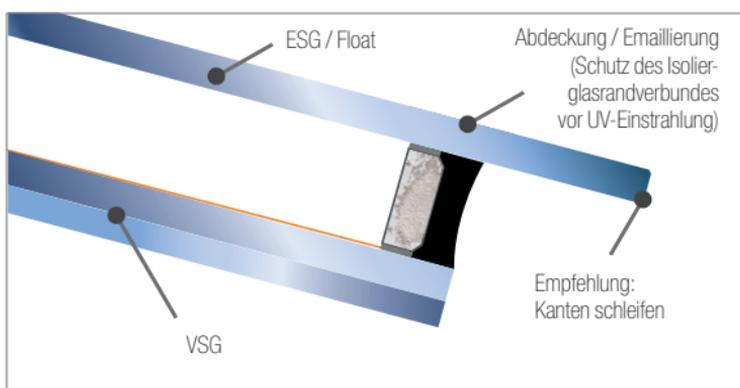
Da in aller Regel auch Funktionen des Wärmeschutzes, Sonnenschutzes, Schallschutzes usw. zu erfüllen sind, können die Aufbauten nur individuell objektbezogen bestimmt werden. Die Glas-Spezialisten der UNIGLAS® erarbeiten gemeinsam mit dem Planer, Fassaden- bzw. Fensterhersteller die optimale Lösung. Dabei sind folgende Fragen zu klären:

- Was ist abzuschirmen?
- Welche Frequenzbereiche sind wie hoch zu dämpfen?
- Wie werden die Potenzialverbindungen zwischen dem Fenster und dem Glas realisiert? Ist hierzu ein spezieller Randverbund erforderlich?
- Welche weiteren Funktionen soll das Glas erhalten?

## 3.25 Stufenisolierglas

Das Isolierglas mit einseitiger Stufe (überstehender Oberscheibe) für den Einsatz im Dachbereich, in Sheddächern, Wintergärten u. ä. macht aufwendige Dachkonstruktionen überflüssig und ermöglicht geringe Dachneigungen, bei denen keine Verglasungsprofile einen Wasserstau herbeiführen. Der dabei freiliegende Isolierglas-Randverbund kann in unterschiedlicher Art vor UV-Einstrahlung geschützt werden: Edelstahl- oder Siebdruckabdeckungen, Metallisierungstreifen oder UV-beständige Dichtstoffe (Silikon etc.) für die Sekundärdichtung des Isolierglases.

Abb. 3.34: Stufenisolierglas



## 3.26 Dekoratives Isolierglas

Wünsche an optische Gestaltungen von Isolierglasscheiben, aber auch technische Anforderungen haben eine Reihe von dekorativen Isolierglas-Varianten entstehen lassen, die aus dem heutigen Produktangebot nicht mehr wegzudenken sind.

### ■ Isolierglas mit Sprossen

Abb. 3.35: Sprosse im Isolierglas

Fenster im Landhausstil sind nach wie vor im Trend. Allerdings sind die Wärmeverluste kleinformatiger Isolierglasscheiben in echten Sprossenfenstern deutlich erhöht. Aus diesem Grund bieten moderne Isolierglasprodukte innenliegende oder auch aufgesetzte Sprossen als Alternative. Die innenliegenden Sprossen bieten dabei neben einer Vielfalt an Farben, Breiten und Aufteilungsmöglichkeiten durch die Integration in den Scheibenzwischenraum eine absolute Pflegefreiheit und Langlebigkeit. Die Verglasung bleibt außen wie innen eben.

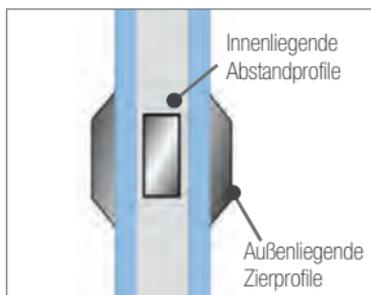


Eine zweite Möglichkeit, um noch näher an die Originaloptik heranzureichen, sind die so genannten „Wiener Sprossen“ (Schein-

sprossen). Dabei wird die großflächige Isolierglasscheibe im SZR durch Profile, die dem Abstandhalterraahmen ähnlich sind, in gewünschter Sprossenaufteilung unterteilt. Die fertige Isolierglas-Einheit wird dann auf den beiden äußeren Glasoberflächen mit „Sprossenprofilen“ versehen und somit ein visueller Eindruck erreicht, der Fenstern mit Echtsprossen sehr nahe kommt. Diese Art Fensterelemente haben gegenüber klassischen, kleinscheibigen echten Sprossenfenstern den Vorteil, dass sie, bedingt durch den geringeren Anteil des Randverbundes im Verhältnis zur Glasfläche, eine erhebliche Verbesserung des U-Wertes darstellen (siehe → Kap. 4.1.1).

Auch hierbei sind in Farbwahl, Breiten und Fensterunterteilung vielfältige Spielmöglichkeiten gegeben.

Abb. 3.36: Wiener Sprosse



## ■ Isolierglas mit Bleiverglasung

Es ist möglich klassische Bleiverglasungen als fertiges Element im Isolierglas-Scheibenzwischenraum zu integrieren und so dauerhaft vor Witterungs- und mechanischer Beschädigung zu schützen. Derartige Fensterverglasungen werden in Kirchen, aber auch in privaten Bereichen, eingesetzt. Dabei lassen sich von Künstlern über farbige Glasstücke und Bleiruten, wie seit Jahrhunderten in Handarbeit verlötet, dekorative Bilder als Scheibeneinheit gestalten, die anschließend von modernem Isolierglas umschlossen zur Anwendung gelangen und so wartungsfrei über viele Jahre ihre ästhetische Wirkung ausstrahlen können.

Abb. 3.37: Anwendungsbeispiel



## ■ Isolierglas mit dekorativer Gestaltung einer der beiden Glasflächen

Eine weitere Möglichkeit, um den ganz persönlichen Geschmack bei der Fensterverglasung zu verwirklichen, ist die ganz- oder teilflächige Bearbeitung einer der Isolierglasscheiben. Dabei werden Ätz- oder Sandstrahltechniken sowie Glasfusing zum Einsatz gebracht. Während bei den beiden erstgenannten neben der handwerklichen Herstellung zwischenzeitlich auch teilautomatisierte Verfahren entwickelt wurden, ist das Glasfusing nach wie vor rein handwerklich orientiert. Diese alte Kunst des „Glas in Glas-Schmelzens“ erfährt seit einigen Jahren eine Renaissance. Die reliefartige Gestaltung von Glasfusing-Bildern bietet ästhetische Reize und interessante Lichtbrechungseffekte, die, mit modernem, wärmedämmendem Isolierglas verbunden, den Reiz des Besonderen mit der modernen Verglasungstechnik verbindet. Ähnliches gilt auch für ein- und mehrstufige Ätzdekore sowie sandgestrahlte Gläser, bei denen nicht auf, sondern geringfügig in die Glasoberfläche hinein gestaltet wird, ohne jedoch die mechanische Festigkeit der Scheibe zu beeinträchtigen.

## ■ Isolierglas mit gewölbter Oberfläche

Bei klassischen Sprossenfenstern werden vereinzelt noch gewölbte Gläser gewünscht. Die gewölbten Scheiben werden in speziellen Öfen geformt und mit einer Gegenscheibe zu Isolierglas verbunden. Dabei können sowohl eine als auch beide Scheiben des Isolierglases mit gewölbten Scheiben ausgeführt sein. Da die Wölbung zu den Rändern hin abnimmt, werden die Randanschlüsse sowohl bei der Isolierglas-Herstellung als auch bei der Verglasung wie bei planem Isolierglas ausgeführt.

## ■ Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas

Sh. Kapitel 2.9

## 3.27 Glasdicken-Dimensionierung

Auf die Verglasungen wirken verschiedenen Lasten, die über die flankierenden Bauteile abzutragen sind. Neben der Eigenlast des Glases wirken in der Gebäudehülle Windlasten, bei absturzsichernden Verglasungen zusätzlich Holmdrucklasten, bei Horizontalverglasungen Schnee und Eislasten auf die Verglasung ein, die bei Isolierglas durch den hermetischen Abschluss des Scheibenzwischenraumes mit den Klimlasten zu überlagern sind. Das Sicherheitskonzept für Tragwerksplanungen (statische Berechnungen) sowie die Einwirkungen auf die Tragwerke sind inzwischen weitgehend harmonisiert. So gilt hierfür die EN 1990 für das Sicherheitskonzept und die EN 1991-1-1 bis 4 für die Einwirkungen einschließlich den unterschiedlichen nationalen Anhängen zu beachten.

Die Konstruktionsregeln und Hinweise zur Glasbemessung unterscheiden sich nach wie vor innerhalb der europäischen Union. So ist in z.B. in Österreich die ÖNORM B 3716-1 bis 5 einschließlich Beiblatt 1 zu beachten, während in Deutschland die DIN 18008-1 bis -5 gilt.

Aus Gründen der Verpflichtung umfangreiche Nachweise zu führen, können sich die in dieser Publikation angegebenen Maximalabmessungen rein auf die Produktionsmöglichkeit beziehen und geben keine Aussage über die statischen Eignungen. Die Tragfähigkeitsnachweise dürfen nach den Bestimmungen der Landesbauordnungen nur von Ingenieurbüros für Tragwerksplanung oder von Personen, die über eine entsprechende Qualifikation und über die notwendige Berufserfahrung verfügen, ermittelt werden.

Grundsätzlich ist der Besteller von Glasprodukten für die korrekte Dimensionierung der Scheiben verantwortlich.

Bei Glasdicken die von UNIGLAS®-Gesellschaften angegeben werden, handelt es sich stets um unverbindliche Empfehlungen.

Abb. 3.38: Anwendungsbeispiel







4.1	Grundlagen	122
4.1.1	Randverbund-Systeme	124
4.1.2	Nenn- und Bemessungswerte bei Glas und Fenster	126
4.2	UNIGLAS®-Produkte zur Wärmedämmung	128
4.2.1	UNIGLAS®   TOP Energiegewinnglas	128
4.2.2	UNIGLAS®   VITAL Wohlfühlglas	128
4.2.3	Heat Mirror™	131
4.2.4	UNIGLAS®   SOLAR Stromgewinnglas	131
4.2.5	UNIGLAS®   PANEL Vakuumisolierung	132
4.2.6	Allgemeine Hinweise	133

## 4.0 Wärmedämmung / Energiegewinnung

### 4.1 Grundlagen

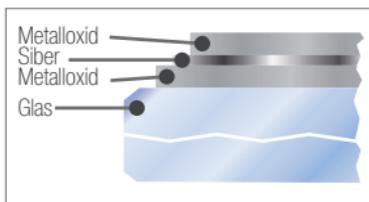
Energieeffizientes Bauen steht heute im Fokus sowohl beim Neubau als auch in der Renovation. Das dient der Reduzierung des Energieverbrauches, um einerseits Primärenergieressourcen zu sparen und andererseits vor allem die  $\text{CO}_2$ -Emissionen zu reduzieren und somit dem Treibhauseffekt entgegenzuwirken.

Parallel zu dieser Entwicklung des Energiebewusstseins stieg in den letzten zwei Jahrzehnten aber auch das Bedürfnis, Lebens- und Arbeitsbereich stärker mit der Außenwelt zu verbinden und mehr lichtdurchflutete Innenräume zu schaffen. Dies lässt sich nur mit energetisch hochwertigen Verglasungen realisieren, die in diesem Zeitraum stetig optimiert wurden.

Vor 40 Jahren waren in vielen Regionen Deutschlands bei den Gebäuden häufig Einfach-Verglasungen mit  $U$ -Werten von  $5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  vorzufinden. Nach der so genannten „Ölkrise“ von 1973 wurde die erste Wärmeschutzverordnung verabschiedet, womit in allen Teilen Deutschlands Isoliergläser mit einem  $U_g$ -Wert von  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  zum Standard wurden. Die Entwicklung der Isoliergläser wurde stetig vorangebracht, so dass heute beim Zweifach-Isolierglas ein  $U_g$ -Wert von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  und beim Dreifach-Isolierglas ein  $U_g$ -Wert von  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei einem Aufbau von  $4\text{:}12\text{-}4\text{:}12\text{:}4 \text{ mm}$  ( $d = 36 \text{ mm}$ ) üblich sind. Der Einsatz von Doppelsilberschichten und für die Anwendung auf der raumseitigen Außenoberfläche zugelassenen pyrolytischen Funktionsschicht ermöglichen heute die Herstellung eines ein Zweifach-Isolierglases mit einem  $U_g$ -Wert von bis zu  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  und Dreifach-Isolierglas von bis zu  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ohne dass dabei das in der Luft in extrem geringen Mengen vorhandene Edelgas Krypton oder Xenon benötigt wird.

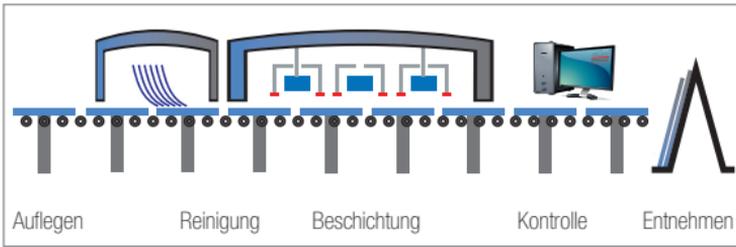
Moderne Isoliergläser erhalten ihre hervorragende Wärmedämmeigenschaft durch die Kombination von Edelgasfüllungen – in der Regel Argon, in Ausnahmefällen Krypton im SZR – und einer hauchdünnen, nahezu unsichtbaren Edelmetallbeschichtung

Abb. 4.1: Edelmetallbeschichtung



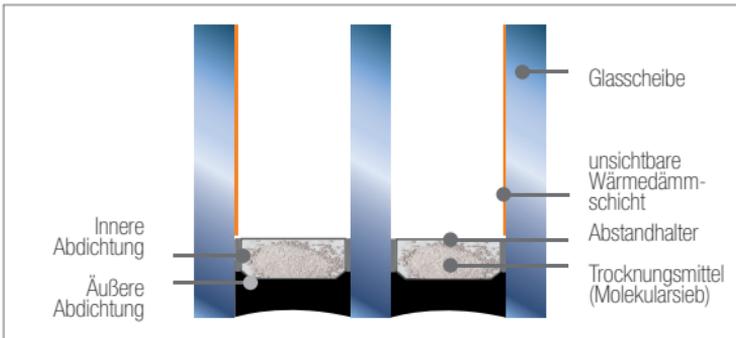
auf einer der dem SZR zugewandten Glasflächen. Diese Edelmetallbeschichtung, im Magnetron-Verfahren aufgesputtert, bewirkt, dass langwellige Wärmestrahlung von ihr nahezu vollständig reflektiert wird.

Abb. 4.2: Magnetron-Verfahren (Schematische Darstellung)



Im SZR eingeschlossen ist diese Schicht langlebig und vor mechanischen und klimatischen Einflüssen geschützt. Sie ist farbneutral und unsichtbar. In der Regel wird die beschichtete Scheibe auf der dem Innenraum zugewandten Seite zum SZR hin verglast. Bei 3-fach-Isolierglas-Einheiten sind beide äußeren Scheiben zum SZR hin beschichtet.

Abb. 4.3: Dreischiebiger Isolierglas-Aufbau



Mit der exzellenten Wärmedämmung dieser Scheiben erhöht sich gleichzeitig das Behaglichkeitsgefühl im Raum, besonders in Fensternähe. Denn gegenüber Verglasungen aus nicht beschichteten Isolierglas liegt die Temperatur der raumseitigen Scheibe aufgrund der reflektierten Wärmestrahlung deutlich höher.

Modernes Wärmedämm-Isolierglas eliminiert das in Fensternähe, gerade in kalten Jahreszeiten, empfundene Zug- und Kältegefühl. Das kommt auch den Pflanzen auf der Fensterbank zu Gute.

Tab. 4.1: Oberflächentemperatur bei 20 °C Raumtemperatur [°C]

Außenlufttemperatur [°C]	0	-5	-11	-14
Glasart				
Einfachglas, $U_g = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	+6	+2	-2	-4
2-fach-Isolierglas, $U_g = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	+12	+11	+8	+7
2-fach-Isolierglas beschichtet, $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	+17	+16	+15	+15
3-fach-Isolierglas beschichtet, $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	+18	+18	+17	+17

## 4.1.1 Randverbund-Systeme

Die Isolierglas-Randbereiche stellen mit den Abstandhalterprofilen eine Wärmebrücke gegenüber der Scheibenfläche dar. Aus diesem Grund haben sich bei allen Funktions-Isoliergläsern in den letzten Jahren Abstandhaltersysteme mit dem wärmetechnisch verbesserten Randverbundsystem UNIGLAS® I TS THERMO SPACER, UNIGLAS® I STAR<sup>TPS</sup>, sowie UNIGLAS® I STAR<sup>FLS</sup> etabliert und lösen das bisher übliche Aluminiumprofil mehr und mehr ab. Mit dieser Entwicklung wird Kondensatbildung im Übergangsbereich zum Fensterrahmen deutlich seltener.

Abb. 4.4:  
Aluminium-Abstandhalter

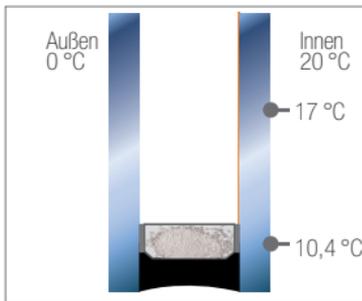
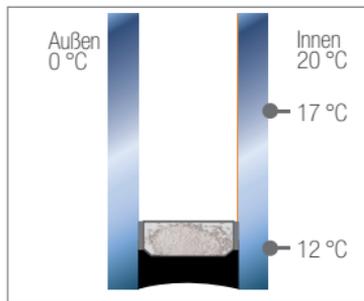


Abb. 4.5:  
„warm edge“-Abstandhalter



Erreicht wird diese verbesserte thermische Trennung der einzelnen Scheiben im Isolierglasrandverbund durch unterschiedliche Ansätze, die sich im Markt verbreitet haben:

### ■ Konventionelle Abstandhaltersysteme aus Hohlprofilen

#### ■ Edelstahl

Edelstahlprofile ersetzen das Aluminium, weil Edelstahl eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit als Aluminium aufweist. Durch die höheren Festigkeitswerte von Edelstahl gegenüber Aluminium lassen sich zudem hauchdünne Profilwandstärken realisieren, was zu einer weiteren Reduzierung der direkten Wärmeleitung beiträgt.

#### ■ Kombination aus Kunststoff mit Edelstahl oder mit Aluminium

Kunststoff mit seinen ausgezeichneten wärmedämmenden Eigenschaften allein ist nicht genügend gasdiffusionsdicht, so dass er in Kombination mit Edelstahl oder Aluminium diese Eigenschaft erhalten muss, um die Langlebigkeit des Isolierglases zu gewährleisten.

### ■ Flexible Abstandhaltersysteme mit integriertem Trocknungsmittel

Bei den Isolierglassystemen werden die Hohlkammerprofile durch elastische oder plastische Materialien mit integriertem Trocknungsmittel ersetzt, die zugleich für eine Optimierung der  $\Psi$ -Werte sorgen und damit zu den besseren  $U_w$ -Werten führen. Die Verformbarkeit des Abstandhalterprofils ermöglicht nicht nur

außergewöhnliche Sonderformen von Isoliergläsern, sondern reduziert bei Pumpbewegungen die Spannungen im Randverbundbereich, sowohl beim Glas als auch beim Sekundärdichtstoff. Die geringe stationäre Wärmeleitfähigkeit der Materialien garantiert minimale Wärmeverluste am Isolierglasrand bei edlem Design. Zur Differenzierung zu den Isolierglassystemen mit Hohlprofilen werden die Systeme mit flexibler Kante als UNIGLAS® I STAR bezeichnet.

### ■ UNIGLAS® I STAR<sup>FLS</sup>

Hierbei handelt es sich um einen Silikonschaum, der zur Erzielung der Gasdiffusionsdichtigkeit mit einer gering wärmeleitenden Hochbarrierefolie als Dampfbremse überzogen ist. Die Flanken zwischen dem Silikonschaum und dem Glas werden mit einer zusätzlichen Primärdichtung aus Polyisobutylen abgedichtet. Bei der UNIGLAS GmbH & Co. KG wird dieses System sowohl bei gebogenem, wie auch planem Isolierglas eingesetzt. Durch die Applikation mittels einem Roboter ist bei den Isoliergläsern der Gattung UNIGLAS® I STAR<sup>FLS</sup> der geradlinige und bei Dreifach-Isolierglas der parallele Verlauf der Abstandhalter bei exakter Eckausbildung gewährleistet. Der Abstandhalter wird bis zu Breiten von 20 mm unterbrechungsfrei appliziert.

### ■ UNIGLAS® I STAR<sup>TPS</sup>

Bei diesem System wird das herkömmliche Profil durch ein heiß extrudiertes, plastisches Spezialgemisch auf der Basis von Polyisobutylen ersetzt, das bei der Produktion zwischen die Scheiben gebracht wird. Durch die Applikation mittels einem Roboter ist bei den Isoliergläsern der Gattung UNIGLAS® I STAR<sup>TPS</sup> der geradlinige und bei Dreifach-Isolierglas der parallele Verlauf der Abstandhalter bei exakter Eckausbildung gewährleistet. Dabei kann der Roboter Toleranzen aus den Basisglaserzeugnissen ausgleichen und somit die Abweichungen der Gesamtdicke des Isolierglases auf ein absolutes Minimum begrenzen. Der Abstandhalter wird bis zu Breiten von 20 mm unterbrechungsfrei appliziert und durch ein patentiertes Verfahren gasdicht verschlossen. Durch den Wegfall von 2 Grenzflächen bei Zweifach- und 4 Grenzflächen bei Dreifach-Isolierglas sowie die kontrollierte elastische Verformungsmöglichkeit des Systems ergibt sich ein außerordentlich dichtes Isolierglassystem.

Die Vielfalt der Produkte innerhalb der angebotenen Systeme, auch unter der Berücksichtigung der Verglasungssituation, ist groß und erbringt im direkten Vergleich eine mehr oder weniger starke Beeinflussung des  $\Psi$ -(PSI)-Wertes (siehe → Kap. 3.2). Die Vor- und Nachteile zwischen den einzelnen Systemen sind, je nach Anwendungsfall sorgfältig abzuwägen.

Ihr UNIGLAS®-Partner hat bereits eine Vorauswahl des Systems getroffen, die er auf zahlreiche Prüfungen im Sinne eines nachhaltigen und langlebigen Produktes stützt.

Bei der Ermittlung des  $U_w$ -Wertes (Fenster-U-Wert) berücksichtigen die Tabellenwerte F.3 und F.4 in der EN ISO 10077-1 einen pauschalen Abschlag für die wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltersysteme. Das exakte Berechnungsverfahren ist in Kapitel 3.2 beschrieben.

## 4.1.2 Nenn- und Bemessungswerte bei Glas und Fenster

Die bei Isolierglas angegebenen  $U_g$  - wie auch die  $U_w$ -Werte für Fenster sind „Nennwerte“: Herstellerangaben, die für das in Verkehr bringen der Produkte gültig sind. Für die Anwendung am Bau sind in Deutschland „Bemessungswerte“ zu ermitteln und Leistungserklärungen und dem CE-Zeichen zu deklarieren. Der Korrekturwert für das Glas  $\Delta U_g$  ist aus Tabelle 10 der DIN 4108-4:2013-02 zu entnehmen. Bei anderen Ländern sind die eventuell gültigen nationalen Bestimmungen zu beachten. Bei der Berechnung des  $U_{w,BW}$  (Bemessungswert des Fensters ist  $\Delta U_w$  nach Tabelle J.1 aus EN 14351-1:2006+A1:2010, Anhang J zu berücksichtigen. Alternativ können die U-Werte auch analytisch ermittelt werden. (vgl. 3.2)

- **Verglasungen**  
Bemessungswert
- **Fenster**  
Bemessungswert

$$U_{g,BW} = U_g + \Delta U_g$$

Dabei ist  $\Delta U_w =$

+ 0,1 W/m<sup>2</sup>K bei einfachem Sprossenkreuz im SZR

+ 0,2 W/m<sup>2</sup>K bei mehrfachem Sprossenkreuz im SZR

$$U_{w,BW} = U_w + \Delta U_w$$

Tab. 4.2: Wärmedurchgangskoeffizient für Sprossenfenster

Abb.	Beschreibung	$\Delta U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]
4.6	Befestigte Sprosse(n)	0,0
4.7	Einfache Kreuzsprosse im Mehrscheiben-Isolierglas	0,1
4.8	Mehrfach Kreuzsprossen im Mehrscheiben-Isolierglas	0,2
4.9	Fenstersprosse(n)	0,4

Abb. 4.6

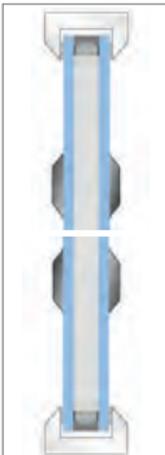


Abb. 4.7

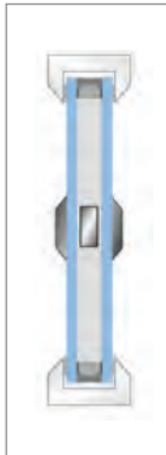


Abb. 4.8



Abb. 4.9



Neben dem Einbau von Sprossen hat auch die Neigung der Verglasung Einfluss auf den  $U_g$ - und damit auf den  $U_w$ -Wert der Konstruktion. Die Funktionsweise von Wärmeisolierglas beruht neben der beschriebenen Reflektion der Wärmestrahlen und der spezifischen Leitfähigkeit der Füllgase auch auf der weitgehenden Unterbindung einer Konvektion der Füllgase. So liegt bei senkrechtem Einbau die optimale Breite des SZR bei Zweifach-Isolierglas mit Argon Gasfüllung zwischen 15 und 16 mm, beim Dreifach-Isolierglas bei 2 x 17 bis 18 mm. Verringert man die Scheibenzwischenräume erhöhen sich die U-Werte mehr oder weniger stark. Bei einer Vergrößerung ist eine weitere Absenkung nicht mehr möglich. Die U-Werte nehmen bedingt durch einsetzende Konvektion sogar wieder leicht zu.

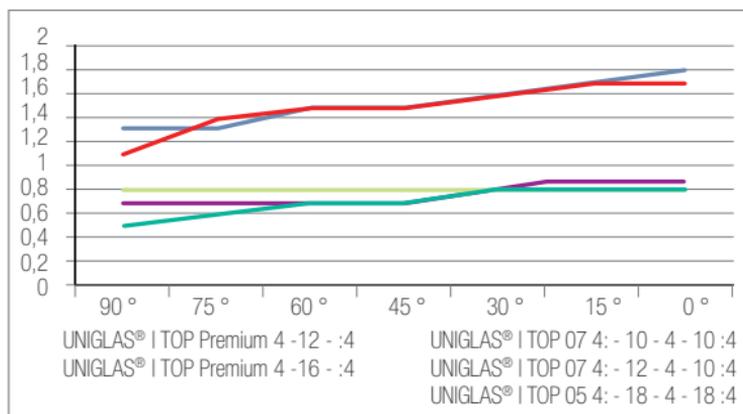
Neigt man die Verglasung aus der Senkrechten, so setzt auch hier eine Konvektion ein, die umso größer wird, je breiter die Abstandhalter sind. Einige Beispiele sind nachstehender Tabelle zu entnehmen. Für die Berechnung des  $U_w$ -Wertes muss der Nennwert des  $U_g$ -Wertes in der entsprechenden Neigung eingegeben werden, der Ihnen Ihr UNIGLAS®-Partner gern mit dem UNIGLAS® I SLT nachweisen wird. Generell empfiehlt die UNIGLAS® bei Überkopfverglasungen wegen der erhöhten thermischen Belastung des Isolierglases insbesondere bei größeren Neigungen die Scheibenzwischenräume zu reduzieren.



Tab. 4.3:  $U_g$ -Werte in Abhängigkeit zur Neigung in  $W/m^2K$

Uniglas®ITOP		Premium	0,7	0,5	
Lage		4 - 12 - :4	4 - 16 - :4	4:12 - 4 - 12 - :4	4: 18 - 4 - 18 - :4
senkrechter Einbau	90°	1,3	1,1	0,7	0,5
	75°	1,3	1,4	0,7	0,6
	60°	1,5	1,5	0,7	0,7
	45°	1,5	1,5	0,7	0,7
	30°	1,6	1,6	0,8	0,8
	15°	1,7	1,7	0,9	0,8
waagerechter Einbau	0°	1,8	1,7	0,9	0,8

Abb. 4.10: Grafische Darstellung zu Tab. 4.3



## 4.2 UNIGLAS® Produkte zur Wärmedämmung

Alle Isoliergläser der UNIGLAS®-Gruppe werden, wie beschrieben, aus hochwertigen und geprüften Materialien und entsprechend den gesetzlichen Forderungen hergestellt. Die Ausführung des Randverbundes bietet, ungeachtet seiner Ausführung, optimale Sicherheit gegen die hohen Beanspruchungen, denen ein Isolierglas über seine lange Lebensdauer ausgesetzt ist. Die Qualität des Endproduktes wird durch die ständig kontrollierte und dokumentierte Eigenüberwachung nach strengen Werkspezifikationen entsprechend DIN 1279-6 gesichert. Hinzu kommt, dass sich alle UNIGLAS®-Fertigungsstätten freiwillig einer Fremdüberwachung unterziehen, in der neben der Inspektion der laufenden Fertigung das Zeitstandverhalten von Mehrscheiben-Isolierglas in einer Kurzzeit-Klimaprüfung kontrolliert wird. Bei dieser Fremdüberwachung legt die UNIGLAS® Qualitätsmaßstäbe an, die über die normativen Mindestanforderungen hinausgehen. UNIGLAS®-Funktions-Isoliergläser sind somit gütegeprüft, eigen- und fremdüberwacht.

Bei allen Isoliergläsern ist Wärmedämmung die Basisfunktion, zu der weitere Funktionen hinzukommen können, wie Lärmschutz (siehe → Kap. 5), Sonnenschutz (siehe → Kap. 6), Sicherheit (siehe → Kap. 7) oder Selbstreinigung (siehe → Kap. 2.11) sowie Kombinationen aus diesen Funktionen.

### 4.2.1 UNIGLAS® I TOP Energiegewinnnglas

UNIGLAS® I TOP ist ein Wärmeschutzglas, das langwellige Wärmestrahlung der Heizung reflektiert und so im Raum hält. Sichtbares Licht der Sonnenstrahlung lässt es hingegen nahezu ungehindert hindurchdringen und trägt so zur Erwärmung des Raumes bei.

UNIGLAS® I TOP PURE ist ein spezielles Wärmeschutzglas mit besonders hoher Lichttransmission ohne Zugeständnisse an den U-Wert.

### 4.2.2 UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas

Der Lichtdurchgang nach EN 410 orientiert sich ausschließlich an der für das Taglichtsehen maßgeblichen Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges und sagt noch nichts über die Qualität des Lichtes bzw. über die Beeinflussung des circadianen Systems von Organismen aus. (siehe → Kap. 3.15) Durch eine spezielle Beschichtung, die auf einer oder mehreren Glasoberflächen aufgebracht wird, ist es möglich, den Lichtdurchgang, der für den Circadian verantwortlich ist, signifikant zu erhöhen. Je nach Produktvariante erhält ein Dreifach-Isolierglas mit dem  $U_g$ -Wert von bis zu  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  einen Lichtdurchgang im Bereich von 420 bis 480 nm von bis zu 80 % (Abb. 4.13). Dies entspricht nahezu dem Lichtdurchgang eines Zweifach-Isolierglas aus unbehandeltem Kalk-Natron-Glases mit  $2 \times 4 \text{ mm}$  Dicke.

Somit bewirkt UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas, dass beim Menschen das Schlafhormon Melatonin tagsüber auch beim Aufenthalt im Gebäude stärker abnimmt und dagegen das vitalisierende Serotonin freigesetzt wird. UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas leistet somit einen deutlichen Beitrag zur Bekämpfung der weit verbreiteten Winterdepression. Die Qualität des Lichtes wird durch diese Beschichtung viel stärker dem natürlichen Licht im Freien angepasst. Dadurch vermindern sich zudem Schlafstörungen. In den skandinavischen Ländern sind in der dunklen Jahreszeit Lichtduschen mit künstlich erzeugtem Blaulicht längst anerkannte Therapiemethoden. In den Breitengraden Mitteleuropas steht auch bei bedecktem Himmel im Winter genügend qualitativ hochwertiges Licht zur Verfügung, welches bei einer Verglasung mit UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas in die Innenräume gelangt und kostenfrei genutzt werden kann.

Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass sich ein erhöhter Melatoninspiegel negativ auf den Hippocampus im Gehirn auswirkt. Diese Region im Gehirn ist wichtig für das Lernverhalten und das Erinnerungsvermögen. Somit erhöht sich Leistungsfähigkeit der Menschen, die sich hinter UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas aufhalten.

Abb. 4.11: Anwendungsbeispiel



Auch für therapeutische Zwecke ist der sich unter natürlicher Beleuchtung einstellende Melatoninstoffwechsel, also der circadiane Rhythmus von essentieller Bedeutung. Freie Radikale werden von körpereigenen Hormonen abgebaut. Somit entstehen natürliche Abwehrkräfte, die gegen Krebs, Herzinfarkt, Arteriosklerose und Schlaganfall vorbeugen und Therapien von bereits erkrankten Personen unterstützen.

Pflanzen in den Wohnräumen und Wintergärten profitieren vom circadianen Lichtdurchgang. Die Blätter werden kräftiger und unempfindlicher gegen Schädlingsbefall (siehe → Kap. 3.23).

Abb. 4.12: Spektrale Empfindlichkeit der drei Zapfentypen (Rezeptoren) Zapfen/Rezeptoren = Lichtempfindliche Zellen in der Netzhaut des Auges

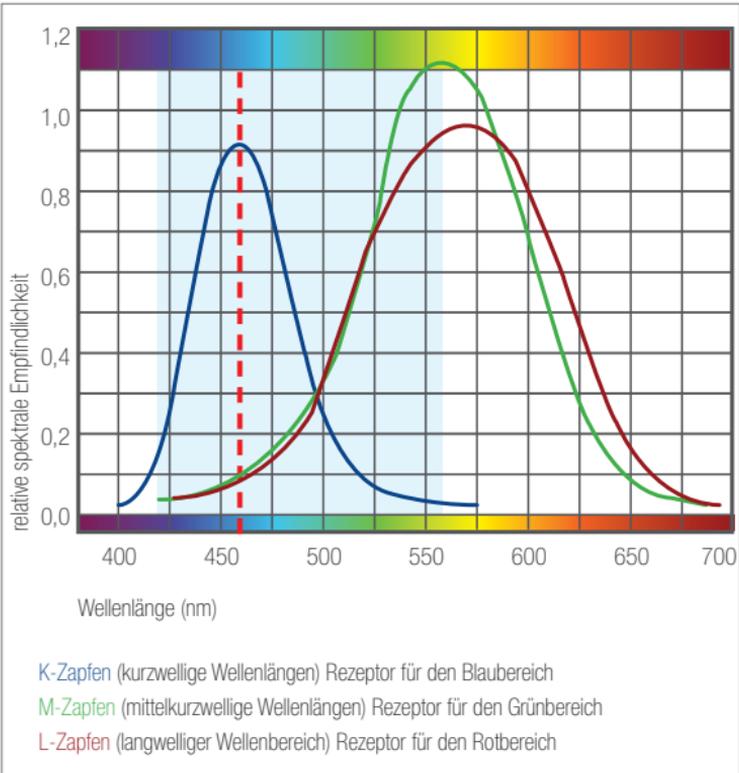
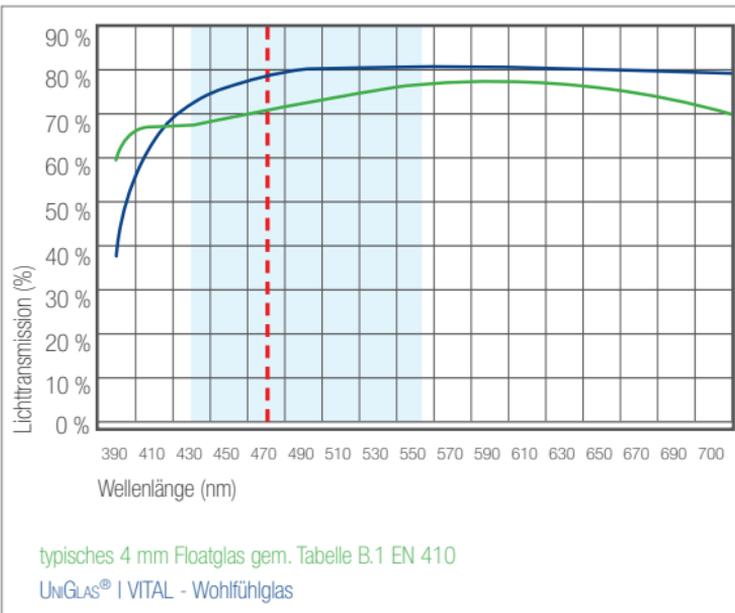


Abb. 4.13: Vergleich der Lichttransmission im wichtigen Wellenbereich von 460 nm zwischen einem typischen Dreifach-Isolierglas, wie es in Deutschland derzeit verwendet wird, und dem neuen UNIGLAS® | VITAL Wohlfühlglas

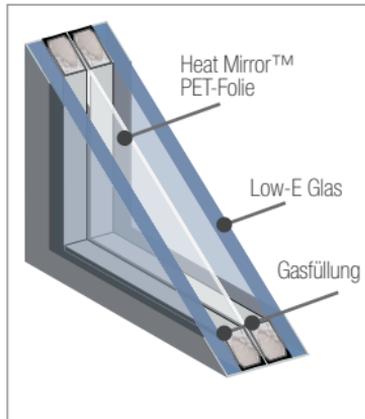


## 4.2.3 Heat Mirror™

Ein besonderes „Dreifach-Isolierglas“ stellt „Heat Mirror™“ dar. Anstelle der Mittelscheibe ist eine PET-Folie eingelegt, die in einem speziellen Verfahren gespannt wird. Der Vorteil besteht darin, dass bei einem Gewicht, welches annähernd 2 Scheiben-Isolierglas entspricht  $U_g$ -Werte wie bei Dreifach-Isolierglas bei hervorragenden Lichtdurchgangswerten zu erreichen sind. Auf Grund der Elastizität der PET-Folie erhöht sich zudem der Schalldämmwert um 1 bis 2 dB. Als Außenscheiben können alle Sicherheitsgläser eingesetzt werden. Auch ist die Kombination mit Sonnenschutzglas gut möglich. Die PET-Folie kann umweltgerecht recycelt werden. Heat Mirror™ ist mit seinen hervorragenden technischen Werten bei geringen Einbaudicken ein ideales Renovationsglas.

Der UNIGLAS®-Gesellschafter Sofraver SA verfügt über mehr als 10 Jahre Produktionserfahrung mit Heat Mirror™ und liefert dieses spezielle Produkt ohne Einschränkung der Garantieleistung.

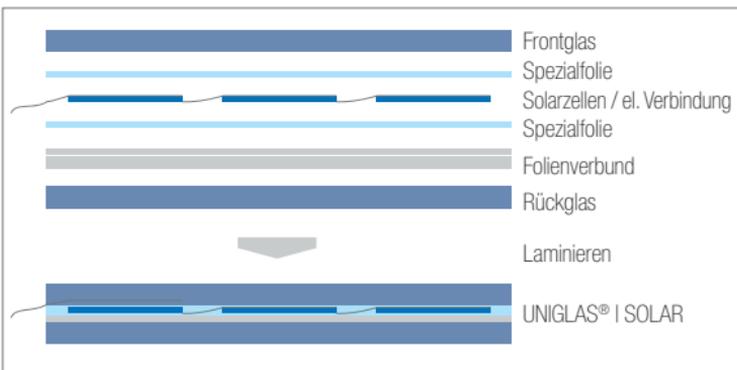
Abb. 4.14: Heat Mirror™  
Schematische Darstellung



## 4.2.4 UNIGLAS® | SOLAR Stromgewinn Glas Glas für kostenlosen Energiegewinn durch die Sonne

Dieses Glas ist ein Verbundglas (siehe → Kapitel 2.10), bei dem handelsübliche Photovoltaikzellen zwischen zwei Floatscheiben in einer speziellen PVB-Folie fest und langlebig eingebettet sind. Dieses VG kann monolithisch verbaut oder aber als Wärmedämm-Isolierglas UNIGLAS® | SOLAR zum Einsatz kommen. Hierbei werden die Gläser speziell nach den individuellen Kundenwünschen mit monokristallinen Zellen, polykristallinen Zellen, oder in Dünnschichttechnologie konfiguriert.

Abb. 4.15: UNIGLAS® | SOLAR: Verbundglas-Aufbau



Semitransparente, farbige Zellen oder Ausstanzungen in den Zellen sind ebenso realisierbar wie individuelle Abmessungen und Formen der Glasscheiben. Durch die besonderen Eigenschaften der PVB-Folie lassen sich die Elemente beliebig in die Außenhaut des Gebäudes integrieren.

Daher sind Überkopfanwendungen ebenso gut zu realisieren, wie absturzsichernde Verglasungen. In Kombination mit anderen Fassadenelementen lässt sich so ästhetische und anspruchsvolle Architektur mit wirtschaftlicher Dauernutzung verbinden, natürlich ohne auf die Vorteile eines modernen Isolierglases zu verzichten.

## 4.2.5 UNIGLAS® | PANEL Vakuumisolierung

UNIGLAS® | PANEL ist das Vakuumpaneel in Isolierglasertechnik für den opaken Brüstungsbereich. Die äußere ESG-H-Scheibe wird dabei innenseitig bedruckt bzw. emailliert und kann so farblich der in der Nachbarschaft angebrachten, transparenten Verglasung angepasst oder farblich pointiert werden, um gestalterische Akzente zu erzielen.

Hinter der ESG-H-Scheibe im SZR befindet sich ein Vakuumisoliations-Paneel (VIP), das rückseitig, also raumseitig, von einem zweiten ESG oder aber einem Alu- bzw. Stahlblech abgedeckt wird. Vakuumdämmungen erzielen 10-mal höhere Dämmwerte als herkömmliche Dämmstoffe der WLG 0,04.

Somit lassen sich in Vorhangfassaden Brüstungen in üblicher Isolierglasstärke realisieren, die nicht störend in den Nutzbereich eingreifen. Im Neubau entsteht so mehr vermietbare Fläche gegenüber konventioneller Ausführung. Auch bei der energetischen Erneuerung der „Curtain wall“-Fassaden, die bei der Schottenbauweise der 70er Jahre üblich war, können Fassaden ohne Kompromisse auf den heutigen EnEV-Standard gebracht werden.

Abb. 4.16: Vakuum-Paneel

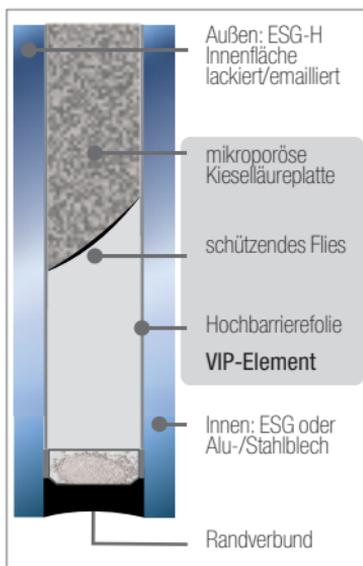


Abb. 4.17: Anwendungsbeispiel



## 4.2.6 Allgemeine Hinweise

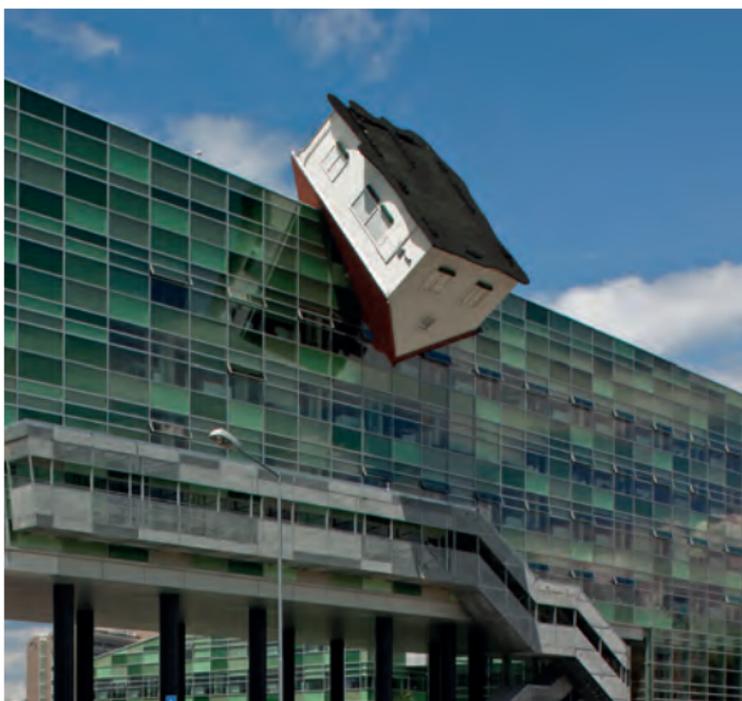
UNIGLAS®-Produkte zur Wärmedämmung sind hervorragend geeignet für alle Fenster- und Fassadenanwendungen, sowohl im Neubau als auch in der Renovation. Ein Auszug aus der Gesamt-Isolierglaspalette ist der Tabelle am Ende des Buches zu entnehmen.

Allein in Deutschland sind 70 % aller bestehenden Verglasungen, das sind rund 500 Mio. m<sup>2</sup>, energetisch veraltet. Sowohl steigende Kosten und zur Neige gehende Primärenergieträger als auch die Forderung nach Umweltschutz durch CO<sub>2</sub>-Reduzierung verlangen in den nächsten Jahren den Austausch dieser Altgläser als wesentlichen Faktor der energetischen Gebäudemodernisierung. Das derzeitige Engagement geht in Richtung „Energiesparen mit Glas“ auf allen Ebenen.

Der Austausch nur eines Quadratmeters „Altisolierglas“ gegen modernes UNIGLAS® I TOP Pure,  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , bedeutet etwa 15 Liter Heizöl- und 60 kg CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr. Dies entspricht in der Summe etwa 7,5 Mrd. Litern Heizöl beziehungsweise entsprechende andere Primärenergien. Argumente, die sich sehen lassen können und gerade in Zeiten breiter Energieeffizienz-Diskussionen überzeugend sind.

Auf der Homepage der UNIGLAS GmbH & Co. KG finden Sie einen Heizkostenrechner, mit dem Sie den für Sie individuell erzielbaren Einspareffekt beim Austausch Ihres Glases gegen eine aktuelle UNIGLAS® I TOP Verglasung ermitteln können: <http://www.uniglas.net>

Abb. 4.18: Anwendungsbeispiel







5.1	Grundlagen	136
5.1.1	Bewertetes Schalldämmmaß	137
5.1.2	Koinzidenzfrequenz	140
5.2	Normen	140
5.3	UNIGLAS® I PHON Lärmschutzglas	142
5.4	Sonderanwendungen mit einschaligen Glasausführungen	143

## 5.0 Schallschutz

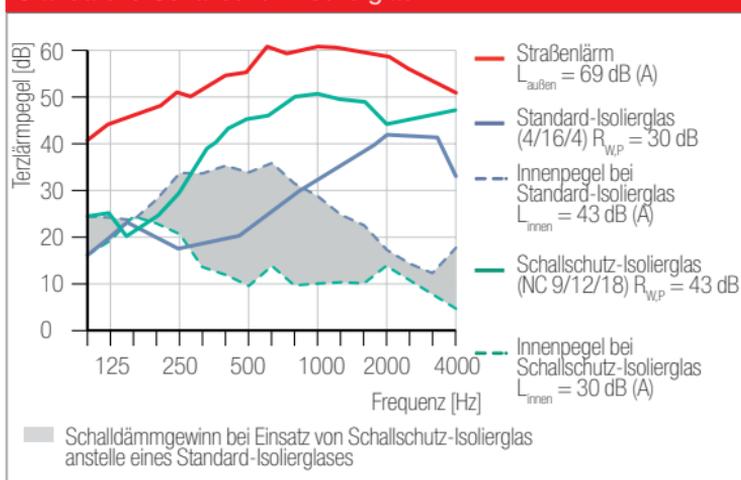
### 5.1 Grundlagen

Lärm stellt nicht nur eine gravierende Beeinträchtigung unserer Lebens-, Arbeits- und Wohnqualität dar, sondern gefährdet auch erwiesenermaßen unsere Gesundheit. Neben irreparablen Hörschäden durch Dauerlärm sind Herz-/Kreislauf-, Nerven- und Gefäßerkrankungen die Folge. Eine der wirksamsten Maßnahmen zur Schaffung von mehr Ruhe im Wohn- und Arbeitsumfeld ist die Schalldämmung der Außenbauteile von Büros, Wohnungen und Häusern.

Ein störendes Lärmspektrum setzt sich aus vielen Frequenzen mit unterschiedlicher Intensität zusammen. Dabei werden manche Frequenzbereiche lauter wahrgenommen und sind damit störender als andere. Jede Lärmquelle enthält eine spezifische Frequenzverteilung, auch bei gleicher Intensität des Lärmpegels. Bei der Schalldämmung kommt es daher darauf an, die störenden Frequenzbereiche wirksam zu dämmen. Die Planung der Schallschutzmaßnahme sollte sich daher immer nach der Lärmquelle richten und darf sich nicht auf das Fenster oder das einzusetzende Glas beschränken. Gleich starke Lärmpegel können unterschiedliche Fensterkonstruktionen und Schalldämmgläser erfordern.

Bei der Schalldämmung von Fassaden spielen viele Faktoren eine Rolle. Die erforderliche Schalldämmung einer Glasscheibe hängt von der Stärke der maßgeblichen Frequenzen des Außenlärms ab und richtet sich nach dem gewünschten Geräuschpegel im Innenraum. Format und Fensterkonstruktion, der Anteil der Fensterfläche an der Außenwand, das Dämmverhalten der Wand und der flankierenden Bauteile haben einen maßgeblichen Einfluss. In der Praxis beeinflussen Schallnebenwege über Anschlussfugen und Zusatzbauteile am Fenster, Scheibengröße und Seitenverhältnis die Schalldämmung. Auch das Rahmen-

**Abb. 5.1: Vergleich Schalldämmung Standard- / Schallschutz-Isolierglas**



material und die Wechselwirkung zwischen Glas und Rahmen spielen vor allen Dingen bei Schalldämmwerten die größer als 40 dB sein sollen eine erhebliche Rolle. Deshalb sollten die exakten Dämmwerte von Verglasungen und Rahmen im Fenster als Bauteil gemeinsam nach EN ISO 10140 im Prüfstand ermittelt werden.

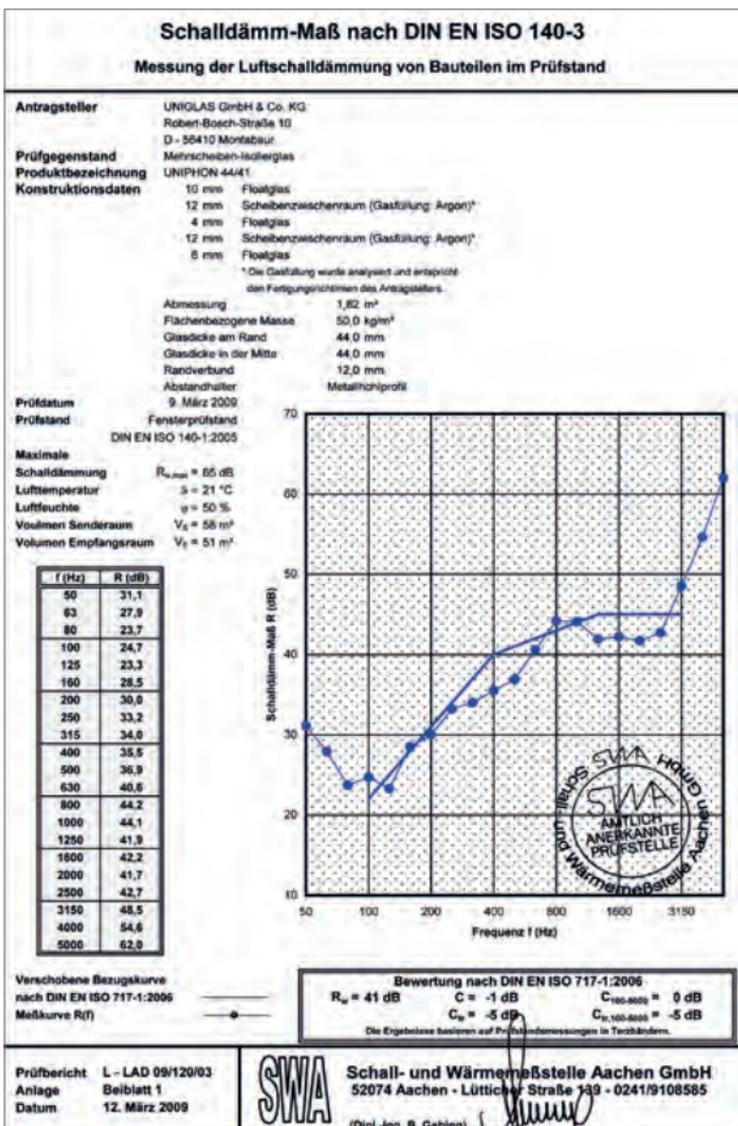
### 5.1.1 Bewertetes Schalldämmmaß

Das gesunde menschliche Ohr kann Frequenzen zwischen 16 und 16.000 Hz und Schalldrücke, genauer ausgedrückt handelt es sich um Druckschwankungen zwischen  $10^{-5}$  Pa = 0,00001 Pa (Hörschwelle) und 100 Pa (Schmerzgrenze), wahrnehmen. Damit diese gewaltigen Unterschiede von 1 zu 10 Millionen handhabbar werden, stellt man in der Praxis die Schalldrücke in einer Logarithmusfunktion dar und erhält auf diese Weise 120 verschiedene Schalldruckwerte L mit der Maßeinheit dB (Dezibel). Dabei bedeutet 0 dB die Hörschwelle und 120 dB die Schmerzgrenze. Die Logarithmusfunktion hat jedoch einige Kuriositäten zur Folge. Verdoppelt man den Schalldruck, so erhöht sich der Wert um lediglich 3 dB. Eine Verzehnfachung hat die Erhöhung von 10 dB zur Folge. Dies alleine wäre nicht problematisch, jedoch nimmt das menschliche Ohr die Änderungen nur sehr grob wahr. So ist ein Unterschied von 1 dB kaum wahrnehmbar, 3 dB sind hörbar und der Unterschied von 10 dB wird als Verdoppelung bzw. Halbierung des Geräuschpegels empfunden. Dabei ist das Ohr für tiefe Frequenzen unempfindlicher als für hohe Frequenzen. Um das Schalldämmvermögen eines Bauteils beurteilen zu können, wird ein „mittleres“ Schalldämmmaß herangezogen. Dabei ist dieses Maß zu „bewerten“, sodass dem unterschiedlichen Hörvermögen bei verschiedenen Frequenzen Rechnung getragen wird.

Für den Baubereich maßgeblich sind die Schalldruckpegel in den Frequenzbereichen zwischen 100 und 3.500 Hz. Zur Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes werden die Prüfkörper (Glas oder Fenster) in Normgröße von 1.230 x 1.480 mm in einen Prüfstand nach EN ISO 10140-5:2010 mit normgerecht gedämmter Flankenübertragung eingebaut. Die Messung erfolgt nach EN ISO 14140-2:2010 wobei im Senderraum Schall über definierte Frequenzen im Bereich von 100 bis 5.000 Hz abgegeben wird und die Schalldruckpegel der einzelnen Frequenzen im Empfangsraum aufgezeichnet werden. Die Differenz des gesendeten und des empfangenen Schalldruckpegels ist das jeweilige Schalldämmmaß. Als resultierende Größe der schalltechnischen Bewertung von Glas findet das bewertete Schalldämmmaß  $R_{w}$  nach EN ISO 717-1 Anwendung. Dies wird per Abgleich der Einzelwerte mit einer Bezugskurve ermittelt. Dabei werden die einzelnen Messergebnisse in einem kartesischen Koordinatensystem aufgetragen und die Bezugskurve nach EN ISO 717-1 so lange parallel zur Ordinate verschoben bis die Unterschreitung der Messkurve im Mittel nicht mehr als 2 dB beträgt. Überschreitungen der Messkurve werden nicht berücksichtigt. Der Schnittpunkt bei der Frequenz von 500 Hz mit der auf diese Weise ver-

schobenen Bezugskurve stellt das bezogene Schalldämm-Maß  $R_w$  dar, welches auf eine natürliche Zahl gerundet angegeben wird. Vereinfacht ausgedrückt, handelt sich dabei etwa um einen gemittelten Schalldämmwert über die betrachteten Frequenzen.

Abb. 5.2: Schalldämm-Maß nach DIN EN ISO 140-3



Vor Gültigkeit der Normenreihe EN ISO 10140 wurden die Schallprüfungen nach der Normenreihe EN ISO 140 durchgeführt. Formell sind diese Normen auch noch gültig, weil verschiedene Produktnormen, wie z.B. für Isolierglas und für Fenster noch Bezug auf diese nehmen. Wesentliches wurde nicht geändert. Die Präzisierungen und Details zu den Randbedingungen des Messverfahrens sind so geringfügig, dass sie sich unter Berücksichtigung der Genauigkeit des Gesamtverfahrens nicht auf die Schalldämm-Maße und die Spektrumanpassungswerte auswirken. Die älteren Prüfzeugnisse behalten daher ihre Gültigkeit und dürfen nach wie vor verwendet werden.

In Deutschland ist die DIN 4109:1989-11 maßgeblich für die einzuhaltenden Schalldämmwerte. Dort ist nach folgenden Schalldämmmaßen zu unterscheiden:

- $R_{W}$  bewertetes Schalldämmmaß in dB ohne Schallübertragung über angrenzende Bauteile
- $R'_{W}$  bewertetes Schalldämmmaß in dB mit Schallübertragung über angrenzende Bauteile
- $R'_{W,res}$  resultierendes Schalldämmmaß in dB des gesamten Bauteils (z. B. ganze Wand inkl. Fenster aus Rahmen und Glas mit Anschlüssen)
- $R_{W,P}$  bewertetes Schalldämmmaß in dB – im Prüfstand ermittelt ( $\cong R_{W}$ )
- $R_{W,R}$  bewertetes Schalldämmmaß in dB – Rechenwert (=  $R_{W}$  abzüglich einem Vorhaltemaß von 2 dB für Fenster und 5 dB für Fenstertüren)
- $R_{W,B}$  bewertetes Schalldämmmaß in dB – am Bau gemessener Wert

Um bei der Bewertung den einzelnen Frequenzbereichen von Wohn- und Verkehrsbereichen gerecht zu werden, werden zusätzlich nach EN ISO 717-1 Spektrum-Anpassungswerte  $C$  und  $C_{tr}$  im Frequenzbereich 100 – 3.150 Hz mit bestimmt. Für die erweiterten Frequenzbereiche von 3150 bis 5000 Hz bezeichnet man die Korrekturfaktoren als  $C_{100-5000}$  und  $C_{tr100-5000}$ .

**Tab. 5.1: Spektrum Anpassungswerte**

Geräuschquelle	Spektrum-Anpassungswert
Normale Frequenzgeräusche, wie Reden, Musik hören, Radio und TV	C
Spielende Kinder	
Schienerverkehr, mittlerer und hoher Geschwindigkeit*	
Autobahnverkehr über 80 km/h*	
Flugzeuge mit Düsenantrieb in geringem Abstand	
Produktionsbetriebe, die vorwiegend mittel- bis hochfrequenten Lärm abstrahlen	
Innerstädtischer Straßenlärm	$C_{tr}$
Schienerverkehr mit geringer Geschwindigkeit	
Propeller-Flugzeuge	
Flugzeuge mit Düsenantrieb in größerer Entfernung	
Discomusik	
Produktionsbetriebe mit vorwiegend tieffrequenter Lärmabstrahlung	Spektrum 2

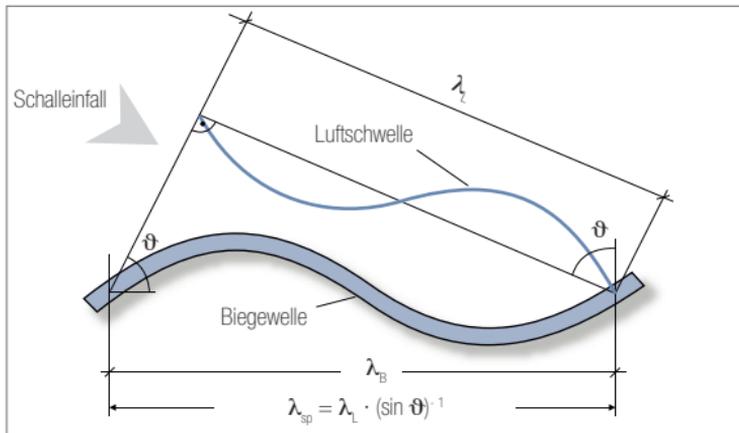
\* In verschiedenen EU-Ländern gibt es Rechenverfahren für die Fixierung von Oktavbandschallpegeln für Straßen- und Schienenverkehrsgeräusche. Diese können zum Vergleich mit den Spektren 1 und 2 herangezogen werden.



## 5.1.2 Koinzidenzfrequenz

Bei einschaligen Bauteilen verschlechtern sich oberhalb einer bestimmten Frequenz die Schalldämmwerte. Die Grenzfrequenz, ab welcher der Schalldämmwert einbricht, nennt man Koinzidenz- oder Spuranpassungsfrequenz. Ursache ist der gerichtete Schall, der das Bauteil unter einem definierten Winkel trifft. Wenn die Spurwelle einer Luftschallwelle neben der von dieser erzeugten Biegewelle mit der gleichen Wellenlänge herläuft, wird in diesem Fall die Spurwelle verstärkt. Infolgedessen wird auf der anderen Seite des Bauteils besonders viel Schall abgestrahlt.

Abb. 5.3: Koinzidenzfrequenz



Bauteile, deren Grenzfrequenz  $f_g < 2000$  Hz ist, heißen biegesteif. Bei derartigen Bauteilen spielt der Spuranpassungseffekt keine Rolle. Nachdem Glas zu den sogenannten biegeweichen Bauteilen gehört, ist die Koinzidenzfrequenz bei der Konstruktion der Bauteile zu beachten. Das Produkt aus der Grenzfrequenz und der Schichtdicke ist eine Materialkonstante, die Koinzidenzkonstante. Bei Glas beträgt diese Konstante  $f_g \cdot d \geq 1.200$  Hz  $\cdot$  cm. In der Praxis kann ein gerichteter, streifender Schalleinfall z.B. bei hohen Gebäuden einer Blockrandbebauung an stark befahrenen Straßen entstehen. In diesem Fall liegt die tatsächliche Schalldämmung des Bauteils etwas niedriger als im Prüfstand ermittelt. Durch den Einsatz höher dämmender Fenster kann hier Abhilfe geschaffen werden.

## 5.2 Normen

Basis für die Planung des Schallschutzes in Gebäuden ist in Deutschland die DIN 4109:1989-11 „Schallschutz im Hochbau“ und das Beiblatt DIN 4109/A1:2001-01 „Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise; Änderungen A1. Darin sind Mindestanforderungen an die Schalldämmung der Bauteile in Gebäuden abhängig von der Nutzung definiert. Die DIN 4109 besteht im Wesentlichen aus „Anforderungen und Nachweisen“, dem Beiblatt 1 „Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren“.

Bei zusammengesetzten Bauteilen wie der Außenwand eines Gebäudes, gibt man die Schalldämmung im so genannten „resultierenden Schalldämmmaß“  $R'_{w,res}$  an, in das die Schalldämmmaße der einzelnen Bauteile nach ihren Flächenanteilen eingehen.

Tabelle 8 der DIN 4109 legt den Mindestwert  $R'_{w,res}$  für das Außenbauteil abhängig von Nutzung und äußerem Lärmpegelbereich fest.

In Übereinstimmung mit der EU-Bauproduktenrichtlinie bzw. der Bauregelliste gibt es zwei Möglichkeiten, den Eignungsnachweis der Schalldämmung von Fenstern zu führen:

- Nachweis durch Prüfung (Eignungsprüfung I) des Fensters an einem in der Prüfnorm genannten Vorzugsmaß im Labor, dann ist  $R_{w,R} = R_{w,P} - 2 \text{ dB}$  („Vorhaltemaß“)
- Zuordnung der Konstruktion nach Beiblatt DIN 4109/A1:2001-01 „Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise; Änderungen A1

Abb. 5.4: Anwendungsbeispiel



Tabelle 40 gibt Konstruktionshilfen für Schallschutzfenster eines bestimmten Aufbaus in Abhängigkeit von Konstruktionsvarianten, Verglasungen, Größen, Flächenanteilen, Sprossenunterteilungen mit bewerteten Schalldämm-Maßen  $R_{w,R}$  von 25 dB bis 43 dB (Rechenwerte).

Damit hat man ein Hilfsmittel, um die Schalldämmung der Fenster- und Fassadenkonstruktionen einfach und ohne Prüfung aufgrund von Konstruktionsmerkmalen zu ermitteln.

Die Anwendung der DIN 4109 und dem Beiblatt A1 ist nur für Deutschland ohne weiteres möglich. Bis heute sind lediglich die Prüfnormen harmonisiert. Die Anforderungsnormen bleiben weiterhin Sache der einzelnen EU-Mitgliedsstaaten. Auf Europäischer Ebene gibt es jedoch eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung des  $R_w$  ( $C$ ,  $C_w$ ) von Fenstern bis zu  $R_w = 38$  dB. Die Werte ergeben sich aus der Ablesung von Tabellenwerten B.1 bis B.3 aus EN 14351-1, sofern die Schalldämm-Maße für das Glas bekannt sind und die Fenster die Bedingungen nach B.3.2 erfüllen.

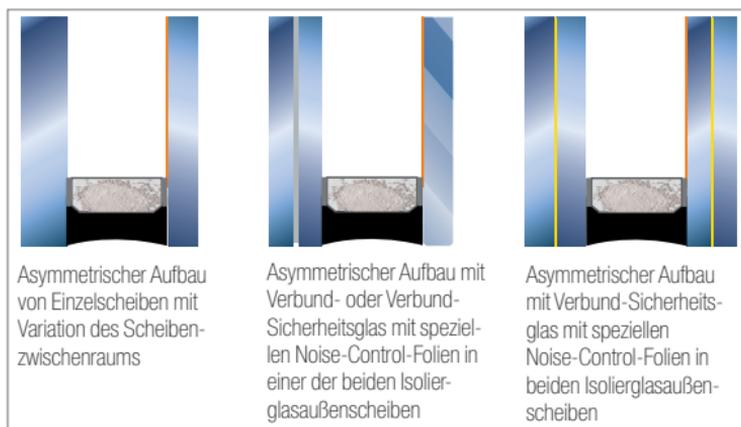
## 5.3 UNI GLAS® | PHON Lärmschutzglas

UNI GLAS® | PHON Lärmschutzglas teilt sich in drei Kategorien zur Erreichung des gewünschten Dämmmaßes:

- Unterschiedlich dicke Einzelscheiben außen und innen. Dabei handelt es sich um die einfachste Art eines transparenten Schallschutzes. Denn bei unterschiedlicher Dicke der beiden Scheiben des Isolierglases werden, bedingt durch die unterschiedlichen Koinzidenz-Grenzfrequenzen der Gläser, bereits sehr gute Schalldämmwerte erreicht.

Durch Vergrößern des SZR werden die Schalldämmwerte in der Regel erhöht, wobei es hier natürliche Grenzen gibt. Zum einen erhöht sich der Wärmedurchgangskoeffizient bei größer werdendem SZR geringfügig und zum anderen verstärkt sich durch das größere eingeschlossene Gasvolumen der Isolierglaseffekt deutlich, so dass bei großen SZR aus statischen Erwägungen oftmals ESG für die dünnere der beiden Scheiben zum Einsatz kommen muss.

Abb. 5.5: UNI GLAS® | PHON: 3 Kategorien Schallschutz-Isoliergläser



- Bei höherer Anforderung an die Schalldämmung wird eine oder auch mehrere Scheiben des Isolierglases aus Verbund- und oder Verbund-Sicherheitsglas hergestellt. Beim Verbundglas handelt es sich um Floatglasscheiben, die mit einer speziellen transparenten Zwischenschicht elastisch, die schwingungsdämmend wirkt, verbunden werden.
- Mit UNIGLAS® NC (Noise-Control-Folien) werden je nach Bedarf Zwischenschichten speziell nur für den Schallschutz eingesetzt oder auch in Kombination mit Sicherheitseigenschaften, bis hin zum P4A, Sicherheitsglas (siehe → Kapitel 7). Diese Spezial-VSG-Folien eignen sich auch hervorragend für den Überkopfbereich, da sie das Geräusch von aufprasselndem Regen erheblich absorbieren.

## 5.4 Sonderanwendungen mit einschaligen Glasausführungen

Lärmschutz mit Glas findet neben seinem Einsatz als Isolierglas in der Gebäudehülle auch als Einfachglas Anwendung, beispielsweise als Vorsatzschale vor Gebäudefassaden, die von starker Lärmbelastung tangiert werden. Diese Ausführung kann auch in Kombination mit Sonnenschutz erfolgen.

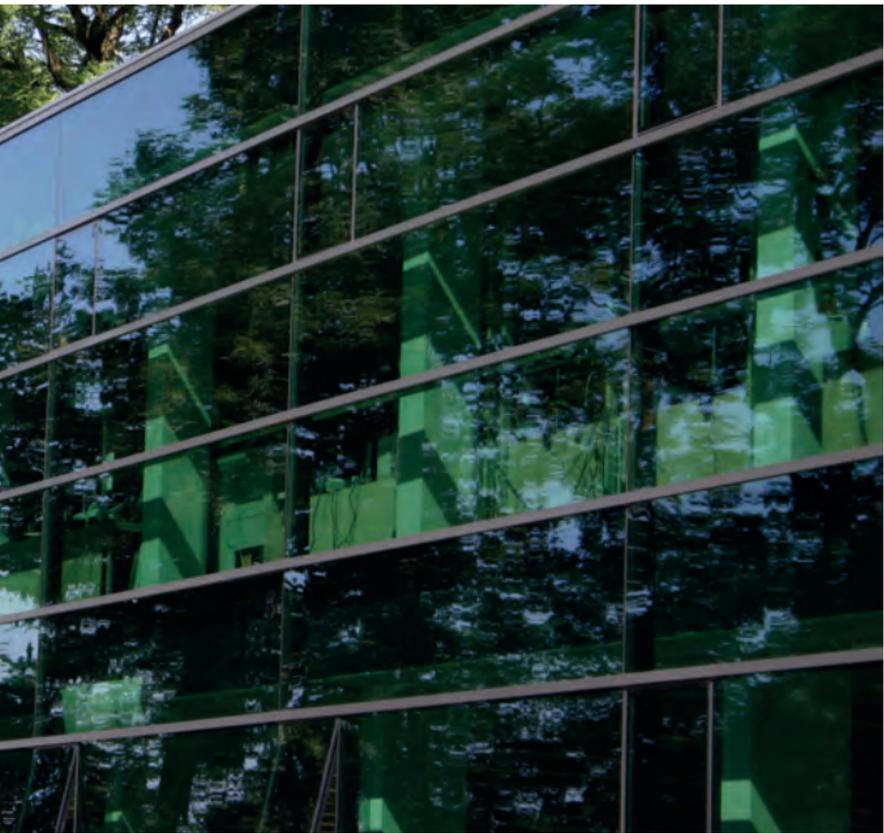
Ein stetig zunehmender Einsatz von monolithischen Lärmschutzaufbauten findet zwischenzeitlich im Straßenbau Anwendung. Klassische Schallschutzwände aus Beton, Stahl oder Holz erfüllen zwar seit Jahrzehnten ihren Dienst, schaffen aber ein beengendes Gefühl und zerstören oftmals das Landschaftsbild.

Lärmschutzwände aus Glas hingegen lassen den Blick offen und passen sich der Umgebung an. Dabei können sie, je nach Ausführung, die Anforderungen der Luftschalldämmung, der Standicherheit unter Windlast sowie der Steinwurfresistenz erfüllen. Maßgebend für die Anforderungen und damit die Ausführungen sind die ZTV-LSW, die „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen“ des Bundesministeriums für Verkehr.

Abb. 5.6: Straßeneinhausung







6.1	Grundlagen	146
6.2	UNIGLAS®   SUN Sonnenschutzglas	146
6.3	UNIGLAS®   ECONTROL Schaltbares Isolierglas	148
6.4	Sonnenschutzsysteme im Isolierglas	148
6.4.1	UNIGLAS®   SHADE Jalousie-System	148
6.4.2	UNIGLAS®   SHADE Folien-System	154
6.5	Sonderanwendungen mit Einfachglas- Ausführungen	158

## 6.0 Sonnenschutz

### 6.1 Grundlagen

Der anhaltende Trend zu transparenter Architektur erfordert den Einsatz immer größer werdender Verglasungen. Große Glasfasaden in Büro- und Verwaltungsbauten sind dabei erst durch Sonnenschutzgläser möglich geworden. Aber auch bei großflächigen Terrassenverglasungen oder Wintergärten kommen Sonnenschutzgläser vermehrt zum Einsatz. Solche Gläser vermindern das unangenehme Aufheizen in den Innenräumen durch Reflexion und Absorption von Sonnenstrahlen und entlasten somit die Klimaanlage im Objektbereich. Sie leisten damit einen Beitrag zur Energieeinsparung und tragen zur Reduzierung der Umweltbelastung bei.

Die Energieeinsparverordnung berücksichtigt auch die durch Glas erzielten solaren Energiegewinne, unter Zugrundlegung der g-Werte. Je höher der g-Wert, desto höher die Energiegewinne – desto stärker aber auch die Aufheizung. Deshalb verlangt die Energieeinsparverordnung den rechnerischen Nachweis des „sommerlichen Wärmeschutzes“, mit dem die Höhe des Gesamtenergieeintrages begrenzt wird. Ziel ist es, bei Gebäuden ohne Klimaanlage die durchschnittlichen Maximaltemperaturen auf ein erträgliches Maß zu beschränken, oder den Energieverbrauch, der für die Konditionierung erforderlich wird, zu limitieren. Hintergrund ist, dass auch moderne Klimaanlage immer noch ein Vielfaches an Energie verbrauchen, um die Temperatur um den gleichen Betrag zu senken, wie Heizungsanlagen benötigen, um die Räume zu erwärmen. Konkret darf bei Gebäuden die Aufheizung durch die Sonne einen Höchstwert, den „maximalen Sonneneintragskennwert  $S_{max}$ “, nicht überschreiten (siehe → Kap. 3.1.9). Dieser Höchstwert hängt nach DIN 4108-2 von der Bauart des Gebäudes, der Neigung und Orientierung der Fenster und der Klimaregion ab.

Für große Fensterflächen ist somit ein niedriger g-Wert (siehe → Kap. 3.9) sinnvoll, wie ihn Sonnenschutzgläser typischerweise aufweisen. Mit Sonnenschutzglas kann daher die Fensterfläche im Vergleich zu herkömmlichen Wärmeschutz-Verglasungen vergrößert werden, ohne den Energiehaushalt eines Gebäudes zu beeinflussen.

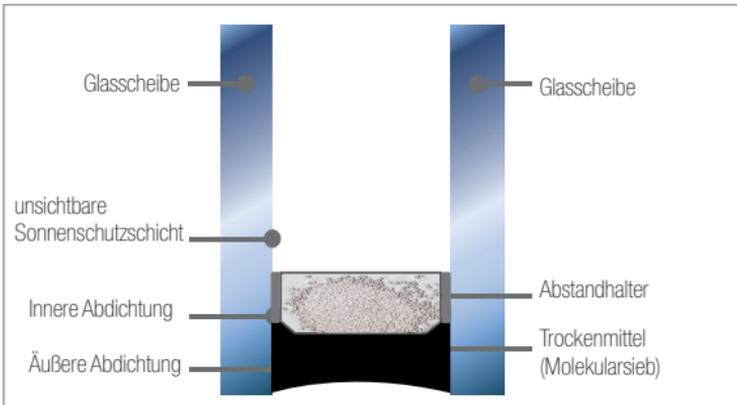
### 6.2 UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas

Mit UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas steht Bauherren und Planern eine umfassende Palette von Sonnenschutzgläsern zur Verfügung. Dabei kann, je nach Erfordernis, zwischen maximalen Lichtdurchgangswert und minimalen g-Wert ebenso frei gewählt werden wie in der Farbgestaltung.

UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas kann effektiv zur Gestaltung eingesetzt werden. In der Architektur wird gerne mit den

Reflexionsfarben dieser Gläser „gespielt“. Daher werden neben neutral wirkenden auch zahlreiche Produkte mit unterschiedlichen Reflexionsfarben angeboten. Wie der Name sagt, erhält dabei die Reflexion eine „Farbe“, nicht die Durchsicht. Diese bleibt auch bei stark farblich reflektierenden Gläsern weitgehend neutral. Eine Ausnahme bilden hier lediglich in der Masse eingefärbte Basisgläser, die ebenfalls zu Sonnenschutz Zwecken eingesetzt werden. Sie dienen bei einigen Typen als Basisgläser für die reflektierende Sonnenschutz-Beschichtung. Bei Verwendung derartiger Gläser ist eine vorherige Bemusterung sinnvoll und zweckmäßig.

**Abb. 6.1: Sonnenschutzglas-Aufbau**



UNIGLAS® I SUN Sonnenschutzglas erstreckt sich in einer breiten Palette vom Sonnenschutzglas mit maximalen Lichtdurchgang bis hin zum Glas mit minimalen g-Wert. Auf diese Weise sind objektbezogen die optimal ausgewogenen Gläser zu finden. Dabei haben die Spitzenprodukte ein optimiertes Verhältnis der Selektivität (siehe → Kap. 3.1.7), das heißt einen g-Wert zu erreichen, der so niedrig wie nötig und eine Lichttransmission, die so hoch wie möglich ist. Grundsätzlich ist bei UNIGLAS® I SUN zwischen zwei Schichtsystemen zu unterscheiden: „Hardcoatings“ und „Softcoatings“. Einige „Hardcoating“-Schichten können sogar nach außen auf der bewitterten Seite angeordnet werden, da sie der Umweltbelastung dauerhaft standhalten. Bei den „Hardcoating-Schichten“ muss allerdings die innere Scheibe des Isolierglases eine Wärmedämm-Beschichtung aufweisen, um den Anforderungen der EnEV zu genügen. Die „Softcoating-Schichten“ werden auf der äußeren Scheibe, dem Scheibenzwischenraum zugewandt, verarbeitet. Diese Schichten reflektieren sowohl einen Teil der Sonnen- wie auch der Wärmestrahlen. Somit ist in der Regel die Wärmedämmung bereits in der Sonnenschutzschicht integriert, und es kann auf eine zusätzliche Wärmeschutzschicht bei der Innenscheibe verzichtet werden.

## 6.3 UNIGLAS® | ECONTROL Schaltbares Isolierglas

Eine interessante Alternative von UNIGLAS® ist ein spezielles Sonnenschutzglas, dessen g-Wert sich jahreszeitlich und witterungsabhängig variieren lässt. Durch eine elektrische Schwachstromschaltung lassen sich die elektrochrome Außenscheibe und damit die Leistungswerte des Isolierglases in 5 Stufen verändern. Der g-Wert variiert dabei bei einem 2-fach-Isolierglas von 50 % im ungeschalteten bis zu sensationellen 15 % im geschalteten Zustand, bei einem  $U_g$ -Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Die Lichtdurchgangswerte betragen dabei 38 % bzw. 12 %.

## 6.4 Sonnenschutzsysteme im Isolierglas

Eine weitere Möglichkeit variabler Sonnenschutzgläser ist der Einbau von Sonnenschutzvorrichtungen in den Scheibenzwischenraum der Isoliergläser zu UNIGLAS® | SHADE.

Herkömmliche Systeme, wie Außenverschattung oder innenliegende Stores oder Jalousien, haben den Nachteil von Verschmutzung und Zerstörung durch Sturm und/oder anderen mechanischen Beanspruchungen. Raumseitig angeordneter Sonnenschutz ist zudem bei Weitem nicht so wirkungsvoll. Systeme im Scheibenzwischenraum einer Isolierverglasung bieten den Vorteil, dass sie gegen jegliche Art von mechanischer Zerstörung und Verschmutzung dauerhaft geschützt sind und auch extreme Witterungsbedingungen, wie z. B. Sturm, keinen Einfluss auf die Stabilität des Systems haben. Die Bedienung solcher integrierten Systeme erfolgt manuell, elektrisch über Schalter, per Fernbedienung, oder völlig automatisch von einfachen Sensoren bis hin zur zentralen „Bussteuerung“ vom Leitstand oder vom Smartphone aus.

Neben der reinen Verschattung sind auch Lichtlenkung, Sicht- und Blendschutz zu realisieren. Anforderungen der Arbeitsstätten-Richtlinie und der Bildschirmarbeitsplatz-Verordnung lassen sich somit problemlos erfüllen.

UNIGLAS® unterscheidet in zwei Systeme im SZR:

### 6.4.1 UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System

Das UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System bietet eine optimale Lösung zur Sonnenlichtabschirmung sowie zur gezielten Steuerung von Licht und Wärme. Die Raumaufheizung wird durch die hohe Reflexion minimiert.

Abb. 6.2: Jalousie-System im Isolierglas



Die Raumaufheizung wird durch die hohe Reflexion minimiert.

Durch den Einbau der Alulamellen in den hermetisch abgeschlossenen Scheibenzwischenraum ist das System witterungsunempfindlich, wartungs- und reinigungsfrei. Eine Beschattung ist auch an böi-

gen Tagen gewährleistet. Mit dem Schutz vor Beschädigungen durch äußere Einflüsse ist eine hohe Lebenserwartung garantiert.

Die Lamellen lassen sich manuell oder motorisch je nach Anforderungsprofil nur drehen und wenden oder auch heben und senken. Der Neigungswinkel der Lamellen kann über die Steuerung stufenlos eingestellt werden, so dass sich der Lichteinfall regulieren lässt. Die Lichtreflexion auf den Lamellen kann in geöffnetem Zustand zur indirekten Deckenausleuchtung genutzt werden. Dadurch ist ein blendfreies Arbeiten mit Tageslicht möglich.

Das Multifunktionsglas UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System übernimmt in einem Bauteil die Funktionen Beschattung, Blendschutz und Tageslichtlenkung, Wärmedämmung und auf Wunsch auch weitere Funktionen. Es trägt wesentlich zu einer ausgewogenen Klimatisierung und Tageslichtversorgung von Büro- und Privatgebäuden bei.

**Tab. 6.1: Technische Daten**

Typ	Gesamternergie- durchlassgrad $g$ [%]	Lichttrans- missionsgrad $\tau_v$ [%]	Ug-Wert $U_g$ [W/m <sup>2</sup> K] [%]
Jalousie oben	63	80	1,2
Jalousie unten	12/3	3	1,2
- 90° Neigung	61	72	1,2

■ **Aufbau** 2-Scheiben-Isolierglas mit Alulamellen im Scheibenzwischenraum. Senken, Heben, Wenden und Drehen der Lamellen durch verschiedene Antriebssysteme möglich. Auch Steuerung mehrerer Jalousie-Einheiten möglich.

■ **Antrieb** Perlkette, Kurbel, Drehknopf, Motor

■ **Maße** Ausführungsvarianten beachten!

Bei Scheibengrößen über 4 m<sup>2</sup> Fläche kommt ein Doppelbehang zur Ausführung. Die max. Breitenabmessung mit einem Behang beträgt ca. 2.600 mm (bei manuellem Antrieb ca. 2.200 mm).

Maximale Fertigungsgrößen auf Anfrage.

■ **Dicke** Außenscheibe: Float 6 mm  
 Innenscheibe: Float 6 mm  
 $\epsilon_n = 0,03$   
 Scheibenzwischenraum: 27 / 32 mm  
 Gesamteinbaustärke: 39 / 44 mm

→ Glasdicken sind bauseits nach statischer Erfordernis festzulegen.

■ **Farben** laut Farbkarte



Selbstverständlich kann das Jalousie-System mit allen übrigen Funktionen der UNIGLAS®-Isoliergläser kombiniert werden. Es funktioniert u. a. mit Verbund- oder Einscheiben-Sicherheitsglas, Ornament-, Alarm-, Schallschutz-, Brandschutzglas.

## Systemvielfalt

Das Standard-System wird motorisch angetrieben. Die Lamellen können gedreht und gewendet sowie gehoben und gesenkt werden.

Manuell betriebene Systeme können gedreht und gewendet (Antrieb per Drehknopf) oder zusätzlich gehoben und gesenkt werden (Antrieb per Perlkette oder Kurbel).

Für den Dachbereich und Schrägverglasungen ab 12° steht die DACH-Variante zur Verfügung. Sie wird mit zwei 24-DC-Motoren betrieben. Die Lamellen können gedreht und gewendet werden. Vertikal- und Horizontalspannseile sorgen für einen sicheren Betrieb des Systems in nahezu jeder Einbausituation.

Das UNIGLAS® I SHADE Jalousie-System kann auch als Dreifach-Isolierglas mit herausragenden physikalischen Eigenschaften ausgeführt werden. Hierbei befindet sich die Jalousie im äußeren Scheibenzwischenraum. Dieses System ermöglicht U<sub>g</sub>-Werte bis zu 0,7 W/m<sup>2</sup>K, die für moderne Gebäude mit großflächigen Glasfassaden ein Optimum darstellen.

## Antriebssysteme

### UNIGLAS® I SHADE Jalousie-System – TYP I-06 Motor

- **Funktionen**
  - Heben
  - Senken
  - Drehen
  - Wenden
  
- **Abmessungen**
  - B ca. 400 bis 3.200 mm
  - H ca. 300 bis 3.000 mm
  
- **Lamelle**
  - Breite: 16 mm
  - Stärke: 0,21 mm
  
- **Motordaten**
  - Encodermotor 24 Volt / DC mit 4-adrigem Anschlusskabel
  - Kabellänge Standard 4 m, Sonderlängen möglich
  - Motor- und Getriebeeinheit leicht austauschbar
  
- **Elektroteile**
  - Trafo 24 Volt / DC für bis zu 8 Antriebe gleichzeitig
  - Steuerrelais IV für Einzel-, Gruppen- und Zentralsteuerung

Abb. 6.3: Typ I-06 Motor



Abb. 6.4: Typ I-10 Perlkette



## Antriebssysteme

## UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-10 Perlkette

- **Funktionen**
  - Heben
  - Senken
  - Drehen
  - Wenden
- **Abmessungen**
  - B ca. 400 bis 2.200 mm
  - H ca. 300 bis 2.700 mm
- **Lamelle**
  - Breite: 16 mm
  - Stärke: 0,21 mm
- **Perlkette**
  - Perlkette in den Farben weiß, grau und schwarz sowie transparent lieferbar
  - Standardlänge der Perlkette beträgt ca. 2/3 der Scheibenhöhe
  - Bei schweren Behängen wird die Perlkette mit einer speziellen Halterung fixiert
  - Komfortable und einfache Handhabung
  - Perlkettenhalterung im Lieferumfang inklusive

## Antriebssysteme

## UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-09 Kurbel

- **Funktionen**
  - Heben
  - Senken
  - Drehen
  - Wenden
- **Abmessungen**
  - B ca. 400 bis 3.200 mm
  - H ca. 300 bis 2.700 mm
- **Lamelle**
  - Breite: 16 mm
  - Stärke: 0,21 mm

- **Kurbel**
  - Kurbel standardmäßig in Farbe grau
  - Standardlänge der Kurbel beträgt ca. 2/3 der Scheibenhöhe
  - Kurbel auch in abnehmbarer Ausführung möglich
  - Leichtgängige Bedienung
  - Kurbelhalter im Lieferumfang inklusive

## Antriebssysteme

### UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-11 Drehknopf

- **Funktionen**
  - Drehen
  - Wenden
- **Abmessungen**
  - B ca. 300 bis 3.200 mm
  - H ca. 300 bis 2.700 mm
- **Lamelle**
  - Breite: 16 mm
  - Stärke: 0,21 mm
- **Drehknopf**
  - Farbe des Drehknopfes standardmäßig in Silbergrau
  - Länge der flexiblen Welle nach Bedarf festlegbar

Das System Drehknopf zum „Drehen“ und „Wenden“ eignet sich für den Einsatz in Büro-, Besprechungs- und Tagungsräumen.

Als Raumteiler oder Trennwand verhindert das System Drehknopf unerwünschte Einblicke und eröffnet individuell regelbare Transparenz.

## Antriebssysteme

### UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-Dach

- **Funktionen**
  - Drehen
  - Wenden

Abb. 6.5: Typ I-09 Kurbel



Abb. 6.6: Typ I-11 Drehknopf



- **Abmessungen**
  - B ca. 400 bis 1.000 mm
  - H ca. 300 bis 2.500 mm
- **Lamelle**
  - Breite: 16 mm
  - Stärke: 0,21 mm
- **Motordaten**
  - Encodermotor 24 Volt / DC mit Wendegetriebe und 2-poligem Anschlusskabel
  - Kabellänge Standard 4 m, Sonderlängen möglich
  - Motor- und Getriebeeinheit leicht austauschbar
- **Elektroteile**
  - Trafo 24 Volt / DC für bis zu 8 Antriebe gleichzeitig
  - Impuls-Steuerrelais IV für Einzel-, Gruppen- und Zentralsteuerung.

Das System I-Dach wurde speziell für die unterschiedlichen Anwendungen im Dachbereich entwickelt.

Vertikal und horizontal eingebaute Stahlseile verhindern den Kontakt von Jalousie und Glas.

Abb. 6.7: Typ I-Dach



Durch den Einsatz eines zusätzlichen Motors, der diagonal versetzt im zweiten Systemkasten eingebaut wird, ist ein gleichmäßiges „Drehen“ und „Wenden“ über die gesamte Behangfläche gegeben.

Abb. 6.8: Anwendungsbeispiel



## 6.4.2 UNIGLAS® I SHADE Folien-System

UNIGLAS® I SHADE Folien-System ist ein neuartiges innovatives Rollosystem, das auf Entwicklungen und Erfahrungen der Raumfahrttechnik basiert. Bei der Satellitenisolierung wird durch die Verwendung speziell beschichteter Folien ein hoher Sonnen- und Wärmeschutz gewährleistet.

UNIGLAS® I SHADE Folien-System ist ein elektrisch steuerbares System, das komplett in den Scheibenzwischenraum einer Isolierglaseinheit integriert ist. Die charakteristische wellenförmig geprägte und hauchdünne Aluminiumbedampfte Polyesterfolie verleiht der Rollo-Einheit das unverwechselbar elegante Erscheinungsbild.

Durch seine Vielseitigkeit ist das UNIGLAS® I SHADE Folien-System universell einsetzbar; ob in Büro- oder Geschäftsgebäuden mit Bildschirmarbeitsplätzen, Konferenzräumen, in Kranken- oder Wohnhäusern und Wintergärten, sowohl für Sonnen-, Sicht- und Blendschutz als auch für eine zusätzliche Wärmedämmung. Die Möglichkeiten der Rollo-Steuerung erstrecken sich von manuell, über eine Fernbedienung bis hin zur vollautomatischen Regelung durch Mikroprozessoren bzw. Bussteuerungen.

Durch Auf- und Abwickeln der elektrisch zu bedienenden Rolloeinrichtung können die Funktionen Sonnen-, Sicht-, Blend- und Wärmeschutz individuell, entsprechend der Situation vor Ort, abgerufen werden. Neben der Standard-Netzstromsteuerung gibt es alternativ die UNIGLAS® I SHADE Folien-System-Solarvariante, die es erlaubt, das Rollo unabhängig vom Netz zu betreiben. Dabei wird durch eine im Isolierglas integrierte Solarzelle ein Akkumulator immer wieder aufgeladen.

### Funktionsweise

Die wellenförmig geprägte und teiltransparente Folie von UNIGLAS® I SHADE Folien-System reflektiert die auftreffende Sonnenstrahlung und verhindert eine übermäßige Erwärmung der dahinterliegenden Räume. Hieraus resultieren wiederum deutlich geringere Kosten bei der energieaufwändigen Klimatisierung in den Sommermonaten.

Abb. 6.9: Anwendungsbeispiel

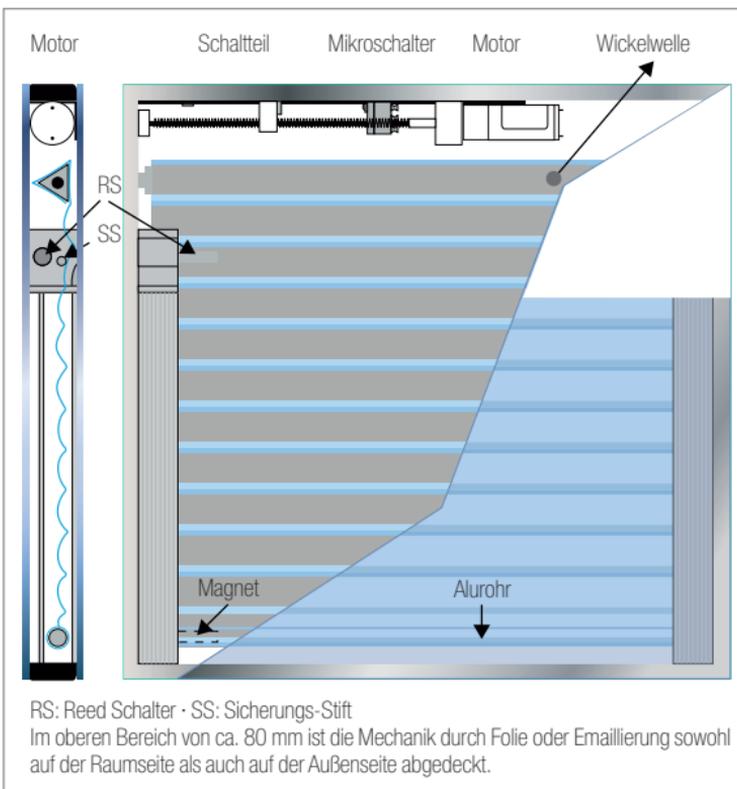


Die hoch reflektierend beschichtete Sonnenschutzfolie des UNIGLAS® | SHADE Folien-Systems verhindert tagsüber den Blick ins Rauminnere, wobei die Sicht und damit der Kontakt nach außen erhalten bleibt. Die gleichmäßige wellenförmige Prägung und die Lichttransmission von UNIGLAS® | SHADE Folien-System verhindern eine Blendung durch Sonnenlicht und schaffen angenehme Raumlichtverhältnisse, die ein ermüdungs- und reflexionsfreies Arbeiten gerade an Bildschirmarbeitsplätzen ermöglichen. Für den absoluten Sichtschutz unter sämtlichen Lichtverhältnissen steht als Option eine undurchsichtige Folie zur Verfügung, die auch als Verdunklung dient.

Durch den Einbau von UNIGLAS® | SHADE Folien-System wird im Vergleich zu herkömmlichen Wärmeschutzverglasungen eine deutliche Reduzierung des Wärmedurchgangskoeffizienten erreicht. Während der Heizperiode wird durch das Herablassen des UNIGLAS® | SHADE Folien-System-Rollos der Wärmeverlust bei 2-Scheibenisoliervglas um über 18 % reduziert, was bei der Heizkostenabrechnung positiv zu Buche schlägt. Kein anderes Sonnenschutzsystem vereinigt zugleich einen hocheffizienten Sonnen- und Blendschutz mit einer so deutlichen Verbesserung der Wärmedämmung wie das UNIGLAS® | SHADE Folien-System-Kompaktrollo, das somit zu einer merklichen Energieersparnis beiträgt.

Das UNIGLAS® | SHADE Folien-System bietet durch seine konstruktiven Vorteile keinerlei Beeinträchtigung der Fassadengestaltung.

**Abb. 6.10: UNIGLAS® | SHADE Folien-System  
Gesamtansicht raumseitig**



## Konstruktive Vorteile, Argumente:

- Absolut wartungsfrei, es entstehen keinerlei Wartungs- und Reinigungskosten
- Keine lästigen Windgeräusche, keine Zerstörungsgefahr bei hohen Windgeschwindigkeiten
- Fährt bei Wind nicht hoch wie Außenjalousien
- Sicher vor Vandalismus in öffentlich zugänglichen Gebäuden
- Keine Beeinträchtigung der Fassadengestaltung, da keinerlei Aufbauten notwendig
- Keine „Streifenschatten“ wie bei Jalousiesystemen
- Unschlagbare Optik, kein vergleichbares Produkt auf dem Markt
- Elegantes optisches Erscheinungsbild
- Optisch neutral bei Fernsicht
- Durch die homogene Abdunkelung optimaler Blendschutz für Bildschirmarbeitsplätze bei gleichzeitiger Sicht nach außen
- Der geringe g-Wert spart Kühlenergie im Sommer
- Variabler Sonnenschutz, wenn dieser notwendig ist
- Effektiver Hitzeschutz im Sommer
- Sommer: Entlastung Klimaanlage, dadurch Kosteneinsparung
- Energieeinsparung Winter nachts: Folie unten bewirkt eine Verbesserung des U-Wertes der Isolierglasscheibe um  $0,2 - 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Blendschutz nach der Arbeitsstättenverordnung bei Bildschirmarbeitsplätzen
- 3 Varianten des Folientyps von Durchsicht bis Verdunkelung
- Abdeckung der Mechanik durch schmalen Streifen in passender Optik zum Fensterrahmen
- Problemloser Einbau in fast alle Fenstersysteme, Gesamtstärke ab 28 mm
- 3-Scheibenisolierverglasung wird mit UNIGLAS® | SHADE Folien-System als Standard bereits heute eingesetzt

Abb. 6.11: Herstellbare Größen, empfohlene Größengrenzen [mm]



- Warme Kante kann bei 3-Scheibenisoliertglas im 2. SZR eingesetzt werden
- Dauereinsatz in Großobjekten ohne nennenswerte Mängel, fast verschleißfrei
- Dauerbelastungstest seit 5/2006, Stand 6/2009: 200.000 Zyklen (1 Zyklus = 1 x auf, 1 x ab)
- Betriebssichere 24 Volt Gleichstromtechnik
- Kombinierbar mit Steuerungssystemen von bekannten Herstellern
- Solarvariante: erspart die komplette Verkabelung, speziell bei Nachrüstungen
- Solarvariante: Akkupack und Steuerung können im Fensterflügel untergebracht werden
- Solarvariante: Bedienung mit Fernbedienung oder Folientastatur
- Solarvariante: Funktionssicherheit auch auf der Nordseite, z. B. in Hamburg, mit einer Gangreserve von ca. 2 Monaten bei üblichem Gebrauch

Tab. 6.2: Physikalische Daten im Vergleich UNIGLAS® | SHADE Folien-System

Physikalische Kenngrößen (Begriffe gemäß DN 410)	Symbol
Glasaufbau	
Wärmedurchgangskoeffizient (W/m <sup>2</sup> K)	$U_g$
Lichttransmissionsgrad für Normlichtart D65 (%)	$\tau_V$
Lichtreflexionsgrad für Normlichtart D65* (%)	$\rho_V$
Lichtreflexionsgrad für Normlichtart D65** (%)	$\rho_V$
Strahlungstransmissionsgrad für Globalstrahlung (%)	$l_g$
Strahlungsreflexionsgrad für Globalstrahlung* (%)	$\rho_e$
Strahlungsreflexionsgrad für Globalstrahlung* *(%)	$\rho_e$
Sek. Wärmeabgabe nach innen für Globalstrahlung (%)	$q_i$
Gesamtenergiedurchlassgrad für Globalstrahlung (%)	$g$
Abminderungsfaktor	$F_c$
UV-Transmissionsgrad (%)	$l_{UV}$
Allgemeiner Farbwiedergabeindex (DIN 6169) (%)	$R_a$
Shading coefficient (=g/0,87)	$S_c$

Tab. 6.3: Mögliche Abmessungen in mm (SZR 20 mm)

Max. Breite:	320-399	400-599	600-1099	1100-1199	1200-1320
Max. Höhe:	1500	2200	2400	2200	1800

## 6.5 Sonderanwendungen mit Einfachglas-Ausführungen

Neben dem Einsatz von Sonnenschutzgläsern als Isolierglas in Gebäudehüllen finden Hardcoating-Schichten auf VSG oder auch bestimmte Softcoating-Schichten zur Verbundfolie angeordnet, z. B. über Pergolen, auch als Einfachglas Anwendung.

In Attika- und in Brüstungsbereichen werden die ursprünglich transparenten Scheiben durch Emaillieren oder manchmal auch Lackieren undurchsichtig gemacht. Dieser Vorgang lässt eine farbliche Anpassung an die umgebenden Elemente in der Reflexionsfarbe erreichen. So können Fassadenplatten als Vorsatzschale neutral oder farblich pointiert zum Einsatz gelangen. Sie werden als äußerer Wetterschutz vor den in der Regel mit Dämmstoff ausgeführten Attika- bzw. Brüstungsbereichen vorgebaut und harmonieren so mit den übrigen angrenzenden, transparenten Glasflächen.

Dabei kann die Ausführung je nach Anforderung in Float-, in Ausnahmefällen auch Ornamentglas, in Einscheiben- oder aber als Verbund-Sicherheitsglas sein.

OD (Optische Dichte) = 1,1 / 2 / 4

2-Scheiben-Wärmeschutz-Isoliervglas mit SHADE Folien-System				3-Scheiben-Wärmeschutz-Isoliervglas mit SHADE Folien-System			
			ohne				ohne
OD 1.1	OD 2	OD 4		OD 1.1	OD 2	OD 4	
4-20-4			4-16-4 Premium	4-20-4-12-4***			4-16-4-16-4 Premium
0,9	0,9	0,9	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6
6,0	0,7	0,0	79,7	6,0	0,7	0,0	70,1
79,0	79,0	88,0	12,1	79,0	79,0	88,0	15,0
62,0	72,0	81,0	12,3	62,0	72,0	81,0	15,3
4,0	0,6	0,1	53,4	4,0	0,6	0,1	41,8
66,0	74,0	74,0	27,0	66,0	74,0	74,0	32,4
54,0	61,0	67,0	27,8	54,0	61,0	67,0	32,4
6,0	7,0	3,0	8,2	6,0	7,0	3,0	7,5
10,0	7,0	3,0	61,7	10,0	7,0	3,0	49,4
0,16	0,11	0,05	-	0,20	0,14	0,06	-
3,0	0,8	0,0	32,0	3,0	0,8	0,0	20,0
82,0	64,0	-	97,0	82,0	64,0	-	95,7
0,11	0,08	0,03	0,67	0,11	0,08	0,03	0,53

\* Strahlung von außen

\*\* Strahlung von innen

\*\*\* Werte analog, da kein Prüfzeugnis vorliegt

Alle Rechenwerte sind rein zur Orientierung und geben keine Garantie für das Endprodukt. Die angegebenen Glasaufbauten geben keine Garantie der Verfügbarkeit des Produktes.

Abb. 6.12: Warmfassade (Systemschnitt)

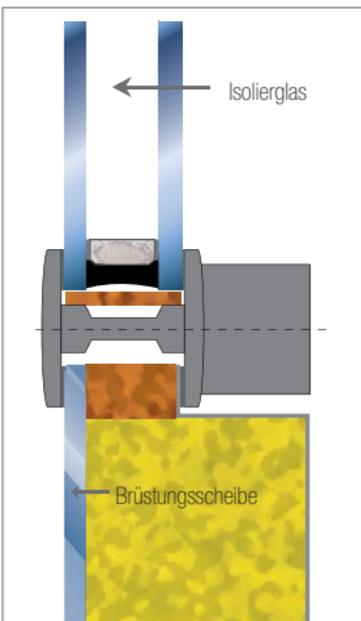
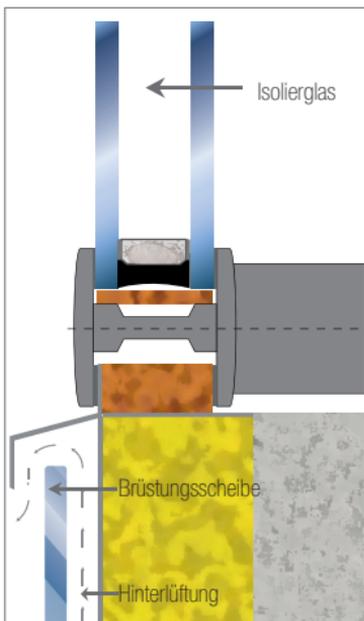


Abb. 6.13: Kaltfassade (Systemschnitt)







7.1	Grundlagen	162
7.2	Spezielle Sicherheitsglas-Anwendungen	162
7.2.1	Ballwurfsicherheit	163
7.2.2	Aufzugsverglasung	163
7.2.3	Begeh- und betretbare Verglasungen	164
7.2.4	Klassifizierung der Sicherheitsgläser	166

## 7.0 Sicherheit

Verglaste Flächen stellen oft die Schwachstelle der Gebäudehülle gegen Angriffe aller Art dar. Hochwertige Isoliergläser mit aktiver, passiver und/oder konstruktiver Sicherheit bieten sowohl dem Objekt als auch den darin befindlichen Personen Schutz vor Einbruch, Beschuss und Explosion.

### 7.1 Grundlagen

Passive Sicherheit bedeutet, dass bei Bruch einer Scheibe ein ausreichender Splitter- und damit Verletzungsschutz gewährleistet ist. Beispielsweise bei Verglasungen in Schulen und Kindergärten oder auch von Türen.

Aktive Sicherheit hingegen sagt aus, dass die Verglasung definierten Angriffen zur Durchdringung standhält. Die Anforderungen an aktiver Sicherheit sind über Normen oder durch Anforderungen vom Verband der Sachversicherer (VdS) eindeutig geregelt und werden in Klassen eingeteilt. Die Klassifizierung reicht von Durchwurf- über Durchbruch- und Durchschusshemmung bis hin zur Explosionswirkungshemmung (siehe → Kapitel 7.2.4).

Die Ausführung als absturzsichernde Verglasung oder als Anwendung der Verglasung im Überkopfbereich bedeutet konstruktive Sicherheit.

Diese geprüfte Sicherheit findet im UNIGLAS® | SAFE Sicherheitsglas ihren Platz. Verarbeitet zu Isolierglas, sind neben dem definierten Schutz auch die Funktionen des Wärme-, Schall- und/oder Sonnenschutzes gegeben.

Abb. 7.1: Anwendungsbeispiel



## 7.2 Spezielle Sicherheitsglas-Anwendungen

Anwendungen von sicherheitsrelevanter Transparenz findet man natürlich auch außerhalb der Palette der Sicherheits-Isoliergläser. Dabei ist die Ausführung je nach Anforderungen in VSG, ESG, TVG bzw. einer Kombination dieser Gläser untereinander möglich. Neben den klassischen Geländerausfachungen und Absturzsicherungen (siehe → Kap. 9.6) sind folgende Bereiche wichtig:

### 7.2.1 Ballwurfsicherheit

DIN 18032-3 geprüfte Sicherheitsgläser wie VSG und ESG sind ballwurfsicher.

Die Gläser werden nach DIN 18032-3 mit folgenden Prüfgeräten beschossen:

■ **Handball**

425 bis 475 g, Durchmesser 185 bis 191 mm

■ **Hockeykugel**

156 bis 163 g, Durchmesser 70 bis 75 mm

Dabei sind die Prüfscheiben 54-mal mit dem Handball und 12-mal mit der Hockeykugel zu beschießen, ohne dass sie zu Bruch gehen dürfen. Es liegt im Ermessen des Prüfers zu entscheiden, wo die Treffer angesetzt werden. Schwachstellen werden gezielt beansprucht.

### 7.2.2 Aufzugsverglasung

Transparente Schachtverglasungen und Aufzugskabinen liegen im Trend. Bei Planung und Realisierung solcher Anlagen sind eine Reihe von Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Grundsätzlich sind sowohl die Aufzugsverordnung (AufzV) 6/98 als auch die europäische Aufzugsrichtlinie 95/16 EG 7/99 heranzuziehen. Darüber hinaus gilt die EN 81-20:2014-II „Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen“. Vor Verkehrsflächen sind bei der Schachtverglasung zusätzlich die jeweils gültigen öffentlich rechtlichen Bestimmungen für absturzsichernde Verglasungen zu beachten. In Deutschland ist dies z. B. die DIN 18008-4 und in Österreich die ÖNORM B 3716-3.

Wände des Fahrkorbes und des Aufzugsschachtes sowie Türen unterliegen unterschiedlichen Anforderungen:

Beim Tragfähigkeitsnachweis des Schachtes aus Glas ist nach EN 81 bei den Einwirkungen von einer Einzellast von 300 N auf eine runde oder quadratische Fläche von 5 cm<sup>2</sup> Größe zu berücksichtigen. Im Freien ist zusätzlich die Windlast einzubeziehen.

Die Verglasung des Fahrkorbes muss bei allseitiger Lagerung und einer maximalen Kantenlänge der kurzen Seite von 1 m mindestens aus VSG 10 mm + 0,76 mm PVB-Folie bzw. aus VSG-V 8 mm + 0,76 mm PVB-Folie (Verbund-Sicherheitsglas aus thermisch vorgespanntem Glas) ausgeführt werden. Bei einer maximalen Kantenlänge von 2 m beträgt die Mindestdicke VSG 12 mm + 0,76 mm PVB-Folie bzw. aus VSG-V 10 mm + 0,76 mm PVB-Folie. Sofern die Unterkante der Glasfläche unter einer Höhe von 1,1 m über dem Boden des Fahrkorbes liegt, ist zusätzlich zwischen 0,9 m und 1,1 m Höhe ein tragfähiger Handlauf anzubringen, der nicht am Glas befestigt sein darf.

Die Türverglasungen sind grundsätzlich aus VSG-V herzustellen. Dabei betragen die Glasdicken mindestens:

■ **2-seitige Lagerung:**

$720 \leq b \leq 360$  mm;  $h \leq 2.100$  mm (lichtes Maß):  
16 mm + 0,76 mm PVB-Folie

■ **3-seitige Lagerung:**

$720 \leq b \leq 300$  mm;  $h \leq 2.100$  mm (lichtes Maß):  
16 mm + 0,76 mm PVB-Folie

■ **allseitige Lagerung:**

$870 \leq b \leq 300$  mm;  $h \leq 2.100$  mm (lichtes Maß):  
10 mm + 0,76 mm PVB-Folie

Nach EN 81 sind die Glasscheiben mit folgenden Mindestangaben zu kennzeichnen:

- Name des Herstellers/ Produktname
- Art des Glases (VSG oder VSG-V)
- Dicke des Glases z. B. 55.2

### 7.2.3 Begeh- und betretbare Verglasungen

Als betretbare Verglasungen bezeichnet man die Glas-Konstruktionen, die zu Zwecken von Reinigung oder Wartung kurzzeitig betreten werden müssen. Für diese Verglasungen gelten die Prüfkriterien GS-BAU-18 (Februar 2001) des Hauptverbandes der gesetzlichen Berufsgenossenschaften (HVBG). Sofern der Bereich unter der betretbaren Verglasung zum Zeitpunkt der Reinigungs- oder Wartungsarbeiten für den öffentlichen Bereich nicht abgesperrt werden kann, ist zusätzlich die Genehmigung einer derartigen Verglasung von der obersten Bauaufsicht des Bundeslandes im Zuge einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) einzuholen.

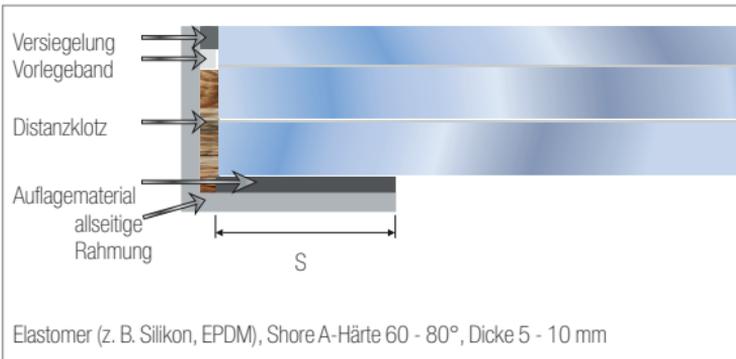
Verglasungen, die zur Nutzung von Personen oder zum Befahren freigegeben werden, bedürfen in der Regel der ZiE.

Voraussetzung für die Erteilung der ZiE ist neben dem formlosen Antrag die Vorlage einer geprüften Statik sowie einer gutachterli-

chen Stellungnahme über die Resttragfähigkeit der Konstruktion bei der obersten Baubehörde des entsprechenden Bundeslandes (siehe → Kapitel 9).

Ein Sonderfall für begehbare Verglasungen ist in der DIN 18008-5 bzw. ÖNORM 3716-4 bauaufsichtlich geregelt. Demnach darf VSG aus mindestens drei Scheiben verwendet werden. (vgl. Grafik)

**Abb. 7.2: Glasaufleger aus DIN 18003-5**



**Tab. 7.1: Allseitig linienförmig gelagerte, planmäßig begehbare Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit und Resttragsicherheit**

Länge [mm max]	Breite [mm max]	VSG-Aufbau von oben nach unten [mm]	S [mm min]
1500	400	8 TVG / 1,52 PVB / 10 FG / 1,52 PVB / 10 FG	30
1500	750	8 TVG / 1,52 PVB / 12 FG / 1,52 PVB / 12 FG	30
1250	1250	8 TVG / 1,52 PVB / 10TVG/ 1,52 PVB / 10 TVG	35
1500	1500	8 TVG / 1,52 PVB / 12TVG/ 1,52 PVB / 12 TVG	35
2000	1400	8 TVG / 1,52 PVB / 15 FG/ 1,52 PVB / 5 FG	35

FG = Floatglas

**Abb. 7.3: Anwendungsbeispiel**



## 7.2.4 Klassifizierung der Sicherheitsgläser

Die EN 356 unterscheidet nach durchwurfhemmenden und einbruchhemmenden Gläsern.

Durchwurfhemmende Gläser werden mit einer Stahlkugel von 4,05 bis 4,17 kg und einem Durchmesser 98 bis 102 mm geprüft.

Tab. 7.3:

Widerstandsklasse nach EN 356	Fallhöhe [mm] (Treffer)
P1A	1.500 (3)
P2A	3.000 (3)
P3A	6.000 (3)
P4A	9.000 (3)
P5A	9.000 (9)

Einbruchshemmung nach VdS	Fallhöhe [mm] „(Treffer)“
EH 01	9.500 (3)
EH 02	12.500 (3)

Widerstandsklasse nach DIN / VdS“	Schläge (mindestens)
P6B / VdS EH1	30
P7B / VdS EH2	51
P8B / VdS EH3	71

Je nach Klassifizierung von P1A bis P5A wird die Kugel aus unterschiedlichen Höhen in unterschiedlicher Anzahl exakt auf die gleiche Stelle der Prüfscheibe fallen gelassen. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn der Fallkörper das Glas nicht durchschlägt.

Im Fall erhöhten Sicherheitsbedarfes und im Geltungsbereich von Versicherungen werden einbruchhemmende Verglasungen mit den Widerstandsklassen P6B, P7B und P8B bzw. VdS EH1, EH2 und EH3 verwendet. Die Eignungsprüfung erfolgt mit einer maschinell geführten

2 kg schweren Axt. Entscheidend für die Klassifizierung sind die Anzahl der Schläge, die benötigt werden, um eine 400 x 400 mm große Durchbruchöffnung in die Prüfscheibe zu schlagen.

Durchschusshemmende Verglasungen werden je nach Klassifizierung mit unterschiedlichen Waffen und Kalibern jeweils 3 x in einem fixierten Abstand beschossen. Zusätzlich erfolgt eine Differenzierung nach „splitterfrei“ (NS) und „Splitterabgang“ (S).

Tab. 7.4: Klasseneinteilung durchschusshemmend EN 1063

Kaliber	Geschoss	
	Art	
.22 LR	L/RN	Blei-Rundkopfgeschoss
9 mm x 19	VMR/Wk	Vollmantel-Flachkopfgeschoss mit Weichkern
.357 Magn.	VMKS/Wk	Vollmantel-Kegelspitzkopfgeschoss mit Weichkern
.44 Magn.	VMF/Wk	Vollmantel-Flachkopfgeschoss mit Weichkern
5,56 x 45	FJ/PB/SCP 1	Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Weichkern mit Stahleinlage
7,62 x 51	VMS/Wk	Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Weichkern
7,62 x 51	VMS/Hk	Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Hartkern
Flinte 12/70*	Brenneke	
Flinte 12/70	Brenneke	

Die durchschusshemmenden Verglasungen verfügen zudem über einen erhöhten Einbruchschutz.

EN 13541 legt die Anforderungen und die Prüfverfahren von sprengwirkungshemmenden Sicherheitsverglasungen für das Bauwesen fest. Die Klasseneinteilung gilt nur für die Größe des Prüfkörpers von etwa 1 m<sup>2</sup>. Eine erhöhte Durchwurf- und Durchbruchhemmung ist auf Grund des Glasaufbaus zusätzlich gegeben.

**Tab. 7.5: Klasseneinteilung sprengwirkungshemmend gemäß EN 13 541**

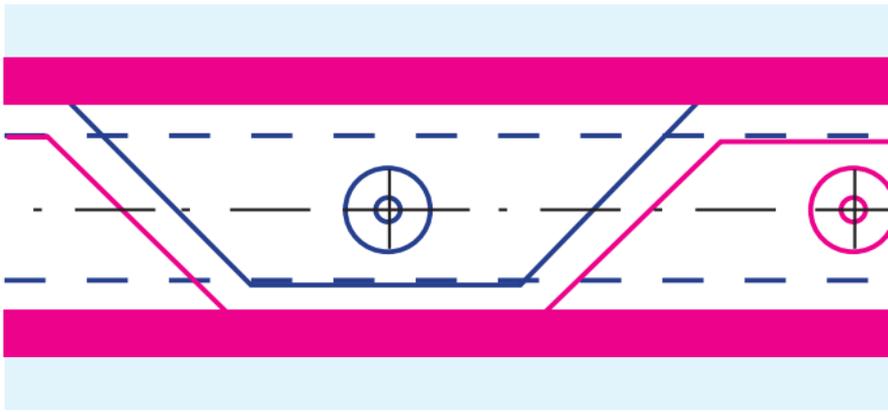
Kennzahl der Klasse	Eigenschaften der ebenen Druckwelle Mindestwerte des/der		
	pos. Max.-Druckes der reflektierten Druckwelle (Pr) [kPa]	pos. spezifischen Impulses (i <sub>p</sub> ) [kPa · ms]	Dauer der pos. Druckphase (t <sub>p</sub> ) [ms]
ER 1	50 < Pr < 100	370 < i <sub>p</sub> < 900	> 20
ER 2	100 < Pr < 150	900 < i <sub>p</sub> < 1500	> 20
ER 3	150 < Pr < 200	1500 < i <sub>p</sub> < 2200	> 20
ER 4	200 < Pr < 250	2200 < i <sub>p</sub> < 3200	> 20

**Abb. 7.4: Durchbruchversuch mit Axt**



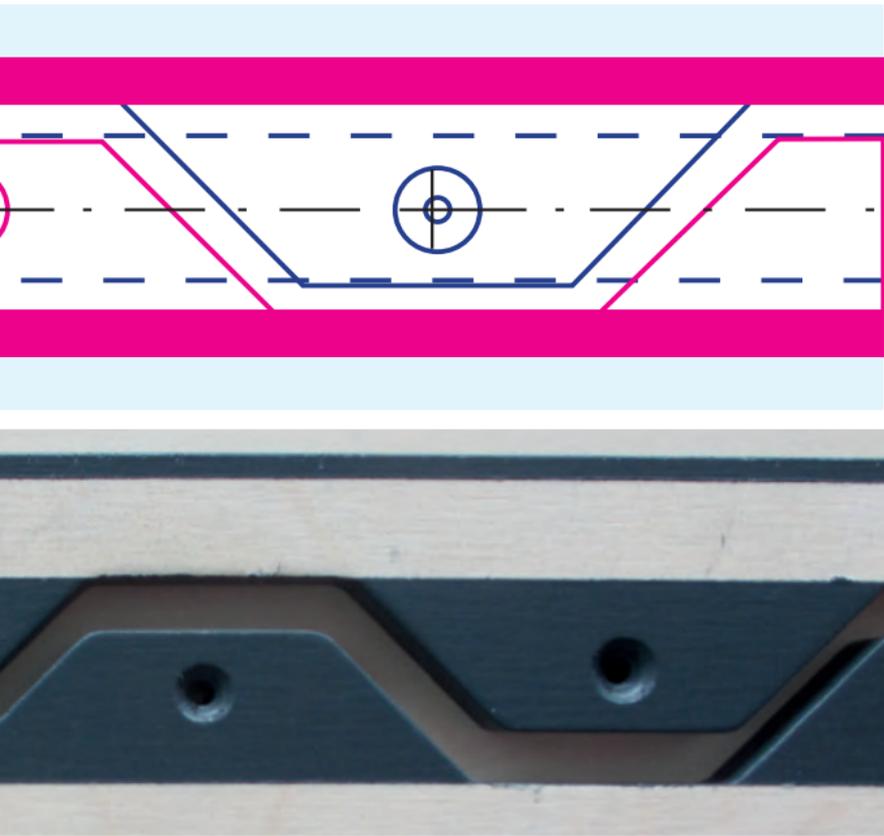
Maße [g]	Beschussklasse		Schussentfernung [m]	Geschwindigkeit [m/s]
	Splitterabgang	Splitterfrei		
2,6 ± 0,10	BR1-S	BR1-NS	10	360 ± 10
8,0 ± 0,10	BR2-S	BR2-NS	5	400 ± 10
10,25 ± 0,10	BR3-S	BR3-NS	5	430 ± 10
15,55 ± 0,10	BR4-S	BR4-NS	5	440 ± 10
4,0 ± 0,10	BR5-S	BR5-NS	10	950 ± 10
9,45 ± 0,10	BR6-S	BR6-NS	10	830 ± 10
9,75 ± 0,10	BR7-S	BR7-NS	10	820 ± 10
31,0 ± 0,50	SG1-S*	SG1-NS*	10	420 ± 10
31,0 ± 0,50	SG2-S	SG2-NS	10	420 ± 10

\* Die Prüfung erfolgt durch einmal Beschuss



**8**

8.1	UNIGLAS®   FACADE Holz-Glas-Verbundelement	170
8.2	UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Isolierglas	170
8.2.1	UNIGLAS®   SHIELD	170
8.3	UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Vordächer aus Glas	173
8.3.1	UNIGLAS®   OVERHEAD	173
8.4	UNIGLAS®-Punkthaltesysteme	176
8.4.1	GM PICO	176
8.4.2	GM PICO KING	177
8.4.3	GM PICO LORD	179
8.4.4	GM PUNTO	181
8.4.5	GM POINT P 60/22 SP	184
8.4.6	GM POINT P 80/29 SP	185
8.4.7	Weitere Punkthaltesysteme im Überblick	186
8.5	GM BRACKET S	187
8.6	UNIGLAS®   STYLE	188
8.6.1	GM TOPROLL BALANCE	188



8.6.2	GM TOPROLL 100	190
8.6.3	GM TOPROLL 100 SHIELD	191
8.6.4	GM TOPROLL SMART	192
8.6.5	GM TOPROLL 10/14	193
8.6.6	GM ZARGENPROFIL 23/40	194
8.6.7	GM ZARGENPROFIL 46/40	194
8.6.8	GM LIGHTROLL 6/8	195
8.6.9	GM LIGHTROLL 10/12	196
8.6.10	Beschläge für Pendeltüren und Ganzglasanlagen	197
8.6.11	GM RAILING®	198
8.6.12	GM RAILING Side®	199
8.6.13	GM RAILING® Solo	199
8.6.14	GM WINDOORAIL®	200
8.6.15	GM WINDOORAIL® Frameless	201
8.6.16	GM RAILING® Übersicht	202
8.7	onlyglass® LightCube – Sitzmöbel und Kunstobjekt	204

## 8.0 UNIGLAS®-Systeme

### 8.1 UNIGLAS® | FACADE Holz-Glas-Verbundelement

Bei UNIGLAS® | FACADE handelt es sich um ein tragend geklebtes Fassaden-Einsetzelement (SSG: Structural Sealant Glazing-Fassaden-Element), bei dem die Verglasung direkt, d.h. ohne Metallprofile auf einer Brettschichtholz (BSH) – Unterkonstruktion ausgeführt wird. Damit erhält der Fassadenbauer ein werkseits vorgefertigtes Element, welches innerhalb kürzester Zeit auf der Baustelle mit dem Tragwerk aus BSH-Pfosten und -Riegeln kraftschlüssig verbunden wird. Durch die Reduktion der Montagezeiten und den damit einhergehenden Risiken erhöht sich für den Fassadenbauer die Kostensicherheit.

Auf beliebig wählbares Isolierglas wird bereits im Herstellwerk eine verzahnte Koppelleiste mittels entsprechend geprüfem Klebstoff dauerhaft verbunden. Die Vorfertigung im Werk gewährleistet, dass die Verklebung unter definierten und kontrollierten Bedingungen abläuft. Ferner sind sowohl die Herstellung der Koppelleiste, des tragend verklebten Randverbundes des Isolierglases, wie auch die Applikation der Koppelleiste einer laufenden Fremdüberwachung durch eine notifizierte Prüfstelle unterzogen. Die spezielle Verzahnung der Koppelleiste ermöglicht, dass jedes beliebige Element innerhalb der Fassade innerhalb kürzester Zeit ausgetauscht werden kann. Dabei beschränkt sich die Bauweise nicht auf Festverglasungen. Öffnungselemente lassen sich mit dem Systemanschluss problemlos integrieren. Dem Anwender steht ein umfangreicher Detailkatalog als pdf-, dwg- oder dxf-Datei ebenso zur Verfügung, wie eine prüffähige Systemstatik.

Abb. 8.1: Anwendungsbeispiel



Abb. 8.1: Anwendungsbeispiel



Auch absturzsichernde geschosshohe Elemente der Kategorie A oder ausfachende Elemente der Kat. C sind sowohl durch Bauteilversuche, wie auch rechnerisch nachgewiesen.

Eine besondere Anwendung von UNIGLAS® I FACADE ist dessen Einsatz zur Gebäudeaussteifung. Unter Beachtung bestimmter Randbedingungen für Elementabmessungen, der Seitenverhältnisse und der Fassadenhöhe ist es möglich die Scheibenwirkung der Elemente UNIGLAS® I FACADE statisch dahingehend auszunutzen, dass auf formal unbefriedigende Windverbände oder teure und energetisch ungünstige Stahlkonstruktionen verzichtet werden kann. UNIGLAS® I FACADE ist daher die ideale Fassade für vollverglaste Fachwerkbauten mit bis zu zwei Vollgeschossen, Wintergärten und Anbauten.

Durch den Verzicht auf eine Metallunterkonstruktion oder entsprechende Verbindungsmittel lassen sich bei Verwendung von Dreifach-Isolierglas ein bei Ganzglasfassaden bisher nicht erreichter  $U_{cw}$ -Wert von  $0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$  erzielen. Mit dieser Wärmedämmung werden die  $\text{CO}_2$ -Werte nachweislich um 43% gegenüber konventionellen Fassaden reduziert. Mit Holz als nachwachsenden Glas als umweltfreundlichen und recyclingfähigen Baustoff zeichnen sich Fassadenkonstruktionen mit UNIGLAS® I FACADE Holz-Glas-Verbundelementen als besonders ökologisch und nachhaltig aus. Dabei entspricht die flächenbündige Außenansicht ohne störende Metallprofile und die Tragkonstruktion aus Holz zeitgenössischer Architektur.

Fordern Sie bei Interesse bei Ihrem UNIGLAS Partner das Handbuch für Planung und Erstellung von Fassaden mit UNIGLAS® I FACADE an.

## 8.2 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Isolierglas

### 8.2.1 UNIGLAS® | SHIELD

**Abb. 8.3: UNIGLAS® | SHIELD Halter**



UNIGLAS® | SHIELD bringt Bewegung in die Welt der technisch und optisch anspruchsvollen Punkthaltesysteme:

UNIGLAS® | SHIELD ist beweglich und ermöglicht die Verformung des Isolierglases in Folge von Luftdruckunterschieden.

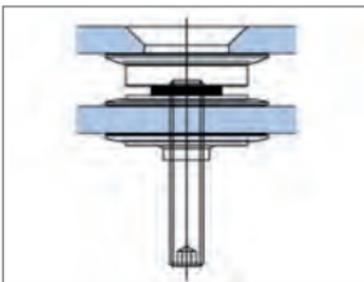
**Tab. 8.1: Technische Daten**

Ansicht	flächenbündig
Typ	beweglich
Auflageteller	Ø 60 mm
Bezeichnung	UNIGLAS®   SHIELD 45/60
Eloxalfarbe	schwarz/natur
Drehteile	Edelstahl rostfrei 1.4301, ALU
Kunststoff	Polyamid 6 natur
Schrauben	Edelstahl rostfrei (1.4301)

UNIGLAS® | SHIELD reduziert durch die thermische Trennung den Wärmeverlust von innen nach außen. Die 2-fache Dichtung im Randverbund und im Punkthalterbereich ist eines der wesentlichen Qualitätsmerkmale von UNIGLAS® | SHIELD.

Der Halter in Edelstahl überzeugt durch seine klare Form. Das flächenbündige Sichtstück ist in allen Eloxalfarben lieferbar.

**Abb. 8.4: Systemschnitt**



#### ■ Vielfältige Glaswahl

Bei UNIGLAS® | SHIELD ist neben Hardcoatings auch die Verwendung von Low-E-beschichteten Gläsern möglich.

**Abb. 8.5: UNIGLAS® | SHIELD**



## 8.3 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Vordächer aus Glas

### 8.3.1 UNIGLAS® I OVERHEAD

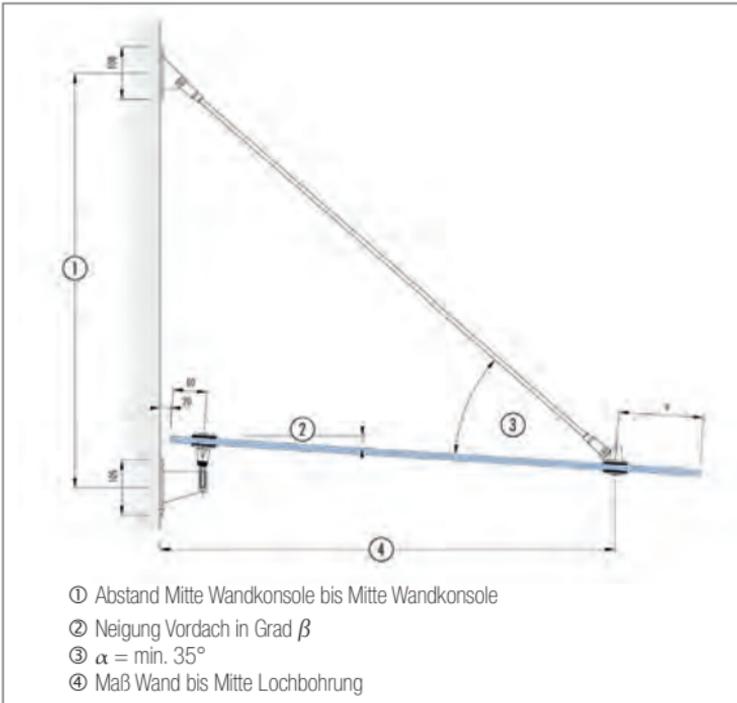
Das Beschlagsystem UNIGLAS® I OVERHEAD mit allgemein bauaufsichtlicher Zulassung für Deutschland (UNIGLAS® I OVERHEAD abZ Nr. Z-70.3-103) punktet auf der ganzen Linie mit folgenden Vorteilen:

- Kleinster Halterdurchmesser mit 45 mm
- Zugelassen für Schneelasten bis 1,5 kN/m<sup>2</sup>
- Große Formate möglich, z. B. bis 1800 x 4080 mm

Tab. 8.2:  
UNIGLAS® I OVERHEAD

Typ I	Ø 45 mm
Typ II	Ø 60 mm
Typ III	Ø 80 mm

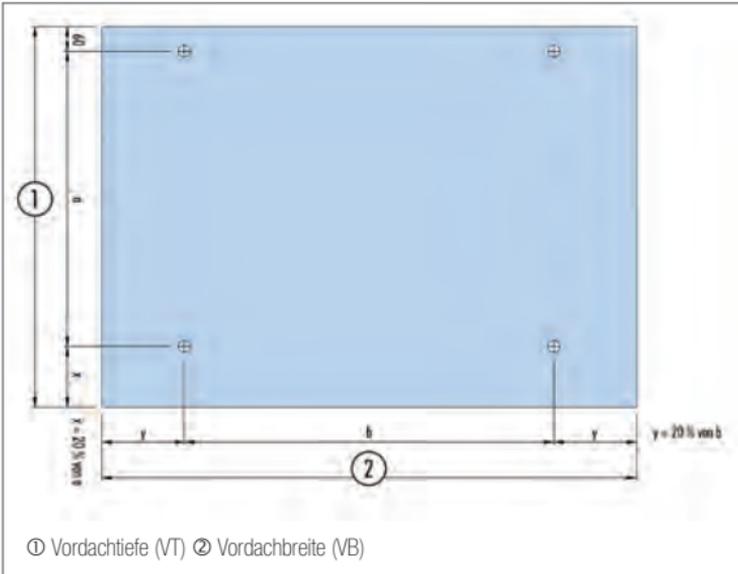
Abb. 8.6: Montageansicht



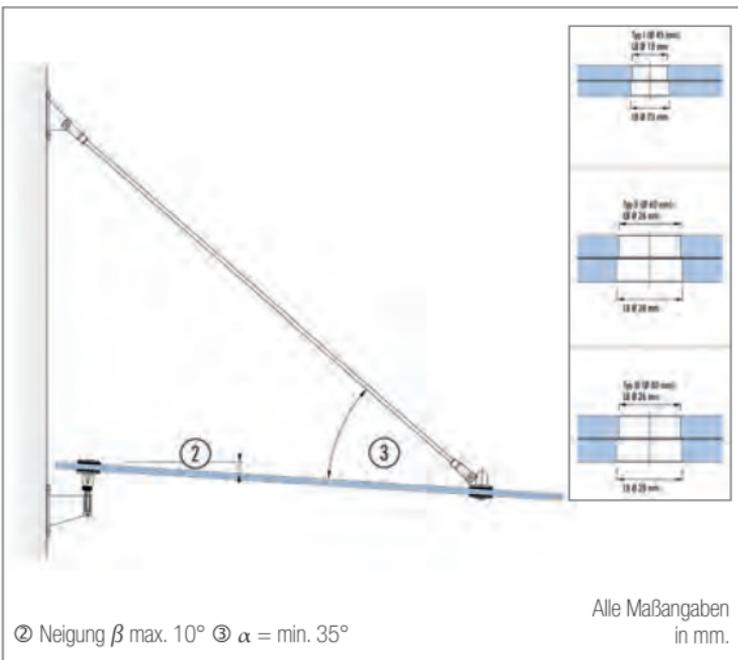
**Vordachsystem mit 2 Zugstangen Typ I, Typ II und Typ III**

Information zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-70.3-103 (gültig für Deutschland).

**Abb. 8.7: Bohrlochvorlage**



**Abb. 8.8: Montageansicht / Glasbohrung**



**Wichtiger Hinweis:** Die Werte sind nur unter Einhaltung der gesamten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gültig. Technische Änderungen vorbehalten!

Tab. 8.3:

Typ	a	x	VT	b	y	VB	Glasaufbau	Schneelast
I	780	160	1000	1200	240	1680	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
I	780	160	1000	900	180	1260	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
II	950	190	1200	1200	240	1680	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
II	950	190	1200	900	180	1260	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
II	1120	220	1400	1300	260	1820	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
II	1120	220	1400	900	180	1260	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
III	1280	260	1600	1550	310	2170	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
III	1280	260	1600	1100	220	1540	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
III	1450	290	1800	1500	300	2100	VSG 2x12 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
III	1450	290	1800	1100	220	1540	VSG 2x12 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>

### Vordachsystem mit 4 Zugstangen Typ I, Typ II und Typ III

Information zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-70.3-103 (gültig für Deutschland).

Abb. 8.9: Bohrlochvorlage

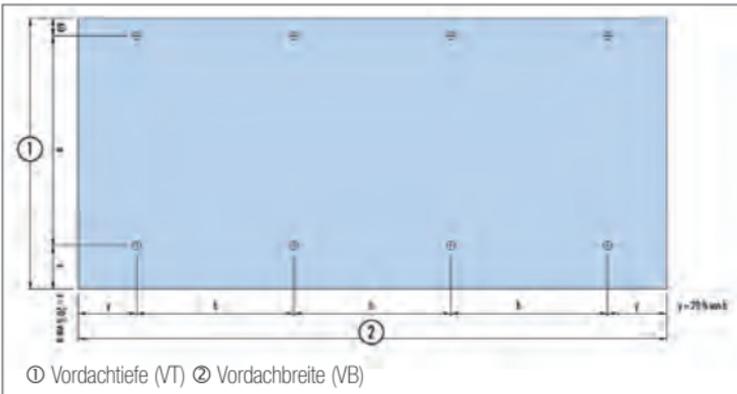
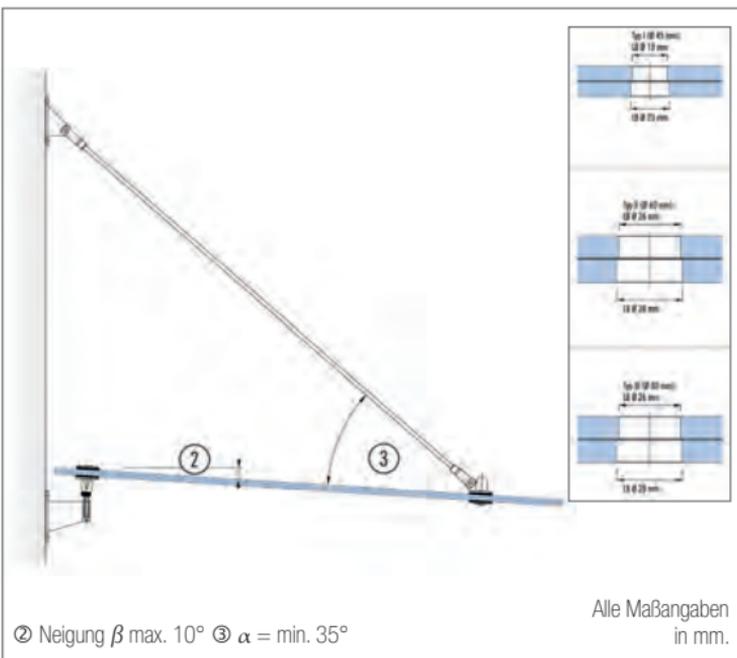


Abb. 8.10: Montageansicht / Glasbohrung



**Wichtiger Hinweis:** Die Werte sind nur unter Einhaltung der gesamten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gültig. Technische Änderungen vorbehalten!

Tab. 8.4:

Typ	a	x	VT	b	y	VB	Glasaufbau	Schneelast
I	950	190	1200	750	150	2550	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
I	950	190	1200	500	100	1700	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
II	1120	220	1400	850	170	2890	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
II	1120	220	1400	550	110	1870	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
II	1280	260	1600	850	170	2890	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
II	1280	260	1600	550	110	1870	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
III	1280	260	1600	1300	260	4420	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
III	1280	260	1600	900	180	3060	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>
III	1450	290	1800	1200	240	4080	VSG 2x12 mm TVG	0,75 kN/m <sup>2</sup>
III	1450	290	1800	800	160	2720	VSG 2x12 mm TVG	1,50 kN/m <sup>2</sup>

## 8.4 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme

### 8.4.1 GM PICO

GM PICO wurde speziell für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien (6 - 8 mm bzw. 10 - 12 mm Dicke) können beliebige Senkkopfschrauben mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet werden. Die weiche Auflage-scheibe hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

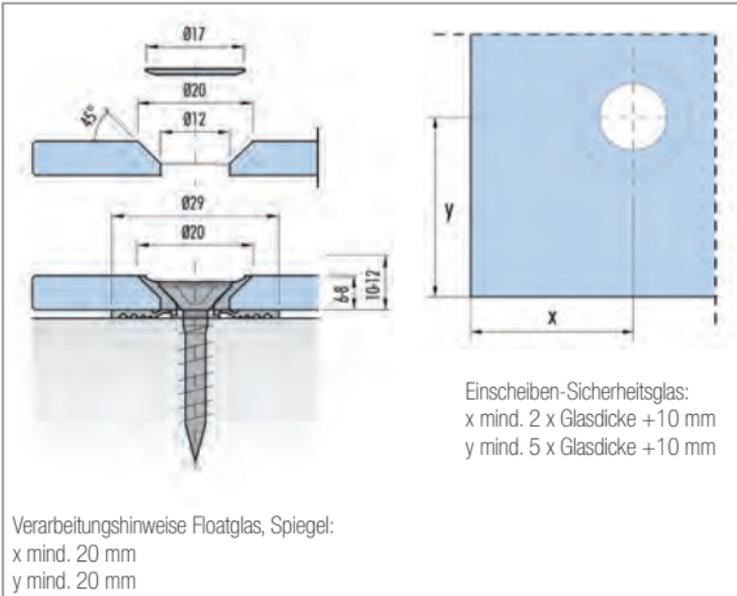
Anwendungsbeispiele:

- Spiegelwände
- Wandplattenverkleidungen
- Küchenrückwände
- Verglasungen im Sanitärbereich
- Verglasungen im Möbelbau

Abb. 8.11: Einfache Montage



Abb. 8.12: Technischer Aufbau



Tab. 8.5:

Glasdicke	Systemteil	Ausführung
6 - 8 mm	GM PICO Punkthalter	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, transparent
10 - 12 mm	GM PICO Punkthalter	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, transparent
	Abdeckscheibe	Messing, vernickelt
		Messing, vergoldet
		Messing, schwarz

Schrauben: Senkschraube  $\varnothing$  6 mm mit Kopf  $\varnothing$  12 mm bauseits.

#### 8.4.2 GM PICO KING

GM PICO KING wurde speziell für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien (8 - 12 mm Dicke) können beliebige Senkkopfschrauben mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet werden. Die Höhenverstellung ist durch leichtes Verdrehen des Kunststoffteiles möglich. Deshalb ist auch ein schnelles Einstellen und Montieren der Plattenelemente ein großer Vorteil dieses Haltertyps. Durch den im Halterkopf eingesetzten Exzenter ist eine zusätzliche Justierung von  $\pm 1,5$  mm möglich.

Anwendungsbeispiele:

- Spiegelwände
- Wandplattenverkleidungen
- Küchenrückwände
- Verglasungen im Sanitärbereich
- Verglasungen im Möbelbau

Empfohlene Glasarten:

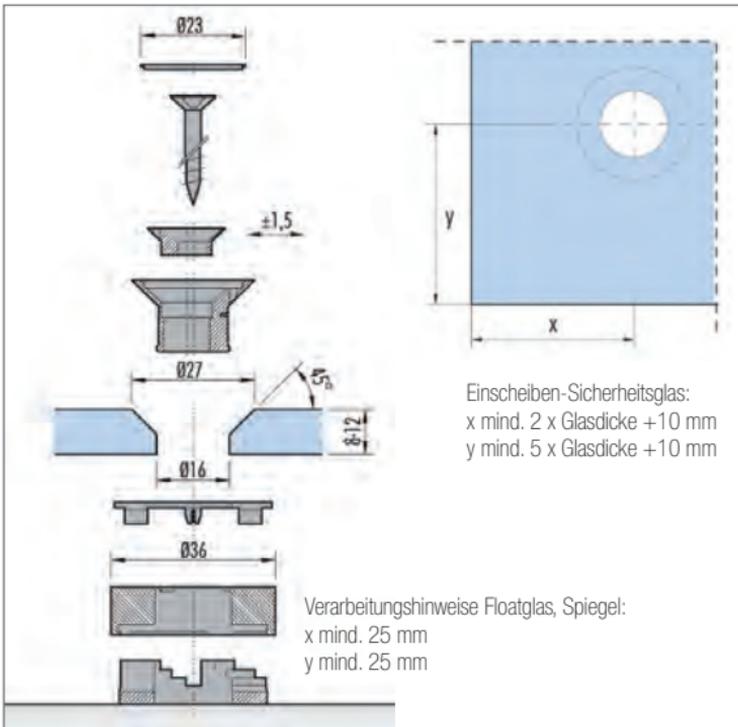
- Vorzugsweise Einscheiben-Sicherheitsglas ESG
- ESG-Emailglas

aber auch

- Spiegel
- Floatglas
- Drahtglas

sind möglich.

**Abb. 8.13: Technischer Aufbau**



**Abb. 8.14: Höhenverstellung im Handumdrehen**

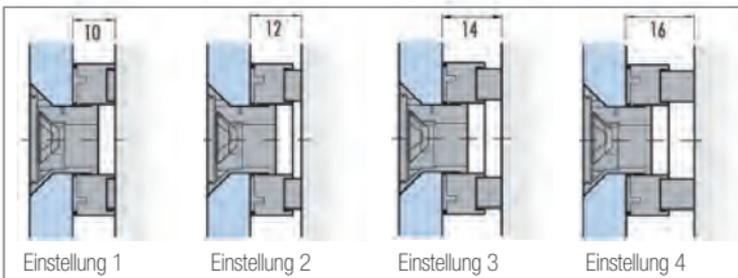
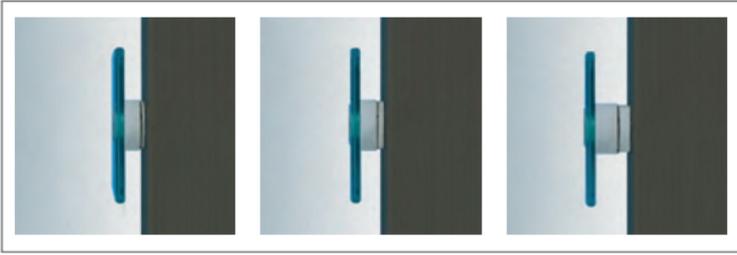


Abb. 8.15: Höhenverstellung



Tab. 8.6:

Glasdicke	Systemteil	Ausführung
8 - 12 mm	GM PICO King	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, lichtgrau
	Abdeckscheibe	Messing, vernickelt
		Messing, vergoldet

Schrauben: Senkschraube  $\varnothing$  6 mm mit Kopf  $\varnothing$  12 mm bauseits.

### 8.4.3 GM PICO LORD

GM PICO LORD wurde speziell für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien (8 - 12 mm Dicke) können Stockschrauben oder Gewindestifte mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet werden. Aufgrund der Gelenkigkeit des Halters können Winkel oder Justierfehler in der Unterkonstruktion ausgeglichen werden. Der Halter wird am Glas vormontiert und von der Außenfläche aus direkt am Untergrund verschraubt. Durch diese Direktmontage werden die Montagezeiten wesentlich verkürzt. Durch verschieden tiefes Eindrehen der Schraube sind auch Unebenheiten (z. B. Vertiefungen, Schrägen etc.) mit nur einem Haltertyp ausgleichbar.

Anwendungsbeispiele:

- Spiegelwände
- Wandplattenverkleidungen
- Küchenrückwände
- Verglasungen im Sanitärbereich
- Verglasungen im Möbelbau

Empfohlene Glasarten:

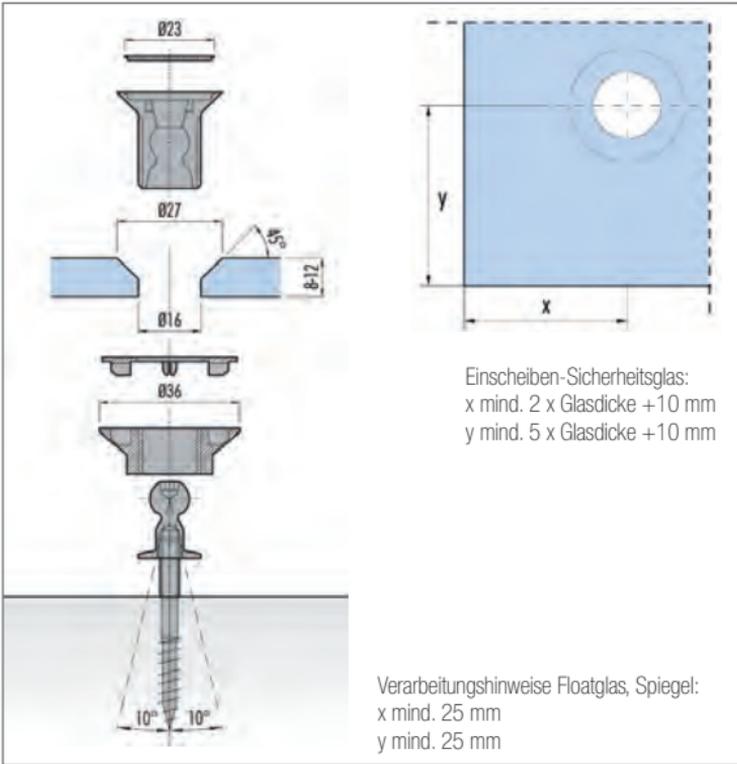
- Vorzugsweise Einscheiben-Sicherheitsglas ESG
- ESG-Emailglas

aber auch

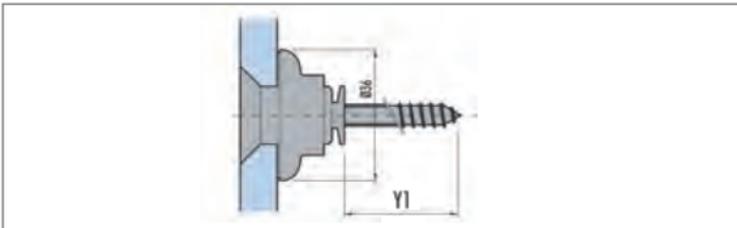
- Spiegel
- Floatglas
- Drahtglas

sind möglich.

**Abb. 8.16: Technischer Aufbau**



**Abb. 8.17: Gewindestift oder Stockschraube**



**Abb. 8.18: Gelenkigkeit des Halters**



**Tab. 8.7:**

Glasdicke	Systemteil	Ausführung
8 - 12 mm	GM PICO LORD	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, lichtgrau
	Abdeckscheibe	Messing, vernickelt
		Messing, vergoldet
Abstand Gewindestift: Y1		34 / 44 / 54 / 64 mm
Abstand Stockschraube: Y1		22 / 40 / 60 mm

## 8.4.4 GM PUNTO

### GM PUNTO 13

GM PUNTO wurde für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Diese Punkthaltesysteme eignen sich für Glasstärken von 3 - 6 mm. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien können Senkkopfschrauben verwendet werden. Das Weichlager schützt die Glasbohrung und hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

Verglasungen im

- Sanitärbereich
- Möbelbau
- Laden-, Messe- und Displaybau

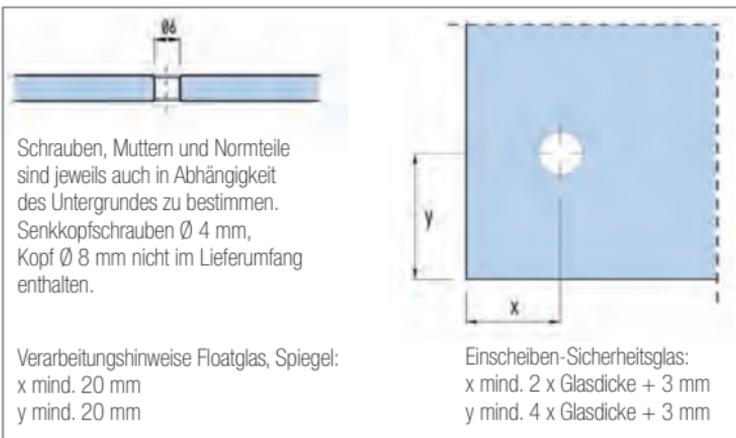
und natürlich auch für die

- Befestigung von Hinweis- und Türschildern.

Abb. 8.19: Einfache Montage



Abb. 8.20: Technischer Aufbau



Tab. 8.8:

	Glasdicke	Material	Bestandteile
	3 - 6 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
			Montagewerkzeug

## GM PUNTO 25

GM PUNTO wurde für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Diese Punkthaltesysteme eignen sich für Glasdicken von 4 - 10 mm. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien können Senkkopfschrauben verwendet werden. Das Weichlager schützt die Glasbohrung und hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

Verglasungen im

- Sanitärbereich
- Möbelbau
- Laden-, Messe- und Displaybau

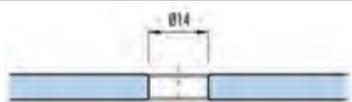
Abb. 8.21: Anwendungsbeispiel



und natürlich auch für die

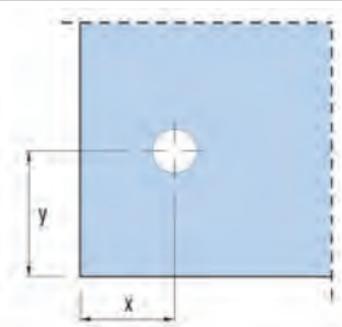
- Befestigung von Hinweis- und Türschildern.

Abb. 8.22: Technischer Aufbau



Schrauben, Muttern und Normteile sind jeweils auch in Abhängigkeit des Untergrundes zu bestimmen. Senkkopfschrauben  $\varnothing$  4 mm, Kopf  $\varnothing$  8 mm nicht im Lieferumfang enthalten.

Verarbeitungshinweise Floatglas, Spiegel:  
x mind. 20 mm  
y mind. 20 mm



Einscheiben-Sicherheitsglas:  
x mind.  $2 \times \text{Glasdicke} + 7 \text{ mm}$   
y mind.  $4 \times \text{Glasdicke} + 7 \text{ mm}$

Tab. 8.9:

	Glasdicke	Material	Bestandteile
	4 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	6 mm		
	8 - 10 mm	ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
	4 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	6 mm		
8 - 10 mm	ZDG	Klemmscheibe	
	Silikon	Weichlager	
	ZDG		Auflagenscheibe

### GM PUNTO 36

GM PUNTO wurde für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Diese Punkthaltesysteme eignen sich für Glasstärken von 8 - 13,5 mm. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien können Senkkopfschrauben verwendet werden. Das Weichlager schützt die Glasbohrung und hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

Verglasungen im

- Sanitärbereich
- Möbelbau
- Laden-, Messe- und Displaybau

und natürlich auch für die

- Befestigung von Hinweis- und Türschildern.

Abb. 8.23: Technischer Aufbau

Schrauben, Muttern und Normteile sind jeweils auch in Abhängigkeit des Untergrundes zu bestimmen. Senkkopfschrauben  $\varnothing$  6 mm, Kopf  $\varnothing$  12 mm nicht im Lieferumfang enthalten. Das Abstandstück kann sowohl mit Senkkopf- wie mit Sechskantschrauben befestigt werden.

Verarbeitungshinweise Floatglas, Spiegel:  
 x mind. 20 mm  
 y mind. 20 mm

Einscheiben-Sicherheitsglas:  
 x mind. 2 x Glasdicke + 9 mm  
 y mind. 4 x Glasdicke + 9 mm

Tab. 8.10:

	Glasdicke	Material	Bestandteile
	8 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	10 - 13,5 mm		
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
	8 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	10 - 13,5 mm		
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
		ZDG	Auflagscheibe
	8 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	10 - 13,5 mm		
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
		ZDG	Abstandstück

### 8.4.5 GM POINT P 60/22 SP

Der Beschlag basiert auf einer punktförmigen, durch Lochbohrungen angebrachten Glasbefestigung. Alle Metallbeschlagteile sind gemäß System GM POINT ausnahmslos aus Edelstahl. Alle Beschlagteile, die mit der Glasoberfläche in Berührung kommen, sind in witterungsbeständiger Kunststoff- bzw. Gummiqualität ausgeführt. Alle Schraubverbindungen müssen geeignet gesichert werden (z. B. Loctite).

Die Ausführung der Beschläge sowie erwähnte Glasdicken sind nur Empfehlungen. Ein statischer Nachweis kann ausschließlich durch einen befugten Statiker erbracht werden. Dabei wird dann die Statik des gesamten Punkthaltesystems in Verbindung mit Glas und Unterkonstruktion geprüft und nachgewiesen.

Abb. 8.24: Systemschnitt

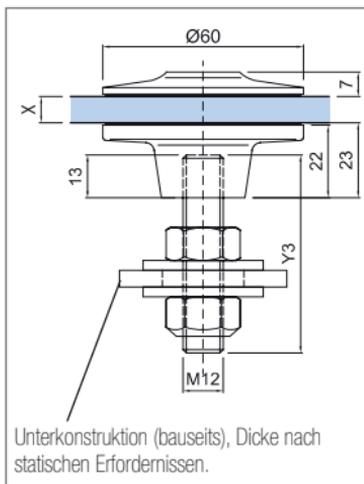
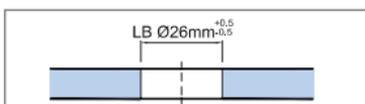


Abb. 8.25: Anwendung Fassade



Abb. 8.26: Glasbohrung



Tab. 8.11:

Ansicht	erhaben	TRAV- +TRPV-konform	
Typ	starr		
Auflageteller	Ø 60 mm		
Bezeichnung	P 60/22 SP I	P 60/22 SP II	P 60/22 SP III
Glasstärke (X)	8 - 13,5 mm	14 - 17,5 mm	18 - 22 mm
Gewindestiftlänge (Y3)	30-90 mm		
Material	Drehteile	Edelstahl rostfrei 1.4301	
	Kunststoff	Polyamid 6 schwarz	
	Schrauben	Edelstahl rostfrei A2 (1.4301)	

#### 8.4.6 GM POINT P 80/29 SP

Der Beschlag basiert auf einer punktförmigen, durch Lochbohrungen angebrachten Glasbefestigung. Alle Metallbeschlagteile sind gemäß System GM POINT ausnahmslos aus Edelstahl. Alle Beschlagteile, die mit der Glasoberfläche in Berührung kommen, sind in witterungsbeständiger Kunststoff- bzw. Gummiqualität ausgeführt. Alle Schraubverbindungen müssen geeignet gesichert werden (z. B. Loctite).

Die Ausführung der Beschläge sowie erwähnte Glasdicken sind nur Empfehlungen. Ein statischer Nachweis kann ausschließlich durch einen befugten Statiker erbracht werden. Dabei wird dann die Statik des gesamten Punkthaltesystems in Verbindung mit Glas und Unterkonstruktion geprüft und nachgewiesen.

Abb. 8.27: Systemschnitt

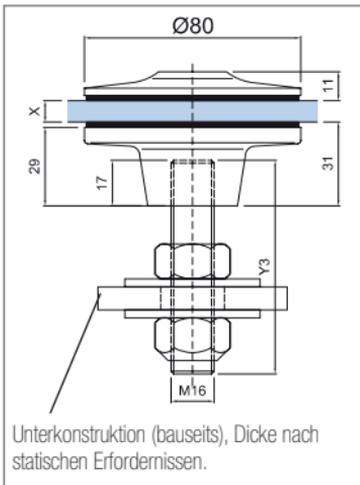
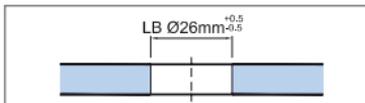


Abb. 8.28: Anwendung Fassade



Abb. 8.29: Glasbohrung



Tab. 8.12:

Ansicht	erhaben	TRAV- +TRPV-konform	
Typ	starr		
Auflageteller	Ø 80 mm		
Bezeichnung	P 80/29 SP II	P 80/29 SP III	P 80/29 SP IV
Glasstärke (X)	10 - 14 mm	15 - 19,5 mm	20 - 22 mm
Gewindestiftlänge (Y3)	40 - 60 mm		
Material	Drehteile	Edelstahl rostfrei 1.4301	
	Kunststoff	Polyamid 6 schwarz	
	Schrauben	Edelstahl rostfrei A2 (1.4301)	

## 8.4.7 Weitere Punkthaltesysteme im Überblick

	Typ	starr	gelenkig	Ø [mm]
	<b>GM POINT</b>			
	P 25	•		25
	P 36	•		36
	P 36 HUK	•		36
	P 36 RR	•		36
	P 45	•		45
	P 45/5 SP	•		45
	P 45/30 ST	•		45
	P 50	•		50
	P 60/7 SP	•		60
	P 60/22 SP	•		60
	P 80/9 SP	•		80
	P 80/29 SP	•		80
	<b>GM POINTBALL</b>			
	PB 45/30 HM		•	45
	PB 45/30 S		•	45
	PB 45/40 S		•	45
	PB 60/33 HM		•	60
	PB 60/33 S		•	60
	PB 80/44 HM		•	80
PB 80/44 S		•	80	
	<b>GM SHIELD</b>			
	S 27/36	•		36
	S 27/36 A	•		36
	S 27/36 A 90°	•		36
	S 27/45 ST	•		45
	S 27/50	•		50
	S 45/60	•		60
	S 60/80	•		80
	<b>GM SHIELDBALL</b>			
	SB 27/45		•	45
	SB 45/60		•	60
	SB 60/80		•	80

## 8.5 GM BRACKET S

GM BRACKET S wurde speziell für die einfache und rationelle Montage von überschuppten Glasfassaden entwickelt. Das Haltesystem bedarf keinerlei Bohrungen oder sonstiger Bearbeitungen des Glases.

Das Glas wird mit der Weichlagerungseinlage und mit einem speziellen Befestigungssystem in die Halterung eingestellt und eingeklemmt.

Durch die vorliegenden statischen Berechnungen des Haltesystems ist eine einfachere Dimensionierung von Glasgrößen und -stärken möglich.

Anwendungsmöglichkeiten

- Vorsatzfassaden
- Laubengangverglasungen
- Treppenhausverglasungen
- Parkhausverglasungen
- Wind- und Wetterschutz
- Hinterlüftung
- Sonnenschutz

Abb. 8.29: Detailansicht



Abb. 8.30: Montageansicht



Abb. 8.31: Systemschnitt oben

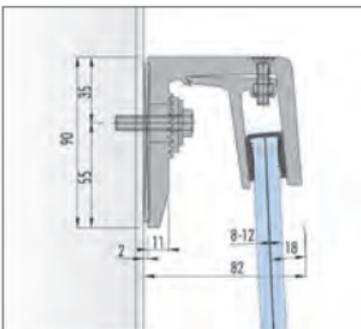


Abb. 8.32: Systemschnitt Mitte

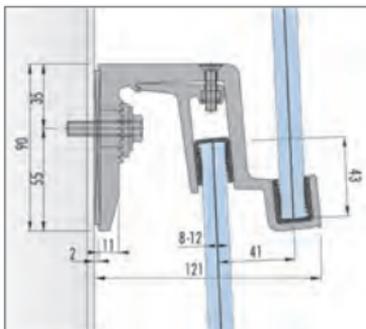


Abb. 8.33: Systemschnitt unten

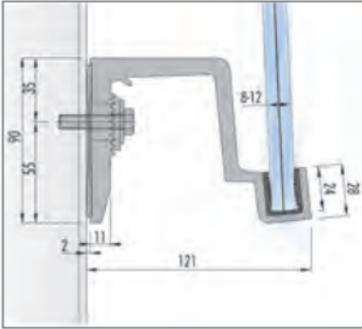


Abb. 8.34: Auszeichnungen



Abb. 8.35: Anwendungsbeispiel



## 8.6 UNIGLAS® | STYLE

### 8.6.1 GM TOPROLL BALANCE

#### ■ System

Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebetüren. Die Gläser werden ohne Silikonverklebung mittels Einspannung gehalten. Durch die vielen gestalterischen Kombinationsmöglichkeiten des Systems (z. B. Deckenbefestigung, Wandbefestigung, Taschenmontage, Glas/Glas-Befestigung bei Ganzglasanlagen oder Fixteilvermontage) ist ein breites Anwendungsspektrum realisierbar. Das System weist eine Bauhöhe von nur 50 mm auf.

#### ■ Softstop

Das System ist mit oder ohne Einzugsdämpfung ausführbar. Das Dämpfungssystem ist für ein max. Glasgewicht von 80 kg ausgelegt, eine Mindestglasbreite von 810 mm erforderlich.

#### ■ Nischeneinbau

Der Einbau in Wandnischen (Taschenmontage) gestaltet sich durch die diagonale Rollenmechanik besonders leicht.

## ■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe rund ( $\varnothing$  55 mm), eckig (40 x 100 mm) oder Edelstahl G-Griffe (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestechen durch besondere optische Zurückhaltung.

## ■ Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang.

Abb. 8.36: Auszeichnungen



Abb. 8.37: Systemschnitt

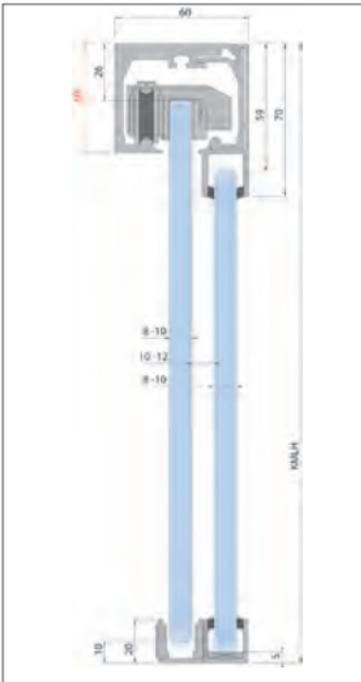


Abb. 8.38: Systemschnitt

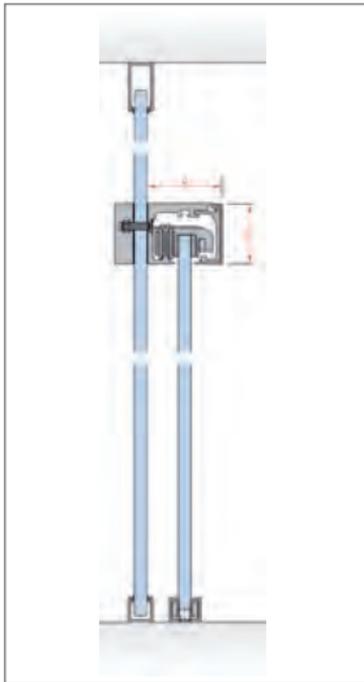
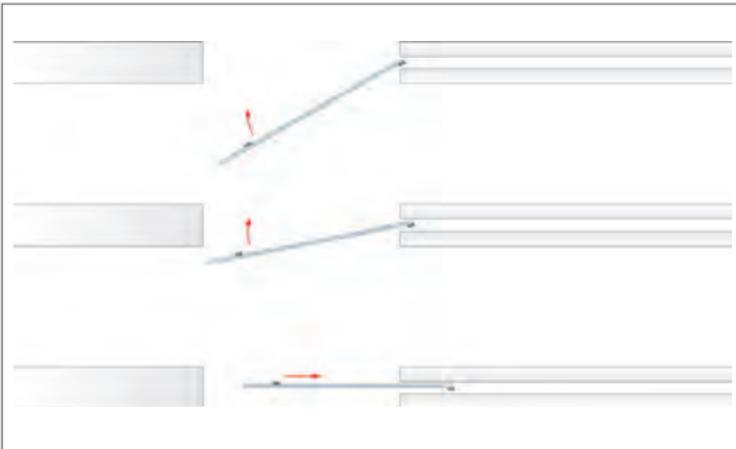


Abb. 8.39: Taschenmontage





des Systems (z. B. Deckenbefestigung, Wandbefestigung oder Fixteilvermontage) ist ein breites Anwendungsspektrum realisierbar. Das System weist eine effektive Bauhöhe von nur 105 mm auf. Durch einen möglichen deckenbündigen Einbau der Laufschiene reduziert sich die Höhe des sichtbaren Beschlags auf 55 mm.

## ■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit  $\varnothing$  55 mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestehen durch besondere optische Zurückhaltung.

## ■ Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang.

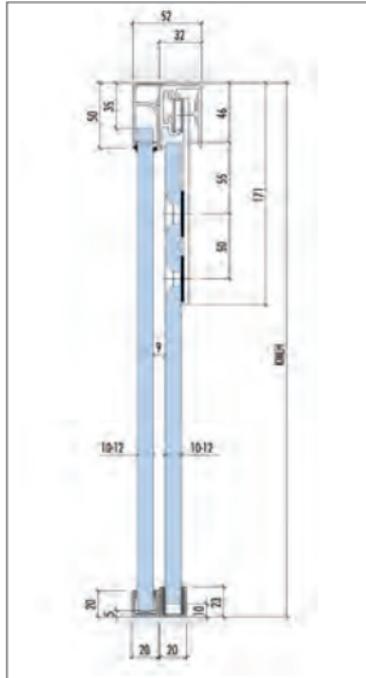
Das System GM TOPROLL 100 ist z. B. in Bürotrennwänden, zwischen Esszimmer und Küche, im Bad oder auch für Schrankwände einsetzbar.

### 8.6.3 GM TOPROLL 100 SHIELD

## ■ System

Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebeelemente. Jedes Schiebeelement wird an 2 sichtbaren Edelstahllaschen befestigt, die auch den Höhenausgleich ermöglichen. Die außen sichtbare Verschraubung wird nach Wunsch entweder mit sichtbaren Edelstahlinbusschrauben oder mit einem speziellen Sichtschraubstück aus Edelstahl ausgeführt. Durch die vielen gestalterischen Kombinationsmöglichkeiten des Systems (z. B. Deckenbefestigung, Wandbefestigung oder Fixteilvermontage) ist ein breites Anwendungsspektrum möglich.

Abb. 8.44: Systemschnitt



## ■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit  $\varnothing$  55 mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestehen durch besondere optische Zurückhaltung.

## ■ Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang.

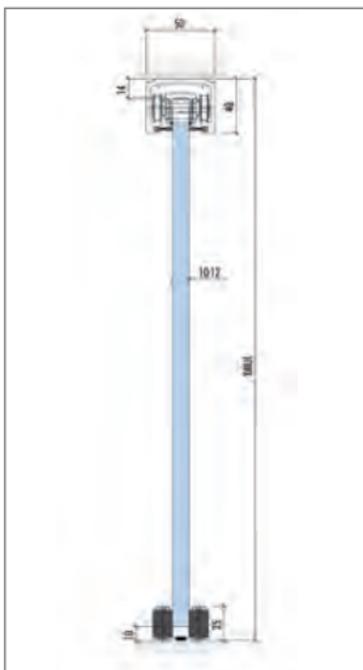
Das System GM TOPROLL 100 SHIELD wurde für anspruchsvolle Lösungen im Innenbereich wie z. B. für Shops, Bars oder im Bankenbereich entwickelt.

### 8.6.4 GM TOPROLL SMART

#### ■ System

Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebeelemente. Das System zeichnet sich durch eine minimale Bauhöhe von nur 40 mm aus. Die Gläser werden im oberen Laufschuh durch Verklebung und zusätzlich durch eine mechanische Sicherung gehalten. Das System ist für Glasgewichte bis 150 kg ausgelegt. Dadurch lassen sich auch besonders große Schiebeglaselemente ausführen.

Abb. 8.45: Systemschnitt



#### ■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit  $\varnothing 55$  mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestehen durch besondere optische Zurückhaltung.

#### ■ Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang. Auf Grund der geringen Bauhöhe des Systems (40 mm) eignet sich GM TOPROLL SMART besonders für die Montage bei niedrigen Durchgangshöhen oder für den deckenbündigen Einbau von Schiebetürverglasungen.

Abb. 8.46: Anwendungsbeispiel



## 8.6.5 GM TOPROLL 10/14

## ■ System

Rahmenloses Schiebetürsystem mit oben hängenden Ganzglasschiebeelementen. Die Schiebegläser laufen auf 2, 3 oder 4 Bahnen und lassen sich nach rechts oder links verschieben. Dies bedeutet max. Öffnungsmöglichkeiten von 50 - 75 %. Die Bauhöhe beträgt nur 108 mm.

## ■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit  $\varnothing 55$  mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestehen durch besondere optische Zurückhaltung.

## ■ Führung

GM TOPROLL 10/14 ist ein einzigartiges mehrbahniges Schiebesystem ohne Bodenführung (schwellenlos) mit Mitnehmerfunktion und damit ideal als Rauntrennlösung geeignet.

Abb. 8.47: Systemschnitt

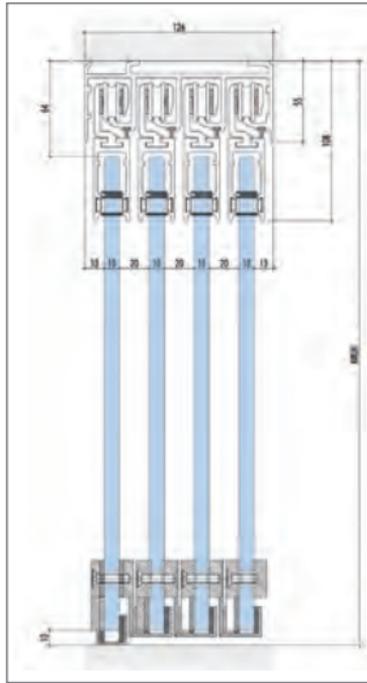


Abb. 8.48: Anwendungsbeispiel



### 8.6.6 GM ZARGENPROFIL 23/40

GM ZARGENPROFIL ist auf herkömmliche Ganzglastür-Beschlagsysteme abgestimmt. Mit nur 23 mm Ansichtsbreite eignet sich das GM ZARGENPROFIL für den Einbau in bauseitige Lochlaibungen aus Holz, Beton oder Stahl.

Aus hochwertigem Aluminium, eloxiert, ähnlich Niro matt oder in allen RAL-Farben lieferbar, Gummidichtungen in Grau oder Schwarz erhältlich. Ideal geeignet für ESG-Ganzglastüren in Kombination mit GGA-Beschlägen. Für 8 und 10 mm Einscheibensicherheitsglas im Lagermaß à 6000 mm oder mit Fixmaß auf Gehrung zugeschnitten.

Abb. 8.49: Detail

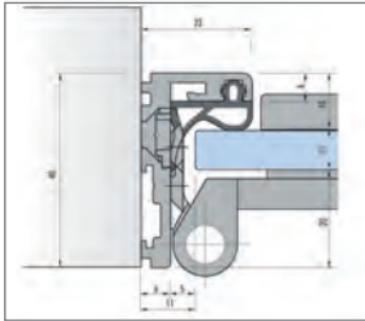
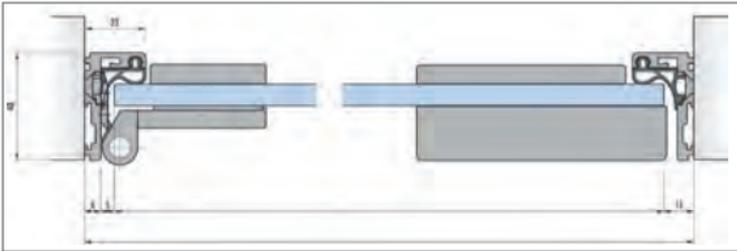


Abb. 8.50: Technischer Aufbau



### 8.6.7 GM ZARGENPROFIL 46/40

GM ZARGENPROFIL 46/40 ist die optimale Lösung für Ganzglasanlagen. Durch die variantenreiche Einbaumöglichkeit lassen sich fast alle Einbausituationen mit nur einem System realisieren. Mit nur 46 mm Ansichtsbreite und 40 mm Bautiefe steht das Glas klar im Vordergrund. Durch die reine Trockenverglasung erspart dies Zeit bei der Montage.

Abb. 8.51: Detail

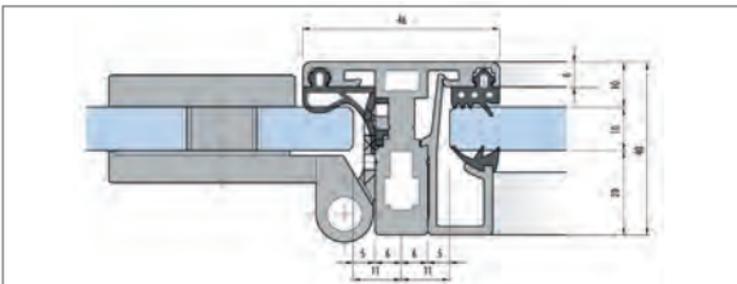
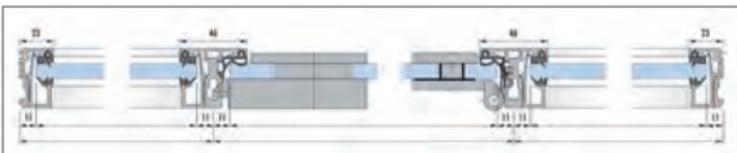


Abb. 8.52: Technischer Aufbau



Aus hochwertigem Aluminium, eloxiert oder ähnlich Niro matt lieferbar, Gummidichtungen in Grau oder Schwarz erhältlich. Ausführung der Glastüre in 8 oder 10 mm, Seitenteile / Oberlichte in 8 bis 12 mm.

Lagermaß à 6.000 mm oder auf Fixmaß mit Gehrung zugeschnitten.

**Abb. 8.53: Anwendungsbeispiel**



## 8.6.8 GM LIGHTROLL 6/8

### ■ System

Rahmenloses Schiebesystem mit unten laufenden Ganzglasschiebeelementen. Die Schiebegläser laufen auf 2, 3 oder 4 Bahnen und lassen sich nach rechts oder links verschieben. Dies bedeutet max. Öffnungsmöglichkeiten bis 75 %.

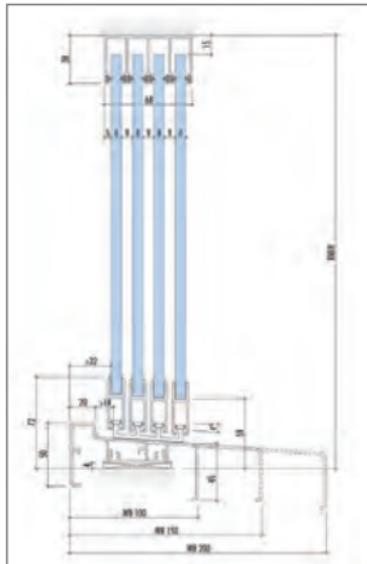
Das System GM LIGHTROLL 6/8 ist die klassische Variante der Balkonverglasung, von der Brüstung bis zur Decke (max. Anlagenhöhe ca. 1.800 mm).

Zur Anwendung kommen Profile aus Aluminium, wetterfeste Bürstendichtungen, speziell entwickelte witterungsbeständige Endstücke aus Kunststoff und Edelstahlkugellagerrollen.

### ■ Sicherheit

Das System ermöglicht eine einfache Montage. Zusätzlichen Schutz bieten Aushängesicherungen, Steckriegel und Druckzylinderschlösser. Der Laufschuh schützt die Glaskante perfekt.

**Abb. 8.54: Systemschnitt**

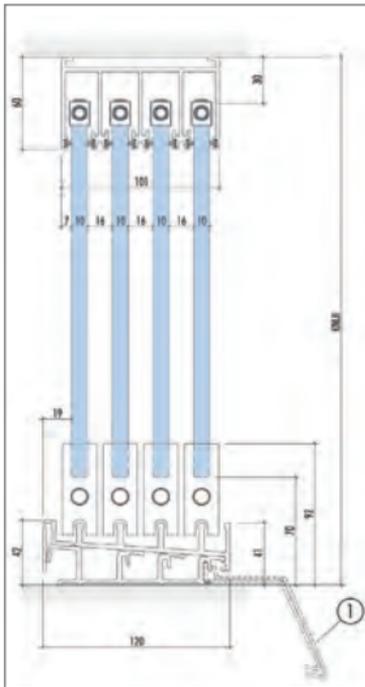


**8.6.9 GM LIGHTROLL 10/12**

**■ System**

Rahmenloses Schiebesystem mit unten laufenden Ganzglasschiebeelementen. Die Schiebegläser laufen auf 2, 3, 4 oder 5 Bahnen und lassen sich nach rechts oder links verschieben. Dies bedeutet max. Öffnungsmöglichkeiten bis 80 %. Das System GM LIGHTROLL 10/12 eignet sich ideal für raumhohe Balkon-, Loggia- und Terrassenverglasungen sowie thermische Pufferzonen (max. Anlagenhöhe ca. 2.500 mm). Zur Anwendung kommen Profile aus Aluminium, wetterfeste Bürstendichtungen, speziell entwickelte witterungsbeständige Endstücke aus Kunststoff und Edelstahlkugellagerrollen.

**Abb. 8.55: Systemschnitt**



(1) bauseits

**■ Mitnehmerfunktion**

Durch die neu entwickelte Mitnehmerfunktion (Komfortpaket) können die Schiebegläser sowohl miteinander gekoppelt als auch zugleich verriegelt werden.

**Abb. 8.56: Anwendungsbeispiel**

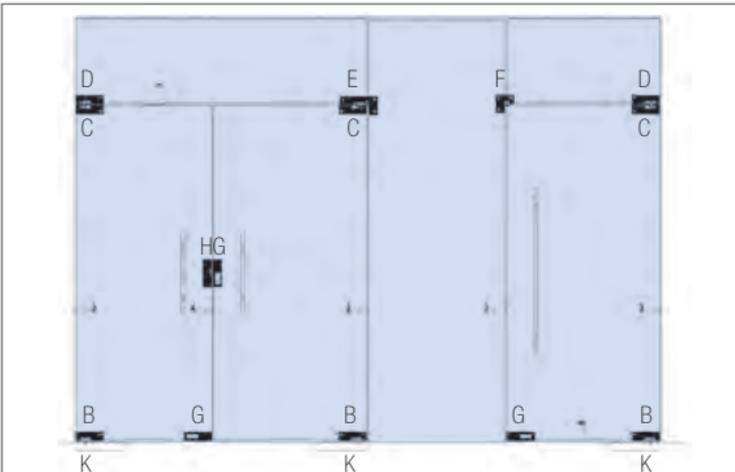


## 8.6.10 Beschläge für Pendeltüren und Ganzglasanlagen

Abb. 8.57 Beispiel Ganzglasanlage



Abb. 8.58: Beispiel Ganzglasanlage mit Oberlicht



Tab. 8.13:

Lfd-Nr.	Bezeichnung
A	Anschraubplatte mit Zapfen
B	Eckbeschlag unten
C	Eckbeschlag oben
D	Oberlichtbeschlag
E	Winkelverbindung mit Zapfen
F	Winkelverbindung
G	Mittel / Eckschloss PZ
H	Gegenkasten für Mittelschloss
I	Stangengriff aus CNS 500 mm
J	Stangengriff aus CNS 1000 mm
K	Bodentürschließer

Tab. 8.14: Maximales Türflügelgewicht und maximale -breite

maximales Türflügelgewicht	100 kg
maximale Türflügelbreite	1.100 mm

Abb. 8.59: Anwendungsbeispiel



## 8.6.11 GM RAILING®

Die Geländerbaureihe GM RAILING® ermöglicht durch vorgefertigte Glasbaumodule in Verbindung mit einem Unterkonstruktionsprofil und einem durchgehenden Handlauf eine linienförmige Lagerung ohne senkrechte Steher.

Die vorgefertigten Glasbaumodule werden in die am Bau zu montierenden Unterkonstruktionsprofile eingehängt und mit Zylinderschrauben bzw. speziellen Abstandstücken miteinander verschraubt. Diese Verschraubung lässt einen Toleranzausgleich der vertikalen Stellung auf Holmhöhe zu.

Durch die Einspannung in die Tragschiene sind keine Glasbohrungen notwendig. Dies reduziert Planungs-, Montageaufwand und Kosten. Durch die Systematisierung können in allen Bereichen Vorteile generiert werden.

### Das Wichtigste im Überblick

- Das Modulprinzip reduziert Konstruktions- und Planungsaufwand
- Stufenlose Justierbarkeit
- Geprüfte Baureihen
- Alle Nachweise lt. TRAV/Kat. B sind erbracht
- Detaildatenbank/hunderte Gestaltungsmöglichkeiten
- Zahlreiche konstruktive Vorteile
- Technische Ausarbeitung, Lieferung auf Einweggestellen

Abb. 8.60: Montage in 2 Schritten



### 8.6.12 GM RAILING® Side

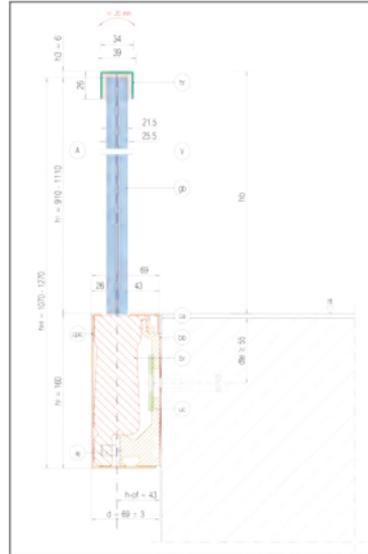
Das Grundprofil von GM RAILING® Side ist für die seitliche Befestigung an einer Deckenkante vorgesehen. Eine einfache Montage an unterschiedliche Materialien wie Beton, Holz oder Stahl und an schiefen Ebenen wie Rampen oder Treppen ist realisierbar. Die Konstruktionsabdeckung ist in verschiedenen Oberflächen ausführbar.

Durch die geringe Bautiefe ist GM RAILING® Side besonders für den Treppen- und Rampenbereich geeignet. Im ebenen Bereich sind auch gebogene Gläser einsetzbar.

#### Besondere Vorteile

- Geringe Bautiefe, effizient auch bei Treppen und Rampen
- Vielfältige Anbindungsmöglichkeiten
- AbP-P-10-801/a

Abb. 8.61: GM RAILING® Side

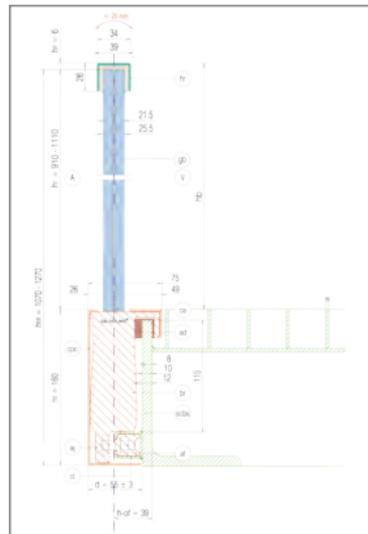


### 8.6.13 GM RAILING® Solo

Das Glasgeländer wird direkt in die bauseitige Stahlkonstruktion eingehängt, ist stufenlos justierbar und einfach befestigt. Mittels einem Justierblock, der in die angeschweißte C-Schiene eingeschoben, an Laschen verschraubt oder direkt an die Stirnseite befestigt wird, sind nahezu unbegrenzte Ausführungen im Podest oder im Treppenbereich möglich.

Die schlanke Optik von GM RAILING® Solo bietet die ideale Lösung für Anwendungen, die einer geringen Einbautiefe bedürfen.

Abb. 8.62: GM RAILING® Solo



## Besondere Vorteile

- Einhängeprofil wird auf bauseitige Stahlkonstruktion montiert
- Kostengünstige Anwendung mit vielen verschiedenen Lösungen
- AbP-P-10-801/d

### 8.6.14 GM WINDOORAIL®

GM WINDOORAIL® Glasgeländermodule für französische Fenster bieten der modernen Architektur mit Transparenz, Offenheit und Leichtigkeit einen ungehinderten Blick nach draußen.

GM WINDOORAIL® sind vorgefertigte Glasgeländermodule mit absturzsicherer Funktion für Fensterelemente, die unter die geforderte Brüstungshöhe reichen. Die Glas-Metall-Module garantieren höchste Sicherheit durch eine optimale und gleichmäßige Glaslagerung und einer optimierten, erprobten und geprüften Befestigung – eine perfekte Lösung für alle Fenstertypen (Kunststoff, Holz, Holz-Alu, Aluminium oder Stahl).

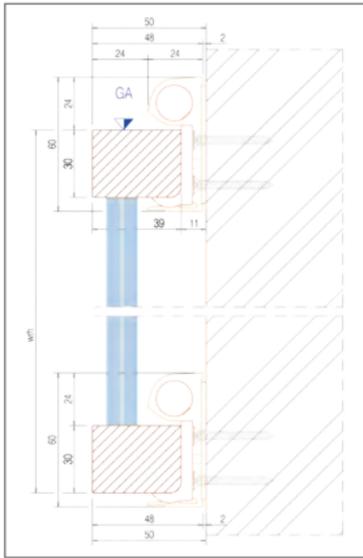
Abb. 8.63 Anwendungsbeispiel



- Geprüfte Baureihen, AbP bzw. AbZ
- Das Modulprinzip reduziert Konstruktions- und Planungsaufwand
- Planungshandbuch
- Webshop für Ihre Bestellung
- Über 100 Original-Bauteilversuche
- In Ihrem Werk vormontierbar
- Perfekte, individuelle Lösung für jedes Fenster
- Imulskräfte werden durch den Mechanismus abgefedert

GM WINDOORAIL® ist eine fixe Einheit und besteht aus einem unteren und einem oberen Metallprofil sowie einem Glaselement mit zweiseitig freien, polierten Kanten.

Abb. 8.64:  
GM WINDOORAIL®



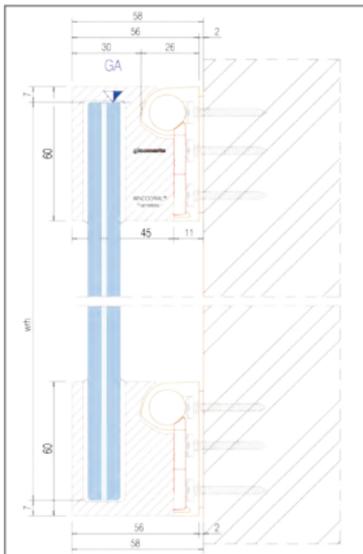
## Besondere Vorteile

- Variable Breiten und Höhen, max. Breite bis zu 1400 mm
- Montage direkt auf den Fensterrahmen
- Glaselement in fünf Minuten ohne Werkzeug einhängbar
- Vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten (Farbfolien, Siebdruck, Digitaldruck)
- AbP-A-13-008

## 8.6.15 GM WINDOORAIL® Frameless

GM WINDOORAIL® Frameless ist eine fixe Einheit und besteht aus einem Glaselement mit allseitig freien Glaskanten und 4 Glashalterungen in den Ecken.

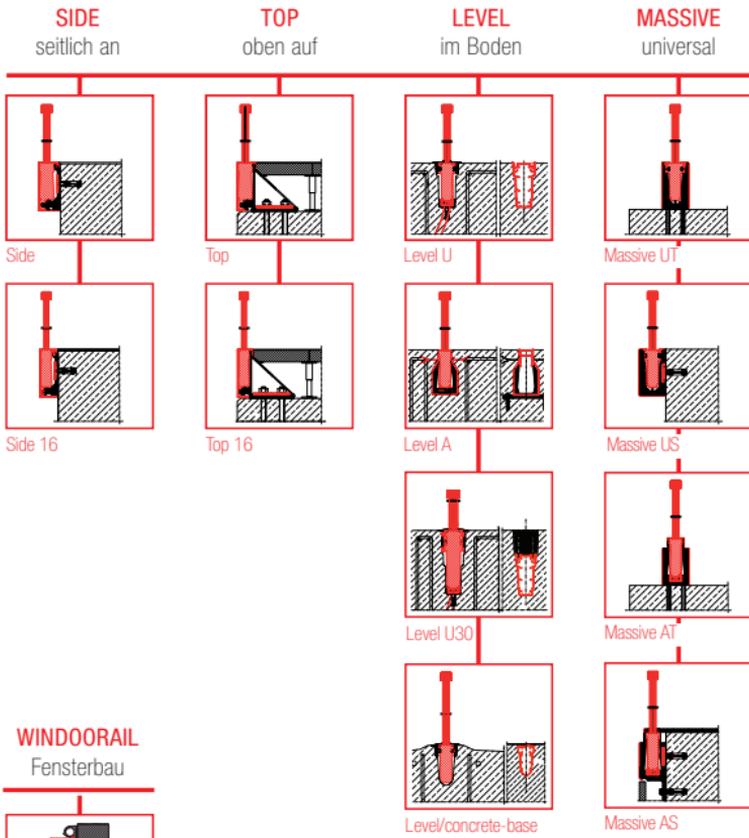
Abb. 8.65:  
GM WINDOORAIL® Frameless



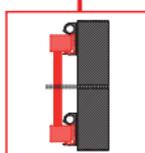
## Besondere Vorteile

- Kein Kantenschutz oder Handlauf erforderlich
- Variable Breiten und Höhen, max. Breite bis zu 2500 mm
- Montage direkt auf den Fensterrahmen
- Glaselement in fünf Minuten ohne Werkzeug einhängbar
- Vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten (Siebdruck, Digitaldruck)
- AbZ-Z-70.5-201

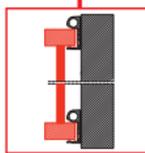
8.6.16 GM RAILING® – die Baureihen



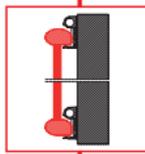
**WINDOORAIL**  
Fensterbau



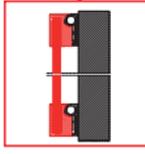
Eckig



Eckig 54/30

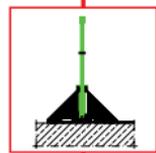


Oval

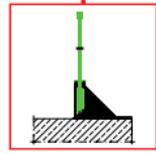


Frameless

**WINDGARDWALL**  
Windschutz



A Form



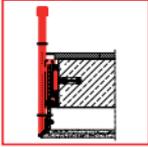
L Form

reddot design award  
winner 2009

**PLAN**  
flächenbündig

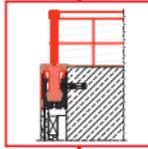


Plan 1



Plan 2

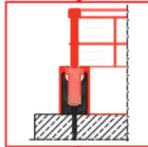
**BENT**  
gebogen



Bent MS



Bent S



Bent MT

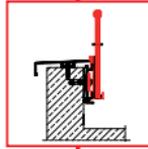


Bent T

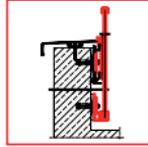


Bent F

**FRONT**  
Attika innen

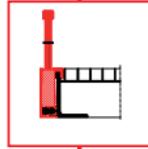


Front AIO

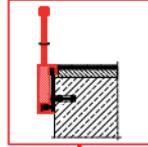


Front AIT

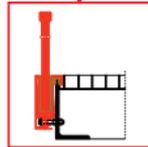
**SOLO**  
an Stahlbau



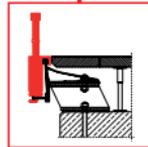
Solo C



Solo C16



Solo Y

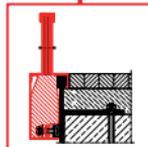


Solo YT



Solo YS

**EPIC**  
Eventbereich



Epic

## 8.7 creaglas® LightCube – Sitzmöbel und Kunstobjekt

Der onlyglass® LightCube ist schimmernde Lichtquelle, gläserner Sitzwürfel und Kunstobjekt zugleich. Als innenarchitektonisches Highlight werben die LightCubes ihre Umgebung gestalterisch auf und bilden einen attraktiven Anziehungspunkt. Da die Glaskuben nicht brennbar sind, erfüllen sie Sicherheitsanforderungen insbesondere zur Platzierung in Flucht- und Rettungswegen.

In Foyers oder Empfangshallen laden die LightCubes zum Platznehmen und zur Kommunikation oder einfach zum Verweilen ein.

Darüber hinaus können die LightCubes mit individuellen Schriftzügen und Logos versehen werden, um mit den Betrachtern zu kommunizieren.

Die Farbe des Lichts kann sowohl einfarbig oder als dynamisches Farbspiel eingestellt werden. Mit Hilfe einer Steuereinheit kann auch die Geschwindigkeit des Farbwechsels variiert werden.

Abb. 8.66: onlyglass® LightCube



## Eigenschaften

- Sicherheitsglas
  - Gefaste und polierte Kanten
  - Farbwechsel
  - Individuelle Beschriftung
  - Eignung für Flucht- und Rettungswege
  - Fest verankert oder beweglich
- 450 mm Kantenlänge
  - Illuminiert mit LED-Dioden
  - Variable Steuerung
  - Belastbar bis 150 kg

## Anwendungsmöglichkeiten

- Foyers
  - Messezentren
  - Flughäfen und Bahnhöfe
  - Theater
  - Schulen
  - u.v.m.
- Empfangshallen
  - Event Locations
  - Museen
  - Banken
  - Seminarzentren

Abb. 8.67: onlyglass® LightCube



Abb. 8.68: onlyglass® LightCube



Abb. 8.69: onlyglass® LightCube



Abb. 8.70: Auszeichnungen





9.1	DIN-Normen (nationale deutsche Standards)	208
9.2	ÖNormen (nationale österreichische Standards)	210
9.3	(DIN; ÖNORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in D, A, CH, NL, GB eingeführte europäische Standards)	211
9.4	ISO-Normen (Internationale Standards)	217



9.5	TRLV (gekürzt)	218
9.6	TRAV (gekürzt)	219
9.7	TRPV	222
9.8	Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV).	222
9.9	OIB-Richtlinie Nr. 6	227
9.10	Ü-/CE-Zeichen	228
9.11	Güteprüfung durch UNIGLAS® und Gütezeichen	230
9.12	Verwendbarkeit von Glasprodukten	231
9.13	Wichtige Adressen	234
9.14	Einsatzempfehlungen für konkrete Anwendungen	235

## 9.0 Amtliche Normen, Verordnungen und Richtlinien

Herstellung, Bearbeitung, Prüfung und Handling von Glasprodukten werden durch eine Reihe aktueller Vorschriften begleitet. Die wichtigsten sind in der Folge aufgelistet. Einzelne Regeln können bei Bedarf im Internet eingesehen werden. Normen sind beim Beuth-Verlag erhältlich.

Zugelassene Prüfstellen der EU sind der NANDO-Liste zu entnehmen: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/>

### Die wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Normen

Deutsche Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 16.11.2001 sowie der Verordnung zur Änderung der EnEV vom 16.10.2013 (siehe b Kapitel 9.8)
Bauproduktenverordnung (BauPVo) vom 09.03.2011
Musterbauordnung (MBO)/Bauordnungen der Länder (LBO)
Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB)
Bauregelliste (BRL)
Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt)
Österreichisches Energieausweisvorlagegesetz (EAVG)
OIB – Richtlinie 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
OIB – Richtlinie Nr. 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz
Österreichische Bauordnung
Österreichisches Bundesvergabegesetz 2006 BGBl. 1 Nr. 86/2007 – Novelle vom April 2012
Österreichisches Bundesgesetzblatt – Verzeichnis der österreichischen Normen und Prüfstellen
Mitteilungen, Richtlinien und Verordnungen der OIB
Österreichisches Bundesgesetzblatt, 16. Bundesgesetz zum Schutz vor gefährlichen Produkten (Produktsicherheitsgesetz 2004 – PSG 2004) 4/05
Bautechnische Vorschriften der österreichischen Bundesländer
Niederländischer NEN normen 2916 (utiliteitsbouw) en NEN 5128 (woningbouw) - Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC)

## 9.1 DIN-Normen (nationale Deutsche Standards)

1249-3:1980-02	Flachglas im Bauwesen, Spiegelglas, Begriff, Maße
1249-4:19981-08	Flachglas im Bauwesen, Gußglas, Begriff, Maße
1249-10:1990-08	Flachglas im Bauwesen, Chemische und physikalische Eigenschaften
1249-11:1986-09	Flachglas im Bauwesen, Glaskanten, Begriff, Kantenformen und Ausführung
1249-12:1990-09	Flachglas im Bauwesen, Einscheiben-Sicherheitsglas - Begriff, Maße, Bearbeitung, Anforderungen
4102-1:1998-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Begriffe Anforderungen und Prüfungen

4102-1 Berichtigung 1:1998-08	Berichtigung zu DIN 4102-1:1998-05
4102-2:1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-3:1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-4:1994-03	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
4102-4/A1:2004-11	Änderungen zur DIN 4102-4:1994-03
4102-7:1998-07	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bedachungen; Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-22:2004-11	Anwendungsnorm zu DIN 4102-4
4108, Beiblatt 2:2006	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmbrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
4108-2:2013-02	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (-> LTB+ Anlagen)
4108-2:2003-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (-> BRL-Anlagen)
4108-4:2013-02	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärme- und feuchteschutztechnischen Bemessungswerte (-> BRL-Anlagen)
4108-4:2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärme- und feuchteschutztechnischen Bemessungswerte (-> BRL-Anlagen)
4109:1989-11	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise
4109 Berichtigung 1:1992-08	Berichtigung zu DIN 4109:1989-11
4109/A1:2001-01	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise; Änderungen A1
4242:1979-01*)	Glasbaustein-Wände; Ausführung und Bemessung
4243:1978-03	Betongläser, Anforderungen, Prüfung
5033-1:1979-03*)	Farbmessung – Teil 1: Grundbegriffe der Farbmetrie
5033-7:2014-10*)	Farbmessung - Teil 7: Messbedingungen für Körperfarben
5034-1 bis 5*)	Tageslicht in Innenräumen
6169-01:1976-01*)	Farbwiedergabe; Allgemeine Begriffe
18001-1:2010-12	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Begriffe und allgemeine Grundregeln
18001-2:2010-12	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Linienförmig gelagerte Verglasungen
18001-2: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN 18001-2:2010-12
18001-3:201307	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Punktförmig gelagerte Verglasungen
18001-4:201307	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
18001-5:201307	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
18032-1:2014-11*)	Sporthallen, Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung; Grundsätze für die Planung

18032-3:1997-04*)	Sporthallen, Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung; Prüfung der Ballwurfsicherheit
18055:2014-11*	Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1
18057:2005-08	Betonfenster; Bemessung, Anforderungen und Prüfungen
18095-1:1988-10	Rauchschtztüren; Begriffe und Anforderungen
18175:1977-05	Glasbausteine; Anforderungen, Prüfung
18361:2012-09*)	VOB – C; Verglasungsarbeiten
18516-1:2010-06	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Anforderungen, Prüfgrundsätze
18 516-4:2010-06	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Einscheiben-Sicherheitsglas; Anforderungen, Bemessung, Prüfung
18545-2:2008-12*)	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
V 18 599:2011-12	Energetische Bewertung von Gebäuden
V 18599-5: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN V 18599-5:2011-12
V 18599-8: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN V 18599-8:2011-12
32622:2006-09*)	Aquarien aus Glas
51130:2014-02*)	Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft
52338:1985-09	Prüfverfahren für Flachglas im Bauwesen – Kugelfallversuch
52460:2000-02*)	Fugen- und Glasabdichtung

\*) bauaufsichtlich (BRL oder LTB) nicht relevant

## 9.2 ÖNORMEN (nationale Österreichische Standards)

A 1610-11:2006-05	Möbel – Anforderungen – Fachböden und Kleiderstangen
A 2050:2006-11	Vergabe von Aufträgen über Leistungen
A 2060:2013-03	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Leistungen
B 1600:2013-10	Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen
B 2110:2013-03	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen
B 2111:2007-05	Umrechnung veränderlicher Preise von Bauleistungen
B 2118:2011-03	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen unter Anwendung des Partnerschaftsmodells, insbesondere bei Großprojekten
B 2217:2011-09	Bautischlerarbeiten
B 2225:2010-12	Metallbauarbeiten, Herstellung von Stahl- und Aluminiumtragwerken sowie Korrosionsschutzarbeiten
B 2227:2011-04	Glaserarbeiten – Werkvertragsnorm
B 2454-1:2010-11	Sicherheitsprüfung an bestehenden Aufzügen und Sicherheitsregeln für die Änderung bestehender Aufzüge; Ergänzende Bestimmungen zur ÖENORM EN 81-80
B 2454-2:2010-11	Sicherheitsprüfung an bestehenden Aufzügen und Sicherheitsregeln für die Änderung bestehender Aufzüge; Modernisierung von Aufzügen
B 2459:2014-03	Glas für die Umwehrgung von Aufzugschächten
B 2610:1992-12	Sporthallen – Squashhallen

B 3710:2004-04	Flachglas im Bauwesen, Benennungen und Definitionen für Glasarten und Glaserzeugnisse
B 3716-1:2013-02	Glas im Bauwesen, Konstruktiver Glasbau; Grundlagen – Anforderungen an die Sicherheit, Festigkeitswerte, Einwirkungen und Bemessungen
B 3716-2:2013-04	Glas im Bauwesen, Konstruktiver Glasbau; Linienförmig gelagerte Verglasungen
B 3716-3:2009-11	Glas im Bauwesen, Konstruktiver Glasbau; Absturzsichernde Verglasungen
B 3716-4:2009-11	Glas im Bauwesen, Konstruktiver Glasbau; Betretbare, begehbare und befahrbare Verglasungen
B 3716-5:2013-04	Glas im Bauwesen, Konstruktiver Glasbau; Punktförmig gelagerte Verglasungen und Sonderkonstruktionen
B 3716 Beiblatt 1:2012-02	Konstruktiver Glasbau; Beispiele für Glasanwendungen
B 3722:2011-11	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen, Glasfalze
B 3724:2011-11	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen, Verglasungssysteme
B 3725:2007-07	Glas im Bauwesen – Glaskanten
B 3738:2008-07	Glas im Bauwesen – Isolierglas-Anforderungen an die visuelle Qualität
B 3850:2014-04	Feuerschutzabschlüsse – Drehflügeltüren und -tore, sowie Pendeltüren
B 5300:2007-11	Fenster – Anforderungen – Ergänzungen zur EN 14351-1
B 5301:2003-05	Lawenschutzfenster und -türen
B 5305:2006-11	Fenster – Kontrolle und Instandhaltung
B 5312:1992-12	Holzfenster – Konstruktionsregeln
B 5315-1:1993-05	Holzfenster – Konstruktionsbeispiele für Dreh-, Kopp- und Drehkippfenster – Einfachfenster
B 5315-2:1993-05	Holzfenster – Konstruktionsbeispiele für Dreh-, Kopp- und Drehkippfenster – Verbundfenster
B 5328:2005-11	Fenster und Türen – Terminologie sowie Lage- und Richtungsbezeichnungen
B 5330-1:2012-10	Türen; Allgemeine Maße
B 5330-8:2012-10	Türen; Stahlzargen für Massivwände
B 5330-10:2012-10	Türen; Stahlzargen für Ständerwandssysteme mit Gipsplatten
B 5371:2011-08	Treppen, Geländer und Brüstungen in Gebäuden und Außenanlagen - Abmessungen

## 9.3 (DIN; ÖNORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in Deutschland, Österreich, Schweiz, Niederlande, Großbritannien eingeführte Europäische Standards)

Die nachstehend aufgelisteten Normen sind im Europäischen Raum einschließlich der Schweiz gültig und zum Teil von einzelnen Mitgliedsstaaten der EU bauaufsichtlich eingeführt. Das Ausgabedatum bezieht sich auf die jeweilige DIN EN. Ausgaben anderer Nationen weichen zum Teil ab. Zum Teil gibt es neuere Ausgaben der Norm, die jedoch noch nicht bauaufsichtlich eingeführt wurden.

81-20:2014-11	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen für den Personen- und Gütertransport - Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge
356:2000-02	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderversglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
357:2005-02	Glas im Bauwesen – Brandschutzverglasungen
410:2011-04	Glas im Bauwesen, lichttechnische und strahlungsphysikalische Kenngrößen von Verglasungen
572-1:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
572-2:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 2: Floatglas
572-3:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 3: Poliertes Drahtglas
572-4:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 4: Gezogenes Flachglas
572-5:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 5: Ornamentglas
572-6:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 6: Drahtornamentglas
572-7:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 7: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage
572-8:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 8: Liefermaße und Festmaße
572-9:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 9: Konformitätsbewertung/Produktnorm
673:2011-04	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren
674:2011-09	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Verfahren mit dem Plattengerät
675:2011-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Wärmestrommesser-Verfahren
EN 1036-1:2008-03	Glas im Bauwesen - Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren
EN 1036-2:2008-05	Glas im Bauwesen - Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich - Teil 2: Konformitätsbewertung
1051-2:2007-12	Glas im Bauwesen - Glassteine und Betongläser - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1063:2000-01	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderversglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss
1096-1:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung
1096-2:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 2: Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen A, B und S
1096-3:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 3: Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen C und D
1096-4:2005-01	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 4: Konformitätsbewertung/Produktnorm

1279-1:2004-08	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 1: Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung
1279-2:2003-06	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 2: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Feuchtigkeitsaufnahme
1279-2 Berichtigung 1	Berichtigung zu EN 1279-2:2003-06
1279-3:2003-05	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration
1279-4:2002-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 4: Verfahren zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Randverbundes
1279-5:2010-11	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 5: Konformitätsbewertung
1279-6:2002-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 6: Werkseigene Produktionskontrolle und Auditprüfungen
1288-1:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 1: Grundlagen
1288-2:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 2: Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben mit großen Prüfflächen
1288-3:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 3: Prüfung von Proben bei zweiseitiger Auflagerung (Vierschneiden-Verfahren)
1288-4:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 4: Prüfung von Profilbauglas
1288-5:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 5: Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben mit kleinen Prüfflächen
1363-2:1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren
1522:1999-02	Fenster, Türen, Abschlüsse – Durchschusshemmung - Anforderungen und Klassifizierung
1523:1999-02	Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschusshemmung - Prüfverfahren
EN 1627:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung
EN 1628:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung
EN 1629:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung
EN 1630:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche
1748-1-1:2004-12	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Borosilicatgläser - Teil 1-1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
1748-1-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Borosilicatgläser - Teil 1-2: Konformitätsbewertung/Produktnorm

1748-2-1:2004-12	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Glaskeramik - Teil 2-1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
1748-2-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Glaskeramik - Teil 2-2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1863-1:2012-02	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
1863-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1990:2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
1990/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
1991-1-1:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
1991-1-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
ÖNORM B 1991-1-1:2011-12	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-1 und nationale Ergänzungen (Österreich)
1991-1-3:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten
1991-1-1-3/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
ÖNORM B 1991-1-3:2006-04	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen (Österreich)
1991-1-1-4:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
1991-1-1-4/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
ÖNORM B 1991-1-4:2012-06	Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-4, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen (Österreich)
10204:2005-01	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
12150-1:2000-11	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
12150-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
12337-1:2000-11	Glas im Bauwesen - Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
12337-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
12600:2003-04	Glas im Bauwesen – Pendelschlagversuch - Verfahren für die Stoßprüfung und Klassifizierung von Flachglas
12603:2003-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Schätzverfahren und Bestimmung der Vertrauensbereiche für Daten mit Weibull-Verteilung
12758:2011-04	Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung - Produktbeschreibungen und Bestimmung der Eigenschaften
12898:2001-04	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Emissionsgrades
13022-1:2014-08	Glas im Bauwesen - Geklebte Verglasungen - Teil 1: Glasprodukte für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen für Einfachverglasungen und Mehrfachverglasungen mit oder ohne Abtragung des Eigengewichtes
13022-2:2014-08	Glas im Bauwesen - Geklebte Verglasungen - Teil 2: Verglasungsvorschriften für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen

13024-1:2012-02	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
13024-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
13031-1:2003-09	Gewächshäuser - Bemessung und Konstruktion - Teil 1: Kulturgewächshäuser
13123--1:2001-10	Fenster, Türen und Abschlüsse – Sprengwirkungshemmung Teil 1: Stoßrohr
13123-02:2004-05	Fenster, Türen und Abschlüsse - Sprengwirkungshemmung - Anforderungen und Klassifizierung - Teil 2: Freilandversuch
13363-1:2007-09	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
13363-1 Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN EN 13363-1:2007-09
13363-2:2005-06	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren
13501-1:2010-01	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
13501-2:2010-02	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
13541:2012-06	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen Sprengwirkung
14072:2004-02	Glas in Möbeln – Prüfverfahren
14178-1:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Erdalkali-Silicatglas - Teil 1: Floatglas
14178-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Erdalkali-Silicatglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
14179-1:2005-09	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
14179-2:2005-08	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
14321-1:2005-09	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
14321-2:2005-10	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Erdalkali Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
14428:2012-01	Duschabtrennungen - Funktionsanforderungen und Prüfverfahren
14449:2005-07	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Konformitätsbewertung/Produktnorm
15254-4:2013-10	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen - Nichttragende Wände - Teil 4: Verglaste Konstruktionen
15434:2010-07	Glas im Bauwesen - Produktnorm für lastübertragende und oder UV-beständige Dichtstoffe (für geklebte Verglasungen und oder Isolierverglasungen mit exponierten Dichtungen)

15682-1:2013-10	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
15682-2:2013-10	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
15683-1:2014-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Profilbau-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
15683-2:2014-02	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron Profilbau-Sicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung Produktnorm
20140-3:1995-05	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen (ISO 140-3:1995)
ISO 140-5:1998-12	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden
ISO 717-1:2006-11	Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung
ISO 7345:1996-01	Wärmeschutz – Physikalische Größen und Definitionen
ISO 9251:1996-01	Wärmeschutz – Zustände der Wärmeübertragung und Stoffeigenschaften – Begriffe
ISO 10077-1:2000-11	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines
ISO 10077-2:2008-08	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffiziente - Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
ISO 10140-2:2010-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung (Ersatz für EN ISO 140-3)
ISO 10140-4:2010-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 4: Messverfahren und Anforderungen
ISO 11479-1:2011-10	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Physikalische Fehler
ISO 11479-2:2011-10	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 2: Fassadenfarbe
ISO 11600:2011-11	Hochbau – Fugendichtstoffe - Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen
ISO 12-543--1:2011-12	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definitionen und Beschreibung von Bestandteilen
ISO 12543-2:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 2: Verbund-Sicherheitsglas
ISO 12543-3:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 3: Verbundglas
ISO 12543-4:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 4: Verfahren zur Prüfung der Beständigkeit
ISO 12543-5:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
ISO 12543-6:2012-09	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 6: Aussehen
ISO 12567-1:2001-02	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens - Teil 1: Komplett Fenster und Türen

ISO 13788:2013-05	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteillinneren - Berechnungsverfahren
ISO 14438:2002-09	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Energiebilanz-Wertes – Berechnungsverfahren
ISO 20140:1993-05	Akustik; Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 2: Angaben von Genauigkeitsanforderungen

## 9.4 ISO-Normen (Internationale Standards)

ISO 9050:2003-08	Glas im Bauwesen – Bestimmung von Lichttransmissionsgrad, direktem Sonnenlichttransmissionsgrad, Gesamttransmissionsgrad der Sonnenenergie und Ultravioletttransmissionsgrad sowie der entsprechenden Verglasungsfaktoren
------------------	---

### Ergänzende Regelwerke

ETAG 002	Leitlinie für die europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
ETAG 003	Leitlinie für die europäische Zulassung für Bausätze für innere Trennwände
GS-BAU-18	Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten
GUV-SR 2001	Richtlinien für Schulen
GUV-SR 2002	Richtlinien für Kindergärten
GUV-R1 / 111	Sicherheitsregeln für Bäder (Schwimmbäder)
GUV-I 56	Treppen
GUV SI 8027	Mehr Sicherheit bei Glasbruch
ONR 22000	Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen (Hochhäuser)
ONR 41010	Präsentation von Kunstgegenständen in Vitrinen
VdS 2163	Einbruchhemmende Verglasungen
VdS 2270	Anforderungen an Alarmgläser
VdS 3029	Richtlinien für Einbruch-Meldeanlagen
VDI 2078	Errechnung der Kühllast, Ermittlung des b-Faktors
VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern

### 9.5 Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen – TRLV

Deutsches Institut für Bautechnik, Fassung August 2006  
(Auszüge – die TRLV ist insgesamt in Verbindung mit der BRL zu beachten)

Bei den TRLV handelt es sich um Regeln zur Konstruktion und Bemessung von linienförmig gelagerten Verglasungen als Ersatz für entsprechende Normen, die in Deutschland anzuwenden sind.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 18008-1, DIN 18008-2 und DIN 18008-5 wird die TRLV zurückgezogen.

Auch nach DIN 18008-2 brauchen vertikal verglaste Zweifach-Verglasungen statisch nicht nachgewiesen werden, sofern folgende Bedingungen eingehalten werden:

#### Nachweiserleichterungen für Vertikalverglasungen

Allseitig gelagerte Isolierverglasungen, bei denen folgende Bedingungen eingehalten sind

- Glaserzeugnis: Spiegelglas, TVG oder ESG,
- Fläche:  $\leq 1,6 \text{ m}^2$ ,
- Scheibendicke:  $\geq 4 \text{ mm}$ ,
- Differenz der Scheibendicken:  $\leq 4 \text{ mm}$ ,
- Scheibenzwischenraum:  $\leq 16 \text{ mm}$ ,
- Windlast  $w$ :  $\leq 0,8 \text{ kN/m}^2$ , können für Einbauhöhen bis 20 m über Gelände bei normalen Produktions- und Einbaubedingungen (Ansatz der Rechenwerte nach Tabelle) ohne weiteren Nachweis verwendet werden.

## 9.6 Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen – TRAV

Deutsches Institut für Bautechnik, Fassung Januar 2003

Bei der TRAV handelt es sich um Ergänzende Regeln zur Konstruktion und Bemessung von absturzsichernden Verglasungen als Ersatz für entsprechende Normen, die in Deutschland anzuwenden sind.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 18008-1, DIN 18008-2 und DIN 18008-4 wird die TRAV zurückgezogen.

Grundsätzlich sind nach DIN 18008-4 auch folgende Dinge zu beachten:

- Einhalten der konstruktiven Vorgaben an Glas einschließlich dessen Bearbeitung und Unterkonstruktion
- Statischer Nachweis der Tragfähigkeit
- Statischer Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (= Durchbiegung)
- Nachweis der Stoßsicherheit der Konstruktion (Glas einschließlich Rahmen oder UK)

Der Nachweis der Stoßsicherheit kann entweder durch einen Bauteilversuch (Pendelschlagversuch) oder rechnerisch nachgewiesen werden. Für den Fall, dass die Unterkonstruktion oder der Rahmen nachgewiesen sind, bzw. den Vorgaben der Norm entsprechen, bietet die Norm eine Reihe von Verglasungsaufbauten an, bei denen der Nachweis der Stoßsicherheit als erbracht gilt. Ebenso gelten die Nachweise, die durch ein allgemein bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) erbracht wurden. Im Zusammenhang mit der DIN 18008-4 dürfen nach wie vor auch ältere abP's verwendet werden, sofern sie noch nicht abgelaufen sind.

Tab. 9.1: Linienförmig gelagerte Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit

Kat.	Typ	Linienlager	Breite [mm]			
			min.	max.		
1	2	3	4	5		
A	MIG	Allseitig	500	1300		
			1000	2000		
			900	2000		
			1000	2500		
			1100	1500		
			2100	2500		
			900	2500		
			1000	4000		
			300	500		
			300	500		
			einfach	Allseitig	500	1200
					500	2000
	500	1500				
	500	2500				
	1000	2100				
	1000	3000				
	C1	MIG	Allseitig	500	2000	
				500	1500	
und		Zweiseitig, oben u. unten	1000	bel.		
C2	einfach	Allseitig	500	2000		
			Zweiseitig,	1000	bel.	
				800	bel.	
		Zweiseitig, links u. rechts	800	bel.		
			500	800		
			500	1100		
C 3	MIG	Allseitig	500	1500		
			500	1300		
			500	1500		

f) Die in Tabelle B.1 genannten Glas- und Foliendicken dürfen überschritten werden. Anstelle von VSG aus Floatglas darf VSG aus Teilvorgespanntem Glas (TVG) mindestens der gleichen Dicke verwendet werden.

g) Glasscheiben dürfen keine Festigkeit reduzierende Oberflächenbehandlung (z.B. Emaillierung) besitzen.

Die in den Zeilen 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 18, 20 und 28 der Tabelle B.1 aufgeführten Mehrscheibenisoliertgläser dürfen ohne weitere Prüfungen als ausreichend stoßsicher angesehen werden, wenn sie um eine oder mehrere ESG- oder ESG-H-Scheiben im Scheibenzwischenraum ergänzt werden.

Höhe [mm]		Glasaufbau von Angriff- nach Absturzseite	
min.	max.		
6	7	8	
1000	2500	8 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	1
500	1300	8 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	2
1000	3000	8 ESG/ SZR/ 5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	3
900	2000	8 ESG/ SZR/ 5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	4
2100	2500	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG/ SZR/ 8 ESG	5
1100	1500	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG/ SZR/ 8 ESG	6
1000	4000	8 ESG/ SZR/ 6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	7
900	2500	8 ESG/ SZR/ 6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	8
1000	4000	4 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	9
1000	4000	4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG/ SZR/ 4 ESG	10
1000	2000	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	11
1000	1200	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	12
1000	2500	8 FG/ 0,76 PVB/ 8 FG	13
1000	1500	8 FG/ 0,76 PVB/ 8 FG	14
1000	3000	10 FG/ 0,76 PVB/ 10 FG	15
1000	2100	10 FG/ 0,76 PVB/ 10 FG	16
500	3000	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	17
500	1100	6 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	18
500	1100	4FG/ 0,76 PVB/ 4 FG/ SZR/ 6 ESG	19
500	1100	6 ESG/ SZR/ 5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	20
500	1100	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	21
500	800	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	22
500	1100	5 ESG/ 0,76 PVB/ 5 ESG	23
500	1100	8 FG/ 1,52 PVB/ 8 FG	24
1000	1100	6 FG/ 0,76 PVB/ 6 FG	25
800	1100	6 ESG/ 0,76 PVB/ 6 ESG	26
800	1100	8 FG/ 1,52 PVB/ 8 FG	27
1000	3000	6 ESG/ SZR/ 4 FG/ 0,76 PVB/ 4 FG	28
1000	3000	4FG/ 0,76 PVB/ 4 FG/ SZR/ 12 ESG	29
1000	3000	5 FG/ 0,76 PVB/ 5 FG	30

Es bedeutet:

MIG Mehrscheiben-Isoverglasung

SZR Scheibenzwischenraum

FG Floatglas

ESG Einscheibensicherheitsglas

PVB Polyvinylbutyral-Folie

bel beliebig

### 9.7 Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen – TRPV

Deutsches Institut für Bautechnik, Schlussfassung  
August 2006

Bei den TRPV handelt es sich um Regeln zur Konstruktion und Bemessung von punktförmig gelagerten Verglasungen als Ersatz für entsprechende Normen, die in Deutschland anzuwenden sind.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung der DIN 18008-1 und DIN 18008-3 wird die TRPV zurückgezogen.

### 9.8 Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV)

Zusammenfassung in Bezug auf die Anforderungen an Glas, Fenster und Fassaden auf Basis der seit dem Mai 2014 gültigen Ausgabe

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 40% verringert werden. Das größte Potential zur Energie- und damit Kohlendioxid-Einsparung liegt in der Verringerung des Heizwärmebedarfs für Gebäude. Ca. 17 Mio. Wohngebäude und ca. 6 Mio. Verwaltungs-, Gewerbe und Kulturbauten stehen zur energetischen Modernisierung an. Die beschlossenen Verschärfungen betreffen ab 2016 auch Fenster und Fassaden

#### Wesentliche Regelungen der EnEV:

- Energetische Mindestanforderungen für Neubauten [§3 Wohngebäude / WG; &4 Nichtwohngebäude / NWG]
- Energetische Mindestanforderungen für Modernisierung, Umbau, Ausbau und Erweiterung bestehender Gebäude [§9 Gebäudebestand]
- Energieausweise für Gebäude (Bestand und Neubau)
- Ordnungswidrigkeiten

#### Überblick über die Neuerungen

- Die energetischen Anforderungen an den Jahresprimärenergiebedarf (Gesamtenergieeffizienz) werden beim Neubau ab 2016 um 25% erhöht.
- Die energetischen Einzelanforderungen an die Gebäudehülle bei wesentlichen Veränderungen im Bestand werden sich lediglich bei Außen- und bestimmten Fenstertüren verändern.
- Der einzuhaltende Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes  $H'_T$  wird bei Wohngebäuden ab 2016 um die Zusatzbedingung des Referenzgebäudes  $H'_{T,max} = H'_T$  ergänzt.

- Bei Erweiterung der Nutzfläche haben sich die Regelungen geändert. Bei gleichzeitiger Erneuerung eines bestehenden oder Einbau eines zusätzlichen Wärmeerzeugers im erweiterten Bereich ist gilt das Bauteilverfahren nicht. Es ist der Nachweis wie bei einem Neubau zu führen. Ohne neuen Wärmeerzeuger dürfen die Regeln für die Modernisierung eines Gebäudes im Bestand, also auch das Bauteilverfahren angewendet werden. Wenn die neu hinzugekommene Nutzfläche 50 m<sup>2</sup> überschreitet, ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes zu führen
- Die Nachrüstverpflichtung [§ 10] bei Anlagen (z.B) alte Heizkessel) wurden aktualisiert und angepasst.
- Die vorgesehene Außerbetriebnahme von Nachtstromspeicherheizungen ab dem 01.01.2020 [§10a] wurde aufgehoben.
- Bei den Energieausweisen wurden Energieeffizienzklassen eingeführt, die sich an der Endenergie orientieren. Die Verpflichtungen zur Anwendung der Energieausweise z.B. Verkaufsinserate oder dem Aushang wurden erweitert. Die Energieausweise sind verpflichtend zu registrieren und stichprobenartige Kontrollen sind vorgesehen. Die Qualitätsanforderungen an Aussteller von Energieausweisen für Nichtwohngebäude wurden angepasst. (z.B.§ 21)

## Glasrelevante Gebäude- und Bauteilvorgaben

### Referenzgebäude

Der maximal zulässige Primärenergiebedarfskennwert wird für das Gebäude individuell anhand eines „Referenzgebäudes“ ermittelt. Bei dem „Referenzgebäude“ handelt es sich um das geplante Objekt, d.h. ein Gebäude mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzfläche. Jedoch werden bei das „Referenzgebäude“ zur Ermittlung des zulässigen Primärenergiebedarfs mit standardisierten Bauteilen und Anlagentechnik ausgestattet. Der sich auf diese Weise am fiktiven „Referenzgebäude“ ermittelten Primärenergiebedarf darf am tatsächlich realisierten Gebäude nicht überschritten werden, wobei es keine individuellen Grenzwerte für Bauteile oder Vorschriften für die gebäudetechnischen Anlagen gibt. Ein höherer  $U_w$ -Wert als der Referenz- $U_w$ -Wert kann z.B. durch einen geringeren Wärmedurchgangskoeffizienten beim Mauerwerk ausgeglichen werden. Zu beachten ist jedoch die Gebäudehülle insgesamt. Der spezifische Transmissionswärmeverlust  $H'_T$  der Gebäudehülle ( $H'_T =$  wobei  $H_T$  der Transmissionswärmeverlust durch die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle und  $A$  die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes ist.) einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten darf.

Tab. 9.2: Wohngebäude

Bauteil	Eigenschaft	Referenzausführung Wert (Maßeinheit)
Fenster / Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g_{\perp} = 0,60$
Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$U_w = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g_{\perp} = 0,60$
Lichtkuppel	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$U_w = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g_{\perp} = 0,64$
Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Sonnenschutzvorrichtung	Keine Sonnenschutzvorrichtung	

Auszug aus der EnEV für das Referenzgebäudeverfahren

Tab. 9.3: Nichtwohngebäude

Bauteil	Eigenschaft
Vorhangfassade	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung
Glasdächer	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung $t_{D65}$
Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung $t_{D65}$
Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung $t_{D65}$
Fenster / Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung $t_{D65}$
Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung $t_{D65}$
Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient
Sonnenschutzvorrichtung	Für das Referenzgebäude ist die tatsächliche Sonnenschutzvorrichtung des zu errichtenden Gebäudes anzunehmen; sie ergibt sich ggf. aus den Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz. Soweit hierfür Sonnenschutzverglasung zum Einsatz kommt, sind für diese Verglasungen folgende Kennwerte anzusetzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- anstelle der der Vorhangfassade</li> <li>- Lichttransmissionsgrad der Verglasung <math>t_{D65}</math> 0,58</li> <li>- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung 0,35</li> </ul>

Abb. 9.1: Anwendungsbeispiel



Referenzausführung Wert (Maßeinheiten)

Raum-Solltemperatur im Heizfall  $\geq 19^\circ\text{C}$

Raum-Solltemperatur im Heizfall  $< 19^\circ\text{C}$

$U = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,48$   
 0,72

$U = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,60$   
 0,78

$U = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,63$   
 0,76

$U = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,63$   
 0,76

$U = 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,55$   
 0,48

$U = 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,55$   
 0,48

$U = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,64$   
 0,59

$U = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,64$   
 0,59

$U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,60$   
 0,78

$U = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,60$   
 0,78

$U = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,60$   
 0,78

$U = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 $g_{\perp} = 0,60$   
 0,78

$U = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

$U = 2,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung 0,35
- anstelle der Werte der Fenster und Dachflächenfenster
- Lichttransmissionsgrad der Verglasung 0,62

- Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts  $H'_T$  bei Wohngebäuden

Bei Wohngebäuden darf der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust folgende Höchstwerte nicht überschreiten:

- Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts  $H'_T$  bei Nichtwohngebäuden

Bei Nichtwohngebäuden dürfen die Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche folgende Höchstwerte nicht überschreiten:

- Änderung und Modernisierung von Bauteilen

Bei der Modernisierung einzelner Bauteile dürfen bei Anwendung des Referenzgebäudeverfahrens der Primärenergiebedarf und der spezifische Transmissionswärmeverlust jeweils 40% über den für einen Neubau geforderten Werten liegen. Alternativ darf zum Referenzgebäudeverfahren darf ein Bauteilverfahren angewendet werden, wobei die Wärmedurchgangskoeffizienten in diesem Fall zu begrenzen sind. Die Höchstwerte bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen sind u. a.

Tab. 9.4: Änderungen von Bauteilen

Bauteil	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{max}$	
	Wohngebäude / Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$ *	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von $12^\circ$ bis $> 19^\circ\text{C}$
Außenliegende Fenster, Fenstertüren	1,30 W/(m <sup>2</sup> K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> K)
Dachflächenfenster	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> K)
Verglasungen	1,10 W/(m <sup>2</sup> K)	keine Anforderung
Vorhangfassaden (wenn ganzes Bauteil ersetzt wird)	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> K)
Vorhangfassaden (wenn Verglasung oder Paneele ersetzt wird)	1,90 W/(m <sup>2</sup> K)	keine Anforderung
Glasdächer	2,00 W/(m <sup>2</sup> K)	2,70 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasung	2,00 W/(m <sup>2</sup> K) 2,80 W/(m <sup>2</sup> K)	1,60 W/(m <sup>2</sup> K)
Vorhangfassaden mit Sonderverglasung	2,30 W/(m <sup>2</sup> K)	3,00 W/(m <sup>2</sup> K)

\* Ist die Glasdicke im Rahmen dieser Maßnahme aus technischen Gründen begrenzt, so gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn eine Verglasung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von höchstens 1,30 W/(m<sup>2</sup>K) eingebaut wird.

Sonderverglasungen sind: · Schallschutzverglasungen mit einem bewerteten Schalldämmmaß der Verglasung von  $R_w \geq 40$  dB nach DIN EN ISO 717-1:1997-01, · Isolierglas-Sonderaufbauten zur Durchschuss-, Durchbruch- oder Sprengwirkungshemmung, · Isolierglas-Sonderaufbauten als Brandschutzglas mit einer Einzelelementdicke von mindestens 18 mm nach DIN412-13:1990-05

Der komplette Text der EnEV und Informationen am Rande können kostenfrei aus dem Internet unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) heruntergeladen werden.

## 9.9 OIB-Richtlinie Nr. 6

Das österreichische Pendant zur EnEV ist die OIB-Richtlinie 6. Diese Richtlinie regelt:

1. Energieausweise für Gebäude
2. energetische Mindestanforderungen für

- Neubauten
- Modernisierung, Umbau, Ausbau und Erweiterung von Gebäuden im Bestand und gilt für Wohn- und Nicht-Wohngebäude. Letztere werden in 13 Klassen unterteilt.

Mit dem österreichischen Energieausweis-Vorlage-Gesetz, kurz (EAVG), wird die EU-Energieeffizienzrichtlinie umgesetzt. Die Umsetzung der OIB – Richtlinien ist Ländersache. Die Bundesländer können z.B. die Höchstgrenzen an den Heizwärmebedarf abweichend von der Richtlinie niedriger ansetzen. Es sind also grundsätzlich die Anforderungen der Bundesländer zu beachten.

Grenzwerte für Glas und Fenster nach der OIB-Richtlinie 6 seit dem Oktober.2011:

- Maximale U-Werte:
  - Fenster und Fassaden in Wohngebäuden, bezogen auf das Normprüfmaß  
 $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Sonstige Gebäude  
 $U_w \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Dachflächenfenster  
 $U_w \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Sonstige transparente Bauteile in Schrägen  
 $U_w \leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Sommerlicher Wärmeschutz: ÖNORM B 8100-3 ist einzuhalten

Der komplette Text der OIB-Richtlinie können kostenfrei unter [www.oib.or.at](http://www.oib.or.at) aus dem Internet heruntergeladen werden.

## 9.10 Ü- und CE-Zeichen

### Ü-Zeichen

Seit 2007 gelten neue Bestimmungen für das Ü-Zeichen der Glasprodukte. Zusammengefasst die Bestimmungen:

#### ■ Basiserzeugnisse nach EN 572-9

Floatglas, poliertes Drahtglas, Ornamentglas und Drahtornamentglas müssen mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers (Ü-Zeichen) deklariert werden. Im Rahmen der Ü-Kennzeichnung ist die Kurzbezeichnung „BRL A Teil 1 Anlage 11.5“ auszuweisen. Zusätzlich ist der charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit anzugeben.

#### ■ Beschichtetes Glas nach EN 1096-4

Die Kurzbezeichnung „BRL A Teil 1 Anlage 11.6“ und die Kurzbezeichnung der Basiserzeugnisse sind aufzuführen. Zusätzlich ist der charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit anzugeben.

#### ■ Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas nach EN 12150-2

Kurzbezeichnung „ESG nach BRL A Teil 1 Anlage 11.7“. Zusätzlich ist der charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit anzugeben.

#### ■ Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas

Kurzbezeichnung „ESG-H nach BRL A Teil 1 Anlage 11.11“.

#### ■ Verbund-Sicherheitsglas mit PVB-Folie nach EN 14449

Kurzbezeichnung „Verbund-Sicherheitsglas mit PVB-Folie nach BRL A Teil 1 Anlage 11.8“.

#### ■ Verbundglas nach EN 14449

Kurzbezeichnung „Verbundglas nach BRL A Teil 1 Anlage 11.9“.

#### ■ Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279

Bei der Produktion von Mehrscheiben-Isolierglas dürfen nur Glaserzeugnisse nach Bauregelliste A Teil 1 verwendet werden. Kurzbezeichnung „Mehrscheiben-Isolierglas nach BRL A Teil 1 Anlage 11.10“.

Die Kennzeichnungen können wie bisher auf dem Produkt selbst oder – wie üblich – den Begleitpapieren angebracht werden und sind grundsätzlich zusätzlich in Deutschland zum CE-Zeichen aufzuführen.

## CE-Zeichen

CE bedeutet Communautés Européennes – Europäische Gemeinschaften. Mit diesem Kürzel werden u. a. Bauprodukte gekennzeichnet, die den harmonisierten europäischen Produktnormen entsprechen. Die Produkteigenschaften müssen in einer Erstprüfung („initial type test“) von einer notifizierten Stelle nachgewiesen werden.

Das CE-Zeichen ist weder ein Herkunfts- noch ein Qualitätszeichen. Es darf nur dann verwendet werden, wenn das Produkt der Bauproduktenverordnung (BauPVo) entspricht. Damit ist sichergestellt, dass das Produkt EU-weit ohne Einschränkungen in Verkehr gebracht werden darf.

Das CE-Zeichen ist die Erklärung des Herstellers, dass das Produkt mit der zugrundeliegenden Produktnorm übereinstimmt.

Der Nachweis der Übereinstimmung mit der BauPVo erfolgt auf unterschiedlichem Niveau (AoC-Level AoC = Attestation of Conformity). Für Glas sind zwei AoC-Levels von Bedeutung.

### ■ AoC-1:

Erstprüfung mit Eigen- und Fremdüberwachung – entspricht dem deutschen ÜZ. (Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Prüfstelle)

### ■ AoC-3:

Herstellererklärung nach Erstprüfung mit Eigenüberwachung – entspricht ungefähr dem deutschen ÜHP. (Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung durch eine anerkannte Prüfstelle)

Die Anforderungen, die sich aus der BauPVo ergeben, sind in den nachfolgenden Produktnormen formuliert:

**Tab. 9.5:**

Produktnorm	Seit dem	Level
Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Silikatglas (z.B. Floatglas) EN 572	01.09.06	3
Mehrscheiben-Isolierglas EN 1279	01.09.06	3
Beschichtetes Glas EN 1096	01.03.07	3
Thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas EN 12 150	01.09.06	3
Teilvorgespanntes Kalk-Natron-Glas EN 1863	01.09.06	
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas EN 14 179	01.03.07	3
Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas EN 14449	01.03.07	3 oder 1

Mit Einführung der harmonisierten europäischen Norm (EN) für Glasprodukte sollen die entsprechenden nationalen DIN-Normen abgelöst werden.

Generell haben die neuen europäischen Normen für Glas gemeinsame Merkmale:

- Es wird ein Qualitätsmanagement-System gefordert,
- es werden Qualitätsmerkmale vorgeschrieben und
- Qualitätsprüfungen festgelegt.

Seit Juli 2013 hat die BauPVo die europäische Bauproduktenrichtlinie (BPR) und die entsprechenden nationalen Gesetze zur Umsetzung der BPR abgelöst und ist von den Wirtschaftsakteuren umzusetzen. CE-Zeichen müssen seit diesem Datum im Zusammenhang mit einer Leistungserklärung deklariert werden, in der mindestens eine wesentliche Produkteigenschaft verbindlich erklärt wird. Details hierzu ergeben sich aus der BauPVo, den Bauregellisten oder den gesetzlichen Bestimmungen.

### 9.11 Güteprüfung durch die UNIGLAS® GmbH & Co. KG und Gütezeichen

Neben dem Ü-/CE-Zeichen, die ausschließlich das in Verkehr bringen von Bauprodukten regeln und keineswegs Qualitätsmerkmale in sich tragen, werden die Produkte der UNIGLAS®-Gesellschaften ergänzend nach strengen Güte- und Qualitätsrichtlinien der UNIGLAS® GmbH & Co. KG hergestellt, die von den Technischen Ausschüssen der UNIGLAS® erarbeitet wurden.

Je nach Liefergebiet führen einige UNIGLAS®-Gesellschaften das RAL-Gütezeichen oder werden nach den Bedingungen der KIWA (Niederländisches Gütezeichen), der TGM (Österreichisches Gütezeichen) oder dem CECAL (Französisches Gütezeichen) geprüft. Die werkseigene Produktionskontrolle der Gesellschaften ohne jegliches Gütezeichen wird zusätzlich nach Prüfplan in einer Fremdüberwachung durch ein akkreditiertes Prüfinstitut im Auftrage der UNIGLAS® GmbH & Co. KG kontrolliert. Die UNIGLAS® GmbH & Co. KG führt zusätzlich bei allen Gesellschaften Prüfungen durch, die über die jeweiligen Güte- und Prüfbestimmungen der Prüfzeichenträger hinausgehen. Mit den Fremdüberwachungen ist sichergestellt, dass jede UNIGLAS®-Gesellschaft regelmäßig überprüft wird. Die zusätzlichen Materialprüfungen im eigenen Prüflabor oder bei einem externen Institut garantieren den hohen Qualitätsstandard aller UNIGLAS®-Isoliergläser.

Maßgebliche Stufen sind dabei:

- Die Systemprüfung der hergestellten Isoliergläser
- Das Organigramm der werkseigenen Produktionskontrolle
- Die Verfolgung der externen Fremdüberwachung durch unabhängige Prüfer

Jede gütegesicherte Isolierglas-Einheit muss der Systembeschreibung entsprechen und verlangt die Qualitätskontrollen von:

- Glas
- Abstandhalter
- Dichtstoff
- Trocknungsmittel
- Randabdichtung
- Gasfüllung
- Toleranzen sowie des Fertigproduktes selber

**Tab. 9.6: Vorgaben und zusätzliche qualitätsbestimmende Merkmale bei der Isolierglasproduktion**

EN 1279	Güte- und Prüfbestimmungen
Systembeschreibung	Fremdüberwachung
Produktbeschreibung	Prüfung Vorprodukte
Erstprüfung	Typenübersichtsliste
Werkseigene Produktionskontrolle	Übereinstimmung Prüfkörper mit Systembeschreibung
Auditprüfungen und Inspektionen	Toleranzen Gasfüllung
Konformitätserklärung	Visuelle Anforderungen an Endprodukt
Deklaration der Leistungsmerkmale	
Kennzeichnung CE	

## 9.12 Verwendbarkeit von Glasprodukten

### Geregelte Bauprodukte

Damit Bauprodukte oder Bauarten bei der Errichtung, Änderung und Instandhaltung von baulichen Anlagen verwendet werden können, müssen sie in Deutschland den allgemeinen Anforderungen der Landesbauordnungen genügen. Sie müssen dauerhaft gebrauchstauglich sein, und von ihnen dürfen keine Gefahren ausgehen. Für die meisten Bauprodukte regelt die Bauregelliste A und B den Nachweis ihrer Verwendbarkeit: Sie nennt technische Regeln für den Verwendungszweck dieser Bauprodukte, denen diese entsprechen müssen.

### Nicht geregelte Bauprodukte und Bauarten

Bauprodukte und Bauarten, die von technischen Regeln abweichen oder für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt, sehen die Landesbauordnungen (LBO) drei mögliche Verwendbarkeitsnachweise vor:

- Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ),
- Ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP), oder
- Eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE).

Die ersten beiden Möglichkeiten der Nachweisführung werden in der Regel vom Hersteller des Bauprodukts verifiziert – eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) wird dagegen vom Bauherren oder Architekten eingeholt. Mit der ZiE wird die anwendungsbezogene Verwendbarkeit von nicht geregelten Bauprodukten für ein bestimmtes Bauvorhaben festgelegt.

Eine abZ wird für einen bestimmten Zeitraum (z. B. 5 Jahre) durch das DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) in Berlin erteilt. Nach dessen Ablauf muss die Verlängerung der abZ beantragt werden.

Eine weitere Möglichkeit des Verwendbarkeitsnachweises ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP), welches von einem vom DIBt akkreditiertem Prüfinstitut ausgestellt werden kann. Mit dem abP kann z. B. das Resttragverhalten einer bestimmten Verglasung nachgewiesen werden. Im Gegensatz zur ZiE kann der Eigentümer der abP den Eignungsnachweis auf andere Bauvorhaben übertragen. (vgl. Kapitel 9.7 mit dem Verwendbarkeitsnachweis von Isolierglas aus 2 x VSG im Zuge der DIN 18008-4).

### **Zustimmung im Einzelfall**

Für die Erteilung einer ZiE sind die obersten Baubehörden der einzelnen Bundesländer zuständig (siehe → Kap. 9.13). Dazu muss ein formloser Antrag gestellt werden, der das Bauvorhaben genau beschreibt, die Art der Verwendung des Bauprodukts im Bauvorhaben darlegt und ggf. schon vorliegende Prüfberichte enthält. Die Bauaufsichtsbehörde erteilt die Zustimmung für diese Verwendung des Bauprodukts, ggf. mit Nebenbestimmungen und zusätzlichen Auflagen. Die ZiE ist mit Gebühren verbunden, die je nach Aufwand des Nachweises vom zweistelligen bis vierstelligen Eurobetrag reichen können. Zusätzlich fallen Kosten für Gutachten und ggf. beinhaltende Prüfungen, Berechnungen und Bauteilversuche an.

Eine ZiE ist zum Beispiel erforderlich bei absturzsichernden Verglasungen, deren Aufbau nicht der TRAV entsprechen und deren Verwendbarkeit auch nicht über ein abP nachgewiesen ist, oder die Verglasung oder die Unterkonstruktion nicht den Vorgaben der DIN 18008-4 entsprechen. Weitere Beispiele sind begehbbare, punktgehaltene oder Überkopferglasungen mit einer Stützweite über 1,20 m, sowie Tragwerke aus dem Bereich des konstruktiven Glasbaus.

Es wird empfohlen, vor dem Einreichen des Antrags das Vorhaben durch erfahrene Glas-Sonderfachleute aus dem Bereich Tragwerksplanung (Statiker) bewerten und optimieren zu lassen:

- Beratung und Bewertung des Glasbauteils
- Abschätzung der Gefährdung und des Gefahrenpotenzials bei Glasbeschädigung
- Festlegung des Tragkonzeptes der geplanten Glaskonstruktion
- Konstruktive Beratung, evtl. Verbesserungsvorschläge
- Ausarbeitung der erforderlichen Prüfungspläne zur Bewertung von Glasfestigkeit/Resttragfähigkeit/Qualitätskontrolle/sonstigen Anforderungen.

Je nach Konstruktion und Anwendungsfall können Bauteilversuche zur Resttragfähigkeit notwendig werden. Die Ergebnisse aus der gutachterlichen Bewertung werden zu einer Stellungnahme zusammengefasst, die die Grundlage der Entscheidung der obersten Baubehörden darstellt. Dieses Gutachten ersetzt nicht grundsätzlich die Tätigkeiten von Statiker und Prüflingenieur.

Der Antrag auf ZIE muss beinhalten:

- Formloses Antrags Schreiben
- Angaben zum Bauvorhaben: Bauherr, Verfasser des Entwurfs, Unternehmer, untere Bauaufsichtsbehörde, Tragwerksplaner, Prüflingenieur, Sachverständige
- Genaue Beschreibung des Glasbauteils:
- Darlegung der technischen Lösung sowie der Abweichung von technischen Regeln oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen
- Angaben zu den eingesetzten Materialien und deren Eigenschaften
- Angaben zur vorgesehenen Nutzung
- Übersichtszeichnungen sowie Konstruktionszeichnungen des Glasbauteils
- Gutachten bzw. gutachterliche Stellungnahmen von anerkannten Prüfinstituten oder -ämtern.
- Prüfbericht zur statischen Berechnung.

Auf den Internetseiten der zuständigen Behörden können die aktuellen Bestimmungen abgefragt werden. Die Behörden benennen zugelassene Gutachter und Prüfinstitute.

## 9.13 Wichtige Adressen:

### Oberste Baubehörden der Bundesländer

#### Baden-Württemberg

Wirtschaftsministerium  
Theodor-Heuss-Straße 4  
70174 Stuttgart  
Telefon: 0711 / 123-0

#### Bayern

Bayerisches Staatsministerium  
des Innern  
Franz-Josef-Strauß-Ring 4  
80539 München  
Telefon: 089 / 2192-02

#### Berlin

Senatsverwaltung für Bauen,  
Wohnen und Verkehr  
Dienstgebäude Berlin-  
Wilmersdorf  
Württembergische Str. 6  
10707 Berlin  
Telefon: 030 / 867-0

#### Brandenburg

Ministerium für Stadtentwicklung,  
Wohnen und Verkehr  
Dortusstraße 30-33  
14467 Potsdam  
Telefon: 0331 / 287-0

#### Bremen

Der Senator für Bau und  
Stadtentwicklung  
Ansgaritorstraße 2  
28195 Bremen  
Telefon: 0421 / 361-0

#### Hamburg

Amt für Bauordnung und Hochbau  
Stadthausbrücke 8  
20355 Hamburg  
Telefon: 040 / 34913-0

#### Hessen

Hessisches Ministerium  
für Wirtschaft, Verkehr und  
Landesentwicklung  
Friedrich-Ebert-Allee 12  
65185 Wiesbaden  
Telefon: 0611 / 353-0

#### Mecklenburg-Vorpommern

Ministerium für Bau, Landes-  
entwicklung und Umwelt  
Schloßstraße 6-8  
19053 Schwerin  
Telefon: 0385 / 588-0

#### Niedersachsen

Niedersächsisches  
Sozialministerium  
Hinrich-Wilhelm-Knopf-Platz 2  
30159 Hannover  
Telefon: 0511 / 120-0

#### Nordrhein-Westfalen

Ministerium für Bauen und Wohnen  
Elisabethstraße 5-11  
40217 Düsseldorf  
Telefon: 0211 / 3843-0

#### Rheinland-Pfalz

Ministerium der Finanzen  
Kaiser-Friedrich-Straße  
55116 Mainz  
Telefon: 06131 / 16-0

#### Saarland

Ministerium für Umwelt, Energie  
und Verkehr  
Hardenbergstraße 8  
66119 Saarbrücken  
Telefon: 0681 / 501-00

#### Sachsen

Staatsministerium des Innern  
Archivstraße 1  
01097 Dresden  
Telefon: 0351 / 564-0

#### Sachsen-Anhalt

Ministerium für Wohnungswesen,  
Städtebau und Verkehr  
Turmschanzenstraße 30  
39114 Magdeburg  
Telefon: 0391 / 567-01

#### Schleswig-Holstein

Innenministerium des Landes  
Schleswig-Holstein  
Düsternbrooker Weg 92  
24105 Kiel  
Telefon: 0431 / 988-0

#### Thüringen

Ministerium für Wirtschaft und  
Infrastruktur  
Max-Reger-Straße 4-6  
99096 Erfurt  
Telefon: 0361 / 379-0

## 9.14 Einsatzempfehlungen für konkrete Anwendungen

Die Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen der Normenreihe DIN 18008 legen detailliert die Anforderungen an den Glasaufbau fest. Diese Normen werden in den Einsatzempfehlungen nicht im Einzelnen benannt. Zusätzliche objektspezifische Anforderungen, wie z. B. diverse Brandschutzklassen, Durchwurf-, Durchbruchhemmung etc. sind zusätzlich zu beachten.

### Legende zu den nachfolgenden Tabellen

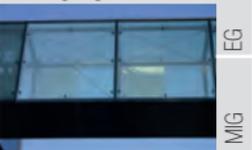
Farbe	Bedeutung
■	Mindestens geforderte Glasart
■	Empfohlene Glasart
■	Alternativ verwendbare Glasart
■	Nicht zulässige Glasart

### Verwendete Abkürzungen

Farbe	Bedeutung
EG	Einfachglas
MIG	Mehrscheiben-Isolierglas
abZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
ZiE	Zustimmung im Einzelfall

### Vertikalverglasungen ohne Absturzsicherung

Anwendungsfall	VSG aus						Bemerkung
	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Fenster über Brüstungshöhe 	■	■	■	■	■	■	
Schaufenster 	■	■	■	■	■	■	Aufgrund fehlender Regelung wird eine Mindest-Glasstärke 10 mm Floatglas bzw. 12 mm VSG empfohlen

Anwendungsfall	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Niveaugleiche Verglasung <sup>3</sup> 	■	■	■	■	■	■	z. B. Fenstertür, Haustür (für Einbruchhemmung siehe Abs. „Sicherheitssondergläser“)
Lärmschutzwand 	■	■	■	■	■	■	DIN 18008-2, ZTV-Lsw 06
Ganzglastüranlage 	■	■	■	■	■	■	BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202), bzw. ArbStättV mit ASR 10/5
Außenwandbekleidung 	■	■	■	■	■	■	DIN 18516-4 Verwendung von VSG nur mit abZ oder ZIE
Geklebte Glasfassade <sup>3</sup> 	innen		■		■		ETAG 002 „Structural Sealant Glazing Systems (SSGS)“
außen		■		■			
Punktgelagerte Fassade 	EG		■		■		Gemäß abZ oder ZIE Achtung: nach DIN 18008-3 mit VSG aus ESG oder TVG
MIG		■		■			

<sup>1</sup> Achtung! Nach Abs. 6.2 der DIN 18008-2:2010-12 sind ESG-Verglasungen, deren Oberkante mehr als 4 m über Verkehrsflächen liegen in ESG-H auszuführen.

<sup>2</sup> Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

<sup>3</sup> Glas bei Nutzung nach Abs. „Verglasung in Gebäuden spezieller Nutzung“ hat Vorrang.

## Horizontal-/Überkopfverglasungen

Anwendungsfall		Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
					Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Horizontalverglasung 	oben							DIN 18008-2  Andere Gläser möglich, wenn durch geeignete Maßnahmen das Herabfallen größerer Glasteile auf Verkehrsflächen verhindert wird (z. B. Netze mit Maschenweite ≤ 40 mm)
	unten							
Glasvordach 								Linienförmig gelagert nach DIN 18008-2 Punktförmig gelagert nach DIN 18008-3: nur VSG aus ESG oder TVG! Klemmhalter nicht zulässig
Glaslamellen 								Linienförmig gelagert nach DIN 18008-2 Punktförmig gelagert nach DIN 18008-3: nur VSG aus ESG oder TVG! Klemmhalter nicht zulässig
Begehbare Glas 								DIN 18008-5 Oberste der 3 Scheiben aus ESG oder TVG; eine ausreichende Rutschhemmung ist zu gewährleisten; Aufbau abweichend: abZ oder ZIE
Betretbares Glas 								GS-Bau 18. Sofern Verkehrsfläche unter der Verglasung nicht abgesperrt wird ist eine ZIE erforderlich

<sup>1</sup> Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

## Horizontal-/Überkopfverglasungen

Anwendungsfall	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung				
				Float	ESG <sup>2</sup>	TVG					
Raumhohe Verglasung  (Kategorie A nach DIN 18008-4)	EG MIG	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	DIN 18008-2  Gilt für Scheibe auf der Angriffseite; Scheibe auf Angriff abgewandter Seite beliebig; Wenn VSG auf Angriff abgewandter (Kategorie A nach DIN 18008-4) Seite, dann ESG angriffseitig;				
Ganzglasgeländer mit aufgesetztem Holm  (Kategorie B nach DIN 18008-4)		■	■	■	■	■	■ ■	DIN 18008-4 VSG aus Float nur mit abZ oder ZIE			
Geländer mit Glasausfachung linienförmig gelagert  (Kategorie C nach DIN 18008-4)		■	■	■	■	■	■ ■	■ ■	DIN 18008-4 Wenn nicht allseitig linienförmig gelagert, ist VSG zu verwenden. Freie Kanten müssen durch die Geländerkonstruktion oder angrenzende Scheiben vor unbeabsichtigten Stößen geschützt sein.		
Geländer mit Glasausfachung punktförmig gelagert  (Kategorie C1 nach DIN 18008-4)		■	■	■	■	■	■ ■	■ ■	■ ■	DIN 18008-4 Es kann auf einen Kanten-schutz verzichtet werden.	
Geländer mit Glasausfachung mit Klemmhalter gelagert  (nicht nach DIN 18008-4 geregelt)		■	■	■	■	■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	Gemäß abZ oder ZIE Freie Kanten müssen durch die Geländerkonstruktion oder angrenzende Scheiben vor unbeabsichtigten Stößen geschützt sein; ESG verwendbar, wenn durch abZ zugelassen.

<sup>1</sup> Achtung! Nach Abs. 6.2 der DIN 18008-2:2010-12 sind ESG-Verglasungen, deren Oberkante mehr als 4 m über Verkehrsflächen liegen in ESG-H auszuführen.

Anwendungsfall		Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
					Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Verglasung unter Querriegeln 	EG	■	■	■	■	■	■	DIN 18008-4 Wenn nicht allseitig linienförmig gelagert, ist VSG zu verwenden.
	MIG	■	■	■	■	■	■	Gilt für Scheibe auf der Angriffsseite; Scheibe auf Angriff abgewandter Seite beliebig; Wenn nicht allseitig linienförmig gelagert, ist VSG zu verwenden.
Raumhohe Verglasung in mit vorgesetztem Holm 	EG	■	■	■	■	■	■	Holm in baurechtlich erforderlicher Höhe.
	MIG	■	■	■	■	■	■	Gilt für Scheibe auf der Angriffsseite; Scheibe auf Angriff abgewandter Seite beliebig; Wenn VSG auf Angriff abgewandter Seite dann ESG angriffsseitig;
Doppelfassade 	innen <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	Innere Fassade ohne Absturzicherung, Abstimmung mit der unteren Bauaufsichtsbehörde und dem Bauherren empfohlen
	außen	■	■	■	■	■	■	Äußere Fassade übernimmt Absturzicherung, DIN 18008-4 gem. Kategorie A oder C
Aufzugsschacht 		■	■	■	■	■	■	DIN 18008-4 und EN 81
Französischer Balkon <sup>3</sup> 		■	■	■	■	■	■	Bauteil auf stoßabgewandter Seite der Verglasung übernimmt vollständig die Absturzicherung

<sup>2</sup> Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

<sup>3</sup> Glas bei Nutzung nach Abs. „Verglasung in Gebäuden spezieller Nutzung“ hat Vorrang.

## Verglasungen in Gebäuden spezieller Nutzung

Anwendungsfall	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Büro, Wände oder Türen aus Glas 	■	■	■	■	■	■	ArbStättV GUV-I 8713 Verwaltung
Eingangshallen/-bereiche 	■	■	■	■	■	■	BG-Regel (BGR 202), bzw. ArbStättV mit ASR 10/5
Schule 	■	■	■	■	■	■	GUV-V S 1; bis zu einer Höhe von 2,00 m Sicher- heitsglas oder ausreichende Abschirmung
Kindergarten 	■	■	■	■	■	■	GUV-SR 2002; bis zu einer Höhe von 1,50 m Sicherheitsglas oder ausreichende Abschirmung
Krankenhaus/Pflegestätte 	■	■	■	■	■	■	Nach KhBauVO für bestimmte Bereiche (z. B. in Treppen- räumen) und bei spezieller Nutzung (z. B. Fachabteilungen für Kinder) BGI/GUV-I 8681
Einkaufspassage 	■	■	■	■	■	■	BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202)
Einzelhandel 	■	■	■	■	■	■	ArbStättV, BG-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202) oder ausreichende Abschirmung

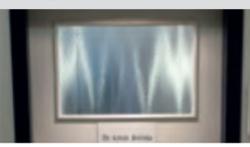
<b>Parkhaus</b> 	■	■	■	■	■	■	ArbStättV Anhang 1.7 (4); ASR 8/4 und ASR 10/5
<b>Bushof</b> 	■	■	■	■	■	■	ArbStättV Anhang 1.7 (4); ASR 8/4 und ASR 10/5
<b>Schwimmbad</b> 	■	■	■	■	■	■	GUVR 1/111, DIN 18361; bis zu einer Höhe von 2 m Sicherheitsglas oder ausrei- chende Abschirmung Bei Sportbad zusätzlich Ball- wurfsicherheit (Wasserball) nach DIN 18032-3
<b>Sporthalle</b> 	■	■	■	■	■	■	DIN 18032-1; bis zu einer Höhe von 2 m ebenflächig, geschlossen und splitterfrei; Ballwurfsicherheit erforderlich nach DIN 18032-3
<b>Squashhalle</b> 	■	■	■	■	■	■	Glasteile der Rückwand müssen aus mindestens 12 mm dickem ESG sein

<sup>1</sup> Achtung! Nach Abs. 6.2 der DIN 18008-2:2010-12 sind ESG-Verglasungen, deren Oberkante mehr als 4 m über Verkehrsflächen liegen in ESG-H auszuführen.

<sup>2</sup> Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

## Verglasungen im Innenausbau ohne Absturzsicherung

Anwendungsfall	VSG aus						Bemerkung
	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
<b>Begehbares Glas/Glastreppen</b> 	■	■	■	■	■	■	DIN 18008-5 bzw. AbP oder ZIE, sofern Glasabmessungen von den Tabellenwerten ab- weichen bzw. alternative Konstruktionen gewählt werden.

Anwendungsfall	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Duschwand 	■	■	■	■	■	■	EN 12150 (EN 14428 gilt nur für Systemduschen)
Ganzglastür 	■	■	■	■	■	■	ArbStättV mit ASR 10/5, evtl. BGR 202
Türausschnitt 	■	■	■	■	■	■	ArbStättV mit ASR 10/5, evtl. BGR 202
Türausschnitt im oberen Drittel 	■	■	■	■	■	■	
Glasbausteine 	■	■	■	■	■	■	Gelten als bruchsicher und durchbruchhemmend
Bürotrennwand 	■	■	■	■	■	■	ASR 8/4
Windfanganlagen 	■	■	■	■	■	■	BGR-Regel „Verkaufsstellen“ (BGR 202), bzw. ArbStättV mit ASR 10/5

<sup>1</sup> Achtung! Nach Abs. 6.2 der DIN 18008-2:2010-12 sind ESG-Verglasungen, deren Oberkante mehr als 4 m über Verkehrsflächen liegen in ESG-H auszuführen.

<sup>2</sup> Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.

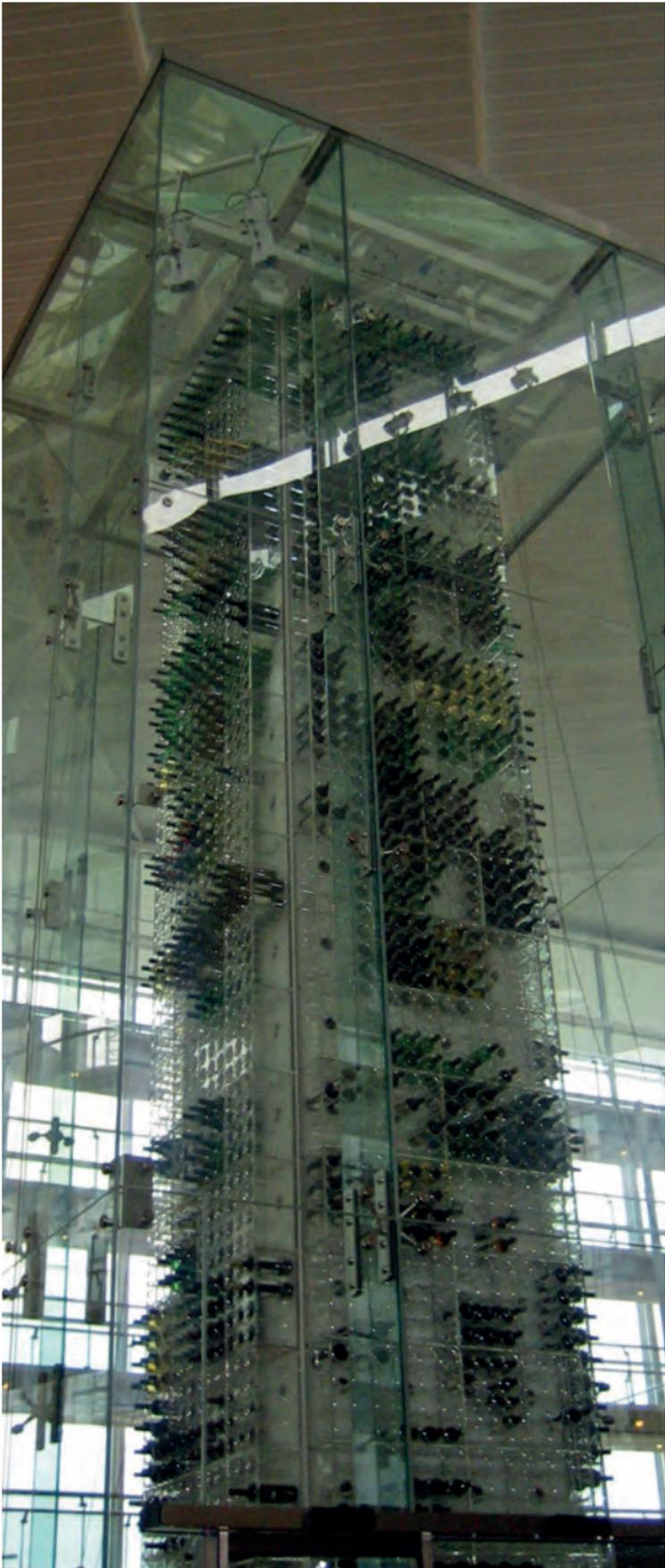
## Sicherheitssondergläser

Anwendungsfall	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Einbruchhemmung 	■	■	■	■	■	■	EN 1627
Durchwurfhemmung 	■	■	■	■	■	■	EN 356 VdS-Richtlinie 2163
Durchbruchhemmung 	■	■	■	■	■	■	EN 356 bzw. EH VdS-Richtlinie
Durchschusshemmung 	■	■	■	■	■	■	EN 1063, EN 1522
Sprengwirkungshemmung 	■	■	■	■	■	■	EN 13541, EN 13123

## Konstruktiver Glasbau

Anwendungsfall	Float	ESG <sup>1</sup>	ESG-H	VSG aus			Bemerkung
				Float	ESG <sup>2</sup>	TVG	
Glasschwerter, Glas als Träger 	■	■	■	■	■	■	ZiE erforderlich
Ganzglaskonstruktionen 	■	■	■	■	■	■	ZiE erforderlich
Glas-Sonderkonstruktionen 	■	■	■	■	■	■	ZiE erforderlich

<sup>1</sup> Achtung! VSG aus 2 x ESG hat keine Resttragfähigkeit. Es sind die Einbaubedingungen besonders zu beachten.





10.1	Glaskanten in Anlehnung an DIN 1249, Teil 11 und EN 12150	248
10.2	Toleranzen über normative Anforderungen	250
10.3	Grundsätzliche Forderungen, Lagerung, Transport	269
10.4	Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas	271
10.5	Verglasungssysteme	275
10.6	Sonderverglasungen	288
10.7	Rosenheimer Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“	290
10.8	Materialverträglichkeit	290
10.9	Rahmendurchbiegung, Glasdickenbemessung	299
10.10	Spezielle Anwendungen	300
10.11	Besondere bauliche Gegebenheiten	307
10.12	Hinweise zur Produkthaftung und Garantie	308
10.12.1	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen	308



10.12.2	Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas	316
10.12.3	Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas	319
10.12.4	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas	323
10.12.5	Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas	334
10.12.6	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von thermisch vorgespannten Gläsern	338
10.12.7	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern	338
10.12.8	Richtlinien zur visuellen Beurteilung von VG und VSG	338
10.12.9	Zugesicherte Eigenschaften	343
10.12.10	Glasbruch	343
10.12.11	Oberflächenbeschädigungen	343
10.12.12	Spezielle Glaskombinationen	344
10.12.13	Werterhaltung / Scheibenreinigung	346

## 10. Branchenspezifische Be- und Verarbeitungs-Richtlinien sowie Leitfäden

Die UNIGLAS® GmbH & Co. KG hat sich wie viele Isolierglashersteller und Glasveredelungsbetriebe über die gesetzlichen normativen Anforderungen hinaus, zu weitergehenden Deklarationen zum Thema Glas entschieden.

### 10.1 Glaskanten in Anlehnung an DIN 1249, Teil 11 und EN 12150

#### 10.1.1 Kantenformen

##### ■ Gerade Kante (K)

Die gerade Kante bildet mit der Glasoberfläche einen Winkel von  $90^\circ$ .

##### ■ Gehrungskante (GK)

Die Gehrungskante bildet mit der Glasoberfläche aus konstruktiven Gründen einen Winkel  $90^\circ > \alpha \geq 45^\circ$ . Die Kanten können dabei geschliffen oder poliert sein.

##### ■ Facettenkante (FK)

Die Facettenkante bildet mit dem überwiegenden Teil der Kantenoberfläche einen von  $90^\circ$  abweichenden Winkel zur Glasoberfläche. Man unterscheidet je nach Facettenbreite Flach- und Steilfacetten. Aus fertigungstechnischen Gründen läuft die facettierte Kante auf eine senkrecht zur Glasoberfläche stehende Restkante (Fase) aus. Diese Restkante kann geschnitten, geschliffen oder auch poliert sein und ist je nach ihrer Form gerade, halbrund oder flachrund.

##### ■ Runde Kante (RK)

Die runde Kante weist einen mehr oder weniger runden Schliff der Kantenoberfläche auf, die Kantenform „halbrund“ oder „flachrund“ nach Wahl des Herstellers oder nach Vereinbarung.

## 10.1.2 Kantenbearbeitung

Benennung	Definition
<p><b>Geschnitten (KG)</b></p> 	<p>Die geschnittene Kante (Schnittkante) ist die beim Schneiden von Flachglas entstehende, unbearbeitete Glaskante. Die Ränder der Schnittkante sind scharfkantig. Quer zu ihren Rändern weist die Kante leichte Wellenlinien (so genannte Waltherlinien) auf. Im Allgemeinen ist die Schnittkante glatt gebrochen, jedoch können, vornehmlich bei dicken Scheiben und nicht geradlinigen Formatscheiben, auch unregelmäßige Bruchstellen auftreten, durch z. B. Ansatzstellen des Schneidwerkzeuges. Daneben können Bearbeitungsmerkmale durch z. B. das Brechen des Glases mit der Zange entstehen. Herausragende Unebenheiten können begradigt sein (maßgeschliffen). Ein aus Scheiben mit Schnittkanten zusammengesetztes Verbund-Sicherheitsglas weist in der Regel Kantensatz entsprechend der Schneidtoleranz auf. (siehe → Kap. 10.2.6.2)</p>
<p><b>Gesäumt (KGS)</b></p> 	<p>Die Schnittkanten werden entgratet. Die Glaskante kann ganz oder teilweise geschliffen werden.</p>
<p><b>Maßgeschliffen (KMG)</b></p> 	<p>Die Scheibenkante wird auf der gesamten Dicke des Glases mit der Schleifscheibe auf Maß gebracht. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind zulässig.</p>
<p><b>Geschliffen (KGN)</b></p> 	<p>Die Kantenoberfläche wird mit einer feinen Schleifscheibe ganzflächig geschliffen und erhält ein schleifmattes (satiniertes) Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind nicht zulässig.</p>
<p><b>Poliert (KPO)</b></p> 	<p>Die polierte Kante ist eine durch Überpolieren verfeinerte geschliffene Kante. Matte Stellen sind nicht zulässig. Sichtbare und spürbare Polierspuren und Polierriefen sind zulässig.</p> <p>Aus produktionstechnischen Gründen kann eine Scheibe an unterschiedlichen oder mehreren Maschinen kantenbearbeitet werden. Dadurch kann es zu einem unterschiedlichen Aussehen von geschliffenen oder polierten Kanten kommen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.</p>

## 10.2 Toleranzen über normative Anforderungen

### Vorwort

Dieses Kapitel regelt die Toleranzen für Basisgläser, Bearbeitungen und die daraus veredelten Produkten wie ESG, ESG-H, TVG, VSG, VSG aus ESG/TVG und Mehrscheiben-Isolierglas.

Die Grundlagen stellen die derzeit gültigen nationalen Normen bzw. EN-Normen dar. Allerdings reichen diese Normen in der Praxis nicht immer aus. Kapitel 10 beschreibt daher die in den Normen nicht zweifelsfrei oder gar nicht beschriebenen Anwendungen.

### ■ Standardtoleranzen

Standardtoleranzen sind alle jene Toleranzen, welche im normalen Produktionsablauf sichergestellt werden können.

### ■ Sondertoleranzen

Sondertoleranzen können mit zusätzlichen Vorkehrungen in der Fertigung realisiert werden und sind im Einzelfall zu vereinbaren. Die für diese Vorkehrungen notwendigen Zusatzaufwendungen sind bei den jeweiligen Toleranzen vermerkt und können gegen Berechnung von Mehrkosten erfüllt werden, wenn diese in den Bestellungen angegeben sind.

Diese Toleranzen sind Grundlage der Liefer- und Verkaufsbedingungen Ihres UNIGLAS®-Gesellschafters in ihrer jeweils aktuellen Fassung.

### Wichtiger Hinweis:

Änderungen bei den Toleranzen werden sofort aufgenommen und eingearbeitet. Diese können als aktuellste Fassung im Internet eingesehen werden: <http://www.uniglas.net>

### 10.2.1 Basisgläser

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen, in der Bauregelliste aufgeführte Normen:

EN 572 Teil 1	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Glas, Teil 1 - Definition und allgemein physikalische und mechanische Eigenschaften (Teilweise Ersatz für DIN 1249 Teil 10)
EN 572 Teil 2	Glas im Bauwesen Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Glas Teil 2 - Floatglas (Ersatz für DIN 1249 Teil 3)
EN 572 Teil 3	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Glas, Teil 3 - poliertes Drahtglas
EN 572 Teil 4	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Glas, Teil 4 - gezogenes Flachglas (Ersatz für DIN 1249 Teil 1)
EN 572 Teil 5	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Glas, Teil 5 - Ornamentglas (gemeinsam mit EN 572 Teil 6, der Ersatz für DIN 1249 Teil 4)
EN 572 Teil 6	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Glas, Teil 6 - Drahtornamentglas (gemeinsam mit EN 572 Teil 5, Ersatz für DIN 1249 Teil 4)

In den zuvor angeführten Normen können die Grenzabmaße der Nenndicken für die unterschiedlichen Glaserzeugnisse herausgelesen werden. Des Weiteren sind darin die Anforderungen an die Qualität sowie die optischen und sichtbaren Fehler der Basisglaserzeugnisse beschrieben.

Als Auszug aus der EN 572 Teil 2 Floatglas sind hier die Grenzabmaße der Nenndicken genannt.

**Tab. 10.1: Glasdicken-grenzabmaße**

Nenndicke [mm]	Grenzabmaße [mm]
2	± 0,2
3	± 0,2
4	± 0,2
5	± 0,2
6	± 0,2
8	± 0,3
10	± 0,3
12	± 0,3
15	± 0,5
19	± 1,0

Für diese Grenzabmaße gibt es keine Unterscheidung zwischen Standard- und Sondertoleranz.

## 10.2.2 Zuschnitt

Ergänzend gilt: EN 572

Generelle Längenabmaße

± 0,2 mm/m Kantenlänge

### 10.2.2.1 Allgemein

Zu berücksichtigen ist der so genannte Schrägbruch! Dieser ist abhängig von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödeheit etc.).

Dieser ist bei Toleranzangaben zu berücksichtigen, d. h. die Glasabmessungen können sich bei gesäumter Kante um den doppelten Schrägbruchwert ändern.

Bei nicht rechtwinkligen Elementen gilt, dass die in Tab 2a angeführten Toleranzen bei den angegebenen Winkeln anfallen können (ähnlich dem Rückschnitt). Die Geometrie der Elemente bleibt erhalten.

**Abb. 10.1: Überbruch**



**Abb. 10.2: Unterbruch**

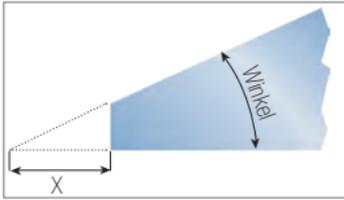


**Tab. 10.2: Schrägbruchwerte**

Glasdicke [mm]	Maximalwert [mm]
2, 3, 4, 5, 6	± 1,0
8, 10	± 1,5
12	± 2,0
15	± 3,0
19	± 5,0 / - 3,0

## 10.2.2.1.1 Bei Float möglicher Abbruch

Abb. 10.3: Rückschnitt



Tab. 10.3: Rückschnitt

Winkel	X
$\leq 12,5^\circ$	- 30 mm
$\leq 20^\circ$	- 18 mm
$\leq 35^\circ$	- 12 mm
$\leq 45^\circ$	- 8 mm

## 10.2.2.1.2 Spitze Winkel bei ESG, VSG, ISO – Rückschnitt – nicht zu beurteilende Zone

UNIGLAS®-Gesellschaften behalten sich aus produktionstechnischen Gründen das Recht vor, einen Rückschnitt gemäß Tabelle 2b durchzuführen. Wird dieser nicht durchgeführt, gelten die in Tabelle 2b aufgeführten Maße als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten (z.B. Überbrüche) sowie auch auf der Fläche auftreten und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

Tab. 10.4: Rückschnitt

Winkel	X
$\leq 12,5^\circ$	- 65 mm
$\leq 20^\circ$	- 33 mm

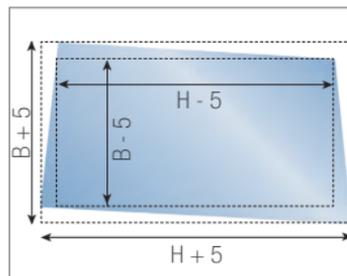
Bei Winkel  $> 25^\circ$  entspricht der Rückschnitt dem Abbruch.

Die unter Punkt 10.2.3.1.3 angeführten Toleranzen, Tabelle 9, dürfen zu obigen Toleranzen Tabelle 2a und 2b nicht addiert werden.

## 10.2.2.2 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

Basierend auf den Nennmaßen für die Länge H und die Breite B muss die Scheibe in ein Rechteck passen, das von den Nennmaßen ausgehend um das obere Grenzmaß vergrößert wurde, und ein Rechteck umschreiben, das von den Nennmaßen ausgehend um das untere Grenzmaß verkleinert wurde. Die Seiten der vorgegebenen Rechtecke müssen parallel zueinander sein, und die Rechtecke müssen einen gemeinsamen Mittelpunkt haben (siehe Abb. 4). Diese Rechtecke beschreiben auch die Grenzen der Rechtwinkligkeit. Die Grenzabmaße für die Nennmaße der Länge H und Breite B betragen  $\pm 5$  mm.

Abb. 10.4: Winkligkeit



## 10.2.2.3 Strukturverlauf bei Ornamentgläsern

Als Standard gilt: Verlauf der Struktur parallel mit dem Höhenmaß. Ausnahmen sind nur erlaubt, wenn der Strukturverlauf auf der Zeichnung angegeben ist und der Hinweis „STRUKTURVER-

LAUF lt. Zeichnung“ bei Bestellung und auf dem Produktionschein vermerkt ist.

Wenn der Strukturverlauf in der Verglasung über mehrere Einheiten fortgeführt werden soll, muss bei der Bestellung besonders auf diese Forderung hingewiesen werden.

Dies gilt sinngemäß auch bei Motivgläsern z. B. sandgestrahlte oder bedruckte Gläser.

**Tab. 10.5: MASTERGLASS**

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit		
1	<b>Aspektfehler;</b> maximale Fehleranzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572 Teil 5: Betrachtungsabstand 1,5 m. Betrachtung senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe.	Kernfehler (Einschlüsse)	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig	
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig	
3			Ø > 2 mm sind nicht zulässig	
4		Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig	Länge 10 mm nicht zulässig
5				
6				
7		Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	Maximal 10 pro cm <sup>3</sup>	
8		Fehlermarkierung		
9	<b>Abmessungen/Gewicht</b>	verfügbare Dicken	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10 mm	
10		Dickenabmaß	± 0,5 mm	
11		Spezifisches Gewicht	Gewichtsberechnung [kg]: 2,5 x Fläche (m <sup>2</sup> ) x Glasdicke [mm]	
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm	
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm	
14		<b>Oberfläche</b>	Oberflächenbeschaffenheit	Strukturiert ein-/beidseitig
15	Welligkeit der Oberfläche		Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)	
16	Generelle Verwerfung (Tafelung)		Maximale 3 mm pro m Gesamtbreite (gemessen stehend)	
17	Musterverzug quer (Breite)		Maximal 4 mm innerhalb eines Meters	
18	Musterverzug längs (Länge)		Maximal 2 mm innerhalb eines Meters	
19	Deformation		Maximal 10 % der Nenn Dicke	
20	Durchbiegung		Maximal 2 mm	

Tab. 10.6: Spiegelrohglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit		
1	<b>Aspektfehler;</b> maximale Fehleranzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572 Teil 5: Betrachtungsabstand 1,5 m. Betrachtung senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe.	Kernfehler (Einschlüsse)	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig	
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Ein- schränkung zulässig	
3			Ø > 2 mm sind nicht zulässig	
4		Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig	
5			Länge 15 mm nicht zulässig	
6				
7		Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	Maximal 10 pro cm <sup>3</sup>	
8		Fehlermarkierung		
9	<b>Abmessungen/Gewicht</b>	verfügbare Dicken	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10 mm	
10		Dickenabmaß	± 0,5 mm	
11		Spezifisches Gewicht	Gewichtsberechnung [kg]: 2,5 x Fläche (m <sup>2</sup> ) x Glasdicke [mm]	
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm	
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm	
14		<b>Oberfläche</b>	Oberflächenbeschaffenheit	Strukturiert ein-/beidseitig
15	Welligkeit der Oberfläche		Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)	
16	Generelle Verwerfung (Tafelung)		Maximale 3 mm pro m Gesamtbreite (gemessen stehend)	
17	Musterverzug quer (Breite)		Maximal 6 mm innerhalb eines Meters	
18	Musterverzug längs (Länge)		Maximal 2 mm innerhalb eines Meters	
19	Deformation		Maximal 10 % der Nenn Dicke	
20	Durchbiegung		Maximal 2 mm	

Tab. 10.7: Ornamentglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit		
1	<b>Aspektfehler;</b> maximale Fehleranzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572 Teil 5: Betrachtungsabstand 1,5 m. Betrachtung senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe.	Kernfehler (Einschlüsse)	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig	
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig	
3			Ø > 5 mm sind nicht zulässig	
4		Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig	Länge 25 mm nicht zulässig
5				
6				
7		Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	Maximal 10 pro cm <sup>3</sup>	
8		Fehlermarkierung		
9	<b>Abmessungen/Gewicht</b>	verfügbare Dicken	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 mm	
10		Dickenabmaß	± 0,5 mm	
11		Spezifisches Gewicht	Gewichtsberechnung [kg]: 2,5 x Fläche (m <sup>2</sup> ) x Glasdicke [mm]	
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm	
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm	
14	<b>Oberfläche</b>	Oberflächenbeschaffenheit	Strukturiert ein-/beidseitig	
15		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)	
16		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximale 3 mm pro m Gesamtbreite (gemessen stehend)	
17		Musterverzug quer (Breite)	Maximal 6 mm innerhalb eines Meters	
18		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters	
19		Deformation	Maximal 10 % der Nenndicke	
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm	

Tab. 10.8: Draht- und Drahtspiegelglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit		
1	<b>Aspektfehler;</b> maximale Fehleranzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572 Teil 5: Betrachtungsabstand 1,5 m. Betrachtung senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe.	Kernfehler (Einschlüsse)	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig	
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig	
3			Ø > 5 mm sind nicht zulässig	
4		Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig	Länge 25 mm nicht zulässig
5				
6				
7		Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	entfällt	
8		Fehlermarkierung		
9	<b>Abmessungen/Gewicht</b>	verfügbare Dicken	7,0 / 9,0 mm	
10		Dickenabmaß	± 0,5 mm	
11		Spezifisches Gewicht	Gewichtsberechnung [kg]: 2,5 x Fläche (m <sup>2</sup> ) x Glasdicke [mm]	
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm	
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm	
14	<b>Oberfläche</b>	Oberflächenbeschaffenheit	Strukturiert ein-/beidseitig	
15		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)	
16		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximale 3 mm pro m Gesamtbreite (gemessen stehend)	
17		Musterverzug quer (Breite)	Maximal 7 mm innerhalb eines Meters	
18		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 7 mm innerhalb eines Meters	
19		Deformation	Maximal 10 % der Nenndicke	
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm	

## 10.2.3 Bearbeitung

Die Toleranzen sind abhängig von der jeweiligen Art der Kantenbearbeitung. Ergänzend gilt:

EN 12150	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes
DIN 1249 T 11	Einscheiben-Sicherheitsglas
BRL ESG-H, EN 14179	Glas im Bauwesen - Glaskanten
EN 1863	Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas
	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Glas

## 10.2.3.1 Kantenbearbeitungsqualitäten

Grundlage der Kantenbearbeitung ist DIN 1249, Teil 11 Kap. 3.4.

Dem Produzenten bleibt es aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen (siehe → Kap. 10.1.2).

### 10.2.3.1.1 Standardtoleranzen

Hier wird unterschieden zwischen den Kantenbearbeitungen gesäumt, geschliffen und poliert. Daher werden 2 Toleranzklassen gebildet:

- gesäumt KGS
- geschliffen KGN
- maßgeschliffen KMG
- poliert KPO

Für gesäumte Kanten gilt die unter Zuschnitt angegebene Toleranz mit Schrägbruch.

Für geschliffen/poliert gilt die nachfolgende Tabelle.

Tab. 10.9: Rechteck Standardabmaße

Kantenlänge [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 + 19 mm [mm]
≤ 1000	± 1,5	± 2,0
≤ 2000	± 2,0	± 2,5
≤ 3000	+ 2,0 / - 2,5	± 3,0
≤ 4000	+ 2,0 / - 3,0	+ 3,0 / - 4,0
≤ 5000	+ 2,0 / - 4,0	+ 3,0 / - 5,0
≤ 6000	+ 2,0 / - 5,0	+ 3,0 / - 5,0

Das Abmaß der Diagonalen ergibt sich aus  $\sqrt{(b^2 + h^2)}$

**Beispiel:**

Scheibe b x h = 1.000 x 3.000 mm

**daraus folgt:**

Plusabmaß:  $\sqrt{(1,5^2 + 2,0^2)}$

= +2,5 mm;

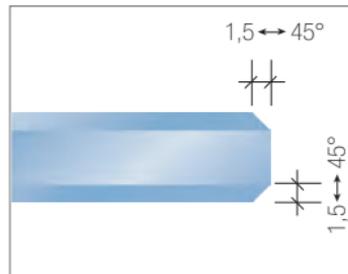
Minusabmaß:  $\sqrt{(1,5^2 + 2,5^2)}$

= -2,9 mm

**daraus folgt:**

Diagonalabmaß: +2,5/-3,0 mm

Abb. 10.5: Kantenbearbeitung



## 10.2.3.1.2 Sondertoleranzen

In der nachfolgenden Toleranz sind diejenigen angegeben, welche mit erhöhtem Aufwand realisiert werden können. Dieser Sonderaufwand resultiert daraus, dass die 1. Scheibe genau vermessen werden muss. Nicht ausgeschliffene Scheiben müssen neu zugeschnitten werden.

Tab. 10.10: Rechteck Sonderabmaße

Kantenlänge [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 + 19 mm [mm]
≤ 1000	+ 0,5 / - 1,5	+ 0,5 / - 1,5
≤ 2000	+ 0,5 / - 1,5	+ 0,5 / - 2,0
≤ 3000	+ 0,5 / - 1,5	+ 0,5 / - 2,0
≤ 4000	+ 0,5 / - 2,0	+ 0,5 / - 2,5
≤ 5000	+ 0,5 / - 2,5	+ 0,5 / - 3,0
≤ 6000	+ 1,0 / - 3,0	+ 1,0 / - 3,5

## 10.2.3.1.3 Sonderformen

Auch hier wieder die Unterteilung in die Qualitäten Standard und Sonder, wobei anzumerken ist, dass die Sonderbearbeitung dieser Sonderformen auf dem CNC-Bearbeitungszentrum erfolgt.

Bei 15 und 19 mm Gläsern gilt die nachstehende Tabelle:

Tab. 10.11: Sonderformen

Kantenlänge d ≤ 12 mm		Sonder [mm]	
Standard [mm]			
≤ 1000	± 2,0		+ 1,0 / - 1,0
≤ 2000	± 3,0		+ 1,0 / - 1,5
≤ 3000	± 4,0		+ 1,0 / - 2,0
≤ 4000	± 5,0	≤ 3900	+ 1,0 / - 2,5
≤ 5000	+ 5,0 / - 8,0	≤ 5000	+ 2,0 / - 4,0
≤ 6000	+ 5,0 / - 10,0	≤ 6000	+ 2,0 / - 5,0

## 10.2.3.1.4 Kantenbearbeitungen

Tab. 10.12:

Winkel	X
≤ 12,5°	- 15mm
≤ 20°	- 9 mm
≤ 35°	- 6 mm
≤ 45°	- 4 mm

## 10.2.3.2 Bearbeitungen

Bearbeitungen können Eckausschnitte, Flächenausschnitte und Randausschnitte in einer Scheibe sein. Die Lage und Abmessung der Bearbeitungen sind individuell und produktionstechnisch abzustimmen. Bei Eck- und Randausschnitten ist der Mindestradius, der durch das Bearbeitungswerkzeug eingebracht wird, zu beachten. Die Lochlage bzw. Lagetoleranzen der Bearbeitungen entsprechen den Kantenbearbeitungstoleranzen.

### 10.2.3.2.1 Eckabschnitt gesäumt < 100 x 100 mm

#### 10.2.3.2.1.1 Standard

Abmaß  $\pm 4$  mm

### 10.2.3.2.2 Eckausschnitt gesäumt

#### 10.2.3.2.2.1 Standard

Abmaß  $\pm 4$  mm auf Lage/Abmaße

### 10.2.3.2.3 Randausschnitt gesäumt

#### 10.2.3.2.3.1 Standardabmaß für Handbearbeitung – Ausschnittmaße

Tab. 10.13: Randausschnittabmaß HB gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
$\leq 1000$	$\pm 6,0$

#### 10.2.3.2.3.2 Standardabmaß für CNC-Bearbeitung Ausschnittmaße

Achtung Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 15 mm

Tab. 10.14: Randausschnittabmaß CNC-Bearbeitungszentrum gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
$\leq 2000$	$\pm 4,0$
$\leq 3400$	$\pm 4,0$
$\leq 6000$	$\pm 5,0$

### 10.2.3.2.4 Eckabschnitt geschliffen

#### 10.2.3.2.4.1 Standard

Abmaß  $\pm 2$  mm

(Eckabschnitt < 100 x 100 mm, sonst Sonderform)

## 10.2.3.2.4.2 Sonderabmaß

Sonderabmaß  $\pm 1,5$  mm, Fertigung erfolgt am CNC-Bearbeitungszentrum, d. h. es ist CNC-Bearbeitung (Master Edge) zu kalkulieren.

## 10.2.3.2.5 Eckabschnitt poliert – CNC-Bearbeitungszentrum

### 10.2.3.2.5.1 Standard

Abmaß  $\pm 2$  mm

(Eckabschnitt  $< 100 \times 100$  mm,  
sonst Sonderform)

Abb. 10.6: Sonderform



### 10.2.3.2.5.2 Sonderabmaß

$\pm 1,5$  mm

## 10.2.3.2.6 Eckausschnitt geschliffen

### 10.2.3.2.6.1 Standard

In Abhängigkeit von der Glasstärke Mindestabstand bei innenliegenden Radien:

$\leq 10$  mm: R 10

$\leq 12$  mm: R 15

Abmaß Größe  $\pm 2$  mm,

Abmaß Lage  $\pm 3$  mm.

### 10.2.3.2.6.2 Sonderabmaß

Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm

Abmaß 1,5 mm.

Die Sonderbearbeitung erfolgt am CNC-Bearbeitungszentrum.

## 10.2.3.2.7 Eckausschnitt poliert – CNC-Bearbeitungszentrum

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm

### 10.2.3.2.7.1 Standard

Abmaß  $\pm 2$  mm

### 10.2.3.2.7.2 Sonderabmaß

Abmaß  $\pm 1,5$  mm

## 10.2.3.2.8 Randausschnitt geschliffen oder poliert – CNC-Bearbeitungszentrum

### 10.2.3.2.8.1 Standardabmaß

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm

Tab. 10.15: Randausschnittabmaß CNC-Bearbeitungszentrum geschliffen oder poliert

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
< 500	± 2,0
≤ 1000	± 3,0
≤ 2000	± 3,0
≤ 3400	± 4,0

### 10.2.3.2.8.2 Sonderabmaß

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm, Abmaß ± 1,5 mm

## 10.2.3.3 Lochbohrungen

Die Lochlage bzw. Lagetoleranz der Bearbeitungen entsprechen den Kantenbearbeitungstoleranzen.

### 10.2.3.3.1 Bohrlochdurchmesser

Der Bohrlochdurchmesser  $\varnothing$  sollte nicht kleiner als die Glasdicke sein.

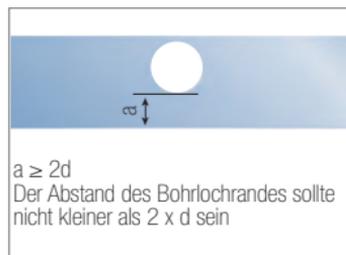
Für kleine Bohrlochdurchmesser bitte separat beim Hersteller nachfragen.

### 10.2.3.3.2 Begrenzung und Lage des Bohrlochs

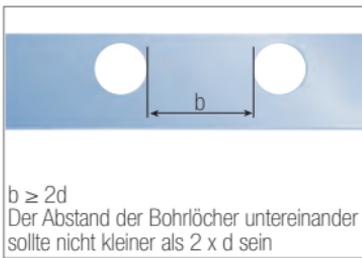
Die Lage des Bohrlochs ( Rand der Bohrung) der bezogen auf die Glaskante, Glasecke und zur nächsten Bohrung ist abhängig von:

- Glasdicke
- Durchmesser der Bohrung ( $\varnothing$ )
- Form der Glasscheibe
- Anzahl der Bohrungen

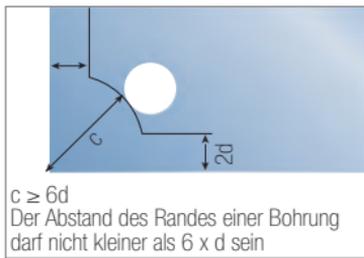
Abb. 10.7: Lage des Bohrlochs zur Kante



**Abb. 10.8: Lage benachbarter Bohrlöcher**



**Abb. 10.9: Lage des Bohrlochs zur Ecke**



Hinweis: Ist einer der Abstände vom Rand einer Bohrung zur Glaskante kleiner als 35 mm, kann es erforderlich sein, die Lochbohrung asymmetrisch zur Glasecke zu setzen. Hierzu bitte separat beim Hersteller nachfragen.

**Tab. 10.16: Bohrlochabmaße**

Nenndurchmesser d [mm]	Abmaße [mm]
$4 < d < 20$	$\pm 1,0$
$20 < d < 100$	$\pm 2,0$
$100 < d$	Anfrage beim Hersteller

### 10.2.3.3.3 Abmaße der Lage der Bohrungen

Die Abmaße der Lage von den einzelnen Bohrungen entsprechen denen von Breite (B) und Länge (H) aus dieser Tabelle.

Die Position der Bohrungen wird in rechtwinkligen Koordinaten (X- +Y- Achse) vom Bezugspunkt zur Bohrlochmitte gemessen. Der Bezugspunkt ist allgemein eine vorhandene Ecke oder ein angenommener Fixpunkt.

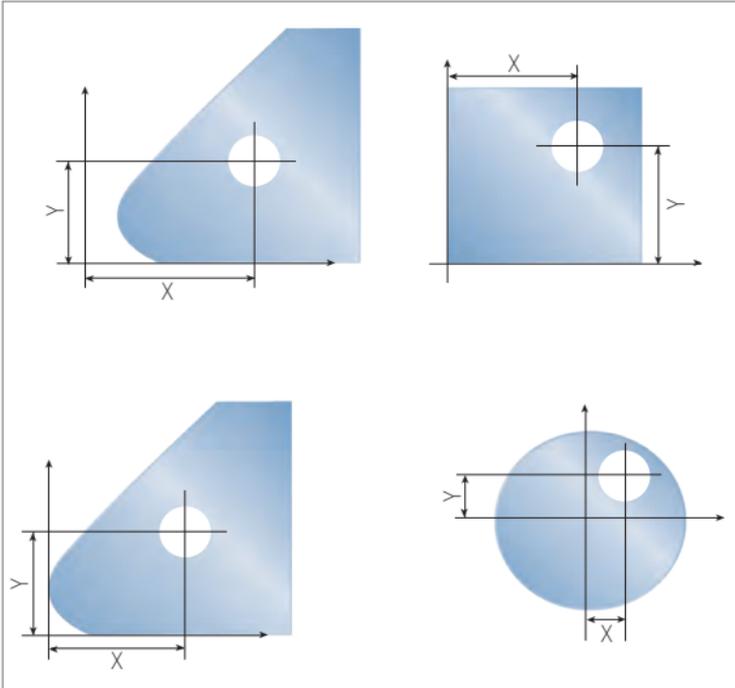
Die Lage der Bohrungen (X, Y) ist  $(x \pm t, y \pm t)$  wobei x u. y die geforderten Abstände sind und t das Abmaß.

Hinweis: zu engeren Toleranzen bitte separat beim Hersteller nachfragen.

**Tab. 10.17:**

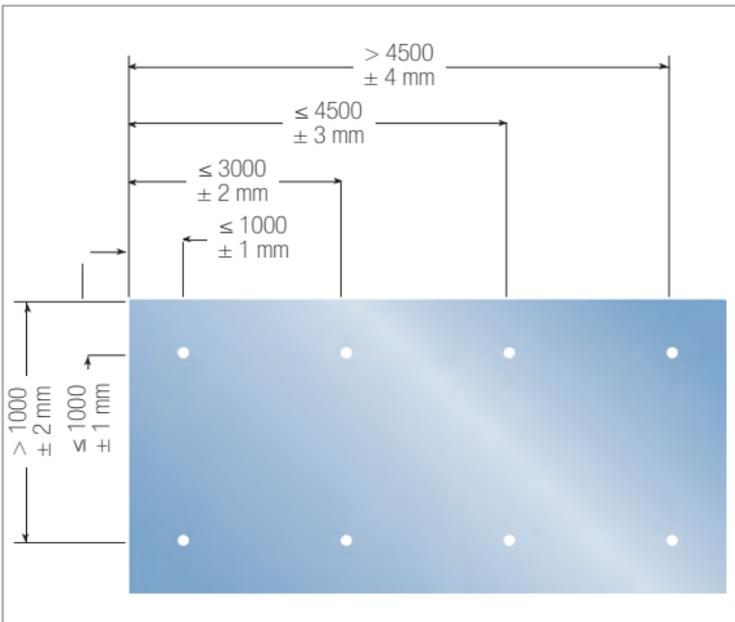
Nennmaße der Seite B oder H [mm]	Abmaß t [mm] Nennstärke, $d \leq 12$	Nennstärke $d > 12$
$\leq 2000$	$\pm 2,5$ (horizontales Herstellungsverfahren)	$\pm 3,0$
	$\pm 3,0$ (vertikales Herstellungsverfahren)	
$2000 < B \text{ oder } H \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
$> 3000$	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

Abb. 10.10: Lochlage



## 10.2.3.3.4 Lochbohrungslagen

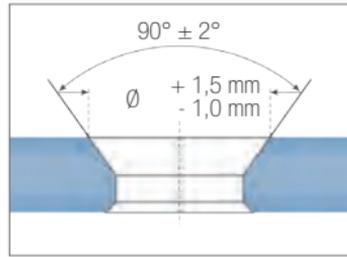
Abb. 10.11: Lochbohrungsanlagen



## 10.2.3.3.5 Senklochbohrungsdurchmesser

Durchmesser:  
 $\leq 30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ,  
 $> 30 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ .

Abb. 10.12: Senklochabmaß



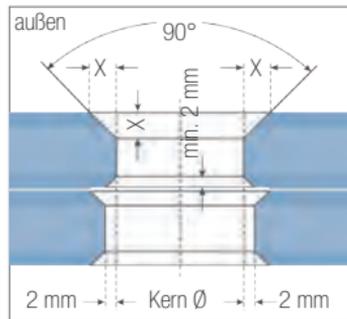
## Senklochbohrungen im VSG

Eine zylindrische Lochbohrung der Gegenscheibe ist mit einem 4 mm größeren Durchmesser als der Kerndurchmesser der Senklochbohrung zu erstellen.

$$X = (\text{Senkungs-}\varnothing - \text{Kern-}\varnothing) / 2$$

min. Glasdicke =  $X + 2 \text{ mm}$

Abb. 10.13: Senklochbohrung im VSG



## 10.2.4. ESG – Einscheiben-Sicherheitsglas, ESG-H, heißgelagertes ESG und TVG – Teilvorge-spanntes Glas

Einscheiben-Sicherheitsglas, ergänzend gilt: EN 12150-1/-2 für ESG. EN 14179 für heißgelagertes ESG und Bauregelliste für ESG-H, sowie die abZ des Herstellers und EN 1863 für TVG.

### 10.2.4.1 Generelle Verwerfung – gültig für Floatglas

Standard 0,3 % der Mess-Strecke.

(Es ist an den Kanten und der Diagonale zu prüfen, wobei keiner der gemessenen Werte über den 0,3 % der Mess-Strecke liegen darf.)

Bei quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 und bei geringeren Glasdicken  $\leq 6 \text{ mm}$  ist durch den Vorspannprozess die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten bzw. dickeren Gläsern.

### 10.2.4.2 Örtliche Verwerfung – gültig für Floatglas

Standard 0,3 mm auf 300 mm Mess-Strecke.

Die Messung ist im Abstand von mindestens 25 mm zur Kante durchzuführen.

## 10.2.4.2.1 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit des Scheibenaußenmaßes

Produktionstechnische Glasdicken: Aufgrund des thermischen Vorspannprozesses empfehlen wir folgende größenabhängige Mindestglasdicken.

Hierbei werden keine anwendungstechnischen Anforderungen berücksichtigt.

**Tab. 10.18: Mindestdicken**

Min. Glasdicke d	Max. Scheibenaußenmaß
4 mm	1000 mm x 2000 mm
5 mm	1500 mm x 3000 mm
6 mm	2100 mm x 3500 mm
8 mm	2500 mm x 4500 mm
10 mm	2800 mm x 5000 mm
$19 \geq d \geq 12$ mm	3000 mm x 7000 mm

## 10.2.5 Isolierglas

Ergänzend gilt:  
EN 1279-1 bis -6, EN 1096-1

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen, Verfasser BIV und BF – Ausgabe 2009.

ÖNORM B 3738

Richtlinien zur Anwendung und Weiterverarbeitung von VSG.

Diese Richtlinie regelt ausschließlich Toleranzen der äußeren Beschaffenheit von Isolierglas.

### 10.2.5.1 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht den Systemspezifikationen der UNIGLAS® GmbH & Co. KG.

Das maximale Abmaß für die Randverbundbreite beträgt  $\pm 2,5$  mm.

### 10.2.5.2 Dickentoleranzen im Randbereich der Einheit

Die tatsächliche Dicke muss an jeder Ecke und in der Nähe der Mittelpunkte der Kanten zwischen den äußeren Glasoberflächen gemessen werden. Die Messwerte müssen auf 0,1 mm bestimmt werden. Die Messwerte der Dicken dürfen von der vom Hersteller des Mehrscheiben-Isolierglases angegebenen Nenndicke um nicht mehr als die in Tabelle 10.19 angegebenen Abmaße abweichen.

Tab. 10.19: Dickentoleranzen von MIG

	Glaserzeugnis	zulässige Abmaße der Elementdicke*
Zweifach-Isolierglas	Alle Scheiben aus normal gekühltem Floatglas	$\pm 1,0$ mm
	Eine der Scheiben besteht nicht aus normal gekühltem Floatglas (z.. ESG, VSG Ornament etc.)	$\pm 1,5$ mm
Dreifach-Isolierglas	Alle Scheiben aus normal gekühltem Floatglas	$\pm 1,4$ mm
	Eine der Scheiben besteht nicht aus normal gekühltem Floatglas (z.. ESG, VSG Ornament etc.)	+2,8 mm / -1,4 mm

\*) wenn eine der Einzelscheiben aus normal gekühltem Floatglas oder ESG eine größere Nennstärke als 12 mm, oder Verbund- bzw. Verbundsicherheitsglas eine größere Nennstärke (ohne Zwischenlage) als 20 mm aufweist, sind die Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen.  
Geringere Dickentoleranzen als in Tabelle 10.19 angegeben bedürfen einer einzelvertraglichen Regelung

### 10.2.5.3 Abmessungstoleranz / Versatz

Als Abmessungstoleranz gelten die in den Kapiteln 10.2.1 beschriebenen Toleranzen der im Isolierglas verwendeten Vorprodukte zuzüglich eines möglichen Versatzmaßes aus dem Isolierglaszusammenbau.

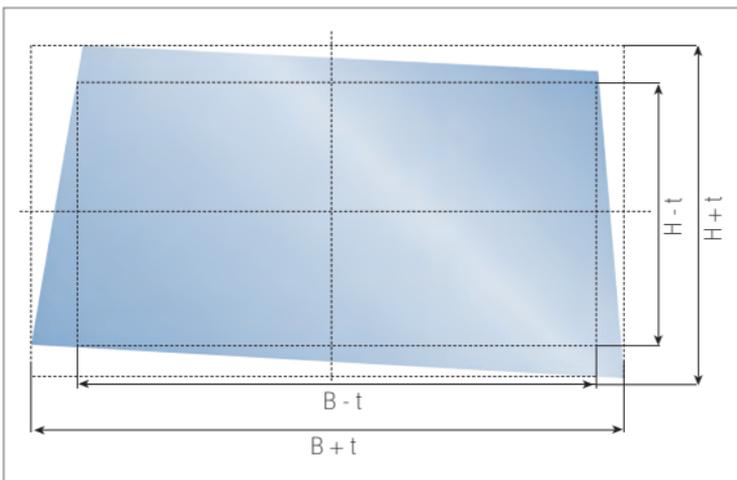
Tab. 10.20: Maximales Versatzmaß t - Rechtecke

2.000 mm $\geq$ Kantenlänge	2,0 mm
3.500 mm $\geq$ Kantenlänge > 2.000 mm	2,5 mm
Kantenlänge > 3.500 mm	3,0 mm

Tab. 10.21: Maximales Versatzmaß t - Sonderformen

2.000 mm $\geq$ Kantenlänge	2,0 mm
3.500 mm $\geq$ Kantenlänge > 2.000 mm	3,0 mm
Kantenlänge > 3.500 mm	4,0 mm

Abb. 10.14: Grenzmaße für Maße rechtwinkliger Scheiben





## 10.2.5.4 Randentschichtung

In Abhängigkeit vom Schichtsystem wird im Randverbundbereich die Beschichtung in der Regel durch Schleifen entfernt. Dadurch können Bearbeitungsspuren sichtbar werden, so dass sich diese Glasfläche vom nicht entschichteten Bereich unterscheidet. Dies gilt auch für den Glasüberstand bei Stufenisolierglas.

## 10.2.5.5 ESG mit Festmaßbeschichtung

Bei Kombinationen mit ESG oder ESG-H mit nachträglichen Lohnbeschichtungen sind Beschichtungsrückstände auf der Glasaußenseite des Isolierglases möglich. Diese Rückstände sind technisch bedingt und nicht vermeidbar bzw. entsprechen dem Stand der Technik. Die Rückstände korrodieren und wittern von selbst nach einiger Zeit ab.

## 10.2.5.6 Abstandhalter

Zur Anwendung kommen gesteckte und gebogene sowie flexible Abstandhalter, die sich je nach Produktionsverfahren und Materialbeschaffenheit unterschiedlich darstellen können. Je nach Fertigungstechnik können Gasfüllbohrungen im Abstandhalter sichtbar sein. Durch die Farbgebung des Abstandhalters wird das Reflexionsverhalten im Randbereich beeinflusst.

Gemäß EN 1279-5 sollte Isolierglas im Abstandhalter gekennzeichnet werden. Farbe, Größe, Art und Anbringung können, fertigungstechnisch bedingt, unterschiedlich sein.

Die Toleranzen für die Abstandhalterlage und das Versatzmaß bei 3-fach-Isolierglas ergibt sich aus der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für das Bauwesen bzw. aus der ÖNORM B 3738, je nach Geltungsbereich.

## 10.2.6 Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

Verbund- und Verbund-Sicherheitsgläser (VG und VSG) bestehen aus zwei oder mehr Glasscheiben, die durch eine oder mehrere Zwischenschichten zu einer untrennbaren Einheit verbunden sind.

### 10.2.6.1 Maßtoleranzen

Die Toleranzen entsprechen grundsätzlich EN ISO 12543.

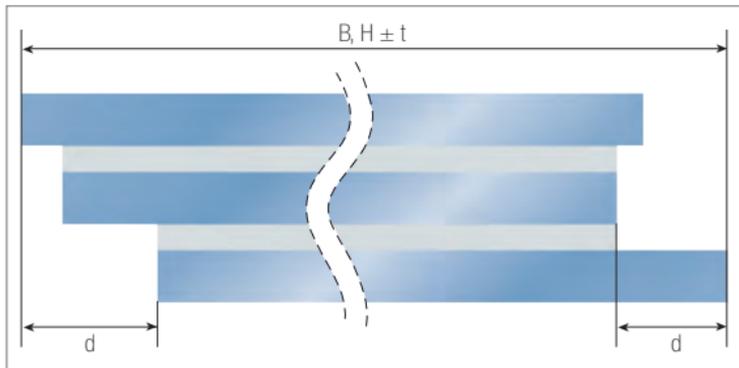
Gültig sind die entsprechenden Maßtoleranzen der eingesetzten Vorprodukte im VG-Element plus zusätzlich die zulässigen Versatzmaße wie in Tabelle 10.22 und 10.23 angeführt.

## 10.2.6.2 Verschiebetoleranz (Versatz)

Die Einzelscheiben können sich aus fertigungstechnischen Gründen im Verbundprozess gegeneinander verschieben.

Bei VG und VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird standardmäßig jede Einzelscheibe nach DIN 1249, Teil 11 bearbeitet. Zu den Verschiebetoleranzen addieren sich die Zuschnitttoleranzen. Die längste Kante des Elementes findet in der Tabelle 10.22 oder 10.23 Anwendung.

Abb. 10.15: Versatz



Tab. 10.22: Zul. Höchstmaße für den Versatz: Rechtecke

Kantenlänge l [mm]	Zulässiges Höchstmaß für den Versatz je VSG Nenndicke		
	≤ 8 mm	≤ 20 mm	> 20 mm
l ≤ 2000	1,0	2,0	3,0
2000 < l ≤ 4000	2,0	2,5	3,5
l > 4000	3,0	3,0	4,0

Tab. 10.23: Zul. Höchstmaße für den Versatz: Sonderformen

Kantenlänge l [mm]	Zulässiges Höchstmaß für den Versatz je VSG Nenndicke		
	≤ 8 mm	≤ 20 mm	> 20 mm
l ≤ 2000	1,5	3,0	4,5
2000 < l ≤ 4000	3,0	4,0	5,5
l > 4000	4,5	5,0	6,0

Bei VG und VSG-Gläsern, bestehend aus ESG-Gläsern mit einer Breite unter 20 cm und einer Höhe über 50 cm, kann es zu Verwerfungen an den langen Kanten der Gläser kommen. Das VG oder VSG-Glas ist dann nicht mehr rechteckig, sondern kann eine leichte Krümmung (sichelförmig) aufweisen. Dieser Zustand ist produktionsbedingt und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

## 10.2.6.3 Dickentoleranz

Das Dickenabmaß für VG und VSG darf die Summe der einzelnen Glasscheiben, die in den Normen für Basisglas (EN 572) festgelegt sind, nicht übersteigen. Das Grenzabmaß der Zwischenschicht darf nicht berücksichtigt werden, wenn die Dicke der Zwischenschicht  $< 2$  mm ist. Für Zwischenschichten  $\geq 2$  mm wird ein Abmaß von  $\leq 0,2$  mm berücksichtigt.

Beispiel:

Verbundglas, hergestellt aus

2 x Floatglas, mit einer Nenndicke von 3 mm und einer Zwischenschicht von 0,5 mm.

Nach EN 572-2 betragen bei Floatglas mit 3 mm Nenndicke die Grenzabmaße  $\pm 0,2$  mm. Deshalb sind die Nenndicke 6,5 mm und die Grenzabmaße  $\pm 0,4$  mm.

## 10.2.6.4 Bearbeitung

Bei VG und VSG-Elementen aus zwei oder mehreren Gläsern können Kanten der Einzelscheiben nach DIN 1249, Teil 11, KG, KGS, KMG, KGN, oder KPO ausgeführt sein. Es kann auch das Gesamtpaket an der Glaskante bearbeitet sein.

Bei ESG- oder TVG-Gläsern ist keine nachträgliche Egalisierung des Kantenversatzes möglich. Bei Kombinationen aus nicht vorgespannten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig.

## 10.3 Grundsätzliche Forderungen, Lagerung, Transport

### 10.3.1 Allgemeines

UNIGLAS®-Mehrscheiben-Isolierglas darf nur stehend transportiert und gelagert werden.

Die Unterlagen und die Abstützungen gegen Kippen dürfen keine Beschädigung des Glases oder des Randverbundes hervorrufen und müssen rechtwinklig zur Scheibenfläche angeordnet sein.

Die einzelnen Verglasungseinheiten sind durch Zwischenlagen (Papier, Stapelplättchen o. ä.) zu trennen. Die Dicke der einzelnen Glasstöbe darf 50 cm nicht überschreiten.

Mehrscheiben-Isoliergläser müssen trocken gelagert werden, auch verpackte Einheiten. Auf Baustellen müssen Scheiben abgedeckt werden. Achtung bei verpackten Einheiten: Bei unsachgemäßem Abstellen kann eine Verwindung der Isolierglasverpackung auftreten, die sich auf die Scheibeneinheiten überträgt.

Mehrscheiben-Isolierglas darf nie direkt auf eine Ecke oder Kante abgestellt werden. Ebenso dürfen die Scheiben nicht direkt auf hartem Untergrund, wie Beton- oder Steinböden, gelagert werden, denn Kantenbeschädigungen können später die Ursache für Glasbruch sein.

Für den Glastransport sind spezielle Glastransporteinrichtungen, wie Gestelle, zu verwenden.

Das kurzzeitige Anheben an nur einer Scheibe des Isolierglases beim Manipulieren und Einsetzen der Verglasungseinheit mit Saugern ist zulässig.

Isoliergläser mit unterschiedlichen Glasdicken sind dabei an der dickeren, schwereren Einzelscheibe zu fassen.

Auf Gestellen gelagertes Mehrscheiben-Isolierglas ist in jedem Fall gegen direkte Sonneneinstrahlung abzudecken. Dies gilt besonders für beschichtete oder in der Masse eingefärbte Gläser, Ornament-, Guss- und drahtarmierte Gläser, da verstärkt Hitzesprünge auftreten können. Für Glasbruch kann grundsätzlich keine Garantieleistung verlangt werden. Die Abdeckung ist auch notwendig, damit der Randverbund nicht durch die Sonneneinstrahlung belastet wird.

Bei der Glasmontage müssen die Glaskanten der Isolierglaseinheit und der Falzraum trocken sein.

UNIGLAS®-Mehrscheiben-Isolierglas ist grundsätzlich vor Zement- oder kalkhaltigen Baustoffen, sowie vor Produkten zum Abbeizen alter Farben usw., zu schützen

Hierzu empfehlen wir unsere Glasschutzfolie „UNIGLAS® I PROTEC“, die bereits werkseitig aufgebracht wird.

Sollte Feuchtigkeit zwischen Glasoberfläche und Schutzfolie entstehen, ist die Folie unverzüglich zu entfernen.

Bei Arbeiten mit Winkelschleifern, Sandstrahlgeräten, Schweißbrennern usw. müssen die Scheibenoberflächen besonders vor möglichen Schäden geschützt werden.

### **10.3.2 Transport und Einbau von Isoliergläsern in Höhen- und Tiefenlagen**

Im SZR eines Isolierglases herrscht der barometrische Druck des Herstellortes. Da dieser SZR hermetisch verschlossen ist, bleibt der eingeschlossene Luftdruck dauerhaft konstant. Wird ein so gefertigtes Isolierglas zum Einbau in höher gelegene Gegenden gebracht, in denen naturgemäß ein geringerer Luftdruck herrscht, „bauchen“ die Scheiben beidseits aus, bei Lieferung in tiefere Lagen ergibt sich ein entsprechendes „Einbauchen“. Es würde anhaltend eine extreme Belastung auf den Randverbund und das Gesamtsystem entstehen. Darüber hinaus wäre dauerhaft keine verzerrungsfreie Durchsicht gewährleistet. Aus

diesem Grunde müssen in solchen Fällen bei Bestellung bereits die geodätischen Daten des Einbauortes bekannt sein. Weichen diese etwa 600 Höhenmeter von Produktionsort ab, muss eine besondere Herstellung der Isoliergläser erfolgen.

Werden Gläser mit erhöhtem Absorptionsgrad, kleinformatige Isolierglaseinheiten mit einem Seitenverhältnis  $>1:2$  oder auch asymmetrischen Aufbauten für Schallschutzzwecke gefertigt, liegt die Grenze der maximalen Höhendifferenz bereits bei ca. 400 Höhenmetern. Grundsätzlich gibt es zwei Verfahren, solche Isoliergläser zu fertigen.

In der Regel wird im Randverbund der Gläser ein Kapillarröhrchen eingebaut. Bezogen auf die klare Definition zur Herstellung eines Isolierglases ist dieses Prozedere etwas heikel, bleibt der SZR offen und entspricht so nicht den Forderungen nach Dampfdruck- und Gasdiffusionsdichtheit. Allerdings blieb bis vor kurzer Zeit keine andere Möglichkeit, solche Höhenunterschiede zu überwinden.

Zum anderen ist es in Einzelfällen möglich, das beim hermetischen Verschluss des SZR den Luftdruck am Einbauort zu simulieren und den Gasdruck im SZR entsprechend anzupassen. Es entstehen „deformierte“ Isoliergläser in den Produktionen, die ihre korrekte, planparallele Form erst am Einbauort erlangen. So hergestellte Isoliergläser sind absolut konform mit den Herstellungsanforderungen und -Richtlinien. Das kurzzeitige „Ein- oder Ausbauchen“ von der Produktion bis hin zum Einbauort hat keinerlei Auswirkungen auf die Lebensdauer des Isolierglases, weil nach Einbau das System dauerhaft entlastet ist.

Eine dritte Variante ist der Einbau eines Druckausgleichventils, dessen Eignung nachgewiesen sein muss.

### 10.3.3 Transport bei großflächigen Scheiben

Während des Transports von großflächigen Isolierglasscheiben können durch Fahrteinwirkung die einzelnen Scheiben der Isolierglas-Einheit in Eigenschwingungen versetzt werden.

Zur Vermeidung von Schäden sollte der SZR deshalb **mindestens** 16 mm betragen.

## 10.4 Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas

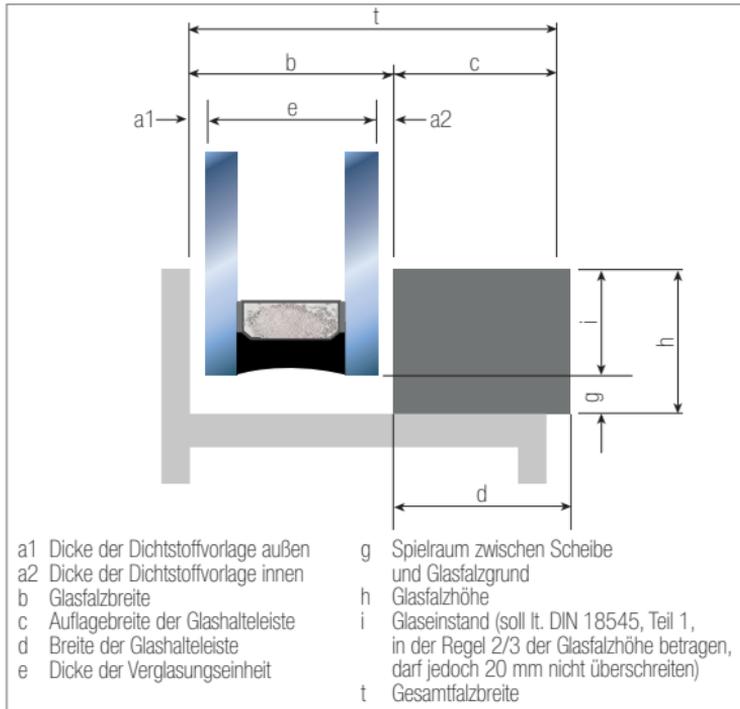
### 10.4.1 Glasfalzabmessungen

Die Verglasung eines Fensters umfasst die Lagerung der Verglasungseinheit im Fensterrahmen und die Abdichtung zwischen der Verglasungseinheit und dem Rahmen.

Die Lagerung der Verglasungseinheit muss durch eine sachgemäße Klotzung vorgenommen werden. Die Abdichtung (Versiegelung oder Dichtprofile) zwischen Rahmen und Verglasungseinheit muss regendicht und ferner dicht gegen Luftzug sein. Der

Spielraum zwischen Scheibenkante und Falzgrund muss mindestens 5 mm betragen.

Abb. 10.16: Falzabmessungen



## 10.4.2 Forderungen an den Glasfalz

Die Forderungen an den Glasfalz sind in DIN 18545, Teil 1, festgelegt. Für die Verglasung von Isolierglasscheiben sind Glashalteleisten erforderlich. Im Regelfall werden diese raumseitig angebracht. Bei Hallenbad- oder Schaufensterverglasungen sollen die Glashalteleisten außenseitig angebracht werden.

Bei Verglasungen mit dichtstofffreiem Falzraum sind entsprechende Öffnungen für den Dampfdruckausgleich anzubringen.

Vor Beginn der Verglasungsarbeiten muss der Glasfalz unabhängig vom Rahmenmaterial in trockenem, staub- und fettfreiem Zustand sein.

Bei Holzfenstern müssen der Glasfalz und die Glashalteleiste grundiert und der erste Zwischenanstrich aufgebracht und trocken sein.

Tab. 10.24: Glasfalzhöhen, Mindestmaße in mm

Längste Seite der Verglasungseinheit	Glasfalzhöhe h bei Einfachglas	Mehrscheiben-Isolierglas*
bis 1000	10	18
über 1000 bis 3500	12	18
über 3500	15	22

\* Bei Kantenlängen bis 500 mm darf mit Rücksicht auf eine schmale Sprossenausbildung die Glasfalzhöhe auf 14 mm und der Glaseinstand auf 11 mm reduziert werden. Bei schwergewichtigen Scheibenformaten bitte Rücksprache mit dem Hersteller.

## Hinweis

Dreifach-Isoliergläser haben eventuell aus statisch konstruktiven Gründen einen höheren Randverbund. Aufgrund zulässiger Abmaße nach den Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas sind unter Umständen größere Glasfalzhöhen, als nach DIN 18 545 gefordert, anzusetzen.

**Tab. 10.25: Mindestdicken der Dichtstoffvorlagen a1 und a2 in mm bei ebenen Verglasungseinheiten**

Längste Seite der Verglasungseinheit [mm]	Werkstoff des Rahmens				
	Holz	Kunststoff, Oberfläche		Metall, Oberfläche	
		hell	dunkel	hell	dunkel
	a1 und a2* [mm]				
bis 1500	3	4	4	3	3
über 1500 bis 2000	3	5	5	4	4
über 2000 bis 2500	4	5	6	4	5
über 2500 bis 2750	4	-	-	5	5
über 2750 bis 3000	4	-	-	5	-
über 3000 bis 4000	5	-	-	-	-

\* Die innere Dichtstoffdicke a2 darf bis 1 mm kleiner sein.  
Nicht angegebene Werte sind im Einzelfall zu vereinbaren.

### 10.4.3 Klotzung

Das Klotzen des Isolierglases hat folgende Aufgaben:

- Das Gewicht der Glasscheibe im Rahmen so zu verteilen bzw. auszugleichen, dass der Rahmen die Glasscheibe trägt.
- Den Rahmen unverändert in seiner richtigen Lage zu belassen.
- Bei Flügeln eine ungehemmte Gangbarkeit sicherzustellen.
- Die Sicherheit zu schaffen, dass die Glasscheibenkanten an keiner Stelle den Rahmen berühren.

Die Rahmen müssen daher so dimensioniert sein, dass sie die Glasscheiben einwandfrei tragen. Glasscheiben dürfen keine tragende oder aussteifende Funktion übernehmen. Die Lastabtragung erfolgt über Tragklötze. Distanzklötze sichern den Abstand zwischen Glaskanten und Glasfalzgrund. Die Klötze sollten bis 100° C temperaturbeständig sein.

Klötze bzw. Klotzbrücken sollen eine Länge von 80-100 mm haben. Außerdem müssen sie 2 mm breiter als die Dicke der Isolierglasscheibe sein. Die Verglasungseinheit muss über die gesamte Scheibendicke aufliegen. Die Klötze sind am Rahmen gegen Verrutschen zu sichern.

Dichtstoffüberstände, die über die Glaskante des Isolierglases hinausragen, sind vor dem Einsetzen des Glases im Klotzbereich zu entfernen.

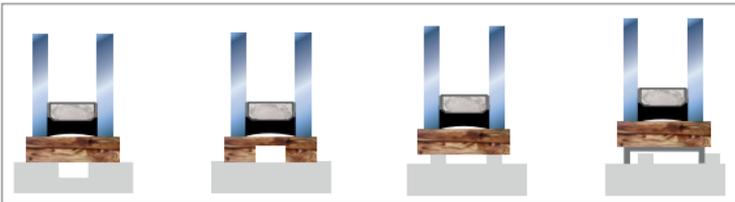
Durch die Klotzung darf die Kante des Glases nicht überanspruchert werden. Die UNIGLAS® empfiehlt daher bei Scheibengewichten über 170 kg die Verwendung von geeigneten Schwerlastklötzen oder entsprechende Vergrößerung der Länge der Klötze und der Klotzbrücken.

Der Abstand der Klötze von den Glasscheibenecken soll etwa Klotzlänge betragen. Im Einzelfall kann der Abstand bis zur Glasecke bis auf 20 mm verringert werden, wenn das Glasbruchrisiko nicht durch die Rahmenkonstruktion und die Lage des Klotzes erhöht wird. Bei großflächigen, freistehenden Scheiben kann, unabhängig vom Rahmenwerkstoff, ein Abstand von ca. 250 mm eingehalten werden. Verhindern die Klötze den Dampfdruckausgleich am Falzgrund, so sind geeignete Klotzbrücken mit einem Durchlassquerschnitt von mindestens 8 x 4 mm zu verwenden. Bei nicht ebenen Auflageflächen, Nuten usw. sind diese stabil zu überbrücken.

Das Material der Klötze, ihre Einfärbung und Imprägnierung muss so beschaffen sein, dass sie im Sinne von DIN 52460 mit den Materialien des Isolierglasrandverbundes, mit den Dichtmitteln und den Folien von Verbund-Sicherheitsglas verträglich sind. Bei Kombination mit VG, VSG, Gießharz- und Sicherheitsgläsern Typ A, B, C und D nach DIN 52290 bzw. gemäß Typ P1A, P2A, P3A, P4A, P5A, P6A, P7A, P8A nach EN 356 empfiehlt UNIGLAS® Elastomere-Klötze mit einer Shore-A-Härte von 60° bis 70°. Holzklötze sollten nur im Holzfenster eingesetzt werden.

Isolierglas mit Systemen im Scheibenzwischenraum, wie UNIGLAS® I SHADE sind so zu klotzen, dass die Höhenkante der Verglasung absolut senkrecht steht.

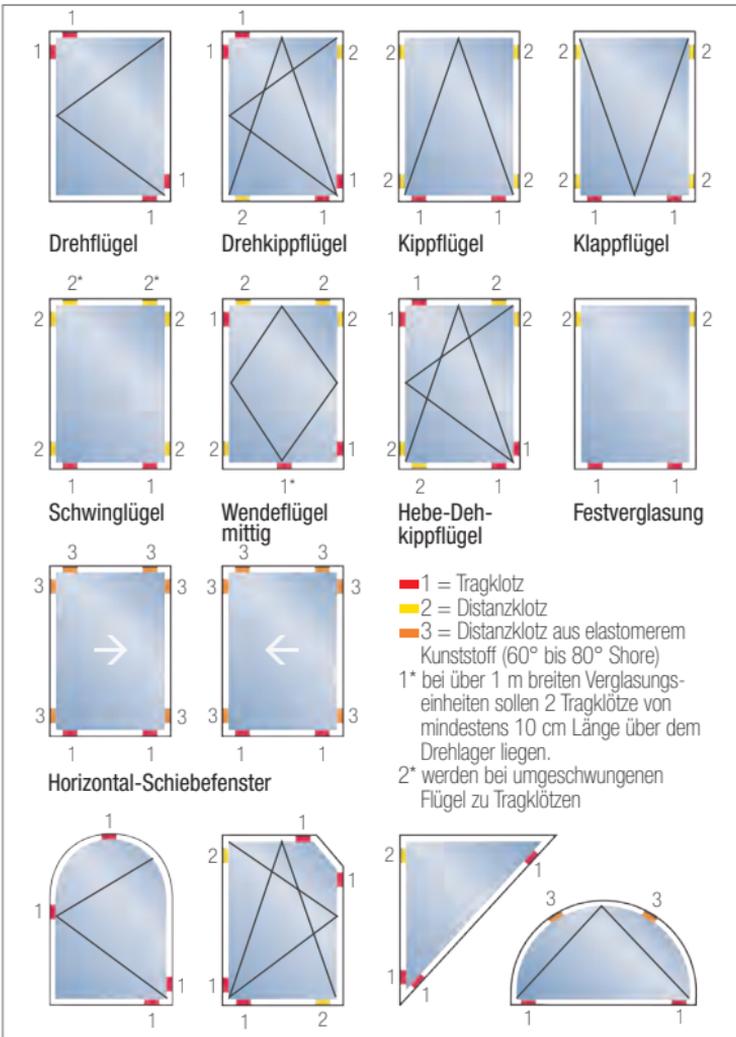
Abb. 10.17: Mögliche Klotzungen



### Hinweis

Die Klotzung hat nach der Technischen Richtlinie Nr. 3 „Klotzung von Verglasungseinheiten“ des Instituts des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar, zu erfolgen.

Abb. 10.18: Klotzungsanschläge Auszug aus „Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3, Ausgabe 1997“

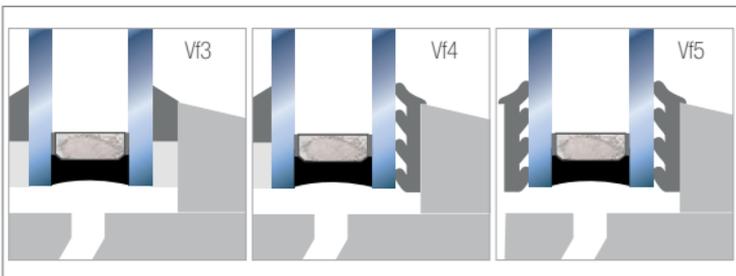


## 10.5 Verglasungssysteme

### Hinweis

Nach DIN 18545-3 ist eine Verglasung mit ausgefülltem Falzraum möglich. Die Verglasungsrichtlinien des Isolierglasherstellers sehen in der Regel nur eine Ausführung mit dichtstofffreiem Falzraum vor.

Abb. 10.19: Verglasungssysteme



## 10.5.1 Allgemeines

Die verwendeten Materialien für alle Verglasungssysteme (Profile, Vorlegebänder, Dichtstoffe und Klötze) müssen über die Nutzungsdauer in den vorkommenden Temperaturbereichen die elastische Lagerung und die einwandfreie Abdichtung der Mehrscheiben-Isoliergläser gewährleisten. Sie müssen witterungs- und alterungsbeständig sein.

Sie dürfen mit den beim Randverbund des Mehrscheiben-Isolierglases verwendeten Stoffen keine schädlichen Wechselwirkungen aufweisen. Außerdem müssen die Materialien auch in Verbindung mit Feuchtigkeit verträglich sein im Sinne der DIN 52460.

## 10.5.2 Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum

### ■ Verglasungen mit beidseitiger Versiegelung

Die beidseitige Versiegelung mit elastisch bleibendem Dichtstoff auf Vorlegeband muss der Falzform angepasst sein und die Mindestdichtstoffvorlage gemäß DIN 18545 gewährleisten. Die Breite des Vorlegebandes ist so zu wählen, dass

- mindestens eine 5 mm hohe Haftfläche des elastisch bleibenden Dichtstoffes an Rahmen und Glas sichergestellt ist und
- das Vorlegeband mindestens 5 mm über dem Falzgrund endet, um den Dampfdruckausgleich nicht zu behindern.

### ■ Verglasungen mit Dichtprofilen

Die Dichtprofile müssen auf das Fenstersystem abgestimmt sein. Sie müssen an Ecken und Stößen dauerhaft dicht sein und die Dickentoleranzen der einzusetzenden Isolier- oder Funktionsgläser ohne Verlust der Dichtkraft aufnehmen können. Profilstöße und -ecken müssen auf der Witterungsseite, bei Hallenbädern und Feuchträumen auch auf der Raumseite, durch geeignete Maßnahmen (Vulkanisieren, Schweißen, Kleben) dauerhaft abgedichtet werden. Bei Druckverglasungen sind Anpressdrücke bis max. 50 N/cm Kantenlänge zulässig.

Bei Verglasungen mit so genannten Trockenverglasungsprofilen müssen folgende Ausführungspunkte besonders beachtet werden:

- Das Dichtprofil muss mit der Oberkante des Glasfalzes bzw. der Glashalteleiste bündig sitzen.
- Die Stoßstelle des äußeren Profils muss auch im Eckenbereich einwandfrei abdichten.
- Die Auswahl der Materialeigenschaften, die Art der Ecken Ausbildung und die Befestigungsvorgaben für die Glashalteleisten müssen mit den Herstellvorschriften übereinstimmen.

Bei Holzfenstern mit Dichtprofilen ist eine Systemprüfung nach dem Prüfvorschlag des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim, notwendig.

### ■ Öffnungen für Dampfdruckausgleich

Alle Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzgrund erfordern Öffnungen für einen Dampfdruckausgleich im Glasfalz. Diese müssen so konstruiert sein, dass sie eventuell im Falzraum entstehendes Kondensat zuverlässig nach außen abführen, einen Dampfdruckausgleich mit der Außenluft herstellen und unterschiedliche relative Luftfeuchtigkeiten ausgleichen.

### ■ Folgende Mindestanforderungen müssen erfüllt werden

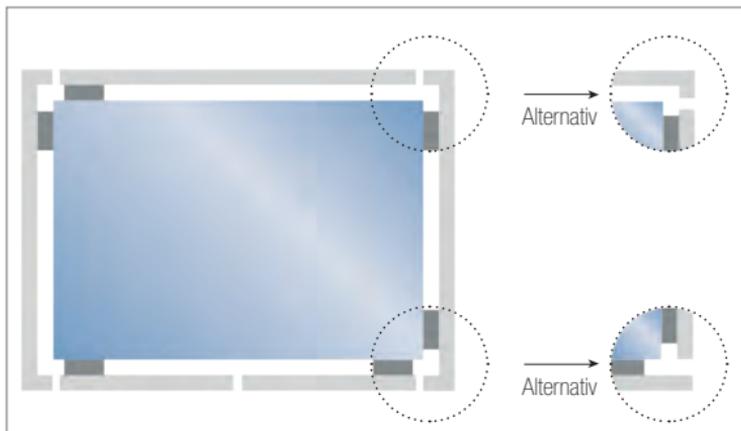
Bei schmalen Fenstern bis 1200 mm Glasbreite genügt die Anbringung von zwei Öffnungen. Eine umlaufende Verbindung zum tiefsten Falzgrund muss dann jedoch sichergestellt sein, vor allem im Bereich der Klötze. Die Öffnungen sind als Schlitz- bzw. Langlöcher mit den Mindestabmessungen 5 x 20 mm oder als Bohrungen mit einem Mindestdurchmesser von 8 mm auszubilden.

Die Öffnungen sind am tiefsten Punkt des Glasfalzes anzubringen. Profilhinterschneidungen bzw. Stege müssen dabei im Lochbereich durchbohrt werden. Die Klotzung darf den Dampfdruckausgleich nicht behindern. Nuten im Falzgrund sind durch Klötze stabil zu überbrücken. Bei glattem Falzgrund sind Klotzbrücken erforderlich. Bei Kunststoff- und Metallfenstern dürfen die Öffnungen zum Dampfdruckausgleich nicht direkt vom Glasfalz nach außen geführt werden. Eine Führung durch so genannte Vorkammern ist notwendig, damit kein Regenwasser durch Wind eingedrückt werden kann. Es wird daher empfohlen, Durchbrüche in den Profilkammern ca. 5 cm gegeneinander versetzt anzubringen.

Sollten versetzt angebrachte Dampfdruckausgleichsöffnungen bei bestimmten Profilen nicht möglich sein, so sind die Öffnungen mit geeigneten Abdeckkappen zu schützen. Die Abdeckkappen müssen ein Zurücktreiben von Wasser in den Falz verhindern. Insbesondere in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt sein, dass der Dampfdruckausgleich nicht zum Innenraum hin erfolgt. Dies könnte geschehen bei undichten Glashalteleisten oder bei Öffnungen hinter der Mitteldichtung. Es ist sonst mit erhöhter Kondensatbildung zu rechnen. Zum schnelleren Dampfdruckausgleich müssen im oberen Eckbereich der Glasfalze zusätzliche Öffnungen vorhanden sein. Sie sind unbedingt notwendig bei Hallenbädern und Feuchträumen.

Neben der Schaffung eines Dampfdruckausgleichs ist der Falzraum ordnungsgemäß zu entwässern. Insbesondere bei Pfosten-Riegel-Konstruktionen ist zum Beispiel anfallendes Kondenswasser am Riegel kaskadenförmig in den Pfosten und von dort nach außen abzuleiten.

Abb. 10.20: Systemvorschlag für Dampfdruckausgleich



## 10.5.3 Verglasungssysteme beidseitig ohne Vorlegeband bei Holzfenstern

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass dieses System in der Praxis schwierig umsetzbar ist (erhöhter Glasbruch, Ablösen des Dichtstoffes, dadurch vermehrt Feuchtigkeit im Falzraum). UNIGLAS® rät aus diesen Gründen von diesem Verglasungssystem ab.

## 10.5.4 Verklebung von Isoliergläsern

Dies ist ein recht junges und nicht generell erprobtes Verglasungssystem.

Eine allgemeingültige Freigabe kann hierfür nicht erteilt werden.

Es bedarf hierbei je nach vorliegenden Prüfergebnissen der Freigabe im Einzelfall je definiertem System.

Hilfestellung bei der Konstruktion gibt der Kompass für geklebte Fenster, herausgegeben vom BF Flachglas.

### 10.5.4.1 Kompass für geklebte Fenster

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerkes | Bundesverband Flachglas e.V., | Gütegemeinschaft Kunststoff-Fenstersysteme | Institut für Fenster-technik e. V. | Verband Fenster- und Fassadenhersteller | BÜFA-Glas GmbH & Co. KG | Deutsche Hutchinson GmbH | Dow Corning GmbH | Fenzi SpA (I) | Glas Trösch GmbH | Gluske-BKV GmbH | H.B. Fuller Window GmbH | Isolator Glas Beratung GmbH | Kömmerling Chemische Fabrik GmbH | Pilkington Deutschland AG | Rolltech A/S (DK) | Saint Gobain Glass Deutschland GmbH - Unter der Initiative des: © Bundesverband Flachglas e. V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf · Telefon: 0 22 41 / 87 27-0 · Telefax: 0 22 41 / 87 27-10 · e-Mail: info@bundesverband-flachglas.de · Internet: www.bundesverband-flachglas.de · Stand: 10/2010

## 10.5.4.1.1 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“.

Ob 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.

## 10.5.4.2 Systembeschreibung

### 10.5.4.2.1 Systemgeber

Der Begriff „System“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass nur ein abgestimmtes und geprüftes System verwendet werden darf. Hierzu liegt vom Systemgeber eine entsprechende System-

beschreibung vor, die u. a. in Bezug auf folgende Punkte erfüllt werden muss:

- Systemzeichnung
- Verstärkungen
- Verglasungen
- Beschläge
- Öffnungsarten
- Transport und Lagerung
- Pflege und Reparaturhinweise
- Systemänderungen
- Profile
- Dichtungen
- Klotzungen
- Verbindungen
- Fertigungshinweise
- Montage
- Rückverfolgbarkeit der Komponenten (Kennzeichnung)

Eine Überprüfung der Wiederverwertbarkeit (Recycling) ist empfehlenswert.

## 10.5.4.2.2 Isolierglasaufbau

### 10.5.4.2.2.1 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 10.5.10).

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

### 10.5.4.2.2.2 Abstandhalter

Die Eignung des Abstandhaltersystems muss für diesen Einsatz vorliegen.

Seine Funktion muss entsprechend nachgewiesen sein.

## 10.5.4.2.2.3 Primär- und Sekundärdichtstoff

Die dauerhafte Funktion der Primär- und Sekundärabdichtung muss sichergestellt sein. Besondere Einflüsse von gegebenenfalls auftretender UV-Strahlung, Feuchtebelastung und oder zusätzlich auftretende Scherkräfte sowie die Verträglichkeit aller in Kontakt kommenden Komponenten müssen berücksichtigt werden.

Bei mechanisch nicht gesicherten Systemen (z. B. ohne Glas-halteleisten) 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.

## 10.5.4.2.2.4 Klebstoffsystem

Die Auswahl des Klebstoffsystems richtet sich nach dem Fenstersystem und den sich daraus ergebenden Beanspruchungen. Die Randbedingungen in der Klebevariante, hinsichtlich Temperatur-, UV-, und Feuchtebelastung können nachhaltig die Dauerhaftigkeit beeinflussen.

Die Wahl des Klebesystems muss dies berücksichtigen (siehe auch 10.5.4.3). Die dauerhafte Klebeverbindung ist nach dem Stand der Technik nachzuweisen. Die Klebefuge ist entsprechend dem Fenstersystem, den auftretenden Belastungen sowie den Rahmenmaterialien zu dimensionieren.

Abb. 10.21: Anwendungsbeispiel



## 10.5.4.3 Systeme

### 10.5.4.3.1 Darstellung der Systeme

Abb. 10.22: Zulässige Klebepositionen und Verglasungssysteme

Klebe- position	Gruppe K, mit konventioneller mechanischer Lastabtragung über Klötze	Gruppe L, ohne konventionelle me- chanische Lastabtragung, Klebe- systeme und Dichtstoff überneh- men vollständig die Lastabtragung
Pos. 1		
Pos. 2		
Pos. 4		
Falz- grund		
Beispiele für Lösungen mit 3-fach Wärme- Dämm- glas		
Kombi- nationen		



Last tragende Klebung / MIG Randverbund mit Lastabtrag



MIG Randverbund ohne Lastabtrag



Verglasungsklotz

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.

Die unter 10.5.4.3.1 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.

### 10.5.4.3.2 Dampfdruckausgleich/Entwässerung

Der umlaufende Dampfdruckausgleich muss dauerhaft sichergestellt sein. Die eingebrachten Entwässerungs-/Dampfdruckausgleichsöffnungen müssen der üblichen Dimensionierung entsprechen und ihre Funktion erfüllen.

### 10.5.4.3.3 Eignungsprüfung der Komponenten

Die Qualität der einzelnen Komponenten muss durch einen Eignungsnachweis sichergestellt sein.

Des Weiteren muss die Identität der verwendeten Komponenten nachgewiesen sein.

## 10.5.4.4 Allgemeine Bedingungen

### 10.5.4.4.1 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

### 10.5.4.4.2 Mechanische Beanspruchung

Die Annahmen der Lasten sind entsprechend der bekannten Normen und Regelwerke zu beachten.

## Verglasungsrichtlinien und Toleranzen

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 Lastwirkungen auf die Verglasung, den Randverbund und die Verklebung sind systemabhängig zu beurteilen (siehe auch 10.5.4.3). Der Randverbund von Isolierglaseinheiten, die nach EN 1279 in Verkehr gebracht werden, darf nicht zur Lastabtragung des Eigengewichts über einzelne Scheiben herangezogen werden (z. B. Klotzung). Wenn der Isolierglasrand-

Tab. 10.26: Zulässige Klebpositionen und Verglasungssysteme

	Klebesystem	Reinigungsmittel	Primer	Klebstoff	PVC-U
Klebesystem					
Reinigungsmittel					
Primer					
Klebstoff					
PVC-U					
Glaslamine					
Sekundärdichtstoff					
Primärdichtstoff					
Abstandhalter					
Dichtlippe a					
Dichtlippe i					
Profilbeschichtungen					
Klötze					

Kennzeichnung: d = direkter Kontakt, i = indirekter Kontakt, 0 = kein Kontakt |



## 10.5.6 Adhäsionsverhalten

Die Haftung zwischen Flügelrahmen und Klebung muss dauerhaft sein (siehe 10.5.4.2). 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.

## 10.5.7 Qualitätssicherung

Um einen kontinuierlichen Qualitätsstandard sicherzustellen, wird das Erstellen von Prüfplänen für eingehende Materialien, Herstellungsprozesse und Fertigungsendprüfungen empfohlen.

## 10.5.8 Reparaturfähigkeit

Die Möglichkeiten der Reparatur müssen in der Systembeschreibung enthalten sein. Im Reparaturfall muss die Funktionsfähigkeit aller Komponenten und deren Verträglichkeit sichergestellt sein. Dazu muss über eine entsprechende Kennzeichnung die Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Komponenten sichergestellt sein.

## 10.5.9 Gewährleistung

Der Lieferant der geklebten Fensterkonstruktion, in der Regel der Fensterbauer, steht für sein Gewerk, wie es die Gesetzgebung vorgibt, in der Gewährleistung.

## 10.5.10 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-Natron-Glas
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 Kalk-Natron-Glas
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 Kalk-Natron-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 Kalk-Natron-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 angefordert werden beim:

Beuth-Verlag GmbH (Alleinverkaufsrecht)

10772 Berlin

Telefon: (030) 2601-2260

Telefax: (030) 2601-1260

Internet: [www.beuth.de](http://www.beuth.de)

E-Mail: [postmaster@beuth.de](mailto: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

## 10.6 Sonderverglasungen

Sonderverglasungen sind stets sorgfältig zu planen und zu konstruieren. Zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit und Lastabtragung sind eine ganze Reihe wichtiger Aspekte zu beachten. UNIGLAS® empfiehlt daher bereits im Planungsstadium den Hersteller der Verglasung zu beteiligen.

Eine dieser Sonderverglasungen stellen rahmenlose Glasstöße und Ganzglasecken aus Isolierglas dar (vgl. Kap. 3.3).

Wärmetechnisch sind Glasstöße und Ganzglasecken ungünstig. Jede Außenecke stellt eine geometrische Wärmebrücke dar, die besonders prädestiniert ist, raumseitig geringere Oberflächentemperaturen als die geraden Flächen aufzuweisen. Auch beim Einsatz eines wärmetechnisch verbesserten Randverbundsystems (warme Kante) weist der Randverbundbereich systembedingt stets ungünstigere Dämmeigenschaften (höhere U-Werte) auf als der ungestörte Bereich innerhalb der Glasfläche, für den der nominelle  $U_g$ -Wert angegeben wird. Es muss daher an den Innenflächen von Glasstößen und Ganzglasecken bereits bei höheren Außentemperaturen und geringeren Raumluftfeuchtigkeiten mit Kondensat gerechnet werden, als bei gerahmten Verglasungen.

Auch bei gerahmten Verglasungen ist Kondensat nicht immer zu vermeiden. Entsprechend DIN 4108-2 ist ein vorübergehender Tauwasserausfall in geringen Mengen am Fenster zulässig und stellt somit keinen Reklamationspunkt dar. Sofern es sich bei Glasstößen oder Ganzglasecken nicht mehr um geringe Mengen Kondensat im Sinne der Norm handelt, ist die UNIGLAS® hierfür nicht zur Verantwortung zu ziehen, da eindringlich auf die bauphysikalischen Zusammenhänge und die sich eventuell daraus ergebenden Konsequenzen hingewiesen wird.

Bei der Berechnung der  $U_w$ -Werte ist Formel (1) in DIN ISO EN 10077-1 entsprechend um einen  $Y_{\text{Glas-Glas}}$  multipliziert mit der Länge des rahmenlosen Stoßes zu erweitern.

Bei der statischen Berechnung sind die Gläser am rahmenlosen Stoß frei beweglich zu berechnen und zu bemessen. Alternativ ist es möglich, die Gläser zur gegenseitigen Aussteifung heranzuziehen und die „Wetterfuge“ statisch tragend auszuführen. Die konstruktive Verklebung ist bei der statischen Berechnung zu berücksichtigen. Das Isolierglas muss in diesem Fall EN 13022-3 entsprechen und kraftschlüssig mit der Unterkonstruktion verbunden sein, um die Auflagerkräfte ableiten zu können. Es muss sichergestellt sein, dass die Fuge bis zur vollständigen Aushärtung nicht belastet wird.

Nationale Anforderungen, Landesbauordnungen, in den Technischen Baubestimmungen gelistete Normen, Bauregelliste, Brandschutzanforderungen usw. sind zu beachten.

Die nicht tragende Wetterfuge sollte mindesten  $b \cdot t = 8 \text{ mm} \cdot 0,5 \cdot b$  ( $\geq 6 \text{ mm}$ ) betragen, sonst nach statischer Berechnung. 1 K-Silikon kann nur bis zu einer bestimmten Fugentiefe zuverlässig vernetzen. Die Empfehlungen des Klebstoffherstellers sind daher strikt zu beachten. UNIGLAS® empfiehlt bei größeren Fugentiefen als 12 mm die Verwendung von 2 K-Silikon.

Für eine dauerhaft funktionierende Verglasung ist besonders darauf zu achten, dass Schädigungen durch folgende Einflüsse vermieden werden:

- andauernde Feuchtigkeit oder Wasser auf dem Randverbund,
- UV-Strahlung am Randverbund,
- nicht geplante Lasteinwirkungen auf Isolierglas und Fuge,
- unverträgliche Materialien (vgl. Kap. 10.8)

Sofern die Stoßfuge nicht komplett mit Silikon ausgefüllt und die Fugentiefe begrenzt wird, kann die Begrenzung mittels geschlossenzelliger PE-Rundschnur, Silikonprofilen usw. erfolgen. Auch für diese Materialien ist die Verträglichkeit nachzuweisen. Zur Vermeidung der permanenten Feuchtigkeitseinwirkung auf dem Isolierglasrandverbund ist bei dieser Konstruktionsvariante für eine dauerhaft funktionierende Entwässerung und „Falzbelüftung“ zum Dampfdruckausgleich Sorge zu tragen.

Ist zum UV-Schutz des Randverbundes eine Blechabdeckung vorgesehen, muss vor dem Aufkleben des Bleches die Klebe- oder Wetterfuge komplett ausgehärtet sein. Die Dauer der Aushärtung ist von der Außentemperatur abhängig und kann beim Klebstoffhersteller nachgefragt werden. Die Verklebung des Bleches muss zur Vermeidung von Kondensat und damit Adhäsionsverlust lunkerfrei mit einem mit dem System verträglichen und geeigneten Klebstoff erfolgen. Nach Erfahrung der UNIGLAS® ist die Lunkerfreiheit schwer zu erreichen.

Für die Ausführung die einfachste Form ist die Stufe der äußeren Glasscheibe mit Silikon zu schwärzen. Hierbei können in geringen Umfang Schlieren sichtbar werden. Die Butylschnur hat einen anderen schwarzen Farbton als der Sekundärdichtstoff und hebt sich ab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass produktionsbedingt die Verpressung der Butylschnur nicht absolut gleichmäßig erfolgen kann. So kann ein absolut vertikaler Verlauf der Dichtstoffkante ebenso wenig garantiert werden wie die Vermeidung kleiner Nester zwischen Primär- und Sekundärdichtstoff. Bei Beschichtungen in Ebene 2 sowie 5 bei 3-fach Isolierglas oder auch bei Sonnenschutzglas werden Schleifspuren oft auch als Spektralfarben sichtbar.

All diese Merkmale stellen keinen Reklamationsgrund dar. UNIGLAS® empfiehlt daher als formal und technisch beste Lösung eine Teilbedruckung oder -emailierung der Scheiben 2 mm über den Randverbund hinweg in Verbindung mit der Verwendung eines schwarzen, wärmetechnisch verbesserten Abstandhalters.

## 10.7 Rosenheimer Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“

In der Tabelle zur Ermittlung der Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern ist die zutreffende Beanspruchungsgruppe 1 – 5 und damit das erforderliche Verglasungssystem  $V_{a1} - V_{a5}$  bzw.  $V_{f3} - V_{f5}$  festzulegen.

Nach DIN 18545, Teil 2, sind die Dichtstofftypen in 5 Anforderungsgruppen mit den Buchstaben A-E festgelegt und im Teil 3 der gleichen Norm den Verglasungssystemen der „Rosenheimer Tabelle“ zugeordnet. Die Einordnung der Dichtsysteme erfolgt durch die Dichtmittelhersteller. Diese tragen allein die Verantwortung für ihre Angaben.

Einen Abdruck der Rosenheimer Tabelle finden Sie in unseren Verglasungsrichtlinien, welche von unserer Internetseite heruntergeladen werden können: [http://www.uniglas.net/verglasungsrichtlinie\\_6116.html](http://www.uniglas.net/verglasungsrichtlinie_6116.html)

## 10.8 Materialverträglichkeit

Bundesverband Flachglas e.V.; Stand: 6/2004

### 10.8.1 Einleitung

Mehrscheiben-Isolierglas wird heute zunehmend in immer komplexeren Anwendungen eingesetzt. Dadurch bedingt kommen die Randverbund-Dichtstoffe mit zahlreichen anderen Werkstoffen in Kontakt, so dass hier unter Umständen schädliche Wechselwirkungen, die die Funktion des gesamten Systems (bestehend aus Mehrscheiben-Isolierglas und Konstruktion) beeinträchtigen, nicht auszuschließen sind. Die nachfolgende Darstellung erläutert Grundlagen, Ursachen, Abhilfen und Prüfungsmöglichkeiten solcher Unverträglichkeiten.

Sie macht auch die Verantwortlichkeiten für Konstruktionen sowie Verpflichtungen zur Information und die sich daraus ergebenden technischen und rechtlichen Konsequenzen deutlich.

### 10.8.2 Grundlagen

Die Verträglichkeit von Stoffen ist hinsichtlich ihres Begriffes in DIN 52 460, „Fugen- und Glasabdichtungen – Begriffe“ definiert:

„Stoffe sind miteinander verträglich, wenn zwischen ihnen keine schädliche Wechselwirkung auftritt.“ Diese Definition schließt Wechselwirkungen nicht grundsätzlich aus, solange sie nicht

schädlich sind. Somit enthält die Definition von „Verträglichkeit“ die Anforderung, wonach „schädliche Wechselwirkungen“ auszuschließen sind.

## ■ Was sind Wechselwirkungen?

Wechselwirkungen sind alle physikalischen, physiko-chemischen oder chemischen Vorgänge, die zum Beispiel beim Kontakt zweier verschiedener Stoffe oder Stoffgemenge auftreten können und zu Veränderungen der Struktur, Farbe und Konsistenz usw. führen können. Die im Zusammenhang des Themas wohl wichtigsten Wechselwirkungen sind die physiko-chemischen, so zum Beispiel die Wanderung von Bestandteilen, auch als Migration bezeichnet.

## ■ Was sind schädliche Wechselwirkungen?

Schädliche Wechselwirkungen sind in diesem Zusammenhang alle Wechselwirkungen zwischen Stoffen oder Stoffgemengen, die Funktionen oder die Haltbarkeit des jeweiligen Systems, zum Beispiel des in einen Rahmen eingesetzten Isolierglases, nachteilig beeinflussen.

## ■ Grundlagen der Migration

Zur Auslösung von Migrationsvorgängen sind zumindest zwei verschiedene Stoffe erforderlich, so z. B. ein „Stoff A“ und ein „Stoff B“. Von diesen beiden muss zumindest einer aus mehreren Komponenten aufgebaut sein, z. B. der „Stoff A“. Im „Stoff A“ muss zumindest eine der Komponenten „migrationsfähig“ sein. Diese Komponente muss aufgrund ihrer Molekularstruktur im Gefüge/Gemenge beweglich sein. Damit erfüllt sie eine notwendige Voraussetzung für das Ablaufen eines Migrationsvorganges. Schließlich muss der „Stoff B“ die strukturellen Voraussetzungen für Migrationsvorgänge erfüllen, d. h. er muss die migrierende Komponente aufnehmen und/ oder transportieren können.

Der typische und wichtigste Fall dieser physiko-chemischen Wechselwirkung ist die so genannte „Weichmacherwanderung“: Der „Stoff A“ enthält einen „Weichmacher“, der durch den Kontakt zum „Stoff B“ aus „A“ nach „B“ übertritt.

Die treibende Kraft eines solchen physiko-chemischen Prozesses ist der unterschiedliche Gehalt des „Stoffes A“ und des „Stoffes B“ an dem Weichmacher. Es gibt also ein Konzentrationsgefälle, auch Konzentrationsgradient genannt, zwischen den beiden Stoffen, bzw. den beiden Phasen, so der entsprechende Fachterminus. Gibt es keinen Konzentrationsgradienten, findet auch keine Migration statt.

Für die Geschwindigkeit des ablaufenden Migrationsprozesses ist unter anderem die Größe des Gradienten maßgebend. Ist der Gradient groß, läuft der Vorgang schnell ab, ist der Gradient klein, läuft er entsprechend langsam ab.

Eine weitere Einflussgröße für die Migrationsgeschwindigkeit ist die Temperatur. Eine hohe Temperatur beschleunigt den Vorgang, eine niedrige Temperatur verzögert ihn.

## ■ Weichmacher und Weichmacherwanderung

Vollständigkeitshalber sei eine kurze Erklärung für die Bezeichnung „Weichmacher“ gegeben. Als "Weichmacher" werden solche Substanzen bezeichnet, die Kunststoffen zugesetzt werden, um ihre mechanischen Eigenschaften zu gestalten. Wie ihr Name schon sagt, können Weichmacher als Lösungsmittel wirken, die einen Kunststoff auflösen lassen und in einen gelartigen Zustand überführen.

Die "Weichmacherwanderung" stellt eine schädliche Wechselwirkung dar, wenn wesentliche Stoffeigenschaften so verändert werden, dass die Funktion des Systems nachhaltig verändert und beeinträchtigt wird:

- Der einen Weichmacher abgebende Stoff wird härter, versprödet und schrumpft.
- Der einen Weichmacher aufnehmende Stoff wird weicher, elastischer und quillt.

Dramatisch sind solche Wechselwirkungen in ihren Auswirkungen zum Beispiel, wenn der einen Weichmacher aufnehmende Stoff seine Struktur vollständig einbüßt, also total aufgelöst wird.

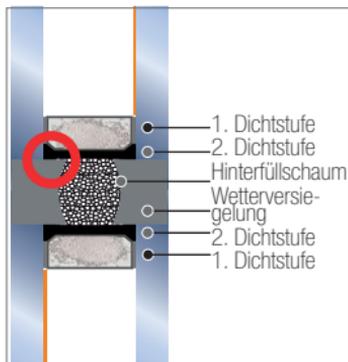
### 10.8.3 Schädliche Wechselwirkungen in der Praxis

Im Folgenden wird auf einige im Zusammenhang mit der Verglasung von Isoliergläsern in letzter Zeit vermehrt zu beobachtende schädliche Wechselwirkungen eingegangen.

## ■ Stoßfugenversiegelung bzw. Klotzfixierung

Hier sind im Schadensfall die typischen Folgen einer schädlichen Weichmacherwanderung zu beobachten.

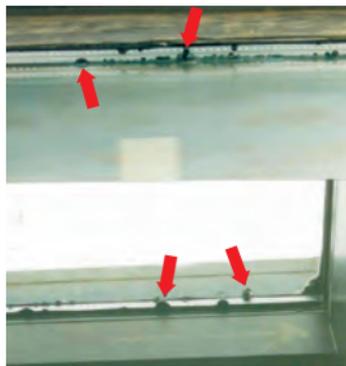
Abb. 10.23: Wetterversiegelung in einem Isolierglasstoß



Eine solche Weichmacherwanderung mit der Folge einer totalen Auflösung einer der betroffenen Komponenten liegt beim direkten Kontakt des Randverbundes eines Mehrscheiben-Isolierglases mit einem weiteren, ungeeigneten Dichtstoff, zum Beispiel einer Wetterversiegelung in einem Isolierglasstoß oder auch bei der Fixierung eines Verglasungsklotzes im Glasfalz mit Hilfe eines ungeeigneten Dichtstoffes vor.

Aus diesem für diesen Zweck ungeeigneten Dichtstoff wandern Bestandteile (Weichmacher, aber auch Öle und/ oder Extender) durch die zweite Dichtstufe des Isolierglases hindurch. Sie treten in die erste Dichtstufe des Isolierglases („Butyl-Dichtung“) ein und lösen diese in der Endphase des Vorganges regelrecht auf. Hier kommt es dann zunächst zum Aufquellen der Butyl-Dichtung und zum Abfließen eines Gemisches aus Butyl-Bestandteilen und dem migrierenden Stoff oder Stoffgemisch.

Abb. 10.24 Auflösen der Butyl-Dichtung durch Migration



Daraus resultiert letztlich ein Totschaden des Isolierglases, da durch das Auflösen der Butyl-Dichtung deren Sperrwirkung gegen die Wasserdampfdiffusion und die Gasdiffusion zerstört wird. Außerdem verursacht das Verteilen des Gemisches aus Bestandteilen der Butyl-Dichtung und dem Migrationsstoff auf den Innenoberflächen (Pos. 2 + 3) des Isolierglases eine optische Beeinträchtigung. Unter diesen Voraussetzungen ist an eine bestimmungsgemäße Funktion des Isolierglases nicht mehr zu denken und ein Austausch unvermeidlich.

## ■ Profilverchiebung bei organischem Abstandhalter

Ein weiterer, typischer Fall eines schädlichen Migrationsvorganges aus einem ungeeigneten Verglasungsdichtstoff im Kontakt zum Isolierglas-Randverbund. Ein Beispiel ist ein Isolierglas-System mit organischem Abstandhalter an der Traufkante für eine Dachverglasung.

Durch den Kontakt mit den Isolierglasdichtstoffen treten aus der Traufpunktversiegelung „migrationsfähige“ Stoffe aus. Diese wiederum werden durch die zweite Dichtstufe des Isolierglases bis an das organische Abstandhalterprofil herangeführt. Diese Stoffe dringen dann in die Grenzfläche zwischen Glasoberfläche und Abstandhalterprofil ein und zerstören dort die Haftung des Profils am Glas. Als Folge von Temperatur- und Luftdruckschwankungen („Pumpbewegungen“) gleitet das Profil auf einem „Schmierfilm“ aus Ölen, Weichmachern und/ oder Extendern in den Scheibenzwischenraum. Dieses Schadensbild wird wegen seines Aussehens auch als „Girlanden-Effekt“ bezeichnet.

Abb. 10.25: Fehlerhafte Traufpunktversiegelung

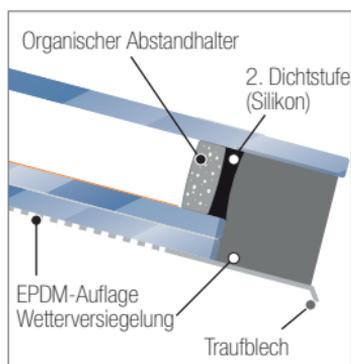


Abb. 10.26: Girlanden-Effekt

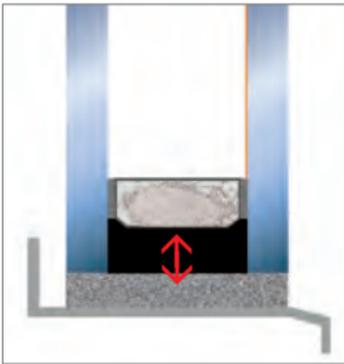


Bei der Ausführung von Traufpunktversiegelungen wird, wie auch in der Abbildung 10.25 zu sehen, neben der fehlerhaften Auswahl des Verglasungsdichtstoffes oft auch noch ein weiterer, gravierender Fehler gemacht. Hier wurde die Fugentiefe falsch dimensioniert, das heißt, sie wurde viel zu tief ausgelegt.

## ■ Wahl der Verglasungsklotze

Auch durch den Kontakt zwischen den Dichtstoffen im Randverbund des Isolierglases mit den Verglasungsklotzen können bei ungeeignetem Klotzmaterial schädliche Wechselwirkungen auftreten.

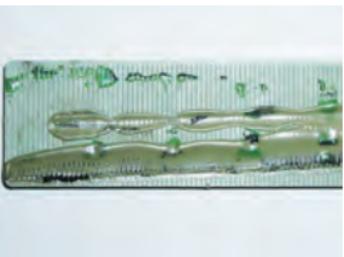
Abb. 10.27: Wechselwirkungen zwischen Randverbund und Klotz



Das ungeeignete Klotzmaterial nimmt Bestandteile aus der zweiten Dichtstufe auf, wird klebrig und plastisch. Der Klotz verliert seine mechanische Stabilität, so dass die Funktion der Lastabtragung nicht mehr systemgerecht möglich ist. Als Folge daraus können sich zum Beispiel Fensterflügel derart verziehen, dass ein Öffnen und Schließen erheblich behindert oder gänzlich unmöglich wird. Im Endstadium des Migrationsprozesses, wenn sich der Klotz

in erheblichen Teilen aufgelöst hat, können sich Isolierverglasungen im Fensterrahmen um mehrere Millimeter verschieben, so dass der Randverbund aus dem Falz heraus in den Sichtbereich eintritt.

Abb. 10.28: Klotz nach schädlichen Wechselwirkungen



Eine weitere mögliche Folge ist, dass die Isolierglaseinheiten nicht mehr sachgerecht fixiert sind. Die Glasprodukte geraten unter nicht planmäßige Spannungen mit der Folge unterschiedlicher Schäden am Glas. Durch den Entzug wichtiger Bestandteile der zweiten Dichtstufe ist unter Umständen auch die Funktionsfähigkeit des Isolierglas-Randverbundes gefährdet. Es ist also absolut unerlässlich, die Eignung von Klotzmaterialien entsprechend zu prüfen, um sich gegen derartige folgenschwere Fehlschläge abzusichern. Besondere Aufmerksamkeit ist zum Beispiel Klotzmaterialien zu schenken, die Styrolverbindungen enthalten.

## ■ Fugendimensionierung

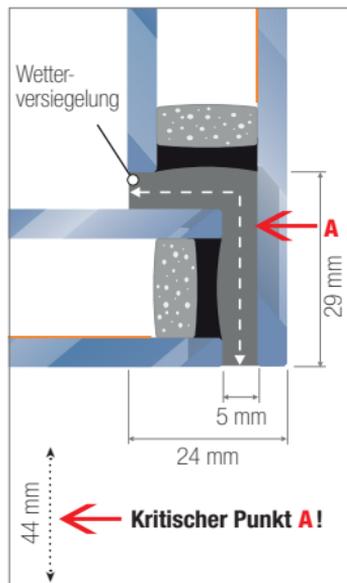
Bei der Ausbildung von Fugen zwischen Isoliergläsern untereinander oder auch im Wand- und/oder Eckanschluss sind die notwendigen technischen Anforderungen bezüglich der Fugengestaltung sowie der Dichtstoffeigenschaften zu berücksichtigen.

Die Fugenbreite richtet sich nach den Abmessungen der gegeneinander verputzten Bauelemente, also etwa denen von Isolierglas und Rahmen. Die entsprechenden Regeln der Technik finden sich in der „Technische Richtlinie des Glaserhandwerks“, Nr. 1. Diese Regeln sind auch sinngemäß auf die Fugen zwischen Isoliergläsern bzw. auf Wandanschlüsse entsprechend zu übertragen.

Auch die Fugentiefe richtet sich nach den Abmessungen der gegeneinander abzudichtenden Bauelemente. Die Tiefe der Fuge bei einkomponentigen Dichtstoffen darf einen bestimmten Maximalbetrag nicht übersteigen.

Hier ist zu bedenken, dass einkomponentige Dichtstoffe zu ihrer Vernetzung ein ausreichendes Angebot an Wasser in Form von Luftfeuchte benötigen. Zudem vernetzen diese Dichtstoffe „von außen nach innen“. Die Feuchte muss also auf ihrem Weg in die noch nicht vernetzten Teile der Fuge eine wachsende Barriere überwinden. Ist die Fugentiefe zu groß, dauert die Vernetzung zu lange. Dadurch bedingt können, auch bei an sich verträglichen Dichtstoffen, unverhältnismäßig lange unpolymersierte Bestandteile miteinander in Kontakt stehen, die dann möglicherweise doch zu schädlichen Wechselwirkungen führen.

Abb. 10.29: Fehlerhafte Fugentiefe bei 1K-Dichtstoff



Eine typische Konstruktion, bei der die Fugentiefe für einen Einkomponenten-Dichtstoff entschieden überschritten wird, ist in Abbildung 10.29 dargestellt.

Aufgrund des langen Diffusionsweges für die Feuchtigkeit, die zum Vernetzen des Produktes erforderlich ist, steht im Punkt „A“, also in der Mitte der Fuge, über sehr lange Zeit nicht vernetzter Dichtstoff an – und das auch noch sehr nahe am Randverbund der horizontal gezeichneten Scheibe. Hier sind Unverträglichkeitsreaktionen geradezu zwangsläufig – selbst mit „eigentlich verträglichen“ Dichtstoffen aufgrund der unzulässig langen Ver-

netzungszeit. Außerdem kann es hier auch noch zu Ablösungen aufgrund des vernetzungsbedingten Schrumpfens der Fuge kommen.

## Anmerkung

Es kann nicht Aufgabe dieses Merkblattes sein, konstruktive Lösungen aufzuzeigen, die immer „funktionieren“. Diese Lösungen gibt es einerseits nicht. Andererseits muss es dem Sachverstand des jeweiligen Fachmannes überlassen bleiben, für den jeweils individuellen Fall die optimale konstruktive Lösung zu finden.

### 10.8.4 Prüfung der Verträglichkeit

Es gibt zurzeit kein genormtes Prüfverfahren zum Nachweis der Verträglichkeit für alle Anwendungsfälle. Es muss unter Umständen für jede Werkstoffkombination und jede Konstruktion ein adäquates Prüfverfahren entwickelt werden. Hierbei zeigen komplex aufgebaute Systeme die Notwendigkeit, sowohl die Einzelkomponenten untereinander als auch das Gesamtsystem zu prüfen. Dies wird mit der nachfolgenden Grafik dargelegt:

Abb. 10.30: Dreistoff-System

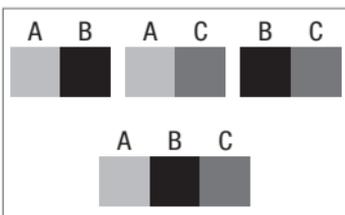


Wenn sich ein derartiges Dreistoff-System, zum Beispiel aus erster Dichtstufe (A) („Butyl“), der zweiten Dichtstufe (B) eines Isolierglases sowie einer Wetterversiegelung (C), schon nicht

vermeiden lässt, so sind alle Kombinationen hinsichtlich ihrer Verträglichkeit zu überprüfen.

Hierfür müssen folgende Einzelprüfungen durchgeführt werden:

Abb. 10.31: Verträglichkeits-Prüfung



Die Prüfung A ↔ B kann zum Beispiel entfallen, wenn beide Isolierglasdichtstoffe vom selben Hersteller stammen oder die Verträglichkeit entsprechend zugesichert ist. Diese Prüfsystematik macht deutlich, warum möglichst „einfache“ Systeme von Vorteil sind.

Weiterhin gibt es bei Prüfungen der Verträglichkeit hinsichtlich der Bewertungskriterien keine allgemeinverbindlichen Festlegungen, d. h. inwieweit ein Prüfergebnis dann auch für das Verhalten eines Systems in der Praxis relevant ist. Gegebenenfalls sind hier auch mehrere Prüfverfahren heranzuziehen. Insofern ist nachvollziehbar, dass die Prüfung der Verträglichkeit ein erhebliches Wissen und eine umfangreiche Erfahrung erfordert, um das Risiko schädlicher Wechselwirkungen zu minimieren.

## ■ Prüfung der Verträglichkeit in der Praxis

In der Praxis kommen die verschiedenen Komponenten eines Systems nur selten vom selben Hersteller. Nur in diesem Falle kann aber der Hersteller der von ihm gelieferten Komponenten eines Systems eine allgemein verbindliche Aussage zur Verträglichkeit dieser Komponenten machen. Hier hat der Hersteller die Möglichkeit, bei Änderungen der Zusammensetzung der Produkte das Verträglichkeitsverhalten erneut zu überprüfen und kann so sicherstellen, dass die Abnehmer keine Änderungen im Verträglichkeitsverhalten befürchten müssen.

Kommen die Komponenten von unterschiedlichen Lieferanten, so können sich Prüfergebnisse ausschließlich auf die geprüften Produktchargen beziehen und sind insofern nicht allgemein verbindlich. Das Prüfergebnis kann nicht notwendigerweise auf andere Produktchargen übertragen werden, da eine eventuelle Änderung der Zusammensetzung nicht zwangsläufig rechtzeitig bekannt ist und berücksichtigt wird. Insofern kann es ohne vertragliche Regelungen der beteiligten Hersteller nie eine Liste mit verträglichen Materialkombinationen geben.

Eine allgemein verbindliche Aussage zur Verträglichkeit zwischen Produkten verschiedener Hersteller bedarf einer entsprechenden bilateralen, vertraglichen Regelung zwischen den jeweiligen Lieferanten und dem Abnehmer der Produkte. Solange es keine normierten Anforderungen an Komponenten gibt, bleibt nur dieser Weg.

Die Verantwortlichkeit für die Verträglichkeit bei der Kombination verschiedener Werkstoffe liegt grundsätzlich bei demjenigen, der diese Werkstoffe zu einem „System“ kombiniert. Die Lieferanten der „Vorprodukte“ sind dafür nicht verantwortlich. Das schließt natürlich nicht aus, dass diese ihren Kunden beraten bzw. prüftechnisch unterstützen. Die praktische Umsetzung der Beratung in eine Konstruktion und die Bewertung von Prüfergebnissen obliegt jedoch ebenfalls dem Systemhersteller.

Es sei hier auch noch einmal daran erinnert, welchen Einfluss etwa die Dimensionierung von Fugen auf das Vernetzen von Dichtstoffen und damit auf die Möglichkeit schädlicher Wechselwirkungen hat. Es ist daher die Verträglichkeit der beteiligten Komponenten im Sinne des Ausbleibens schädlicher Wechselwirkungen für den konkreten Anwendungsfall abzusichern.

## 10.8.5 Zur Vermeidung von Fehlern in der Praxis

### ■ Allgemeines

Die Grundforderung bei der Kombination mehrerer Werkstoffe zu einem „System“ ist die so genannte „Systemprüfung“, die die Eignung aller miteinander in Verbindung gebrachter Komponenten hinsichtlich der Funktionsfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nachweist. Die widerlegbare Eignungsvermutung reicht hier nicht aus. Für diesen Nachweis der Funktionsfähigkeit des Systems ist letztlich der „Systemhersteller“ verantwortlich. „Systemhersteller“ ist derjenige, der die Komponenten zusammenfügt, also zum Beispiel ein Isolierglas in eine Rahmenkonstruktion einbaut.

Bei der Konstruktion eines „Systems“ ist eine möglichst „einfache“ Konstruktion vorteilhaft, da das Risiko eventueller Unverträglichkeiten mit der Anzahl der Komponenten entsprechend ansteigt.

Das Risiko schädlicher Wechselwirkungen lässt sich dort ausschließen, wo der Kontakt der Stoffe vermieden wird. So kann zum Beispiel ein entsprechender Luftspalt den Stofftransport unterbinden. Ist ein solcher Luftspalt konstruktiv nicht möglich, können entsprechende „Migrationssperren“, wie etwa Metallfolien oder geeignete Hinterfüllmaterialien, den Stofftransportweg unterbrechen und damit die Verträglichkeit sicherstellen. Selbstverständlich ist bei derartigen konstruktiven Maßnahmen darauf zu achten, dass sie nicht andere nachteilige Auswirkungen haben.

Die vielfach geübte Praxis, Verglasungsklotze mit Dichtstoffen zu fixieren, stellt insofern ein Risiko dar, weil derartige Produkte häufig nicht nach dem Kriterium der Produktverträglichkeit ausgewählt werden. Es stellt sich auch die Frage, ob die Klotzfixierung nicht anders gelöst werden kann und so der Einsatz einer kritischen Komponente im System schon entfallen kann.

## 10.8.6 Schlussfolgerung

Komplizierte Werkstoff-Kombinationen erfordern sorgfältiges Planen und Ausführen. Alle Parteien in diesem Prozess (Lieferanten, „Systemplaner“ und „Systemhersteller“) müssen sich entsprechend abstimmen. Sofern nicht alle Produkte vom selben Lieferanten kommen, sind die zuvor geschilderten Maßnahmen zu treffen. Aufgrund der Komplexität dieser Systeme erscheint es sinnvoll, einen Weg zu beschreiten, wie er in anderen Bereichen der Glaskonstruktionen schon jetzt baurechtlich verbindlich ist, etwa bei Brandschutzverglasungen. Dort ist es üblich, in der „Systembeschreibung“ genau festzulegen, welche Komponenten eingesetzt werden dürfen und wie diese anzuwenden sind. Jeder Lieferant muss sich verpflichten, seine Komponente entsprechend der „Systemprüfung“ und den dortigen Spezifikationen zu liefern. Änderungen an einer Komponente können erst dann vorgenommen werden, wenn sichergestellt ist, dass dadurch die Gültigkeit der „Systemprüfung“ nicht in Frage gestellt ist.

## 10.8.7 Literatur

- [1] DIN 52 460, „Fugen- und Glasabdichtungen – Begriffe“, Ausgabe 2002-2, Beuth-Verlag, Berlin
- [2] H. Brook, „Wechselwirkungen von Dichtstoffen“, „Glas-Fenster-Fassade“, (1998), Heft 6, Seite 329 ff
- [3] Technische Richtlinien des Glaserhandwerks, Schrift Nr. 1, „Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen“
- [4] Technische Richtlinien des Glaserhandwerks, Schrift Nr. 3, „Klotzung von Verglasungseinheiten“
- [5] Technische Richtlinien des Glaserhandwerks, Schrift Nr. 13, „Verglasen mit Dichtprofilen“
- [6] Technische Richtlinien des Glaserhandwerks, Schrift Nr. 17, „Verglasen mit Isolierglas“
- [7] ift Richtlinie VE-05/01 „Nachweis der Verträglichkeit von Verglasungsklotzen“
- [8] R. Oberacker, „Die Verträglichkeit von Dichtstoffen: Ein neues Problem?“, „Glaswelt“ (2002), Heft 12, Seite 28 ff

## 10.9 Rahmendurchbiegung, Glasdickenbemessung

### 10.9.1 Rahmendurchbiegung

Die Rahmenkonstruktion muss entsprechend den Vorgaben nationaler Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen wie z.B. in Deutschland DIN 18008-2 oder in Österreich ÖNORM B 3716-2 ausgeführt werden.

Die glastragende Konstruktion muss so ausgeführt sein, dass sie verwindungsfrei und eine planebene Auflage gewährleistet ist.

### 10.9.2 Glasdickenbemessung

Mehrscheiben-Isolierglas muss entsprechend den nationalen Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen wie z.B. in Deutschland DIN 18008-2 oder in Österreich ÖNORM B 3716-2 dimensioniert werden. Ist bei den Verglasungen eine Absturzhöhe von mehr als einem Meter bzw. in Bayern mehr als 0,50 m gegeben, so sind Vorgaben der entsprechenden nationalen Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen wie z.B. in Deutschland DIN 18008-4 oder in Österreich ÖNorm B 3716-3 zu beachten. Stimmen gewählte Glasarten, gegebene Belastung und/ oder Lagerungsarten nicht mit den Normen überein, so ist grundsätzlich von der zuständigen Baubehörde eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen. Im Regelfall sind mit dieser Zustimmung im Einzelfall neben den statischen, rechnerische Nachweise und gegebenenfalls auch dynamische Bauteilversuche verbunden. Anforderungsdetails sind mit der zuständigen Bauaufsicht oder anderen zuständigen Stellen abzuklären.

Gemäß § 66 der deutschen Musterbauordnung ist in Deutschland die Erstellung des Standsicherheitsnachweises, also der Glasdickendimensionierung einer Person mit einem berufsqualifizierenden Hochschulabschluss, eines Studiums der Fachrichtung Architektur, Hochbau oder des Bauingenieurwesens

mit einer mindestens dreijährigen Berufserfahrung in der Tragwerksplanung vorbehalten, der unter Beachtung des § 65 Abs. 3 Satz 2 bis 7 in einer Liste von den Bundesländern geführten Ingenieurkammern eingetragen ist.

## 10.10 Spezielle Anwendungen

### 10.10.1 Geneigter Glaseinbau, Überkopfverglasungen

Im Gegensatz zu senkrechten Isolierverglasungen treten bei Überkopfverglasungen, Sheddächern u. ä. höhere thermische und mechanische Beanspruchungen auf (Wind-, Schnee- und Eislast sowie Eigengewicht).

Den Einsatz spezieller Gläser sowie den Glasaufbau entscheidet der Planer. Überkopf-, Dach- bzw. geneigte Verglasungen müssen besonderen Sicherheitsvorschriften genügen. Von Fall zu Fall ist der Glasaufbau zwischen Planer und örtlicher Bauaufsichtsbehörde abzuklären.

Für geneigte Isolierverglasungen steht eine Reihe bewährter Konstruktionen mit systemeigenen, dichtstofffreien Verglasungssystemen zu Verfügung.

Eine vollsatte Ausspritzung des Falzes ist nicht zulässig. Die beschriebenen Kriterien sind genauestens zu beachten.

Alle Überkopfverglasungen müssen nach Vorgaben der entsprechenden nationalen Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen wie z.B. in Deutschland DIN 18008-2 oder in Österreich ÖNORM B 3716-2 ausgeführt werden. In den Normen sind auch die zulässigen Glasarten aufgeführt.

Sollen oder können diese Normen nicht eingehalten werden, so ist eine bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall notwendig.

Ein freiliegender Randverbund muss durch geeignete Maßnahmen vor UV-Strahlung geschützt werden (z. B. Abdeckstreifen, Emaillierung o.ä.). Wird auf solche Schutzmaßnahmen verzichtet, so muss der Randverbund des Mehrscheiben-Isolierglases aus UV-verträglichem Dichtstoff hergestellt sein.

Gasgefüllte Isolierglaseinheiten mit UV-beständigem Randverbund sind mit UNIGLAS®-Prüfzeugnis möglich.

Der Glaseinstand der Isolierglaseinheit in die Konstruktion sollte 15 mm nicht überschreiten, damit die thermische Belastung in der Randzone der Scheibe auf ein Minimum beschränkt wird.

Überkopfverglasungen sind prinzipiell zu klotzen.

Beim Anbringen der Verglasungs-Abdeckprofile ist auf einen gleichmäßigen Anpressdruck von 20 N/cm Kantenlänge zu achten. Zur Einhaltung dieser Forderung empfehlen wir den Einsatz von Distanzleisten oder -hülsen entsprechend der Glasdicke und der Dichtungsprofile. Die Glashalteleisten sind grundsätzlich außen anzuordnen.

Das Auflageprofil für die Verglasung muss für den speziellen Anwendungsbereich der Überkopfverglasung geeignet sein. Es muss eine Shore-A-Härte von 60° - 70° haben, um eine dauerhafte elastische Auflage zu schaffen. Ein Vorlegeband ist kein Auflageprofil. Metallberührungen im Falz (z. B. an Bolzen, Haltewinkel u. ä.) sind nicht zulässig.

Wir empfehlen die Verwendung von Silikon-Dichtlippenprofilen (Ausnahme: UNIGLAS® I CLEAN und UNIGLAS® I ECONTROL). Dadurch besteht die Möglichkeit, dass an Problempunkten mit Silikon versiegelt werden kann. Auf EPDM-(APTK-) Profilen ist keine dauerhafte Versiegelung möglich.

Ist ein durchgehendes Isolierglaselement aufgrund der Abmessungen nicht möglich, so empfehlen wir, die notwendig werdende Stoßstelle als „stumpfen Stoß“ auszuführen. Der Randverbund muss aus UV-beständigem Material (Spezial-Silikon) bestehen.

Folgende Ausführung ist empfehlenswert:

### ■ Stoßüberdeckung mit speziellem Silikonprofil

Die Materialverträglichkeit untereinander ist zu prüfen.

Freiliegende Glaskanten, insbesondere bei Stufenisolierglas, sollten mindestens gesäumt werden. Wird die äußere Scheibe des Mehrscheiben-Isolierglases als Traufkante verwendet, so ist dies nur in der Ausführung als Stufenisolierglas möglich, wobei die Ausführung der äußeren Scheibe als ESG anzuraten ist.

Schlagschatten führen erfahrungsgemäß zu erhöhtem Glasbruchrisiko. Deshalb ist bei der Glaswahl darauf Rücksicht zu nehmen. Wir empfehlen in solchen Fällen innen und außen die Verwendung von vorgespanntem Glas.

Innen- und Außenbeschattungen müssen so angebracht werden, dass an den Glasoberflächen eine ausreichende Luftzirkulation stattfinden kann. Die Dachneigung sollte wenigstens 15° betragen, um stehendes Wasser auf dem Dichtsystem zu vermeiden.

Die freie Scheibenfläche der Verglasungseinheit soll von innen überall gleichmäßig vom Raumklima beaufschlagt werden, um Temperaturunterschiede zu vermeiden. Mehrscheiben-Isoliergläser dürfen nicht über die Konstruktion verlegt werden.

### ■ $U_g$ -Wert

Bei der Neigung der Isolierverglasung aus der Senkrechten erhöht sich insbesondere bei größeren Scheibenzwischenräumen der  $U_g$ -Wert.

Die in den Typenlisten angegebenen Werte beziehen sich stets auf den vertikalen Einbau der Verglasung, das heißt 90° gegen die Horizontale.

Bitte erfragen Sie den  $U_g$ -Wert für die geeignete Verglasung unter Benennung des Neigungswinkels bei dem Hersteller.

## 10.10.2 Brüstungen/Umwehrungen

Für absturzsichernde Verglasung gelten zusätzliche Anforderungen, die in Deutschland in DIN 18008-4 und in Österreich in ÖNORM B 3716-3 geregelt sind.

In diesen Normen werden Anforderungen für absturzsichernde Verglasung definiert, wobei in Deutschland die Konstruktionen nach Kategorien A, B und C und Österreich in 3 Verglasungsgruppen einzuteilen sind. Werden die beschriebenen Randbedingungen von der Verglasung und der Halte- und Unterkonstruktion erfüllt, so entfällt die Verpflichtung zu einer Zustimmung im Einzelfall. Darüber hinaus werden in der DIN 18008-4 auch verschiedene Aufbauten beschrieben, die – sofern die Minimal- und Maximal-Abmessungen eingehalten werden – keine Nachweise der Tragfähigkeit unter stoßartiger Belastung (Pendelschlagversuche) mehr erfordern.

## 10.10.3 Punktgehaltene Verglasungen

Punktgehaltene Konstruktionen müssen nach der Finite-Elemente-Methode (FE) statisch berechnet werden, und die Resttragfähigkeit muss nachgewiesen sein.

Für einzelne Konstruktionen, wie zum Beispiel UNIGLAS® I OVERHEAD, liegen bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) vor.

Generell gilt für punktförmige Verglasungen z.B. in Deutschland DIN 18008-3 und in Österreich ÖNORM B 3716-5.

## 10.10.4 Ballwurfsichere Verglasungen

Hier werden erhöhte Anforderungen an die Verglasung gestellt.

Aus diesem Grund sind durch den Planer spezielle Konstruktionsmerkmale zu berücksichtigen, siehe DIN 18032.

## 10.10.5 Verglasungen mit außerordentlichen klimatischen und thermischen Belastungen sowie in der Masse eingefärbte Gläser

### 10.10.5.1 Klimatische Belastungen

Die Verglasung von Räumen mit extrem hoher Luftfeuchtigkeit unterliegt besonderen Anforderungen. Dazu zählen Räumlichkeiten, wie Hallenbäder, Brauereien, Molkereien, aber auch Metzgereien, Bäckereien und Blumengeschäfte, um nur einige zu nennen. Hierbei werden erhöhte Anforderungen an die Dichtigkeit von Verglasung, Rahmen und sonstigen Materialien in der Peripherie gestellt. Gemäß den technischen Richtlinien des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar, „Nr. 13 – Verglasungen mit Dichtprofilen“ und „Nr. 16 – Fenster und Fensterwände für Hallenbäder“, dürfen solche Anwendungen grundsätzlich nur mit Verglasungssystemen mit dichtstofffreiem Falzgrund vorgenommen werden. Damit wird sichergestellt, dass zum Innenraum hin eine absolute Dichtheit erreicht wird. Aus diesem Grunde werden

bei solchen Systemen die Glashalteleisten in der Regel von außen angebracht. In jedem Fall ist dafür zu sorgen, dass ein gut funktionierender Dampfdruckausgleich des Glasfalzes nach außen erreicht wird. Vereinzelt kann es sogar dazu kommen, dass in den Eckbereichen des Glasfalzes eine zusätzliche Öffnung zu schaffen ist, um dem genüge zu tun. Weitere Detailinformationen sind den technischen Regeln zu entnehmen.

### 10.10.5.2 Thermische Belastungen

Außenverglasungen können viel Hitze durch Sonneneinstrahlung vertragen, solange die gesamte Scheibe gleichmäßig erwärmt wird und es die notwendige Zeit zur thermischen Ausdehnung gibt. Problematisch wird es jedoch, wenn nur stellenweise eine Aufheizung der Scheibe stattfindet. Dies ist der Fall, wenn sich Bäume oder nur teilweise heruntergelassene Rollos oder Jalousien vor einer Glasscheibe befinden. In solchen Fällen erhitzt besonders in der Übergangszeit die Energie der flach stehenden Sonne die Verglasung und dort, wo Schatten insbesondere nach kalten Nächten die Einstrahlung verhindert, bleibt die Scheibe kühler.

Bei normalem Floatglas darf der Temperaturunterschied zwischen erhitzten Stellen und solchen, die beschattet werden, in einer Scheibe maximal 40 K erreichen. Geht man beispielsweise von morgendlichen Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt aus, so gelingt es der Sonnenenergie, eine normale Scheibe schnell auf 40 - 50 °C zu erhitzen. Im Schattenbereich bleibt sie aber etwa etwas über 0 °C. Also ergibt sich rasch eine Differenz von mehr als 40 K, die einen Glasbruch hervorrufen kann.

Noch extremer verhält es sich bei in der Masse eingefärbten Gläsern. Hierbei, je nach Farbe und Intensität der Farbgebung, absorbiert die Scheibe zusätzlich noch einen großen Anteil an Sonnenenergie. Dabei sind Scheibenoberflächen-Temperaturen von 60 °C und mehr sehr schnell möglich. Deshalb muss in aller Regel beim Einsatz von in der Masse durchgefärbten Sonnenschutzgläsern Einscheiben-Sicherheitsglas verwendet werden. Dessen thermische Eigenschaften sind verbessert und lassen ein  $\Delta t$  von bis zu 200 K zu (siehe → Kap. 2.1.5). Damit ist die Verglasung vor einem thermischen Bruchrisiko geschützt.

### 10.10.6 UNIGLAS® | CLEAN sowie UNIGLAS® | ECONTROL

Bei der Montage von UNIGLAS® | ACTIVE Leichtpflegeglas mit hydrophiler, eingebrannter Titanoxidschicht und UNIGLAS® | ECONTROL Schaltbares Isolierglas sind einige Punkte zu beachten. So ist die Lage von Funktionsschichten bzw. das Führen von Kabeln in bestimmten Verglasungspositionen vorzunehmen. Deshalb sind hierbei die gesonderten Verglasungsrichtlinien und Anweisungen der Hersteller auf den Scheibenetiketten besonders sorgfältig zu beachten und die Einbauposition exakt einzuhalten.

Der direkte Kontakt zwischen Silikon/Silikonöl und UNIGLAS® I ACTIVE muss vermieden werden.

Es empfiehlt sich daher, saubere Schutzhandschuhe zu tragen, die nicht mit Silikonen in Berührung gekommen sind. Auch darf kein Silikon Spray zur Behandlung der Beschläge verwendet werden.

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 sauberem Wasser zu entfernen.

### 10.10.6.1 Richtige Nutzung von Leichtpflegeglas

Auch Gläser der Produktfamilie UNIGLAS® I CLEAN Leichtpflegeglas unterliegen der Wartung und Pflege, die durch den Nutzer erfolgt.

Dazu gehört auch neben der regelmäßigen Reinigung des Rahmens die Reinigung der Gläser, jedoch in längeren Intervallen als bei herkömmlichen Gläsern.

Während der gesamten Lebensdauer des UNIGLAS® I ACTIVE darf kein Kontakt mit silikonhaltigen Materialien erfolgen. Das gilt z. B. für Sprühnebel aus silikonhaltigen Sprays oder nachträgliche Abdichtungsarbeiten.

### 10.10.6.2 Konstruktive Rahmenanforderungen bei elektrochromen Gläsern

Der Rahmen der UNIGLAS® I ECONTROL-Scheibe muss eine plane Glasauflage bieten. Dazu sind in der Regel umlaufende Glashalteleisten erforderlich, angeordnet auf der Raum- oder Außenseite. Der maximale Wert bei der rechnerischen Durchbiegung der Rahmenteile, Pfosten und Riegel rechtwinklig zur Fensterwandebene beträgt  $1/200$  der maßgebenden Stützweite der aufzulagernden Scheibenlänge, höchstens jedoch 15 mm. Dabei ist von der ungünstigsten Belastungsaufnahme auszugehen (Wind, Schnee, Verkehrslasten bzw. Eigengewicht). Im Bereich eines Scheibenfeldes (Scheibenmitte) ist die maximale Durchbiegung auf 8 mm begrenzt. Der maximale Anpressdruck am Rand von UNIGLAS® I ECONTROL-Scheiben darf 50 N/cm nicht überschreiten.

Abb. 10.32:  
Kabelführung Rahmen – Flügel



Die minimale freie Falzraumhöhe beträgt 6 mm. Bei der Rahmenkonstruktion ist für die Verlegung der Steuerkabel Folgendes zu beachten:

1. Alle Kabeldurchführungen innerhalb und zur Rahmenkonstruktion müssen vor Einbau der Rahmen vorhanden sein und gratfrei und/ oder mit entsprechenden Kabelschutzisolierungen ausgestattet sein.
2. Alle Fensterflügel weisen einen geschützten Kabelübergang zum Blendrahmen auf (siehe nebenstehende Abbildungen).

Zu vermeiden sind:

- Punktuelle Belastungen
- Der Kontakt zwischen der UNIGLAS® | ECONTROL Scheibe und thermisch leitenden Materialien (wie z. B. Metall)
- UV-Strahlungen auf den Randverbund

## 10.10.6.2.1 Produktionstechnische Gegebenheiten

Nach aktuellem Stand der Produktionstechnik ist es bei elektrochromem Architekturglas nicht auszuschließen, dass Punkte bis zu einem Durchmesser von 3 mm und einer Flächendichte von 3 Stück pro m<sup>2</sup> auftreten, die nicht elektrochromatisch aktiv sind. Sie bilden keinen Reklamationsgrund.

## 10.10.6.3 UNIGLAS® | ACTIVE und UNIGLAS® | ECONTROL in unterschiedlichen Systemen / Konstruktionen

### 10.10.6.3.1 Nassverglasung

Anstelle der häufig verwendeten Silikone zur Nassverglasung müssen alternative, vom Glashersteller freigegebene Dichtstoffe verwendet werden. Bei den Glasherstellern sind hierfür entsprechende Verarbeiterinformationen zu erhalten.

### 10.10.6.3.2 Trockenverglasung

Im Trockenverglasungsbereich werden die Dichtungen häufig zur besseren Verarbeitbarkeit mit Silikonölen behandelt. Dies ist bei den fotokatalytischen, hydrophilen und elektrochromen Produkten nicht zulässig, da diese Silikonöle hohe Kriech Eigenschaften besitzen und die Verglasungsfunktion außer Kraft setzen. Die meisten Dichtungshersteller bieten trockene oder alternativ geschmierte Dichtungen (mit Talkum, Glycerin, Gleitpolymeren oder Gleitlack) an, die mit diesen Gläsern verträglich sind.

Sollten Dichtungen ohne Gleitmittel verwendet werden, so kann der Verarbeiter diese mit Seifenlauge, Glycerin ö.a. gleitfähiger machen. Es darf kein Montagespray (Silikonöl) verwendet werden.

### 10.10.6.3.3 Überkopf-Verglasungsprofil

Normale Silikonprofile sind ungeeignet. Für die Verwendung mit selbstreinigenden Gläsern können Profile eingesetzt werden, die aus Silikon bestehen und speziell nachbehandelt sind. Es ist allerdings darauf zu achten, dass die Verklebung silikonfrei erfolgt. Auch diese Systeme werden vom Glashersteller freigegeben.

### 10.10.6.3.4 Fassadensysteme

Grundsätzlich gelten die bisherigen Ausführungen zum Einsatz von selbstreinigenden Gläsern auch im Fassadenbau. Allerdings werden in der Regel höhere Anforderungen an Dichtheit und Dauerhaftigkeit von Abdichtungen bei Fassaden als bei Fenstern gestellt.

Beim Ersatz von Silikonem durch Alternativwerkstoffe sollte in jedem Fall geprüft werden, ob die erforderliche Leistungsfähigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall erreicht wird. Dabei ist besonders zu berücksichtigen, dass im Fassadenbau größere Bewegungen an Fugen sowie evtl. höhere Belastungen durch direkte Bewitterung (UV-Strahlung, Temperatur und Feuchtigkeit) als bei Fenstern zu erwarten sind.

Falls keine silikonfreien Alternativen möglich sind, ist der Einsatz von Silikon mit Kontaktmöglichkeit zur Glasbeschichtung mit dem Glashersteller abzustimmen. Solche Anwendungen können zu deutlicher Funktionsbeeinträchtigung im Kontaktbereich führen. Um Funktionsbeeinträchtigungen zu minimieren, müssen zwei Punkte besonders beachtet werden:

- Es muss strikt darauf geachtet werden, dass keine Verunreinigungen an den Händen auf die selbstreinigenden Glasoberflächen gelangen.
- Es muss sichergestellt werden, dass silikonhaltige Fugen und Verklebungen nicht von Regenwasser beaufschlagt werden können.

Dies gilt insbesondere für einen Sonderfall des Fassadenbaus, die so genannten „geklebten Verglasungen“ (= structural sealant glazing), bei denen die Verbindungsfuge zwischen Glas und Rahmen statisch tragend und zusätzlich oft auch Dicht- und Dehnfuge ist.

In aller Regel muss deshalb bei Fassadenkonstruktionen die Konzeptionierung mit allen am System Beteiligten abgestimmt werden.

### 10.10.6.3.5 Stumpf gestoßene Verbindung

Auch der so genannte „stumpfe Stoß“ zwischen selbstreinigenden Glasscheiben sollte auf keinen Fall mit einem Silikon aus-

geführt werden. Alternative Nassverglasungsmaterialien stellen prinzipiell Lösungen dar. Es sollte in jedem Fall Rücksprache mit dem Dichtstoffhersteller erfolgen, um Verträglichkeit und Funktionsfähigkeit abzuklären.

## 10.10.7 Ornament- und Drahtglas

Ornament- und Drahtglas muss entsprechend den dafür geltenden baurechtlichen Bestimmungen eingebaut werden.

## 10.11 Besondere bauliche Gegebenheiten

Im Zusammenhang mit der Verglasung können an den eingebauten Verglasungseinheiten Schäden eintreten, die nicht unter die Garantieleistungen fallen.

Folgende Hinweise, Empfehlungen und Vorschriften sind deshalb vom Verarbeiter zu beachten:

### 10.11.1 Heizkörper

Zwischen Heizkörper und Mehrscheiben-Isolierglas sollten in der Regel ein Abstand von 30 cm eingehalten werden. Bei Unterschreitung dieses Abstandes ist aus Sicherheitsgründen eine ESG-Scheibe zwischenzuschalten.

Diese kann rahmenlos aufgestellt werden und muss mindestens der Fläche des Heizkörpers entsprechen. Besteht die dem Heizkörper zugewandte Scheibe der Isolierglaseinheit aus ESG, so kann der Abstand auf 15 cm verringert werden.

### 10.11.2 Gussasphaltverlegung

Bei Verlegung von Gussasphalt in Räumen mit verglasten Fenstern sind die Isolierglaseinheiten vor den zu erwartenden hohen Temperaturbelastungen zu schützen. Muss zusätzlich mit Sonneneinstrahlung gerechnet werden, so ist darüber hinaus eine witterungsseitige Abdeckung erforderlich. Dies gilt insbesondere bei Wärmedämmglas.

### 10.11.3 Farben, Folien, Plakate

Das Aufbringen von Farben, Folien und Plakaten kann bei Sonneneinstrahlung zu Hitzesprüngen führen. Das Bruchrisiko wird bei Verwendung von ESG verringert.

### 10.11.4 Innenbeschattungen, Mobiliar

Innenbeschattungen und Mobiliar müssen in ausreichendem Abstand zur Verglasung platziert werden, um einen Wärmestau zu verhindern.

## 10.11.5 Schiebetüren und -fenster mit Wärmedämm- sowie Sonnenschutzgläsern

Bei diesen Verglasungen muss auf eine ausreichende Luftzirkulation zwischen den Scheibenelementen geachtet werden, wenn die Flügel voreinander geschoben sind. Bei Sonneneinstrahlung können sich die Scheiben stark aufheizen. Dies kann zu thermisch bedingten Brüchen führen. Dieses Bruchrisiko kann durch den Einsatz von ESG reduziert werden.

## 10.12 Hinweise zur Produkthaftung und Garantie

Sofern einzelvertraglich nichts anderes vereinbart wurde, gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glasprodukten in Österreich die ÖNORM B 3738:2008-07 und in Deutschland die unter 10.12.1 abgedruckte Richtlinie.

Die Messung von Farbabweichungen von Glaserzeugnissen erfolgt nach DIN 5033-1:2009-05 „Farbmessung - Teil 1: Grundbegriffe der Farbmimetrik“ und DIN 5033-7:2014-10 „Farbmessung - Teil 7: Messbedingungen für Körperfarben“. Die Beurteilung der Zulässigkeit gemessener Farbtoleranzen erfolgt nach ISO 11479-2:2011-1 „Colour of façade“.

### 10.12.1 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar  
Bundesverband der Jungglaser und Fensterbauer e.V., Hadamar  
Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf  
Bundesverband Glasindustrie und Mineralfaserindustrie e.V., Düsseldorf  
Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V., Frankfurt

Diese Richtlinie wurde erarbeitet vom Technischen Beirat im Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar, und vom Technischen Ausschuss des Bundesverband Flachglas, Troisdorf. Stand: Mai 2009

#### 10.12.1.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken). Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfgrundsätzen mit Hilfe der in der Tabelle nach Abschnitt 10.12.1.3 angegebenen Zulässigkeiten.

Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende lichte Glasfläche. Glaserzeugnisse in der Ausführung mit beschichteten Gläsern, in der Masse eingefärbten Gläsern, Verbundgläsern oder vorgespannten Gläsern (Einscheiben-Sicherheitsglas, teil-

vorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 10.12.1.3 beurteilt werden.

Die Richtlinie gilt nicht für Glas in Sonderausführungen, wie z. B. Glas mit eingebauten Elementen im Scheibenzwischenraum (SZR) oder im Verbund, Glaserzeugnisse unter Verwendung von Ornamentglas, Drahtglas, Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), Brandschutzverglasungen und nicht transparenten Glaserzeugnissen. Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen.

Die Bewertung der visuellen Qualität der Kanten von Glaserzeugnissen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Bei nicht allseitig gerahmten Konstruktionen entfällt für die nicht gerahmten Kanten das Betrachtungskriterium Falzzone. Der geplante Verwendungszweck ist bei der Bestellung anzugeben.

Für die Betrachtung von Glas in Fassaden in der Außenansicht sollten besondere Bedingungen vereinbart werden.

## 10.12.1.2 Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Durchsicht durch die Verglasung, d. h. die Betrachtung des Hintergrundes und nicht die Aufsicht maßgebend. Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein.

Die Prüfung der Verglasungen gemäß der Tabelle nach Abschnitt 10.12.1.3 ist aus einem Abstand von mindestens 1 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht, vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung.

Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden.

Eine eventuelle Beurteilung der Außenansicht erfolgt im eingebauten Zustand unter üblichen Betrachtungsabständen. Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.



**Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG:**

1. Die lokale Welligkeit auf der Glasfläche – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf 0,3 mm bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten.
2. Die Verwerfung, bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas –, darf nicht größer als 3 mm pro 1000 mm Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nennstärke < 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.

Abb. 10.34: Anwendungsbeispiel

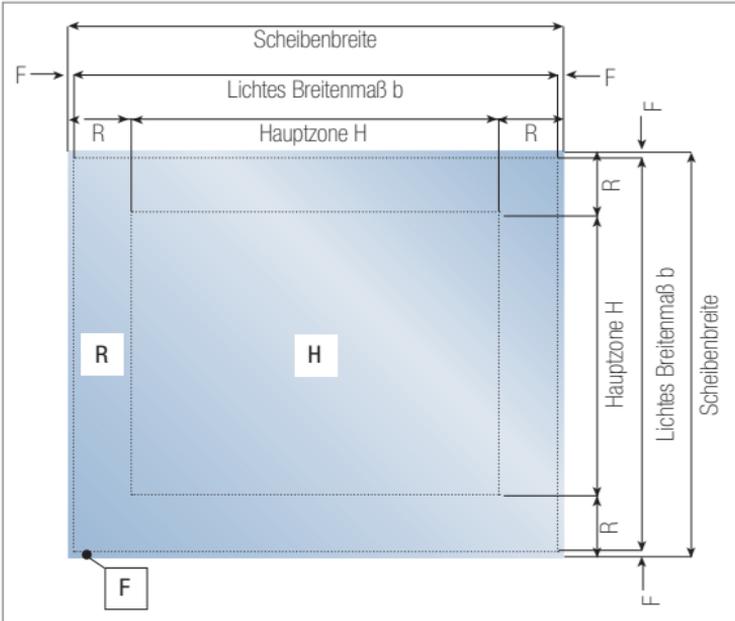


## 10.12.1.4 Allgemeine Hinweise

Die Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die visuelle Qualität von Glas im Bauwesen dar. Bei der Beurteilung eines eingebauten Glaserzeugnisses ist davon auszugehen, dass außer der visuellen Qualität ebenso die Merkmale des Glaserzeugnisses zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Eigenschaftswerte von Glaserzeugnissen, wie z. B. Schalldämm-, Wärmedämm- und Lichttransmissionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten, Kombinationen sowie durch den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Abb. 10.35: Zonen an einem Glas



$F$  = Falzzone:

der optisch abgedeckte Bereich im eingebauten Zustand (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)

$R$  = Randzone:

Fläche 10 % der jeweiligen lichten, Breiten- und Höhenmaße (weniger strenge Beurteilung)

$H$  = Hauptzone: (strenge Beurteilung)

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabelle nach Abschnitt 10.12.1.3 uneingeschränkt anwendbar ist. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffshemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

## 10.12.1.4.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

### 10.12.1.4.1.1 Eigenfarbe

Alle bei Glaserzeugnissen verwendeten Materialien haben rohstoffbedingte Eigenfarben, welche mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Aus funktionellen Gründen werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein. Schwankungen des Farbeindrucks sind aufgrund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden.



## 10.12.1.4.1.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart). Eine derartige Bewertung kann nicht Gegenstand dieser Richtlinie sein. (Weitere Informationen dazu finden sich im VFF-Merkblatt „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen“).

## 10.12.1.4.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit außerhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterrahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein. Diese Merkmale können sichtbar werden, wenn der Isolierglas-Randverbund konstruktionsbedingt an einer oder mehreren Stellen nicht abgedeckt ist.

Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der/des Abstandhalter(s) zur geraden Glaskante oder zu weiteren Abstandhaltern (z. B. Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Grenzkantenlänge von 2,5 m insgesamt 4 mm, bei größeren Kantenlängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischeiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters zur Grenzkantenlänge von 3,5 m 4 mm, bei größeren Kantenlängen 6 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

## 10.12.1.4.1.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

Durch klimatische Einflüsse (z. B. Isolierglaseffekt) sowie Erschütterungen oder manuell angeregte Schwingungen können zeitweilig bei Sprossen Klappergeräusche entstehen.

Sichtbare Sägeschnitte und geringfügige Farblösungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

## 10.12.1.4.1.5 Außenflächenbeschädigung

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 10.12.1.3 beurteilt werden.

Im Übrigen gelten u. a. folgende Normen und Richtlinien:

- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- VOB/C ATV DIN 18 361 „Verglasungsarbeiten“
- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte
- Merkblatt zur Glasreinigung, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V., u. a.
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas e. V., u. a.

und die jeweiligen technischen Angaben und die gültigen Einbauvorschriften der Hersteller.

## 10.12.1.4.1.6 Physikalische Merkmale

Von der Beurteilung der visuellen Qualität ausgeschlossen sind eine Reihe unvermeidbarer physikalischer Phänomene, die sich in der lichten Glasfläche bemerkbar machen können, wie:

- Interferenzerscheinungen
- Isolierglaseffekt
- Anisotropien
- Kondensation auf den Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)
- Benetzbarkeit von Glasoberflächen

## 10.12.1.5 In Österreich gilt an Stelle der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen die ÖNORM B 3738.

Tab. 10.27: Zulässige Fehler bei Isolierglas aus Floatglas

Abb. 1 Zulässig pro Einheit (2-Scheiben-Isolierglas)

<b>Zone</b>	Aussenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und den Randverbund nicht überschreiten																																						
<b>F</b>	Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.  Punkt- und flächenförmige Rückstände und Kratzer sowie ungleichmässiger und/oder wellenförmiger Butylauftrag, uneingeschränkt.																																						
<b>R</b>	<p><b>Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken u. dgl.:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Scheibenfläche</th> <th>Anzahl</th> <th>Durchmesser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1 m<sup>2</sup></td> <td>max. 4 Stück</td> <td>≤ 3 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 1 m<sup>2</sup></td> <td>max. 1 Stück mit Ø ≤ 3 mm je uml. Meter</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR):</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Scheibenfläche</th> <th>Anzahl</th> <th>Durchmesser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1 m<sup>2</sup></td> <td>max. 4 Stück</td> <td>≤ 3 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 1 m<sup>2</sup></td> <td>max. 1 Stück mit Ø ≤ 3 mm je uml. Meter</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Rückstände (flächenförmig) im SZR (weisslich grau bzw. transparent):</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Scheibenfläche</th> <th>Anzahl</th> <th>Durchmesser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bis 5 m<sup>2</sup></td> <td>max. 1 Stück</td> <td>≤ 3 mm</td> </tr> <tr> <td>pro weitere 5 m<sup>2</sup></td> <td>jeweils 1 Stück</td> <td>≤ 3 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Kratzer:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Scheibenfläche</th> <th>Einzellänge</th> <th>Summe Einzellängen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bis 5 m<sup>2</sup></td> <td>max. 30 mm</td> <td>max. 90 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 5 m<sup>2</sup></td> <td>max. 30 mm</td> <td>prop. Hochrechnung</td> </tr> </tbody> </table> <p>Anmerkung: Die „proportionale Hochrechnung“ bezieht sich auf die „Summe aller Einzellängen“ und nicht auf deren Größe oder Einzellänge. <b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt</p>			Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser	≤ 1 m <sup>2</sup>	max. 4 Stück	≤ 3 mm	> 1 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück mit Ø ≤ 3 mm je uml. Meter		Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser	≤ 1 m <sup>2</sup>	max. 4 Stück	≤ 3 mm	> 1 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück mit Ø ≤ 3 mm je uml. Meter		Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser	bis 5 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück	≤ 3 mm	pro weitere 5 m <sup>2</sup>	jeweils 1 Stück	≤ 3 mm	Scheibenfläche	Einzellänge	Summe Einzellängen	bis 5 m <sup>2</sup>	max. 30 mm	max. 90 mm	> 5 m <sup>2</sup>	max. 30 mm	prop. Hochrechnung
Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser																																					
≤ 1 m <sup>2</sup>	max. 4 Stück	≤ 3 mm																																					
> 1 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück mit Ø ≤ 3 mm je uml. Meter																																						
Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser																																					
≤ 1 m <sup>2</sup>	max. 4 Stück	≤ 3 mm																																					
> 1 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück mit Ø ≤ 3 mm je uml. Meter																																						
Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser																																					
bis 5 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück	≤ 3 mm																																					
pro weitere 5 m <sup>2</sup>	jeweils 1 Stück	≤ 3 mm																																					
Scheibenfläche	Einzellänge	Summe Einzellängen																																					
bis 5 m <sup>2</sup>	max. 30 mm	max. 90 mm																																					
> 5 m <sup>2</sup>	max. 30 mm	prop. Hochrechnung																																					
<b>H</b>	<p><b>Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken u. dgl.:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Scheibenfläche</th> <th>Anzahl</th> <th>Durchmesser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1 m<sup>2</sup></td> <td>max. 2 Stück</td> <td>≤ 2 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 1 m<sup>2</sup> ≤ 2 m<sup>2</sup></td> <td>max. 3 Stück</td> <td>≤ 2 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2 m<sup>2</sup> ≤ 5 m<sup>2</sup></td> <td>max. 5 Stück</td> <td>≤ 2 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 5 m<sup>2</sup></td> <td>prop. Hochrechnung</td> <td>≤ 2 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Anmerkung: Die „proportionale Hochrechnung“ bezieht sich auf die „Anzahl der Einzelfehler“ für Scheibenfläche von &gt; 2 m<sup>2</sup> bis ≤ 5 m<sup>2</sup> und nicht auf die maximale Größe. <b>Kratzer:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Scheibenfläche</th> <th>Einzellänge</th> <th>Summe Einzellängen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bis 5 m<sup>2</sup></td> <td>max. 15 mm</td> <td>max. 40 mm</td> </tr> <tr> <td>&gt; 5 m<sup>2</sup></td> <td>max. 15 mm</td> <td>prop. Hochrechnung</td> </tr> </tbody> </table> <p>Anmerkung: Die „proportionale Hochrechnung“ bezieht sich auf die „Summe aller Einzellängen“ der Fehler und nicht auf deren Größe oder Einzellänge. <b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt</p>			Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser	≤ 1 m <sup>2</sup>	max. 2 Stück	≤ 2 mm	> 1 m <sup>2</sup> ≤ 2 m <sup>2</sup>	max. 3 Stück	≤ 2 mm	> 2 m <sup>2</sup> ≤ 5 m <sup>2</sup>	max. 5 Stück	≤ 2 mm	> 5 m <sup>2</sup>	prop. Hochrechnung	≤ 2 mm	Scheibenfläche	Einzellänge	Summe Einzellängen	bis 5 m <sup>2</sup>	max. 15 mm	max. 40 mm	> 5 m <sup>2</sup>	max. 15 mm	prop. Hochrechnung												
Scheibenfläche	Anzahl	Durchmesser																																					
≤ 1 m <sup>2</sup>	max. 2 Stück	≤ 2 mm																																					
> 1 m <sup>2</sup> ≤ 2 m <sup>2</sup>	max. 3 Stück	≤ 2 mm																																					
> 2 m <sup>2</sup> ≤ 5 m <sup>2</sup>	max. 5 Stück	≤ 2 mm																																					
> 5 m <sup>2</sup>	prop. Hochrechnung	≤ 2 mm																																					
Scheibenfläche	Einzellänge	Summe Einzellängen																																					
bis 5 m <sup>2</sup>	max. 15 mm	max. 40 mm																																					
> 5 m <sup>2</sup>	max. 15 mm	prop. Hochrechnung																																					

Die Beanstandungen ≤ 0,5 mm werden nicht berücksichtigt. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.

Die zulässige Anzahl der jeweiligen Fehler erhöht sich bei 3-Scheiben-Isolierglas um 50 % und bei 4-Scheiben-Isolierglas um 100 %.

## Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG):

1. Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je Verbundglaseinheit um 50 %.
2. Bei Gießharzscheiben können produktionsbedingte Welligkeiten auftreten.

## Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG):

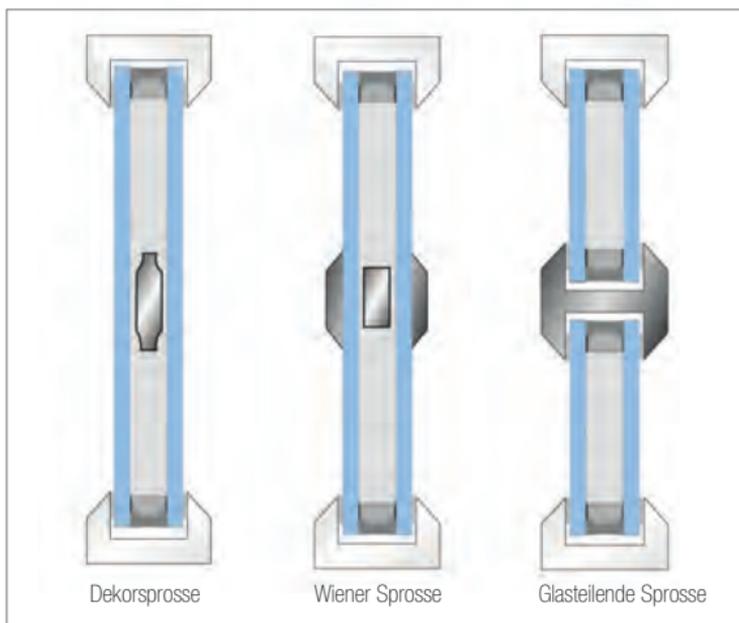
1. Die örtliche Verwerfung auf der Glasfläche darf 0,5 mm, bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm, nicht überschreiten.
2. Bei ESG mit einer Nenndicke von 3 bis 19 mm und bei TVG mit einer Nenndicke von 3 bis 12 mm aus Floatglas darf die generelle Verwerfung, bezogen auf die Länge der Kanten oder der Diagonalen, nicht größer als 3 mm pro 1000 mm sein.
3. Wird VG oder VSG aus vorgespannten Einheiten hergestellt, sind obige Werte der Verwerfungen, mit einem Aufschlag von 50 % anzusetzen.

### 10.12.2 BF-Merkblatt für die Beurteilung von Sprossen im SZR

#### 10.12.2.1 Einleitung

Fenster können mit Sprossen im Scheibenzwischenraum (SZR) hergestellt werden. (z. B. aus gestalterischen Gründen und zur Stilerhaltung).

Abb. 10.36: Sprossenarten



Bei Dekorsprossen ist weiterhin eine ebene Glasfläche und somit eine einfache Fensterreinigung gegeben. Nur bei Wiener Sprossen (Kastensprossen) werden innen und außen auf das Glas Sprossenprofile geklebt. Dadurch erzielt man den Eindruck, es würde sich um jeweils einzelne Scheiben handeln.

Eine glasteilende Sprosse verschlechtert die Energiebilanz des Fensters im Vergleich zu Sprossen im SZR (Wiener und Dekorsprosse) stärker. Glasteilende Sprossen werden in diesem Merkblatt nicht berücksichtigt. Zur individuellen Gestaltung von Fenstern werden Sprossen aus verschiedenen Materialien in unterschiedlichen Breiten, Geometrien und Oberflächenausführungen angeboten.

Dieses Merkblatt richtet sich an Architekten, Planer, Isolierglashersteller, Fensterbauer und Endverbraucher. Mit dem Merkblatt soll auf die spezifischen Merkmale von Fenstern mit Wiener- und Dekorsprossen und im SZR hingewiesen werden.

### 10.12.2.2 Kriterien zur Beurteilung

Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel von 90° auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung entspricht. Die Betrachtung erfolgt grundsätzlich in einem Abstand von größer 2,0 m. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Sprossen einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. (Analog zur „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“)

Die Beurteilung hat bei freier Durchsicht auf neutralen Hintergrund zu geschehen. Der Gesamteindruck des Fensters ist entscheidend.

### 10.12.2.3 Farbtoleranzen

Die Sprossenoberflächen werden nach bestimmten Standards z. B. RAL für die Farbe hergestellt. Die Genauigkeit des Farbtons (visuell beurteilt) hängt von vielen Parametern ab, die in diesen Standards geregelt sind.

#### Hinweis:

Zeitbedingte Farbtonabweichungen werden von diesem Merkblatt nicht geregelt, da diese vom Standort (z. B. UV-Strahlung) abhängig sind.

- Physikalisch bedingte Wärmerisse bei eloxierten Oberflächen sind zulässig
- Änderungen der Sprossenoberfläche auf Schmalseiten von Sprossen im SZR sind zulässig

Die Eigenfarbe und Beschichtung des Glases können die Farbwirkung der Sprossenoberfläche beeinflussen!

## 10.12.2.4 Ausführung

### Verbindungen

Spaltbildende Verbindungen zum Abstandhalterrahmen stellen bei einigen Abstandhaltersystemen den Stand der Technik dar und sind deshalb zulässig.

Abb. 10.37: Sprossenlage

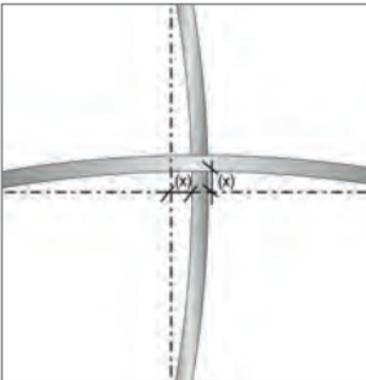


### Anbindung Sprosse an den Abstandhalterrahmen

Sprossenmitte zu Abstandhaltermitte (x) max.  $\pm 1$  mm.

Der Scheibenzwischenraum muss deutlich größer sein als die Bauhöhe der Sprossen. Durch klimatische Einflüsse sowie Erschütterungen, manuell oder mechanisch angeregte Schwingungen, können zeitweilig bei Sprossenfenstern Klappergeräusche entstehen.

Abb. 10.38: Parallelität



### Parallelität und Lage-toleranz der Sprosse zum Abstandhalter

Die zulässige Abweichung (x) zur Soll-lage, ist im Auslieferungszustand des Isolierglases  $\pm 2$  mm pro Meter Sprossenlänge. Aber mindestens  $\pm 1$  mm unabhängig von der Sprossenlänge.

Die oben genannten Toleranzen sind ohne Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen des Isolierglases im Fenster sowie des Gesamteindrucks des Fensters einzuhalten.

Bei Dreifach-Wärmedämmglas wird empfohlen, die Dekorsprossen auf den äußeren SZR zu begrenzen.

## Klima und Temperatureinfluss

Die Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Aus diesem Grund werden die oben genannten Toleranzen nur bei Raumtemperatur betrachtet.

### Weitere Informationen:

- Informationen über wärme- und schalltechnische Eigenschaften siehe BF-Merkblätter u. a. „Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas“, „Schallschutzglas“.

### 10.12.3 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

Schwerpunkt: Transport, Lagerung und Einbau

Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar | Fachverband Glas Fenster Fassade Baden-Württemberg, Karlsruhe | Verband der Fenster- und Fassadenhersteller, Frankfurt | FlachglasMarkenkreis GmbH, Gelsenkirchen | Gluske-BKV GmbH, Wuppertal | Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde | Solar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg | Pilkington Deutschland AG, Gladbeck | Schollglas, Barsinghausen | Glas Trösch GmbH, Nördlingen, Stand: 2008

#### 10.12.3.1 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.

#### 10.12.3.2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für:

- Transport
- Lagerung
- Einbau

zur Verwendung von Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279.

Diese Richtlinie beschreibt die notwendigen Maßnahmen, um die Dichtigkeit 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 AGB 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.

**Abb. 10.39: Isolierglas-Randverbund**



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.

### 10.12.3.3 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



## 10.12.3.4 Transport, Lagerung und Handhabung

Üblich ist der Transport auf Gestellen oder mit Kisten.

### 10.12.3.4.1 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.

### 10.12.3.4.2 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.

## 10.12.3.5 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.

## 10.12.3.6 Klotzung

Der Verglasungsklotz ist die Schnittstelle zwischen Glas und Rahmen. Die Klotzungstechnik wird in [3] dargelegt.

Abb. 10.40: Klotzungstechnik



Die Klotzung soll einen freien Glas-Falzraum zur Aufrechterhaltung des Dampfdruckausgleiches (Langzeitkondensation), der Belüftung und ggf. der Entwässerung gewährleisten. Generell sind beim Einbau von Mehrscheiben-Isoliergläsern geeignete Verglasungsklotze 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.

Klotze können aus geeignetem Holz, geeignetem Kunststoff oder anderen geeigneten Materialien hergestellt sein, müssen eine ausreichende, dauerhafte Druckfestigkeit besitzen und dürfen an den Glaskanten keine Absplitterungen verursachen.

Klotze 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.

## 10.12.3.7 Mechanische Beanspruchungen

Im eingebauten Zustand wirken auf das Mehrscheiben-Isolierglas dynamische und Dauerlasten aus Wind, Schnee, Menschengedränge 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.

## 10.12.3.8 Glasfalz, Abdichtung und Dampfausgleich

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.

## 10.12.3.9 Normen, Richtlinien, Regelwerke (in ihrer jeweils gültigen Fassung)

- [1] TRAV – Technische Regeln zur Verwendung von absturzsichernden Verglasungen, DIBt Berlin
- [2] TRLV – Technische Regeln zur Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen, DIBt Berlin
- [3] Technische Richtlinie Nr. 3 des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar
- [4] Technische Richtlinie Nr. 17 des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar
- [5] EN 1279-5, Glas im Bauwesen, Mehrscheiben-Isolierglas, Konformitätsbewertung
- [6] DIN 18545-1, Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Anforderungen an Glasfalze; Verglasungen mit Dichtstoffen
- [7] DIN 18545-3, Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Verglasungssysteme
- [8] Beanspruchungsgruppen für die Verglasung von Fenstern, ift-Richtlinie VE 06/01

Die abgedruckten Richtlinien des BF gelten zusätzlich und nachrangig zu den Verglasungsrichtlinien der UNIGLAS bzw. deren Partnerbetrieben.

## 10.12.4 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis „Systeme im SZR“ beim Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Unter Mitwirkung von: ift Rosenheim

### 10.12.4.1 Geltungsbereich

**10.12.4.1.1** Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von im Scheibenzwischenraum eingebauten beweglichen und starren Systemen wie Lamellen, Folien, Lichtlenkprofile, Plissees usw. mit allen sichtbaren Teilen. Die Beurteilung der MIG erfolgt nach den einschlägigen Richtlinien und Normen.

**10.12.4.1.2** Die Beurteilung der visuellen Qualität der eingebauten Systeme erfolgt entsprechend der nachfolgenden Prüfgrundsätze und Prüfkriterien wie Betrachtungswinkel, Betrachtungsflächen, Zulässigkeiten und jeweiligen Besonderheiten der einzelnen Systeme. Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende raumseitige Sichtfläche der integrierten Systeme.

### **10.12.4.1.3 Weitere Richtlinien und Normen**

- DIN 18073 „Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen“
- EN 13120 „Abschlüsse innen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“

### **10.12.4.2 Prüfgrundsätze**

#### **Vorbemerkungen**

- Geräusche, die durch das Öffnen bzw. Kippen von Fenstern und durch Fahrbewegungen entstehen, sind technisch bedingt und stellen keinen Mangel dar
- Beurteilungskriterien gelten nur für waage- und lotrecht ausgerichtete Anlagen
- Der Bereich Lamellenabstand zum Abstandhalter ist kein visuelles Kriterium
- Abnutzungserscheinungen sind nicht Gegenstand der visuellen Qualität.

#### **10.12.4.2.1 Lamellensysteme**

Maßgeblich bei der Prüfung sind bei Lamellensystemen die sichtbaren Oberflächen der Lamellen, des Kopfprofils und des Fuß- oder Endprofils, die Lage der Lamellen in der oberen und unteren Endlage (keine Teilflächen, wie halb herunter gefahrene Behänge). Bei seitlich gehaltenen Systemen (z. B. über Spannschnüre) erfolgt eine Beurteilung der Lamellenprofile bezüglich der Oberfläche und der seitlichen Halterungen.

#### **10.12.4.2.2 Foliensysteme – Plissésysteme**

Bei Folien- und Plisseesystemen sind die Oberflächen und ihr Erscheinungsbild hinsichtlich Wellen- und Faltenbildung in ihrer oberen und unteren Endlage sowie die Einzelteile zu beurteilen.

#### **10.12.4.2.3 Prüfkriterien**

**10.12.4.2.3.1** Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung von innen laut nachfolgender Tabelle 1 entspricht. Die Betrachtung von außen erfolgt grundsätzlich in einem Abstand von größer 2,0 m. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf

keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Lamellen bzw. Folien einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. Die Prüfungsvoraussetzungen gelten für die obere und untere Endlage. Ein nur teilweise geschlossenes System kann nicht bewertet werden, da hier keine Funktion im Sinne der Anforderungen von Sonnen-, Sicht- und Blendschutz besteht.

**10.12.4.2.3.2** Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden in dieser Richtlinie keine Berücksichtigung. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

**Tab. 10.28: Prüfkriterien**

Produkt	Betrachtungswinkel	Abstand zur Betrachtungsfläche
Jalousiesystem	90°	1,5 m
Foliensystem*	90°	2,0 m
Lichtlenksystem*	90°	2,0 m
Seitlich eingespanntes Lamellensystem"	90°	1,5 m

\* Tabelle gilt nur für Systeme mit diffuser Reflexion

## 10.12.4.4 Betrachtungsflächen

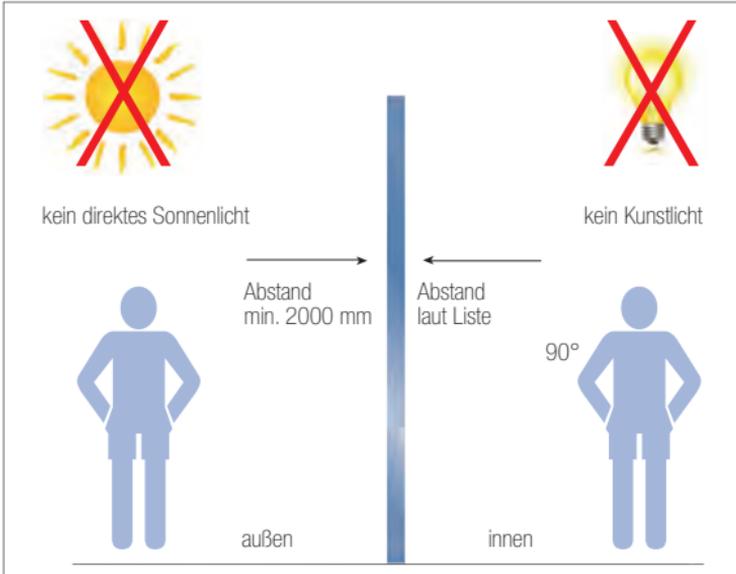
Die zu beurteilende Fläche wird aufgeteilt in:

- Randzone = 10 % der Randfläche aus dem jeweiligen Breiten- und Höhenmaß (weniger strenge Beurteilung)
- Hauptzone = von der Flächenmitte aus verbleibende Sichtfläche bis zur Randzone (strenge Beurteilung)

**Abb. 1: Betrachtungsflächen**



Abb. 10.42:



## 10.12.4.5 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen

### 10.12.4.5.1 Erkennbare Oberflächenabweichungen

**10.12.4.5.1.1** Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Runterfahren kann technisch bedingter Abrieb im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugschnüre und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände bzw. Verfärbungen erfolgt nach den Tabellen 2, 3, 4, und 5.

**10.12.4.5.1.2** Punkte, Einschlüsse, Flecken, Beschichtungsfehler etc. werden wie folgt bewertet:

Zulässig sind pro m<sup>2</sup> Fläche

Randzone: max. 4 Stück  $\varnothing \leq 3$  mm

Hauptzone: max. 2 Stück  $\varnothing \leq 2$  mm

**10.12.4.5.1.3** Kratzer in der Haupt- und Randzone Haarkratzer kaum sichtbar, nicht gehäuft erlaubt, wenn deren Summe der Einzellängen nicht größer als 30 mm ist.

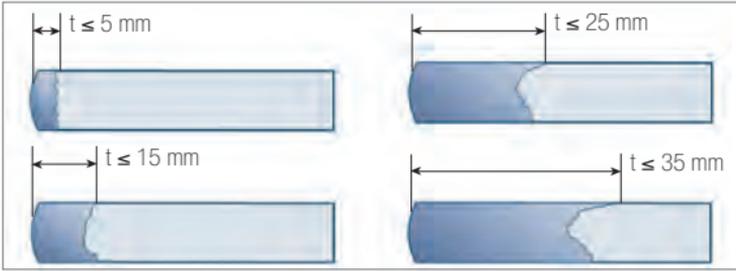
Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

Tab. 10.29: Beurteilungskriterium

Beurteilungskriterium	Beurteilung
Verfärbung der Lamellenenden durch Abrieb	nach Tabelle 10.32
Abriebspuren im SZR bedingt zulässig	nach Tabelle 10.32
Rückstände: bedingt zulässig z.B. Butyl auf den Lamellen	nach Tabelle 10.32

© ift Rosenheim

Tab. 10.30: Beispiele



© ift Rosenheim

Tab. 10.31: Farbe der Lamellen

Farbe der Lamellen Farbe der Verschmutzung	Kontrast
	0 - 20 %
	20 - 40 %
	40 - 60 %
	60 - 80 %
	80 - 100 %

© ift Rosenheim

Tab. 10.32: Tiefe der Verfärbung

Tiefe der Verfärbung	Kontrast 0 - 20 %	20 - 40 %	40 - 60 %	60 - 80 %	100%
$t \leq 5 \text{ mm}$	OK	OK	OK	OK	OK
$t \leq 15 \text{ mm}$	OK	OK	OK	OK	nein
$t \leq 25 \text{ mm}$	OK	OK	OK	nein	nein
$t \leq 35 \text{ mm}$	OK	OK	nein	nein	nein
$t > 35 \text{ mm}$	nein	nein	nein	nein	nein

© ift Rosenheim

## 10.12.4.5.2 Zulässiger Lamellenversatz

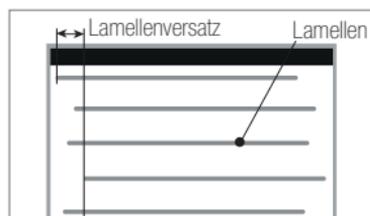
- Der Lamellenversatz wird von den beiden maximal versetzten Lamellen einer Scheibe beurteilt
- Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Richtlinie keine Gültigkeit.

Tab. 10.33: Zulässiger Lamellenversatz

Scheibenbreite ab	Scheibenbreite bis	Maximaler Lamellenversatz
0	1000	6
1001	2000	8
2001		10

Maße in mm

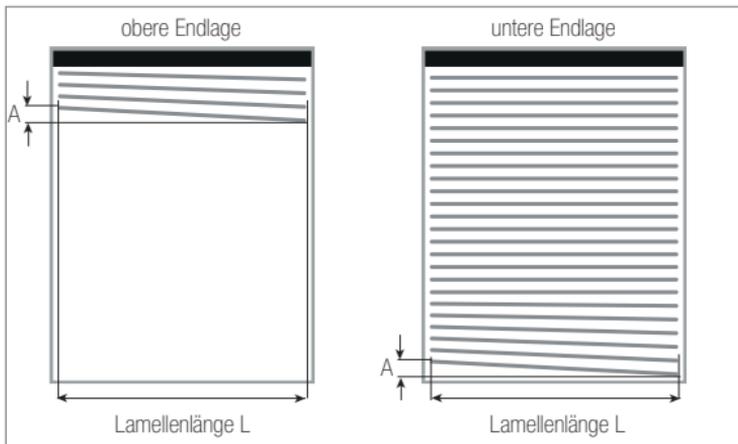
Abb. 10.43: Lamellenversatz



## 10.12.4.5.3 Abweichung von der Rechtwinkligkeit/ Schiefhang

Die maximal zulässige Abweichung A von der Rechtwinkligkeit in der oberen und unteren Endlage beträgt 6 mm pro Meter Lamellenlänge L, maximal jedoch 15 mm.

Abb. 10.44:



## 10.12.4.5.4 Zulässige Abweichung von der Form

### 10.12.4.5.4.1 Zulässige Verdrehung/ Verzerrung

Tab. 10.34:

Verdrehung/Verzerrung (EN 13120):	2 mm/m
<p>Winkelablenkung V zwischen dem einen Ende der Lamelle und dem anderen Ende</p>	
Lokale Verzerrung	im Bereich der Stanzung zulässig

### 10.12.4.5.4.2 Zulässige Durchbiegung

Die Beurteilung der Durchbiegung von Lamellen wird in geschlossener Behangstellung beurteilt.

Tab. 10.35: Durchbiegung

Durchbiegung D (EN 13120):	Länge der Lamellen in mm	Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm
<p>Endstab: 4 mm Lamelle (gemessen in geschlossener Behangstellung)</p>	$L \leq 1,5$	5
	$1,5 < L \leq 2,5$	10
	$2,5 < L \leq 3,5$	15
	$L > 3,5$	20
Säbelförmigkeit Lamelle C (EN 13120):	$L = \text{Länge der Lamellen}$ $C = \frac{1}{2} L^2$	

## 10.12.4.5.5 Zulässige Abweichung beim unvollständigen Wenden von Lamellen

2% der Gesamtanzahl der Lamellen. Die Lamellen dürfen beim Abfahren so hängen bleiben, dass sie erst beim Wenden der Lamellen in die vorgesehene Position klappen. Ein dauerhaftes Hängenbleiben der Lamellen ist unzulässig.

## 10.12.4.5.6 Minimaler Schließwinkel

Der Schließwinkel von Lamellensystemen muss der Systembeschreibung entsprechen.

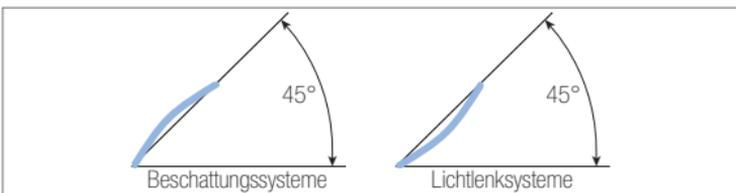
Der minimale Schließwinkel sollte  $45^\circ$  betragen, wenn nichts anderes angegeben ist.

## 10.12.4.5.7 Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

- solange diese auf vor angegebene Toleranzen der Einzelbauteile zurückzuführen sind,
- die sonstigen Toleranzen der Jalousien eingehalten werden  
Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen können unter anderen entstehen durch:
- ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen
- Schließwinkeltoleranzen

Abb. 10.45:



## 10.12.4.5.8 Schließwinkeltoleranzen in der Fläche

Beurteilt wird:

- der Durchschnittswert von 3 aufeinanderfolgenden Lamellen
- bei den Behanghöhen 90 %, 50 % (Mitte), 10 %

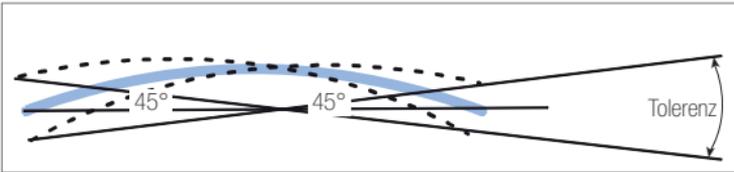
Die maximale Winkelabweichung in Bezug auf die Behangmitte darf hierbei laut Tabelle 35 betragen.

Tab. 10.36: Schließwinkeltoleranzen

Systeme	bis zu einer Höhe von	ab einer Höhe von	Toleranz
Beschattungssysteme	1000 mm		$\pm 8^\circ$
		1001 mm	$\pm 12^\circ$
Lichtlenksysteme	1000 mm		$\pm 10^\circ$
		1001 mm	$\pm 12^\circ$

## 10.12.4.5.9 Genauigkeit des Öffnungswinkels von Lamellensystemen, welche nur einseitig schließen

Abb. 10.46:



Tab. 10.37: Genauigkeit des Öffnungswinkels

Scheibenbreite		Maximaler Lamellenversatz
ab	bis	
1001	2000	± 7°
2001	3000	± 8°
3000		± 9°
		± 10°

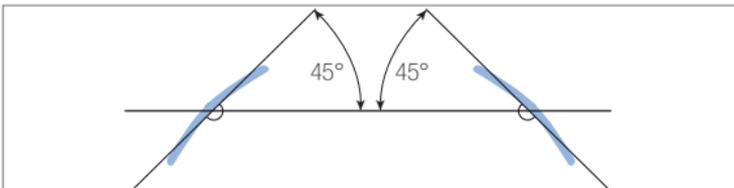
Maße in mm

Nach maximaler Öffnung des Lamellensystems dürfen die Lamellen im mittleren Höhendrittel einer senkrechten Scheibe von der waagrechten nach der nebenstehenden Tabelle abweichen:

## 10.12.4.5.10 Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen richtet sich nach DIN 18 073 und muss mindestens 90° um die Längsachse betragen.

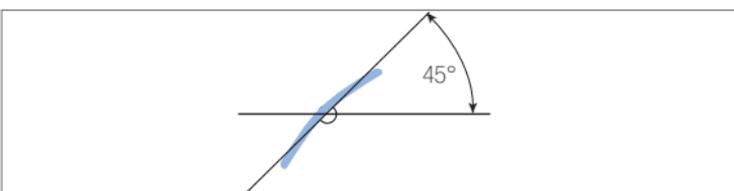
Abb. 10.47:



## 10.12.4.5.11 Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen wird nur auf die schließende Seite bewertet und muss hierbei mindestens 45° um die Längsachse betragen.

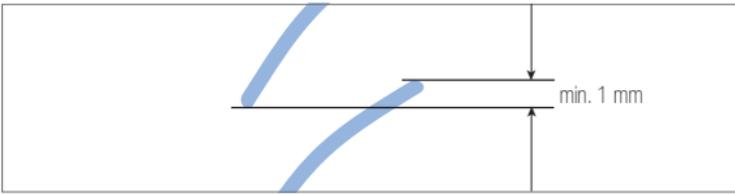
Abb. 10.48:



## 10.12.4.5.12 Überdeckung der Lamellen

Die einzelnen Lamellen müssen bei maximalem Schließwinkel um mindestens 1 mm überdecken.

Abb. 10.49:



## 10.12.4.5.13 Lamellenschluss

Bei geschlossenem Behang und waagerechtem Blickwinkel (90° zum Behang) darf keine direkte Durchsicht möglich sein.

## 10.12.4.6 Rollosysteme und Plisseesysteme

### 10.12.4.6.1 Erkennbare Oberflächenfehler

(die zu beurteilende Behangfläche richtet sich nach Punkt 10.12.4.2.3)

Tab. 10.38: Erkennbare Oberflächenfehler

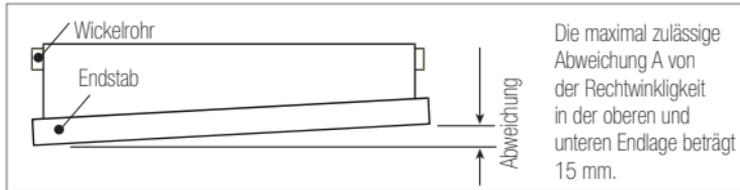
Randzone	1. Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände Beschichtungsfehler etc. Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ , max. 4 Stck. à $\leq 3 \text{ mm}$ Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ , max. 4 Stck. / $\text{m}^2$ à $\leq 3 \text{ mm}$
	2. Kratzer Summe der Einzellängen max. 90 mm Einzellänge max. 30 mm
Hauptzone	1. Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände Beschichtungsfehler etc. Scheibenfläche $< 1 \text{ m}^2$ , max. 2 Stck. à 2 mm Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$ , max. 3 Stck. à 2 mm Scheibenfläche $> 2 \text{ m}^2$ , max. 5 Stck. à 2 mm
	2. Kratzer Summe der Einzellängen max. 45 mm Einzellänge max. 15 mm nicht gehäuft.

## 10.12.4.6.2 Abweichung von der Rechtwinkligkeit

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden in folgenden Positionen beurteilt

- obere Endlage (Rollo / Plissee geöffnet)
- untere Endlage (Rollo / Plissee geschlossen)

Abb. 10.50:



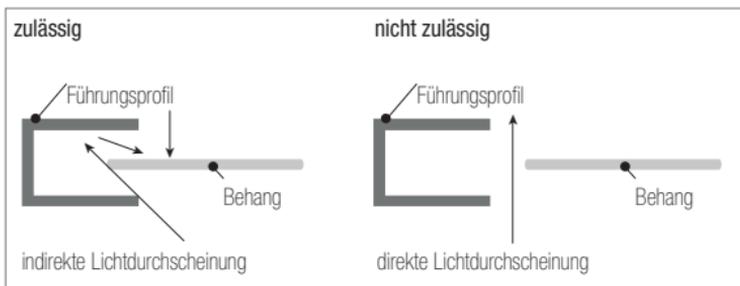
## 10.12.4.6.3 Wellen- und Faltenbildung

Wellen und Falten stellen keinen Mangel dar, solange diese die Funktion des Systems nicht beeinträchtigen

## 10.12.4.6.4 Lichtdurchscheinungen

- Direkte Lichtdurchscheinungen (Lichtdurchgang, ohne Behinderung durch den Behang usw.) sind nicht erlaubt
- Indirekte Lichtdurchscheinungen (z. B. über Reflexionen) sind zulässig

Abb. 10.51:



## 10.12.4.6.5 Einrollungen von freien Behangkanten

Als freie Behangkante wird eine Schnittkante bezeichnet, welche an keinem anderen Bauteil (Endstab, Wickelrohr, usw.) befestigt ist.

Eine Einrollung von freien Behangkanten ist erlaubt wenn:

- es bei rechtwinkligem Betrachtungswinkel zu keinen direkten Lichtdurchscheinungen kommt.
- die Funktion des Rollo hierdurch nicht gestört ist.

Abb. 10.52:

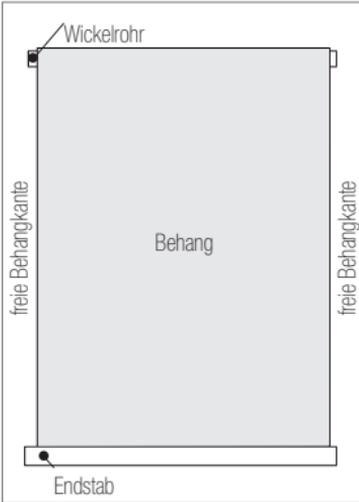
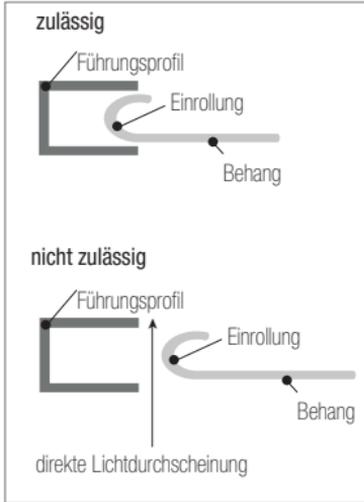


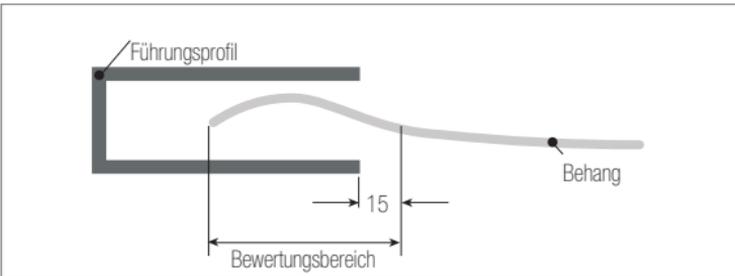
Abb. 10.53:



## 10.12.4.6.6 Behangveränderung im Bereich von Führungen

Behangveränderungen, wie z. B. Abrieb im Bereich von Führungen sind zulässig, wenn sich die Durchsicht um nicht mehr als 20 % ändert.

Abb. 10.54:

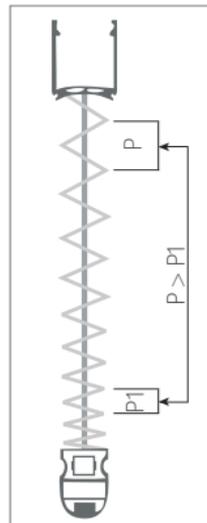


## 10.12.4.6.7 Plisseesysteme

Aufgrund des Eigengewichtes des Stoffes, wechselt der Verlauf der Faltenbreite zwischen den ersten und letzten Falten. Dieses Phänomen ist bei Behängen mit Höhen von mehr als 1 m spürbarer als bei kleineren Behängen. Der Unterschied des Verlaufs ist kein Reklamationsgrund, denn er ist in den Eigenschaften des Stoffes begründet.

Die ersten Falten tendieren natürlich dazu, auch aufgrund der Einwirkung von Wärme, leicht abzuflachen, wodurch die Faltung jedoch erhalten bleibt. Der Stoff muss bei jedem Hebevorgang ein ordentliches Zusammenlegen der Falten gewährleisten.

Abb. 10.55:



## 10.12.4.7 Allgemeine Hinweise

Diese Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der visuellen Qualität von Lamellen, Rollo und Plisseesystemen im MIG dar. Bei der Beurteilung sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass außer der visuellen Qualität ebenso die wesentlichen Merkmale des Produkts zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Ein Gleichlauf von mehreren Elementen kann nicht gewährleistet werden.

## 10.12.4.8 Besondere Hinweise

**10.12.4.8.1** Bei allen Systemen kann aus technischen Gründen links und/oder rechts des Kopfprofils ein sichtbarer Spalt entstehen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und sind kein Grund zur Beanstandung.

**10.12.4.8.2** Die einzelnen Lamellen werden durch sogenannte Leiterkordeln in ihrer Lage fixiert.

Diese Leiterkordeln können systembedingt ihre Lage verändern. Ferner erfolgt die Auffaltung dieser Leiterkordeln nicht regelmäßig.

**10.12.4.8.3** Bei allen Systemen können Abdeckungen auf den Glasoberflächen eingesetzt werden. Diese Abdeckungen können beispielsweise aus Emaille oder Folien auf Glas bestehen. Sie sind nicht Gegenstand einer Bewertung durch diese Richtlinie und müssen gesondert betrachtet werden.

## 10.12.5 Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis „Systeme im SZR“ beim Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

### 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.

### 10.12.5.1 Geltungsbereich

**10.12.5.1.1** 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.

**10.12.5.1.2** 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.

**10.12.5.1.3** 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, Rolltore und sonstige Abschlüsse im Bauwesen – Begriffe, Anforderungen“
- Die Systembeschreibung der Rahmenhersteller

## 10.12.5.2 Verglasung von integrierten Systemen im Mehrscheiben-Isolierglas

### 10.12.5.2.1 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.

### 10.12.5.2.2 Glasfalzausbildung

Bei der Bemessung des Glasfalzes ist zu berücksichtigen, dass sich die Gesamtglasdicke und die Randverbundbreite von üblichen Glassystemen unterscheiden.

### 10.12.5.2.3 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.

## 10.12.5.3 Lagerung, Transport, Einbau, Prüfung

### 10.12.5.3.1 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 sonstiger Systemkomponenten, die sich am oder außerhalb des Isolierglaselementes befinden, sind nicht zulässig.

Die 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 herstellereigene Funktionsprüfung des iSiM ein.

### 10.12.5.3.2 Inbetriebnahme

Eine Prüfung und Inbetriebnahme von beweglichen iSiM ist unter den Randbedingungen einer gebrauchstüblichen Nutzung durchzuführen.

(Siehe BF-Merkblatt 005) Dem Endkunden sind systembedingte Bedienerhinweise zu übergeben.

## 10.12.5.4 Kabelverbindung

### 10.12.5.4.1 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.

### 10.12.5.4.2 Zubehör

Zulässig sind nur vom Systemhersteller freigegebene Elektro- und Zubehörkomponenten.

## 10.12.5.5 Fensterkontakte und -übergänge

### 10.12.5.5.1 Kontakt

Die Anordnung der Fensterkontakte und -übergänge sind

z. B. bei Dreh- bzw. Dreh-Kipp-Elementen vorzugsweise bandseitig und außerhalb der wasserführenden Ebene vorzunehmen.

### Ergänzende Hinweise

Die Einheit ist so zu klotzen, dass sich eine absolut vertikale Höhenkante ergibt.

Einige Systeme haben einen erhöhten Randverbund und benötigen daher eine größere Falztiefe. Es wird empfohlen vor der Planung und Ausführung beim Hersteller anzufragen.

Abb. 10.56: Anwendungsbeispiel



## 10.12.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten sowie lackierten Gläsern

Die Beurteilung erfolgt wie in Kapitel 2.4 beschrieben.

## 10.12.7 Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern sh. Kap. 2.6.1

## 10.12.8 Richtlinien zur visuellen Beurteilung von VG und VSG

DIN ISO 12543-6:1998

### 10.12.8.1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Fehler in der Glasscheibe, der Zwischenschicht und Prüfverfahren in Bezug auf das Aussehen fest. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Annahmekriterien im Sichtfeld. Diese Kriterien werden auf Erzeugnisse zum Zeitpunkt der Lieferung angewendet.

### 10.12.8.2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren (datierten) Verweisungen gehört die Publikation in der datierten Form zur Norm, spätere Änderungen der Publikation müssen ausdrücklich in diese Norm eingearbeitet werden. Bei undatierten Verweisungen gilt die jeweils letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN ISO 12543-1	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung von Bestandteilen
EN ISO 12543-5	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
EN ISO 14449	Konformitätsbewertung

*Für Sonderaufbauten gelten die jeweiligen Basisnormen der verwendeten Gläser, z. B. für beschichtetes Glas EN 1096-1*

### 10.12.8.3 Definition

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen von EN ISO 12543-1 sowie die folgenden:

#### 10.12.8.3.1 Punktförmige Fehler

Diese Fehlerart umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

#### 10.12.8.3.2 Lineare Fehler

Diese Fehlerart umfasst Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

## 10.12.8.3.3 Andere Fehler

Glasfehler, wie Kerben, und Fehler der Zwischenschicht, wie Falten, Schrumpfung und Streifen.

## 10.12.8.3.4 Undurchsichtige Flecken

Sichtbare Fehler im Verbundglas. (z. B. Zinnflecken, Einschlüsse im Glas in der Zwischenschicht)

## 10.12.8.3.5 Blasen

Üblicherweise Luftblasen, die sich im Glas oder in der Zwischenschicht befinden können.

## 10.12.8.3.6 Fremdkörper

Jeder unerwünschte Gegenstand, der während der Herstellung in das Verbundglas eingedrungen ist.

## 10.12.8.3.7 Kratzer oder Schleifspuren

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

## 10.12.8.3.8 Kerben

Scharf zugespitzte Risse oder Sprünge, die von einer Kante in das Glas verlaufen.

## 10.12.8.3.9 Falten

Beeinträchtigungen, die durch Falten in der Zwischenschicht entstehen und nach der Herstellung sichtbar sind.

## 10.12.8.3.10 Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen

Optische Verzerrungen in der Zwischenschicht, die durch Herstellungsfehler in der Zwischenschicht hervorgerufen wurden und nach der Herstellung sichtbar sind.

## 10.12.8.4 Fehler in der Oberfläche

### 10.12.8.4.1 Punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 10.12.6.2 angegebenen Prüfverfahren hängt die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern von Folgendem ab:

- Größe des Fehlers
- Häufigkeit des Fehlers
- Größe der Scheibe
- Anzahl der Scheiben als Bestandteile des Verbundglases

Dies wird in der Tabelle 10.39 dargestellt. Fehler, die kleiner als 0,5 mm sind, werden nicht berücksichtigt. Fehler, die größer als 3 mm sind, sind unzulässig.

ANMERKUNGEN: Die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern im Verbundglas ist von der Dicke des einzelnen Glases unabhängig.

Eine Anhäufung von Fehlern entsteht, wenn vier oder mehr Fehler in einem Abstand  $< 200$  mm voneinander entfernt liegen. Dieser Abstand verringert sich auf 180 mm bei dreischiebigem Verbundglas, auf 150 mm bei vierschiebigem Verbundglas und auf 100 mm bei fünf- oder mehrschiebigem Verbundglas. Die Anzahl der zugelassenen Fehler in Tabelle 10.39 ist um 1 für einzelne Zwischenschichten zu erhöhen, die dicker als 2 mm sind.

**Tab. 10.39: Zulässige punktförmige Fehler in der Sichtfläche**

Fehlergröße d (mm)		0,5 < d ≤ 1,0	1,0 < d ≤ 3,0			
		Für alle Größen	A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	A > 8
Scheibengröße A in m <sup>2</sup>						
Anzahl der zugelassenen Fehler	2 Scheiben	Keine	1	2	1/m <sup>2</sup>	1,2/m <sup>2</sup>
	3 Scheiben	Begrenzung,	2	3	1,5/m <sup>2</sup>	1,8/m <sup>2</sup>
	4 Scheiben	jedoch keine	3	4	2/m <sup>2</sup>	2,4/m <sup>2</sup>
	5 Scheiben	Anhäufung von Fehlern	4	5	2,5/m <sup>2</sup>	3/m <sup>2</sup>

### 10.12.8.4.2 Lineare Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 10.12.7.2 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Fehler, wie in Tabelle 10.40 angegeben, erlaubt.

**Tab. 10.40: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche**

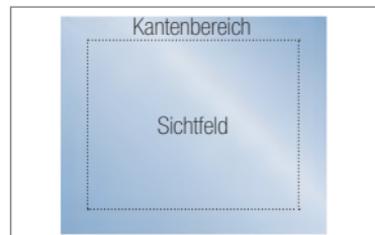
Scheibengröße ab bis	Anzahl der erlaubten Fehler mit 30 mm Länge
≤ 5 m <sup>2</sup>	Nicht erlaubt
5 bis 8 m <sup>2</sup>	1
≤ 8 m <sup>2</sup>	2

Lineare Fehler von weniger als 30 mm Länge sind erlaubt.

### 10.12.8.5 Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern

Wenn nach dem Prüfverfahren von Abschnitt 10.12.7.2 geprüft wird, sind Fehler, die 5 mm im Durchmesser nicht überschreiten, in der Kantenfläche zulässig. Bei Scheibenmaßen ≤ 5 m<sup>2</sup> beträgt die Breite der Kantenfläche 15 mm. Die Breite der Kantenfläche nimmt bei Scheibengrößen > 5 m<sup>2</sup> um 20 mm zu. Sind Blasen vorhanden, darf die mit Blasen versehene Fläche 5 % der Kantenfläche nicht übersteigen.

**Abb. 10.57:**



## 10.12.8.6 Kerben

Kerben sind nicht zulässig.

## 10.12.8.7 Falten und Streifen

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht erlaubt.

## 10.12.8.8 Fehler an Kanten, die nicht gerahmt werden

Verbundglas wird üblicherweise in Rahmen eingebaut; ist es ausnahmsweise ungerahmt, dann dürfen nur folgende Kantenausführungen vorhanden sein:

- geschliffene Kante
- polierte Kante
- Gehrungskanten

**Tab. 10.41:**  
Nach EN ISO 12543-5

Elementdicke	Abmaß
≤ 26 mm	± 1 mm
> 26 ≤ 40 mm	± 2 mm
> 40 mm	± 3 mm

## 10.12.8.9 Dickentoleranzen

**Tab. 10.42: Dickentoleranzen**

Abmessung	Abmaße in Breite und Höhe Elementdicke		
	bis 26	bis 40	über 40
bis 100 cm	± 2,0 mm	± 3,0 mm	± 4,0 mm
bis 200 cm	± 3,0 mm	± 4,0 mm	± 5,0 mm
über 200 cm	± 4,0 mm	± 5,0 mm	± 6,0 mm

## 10.12.8.10 Größentoleranzen

Sichtkanten sind bei Bestellung vorzugeben, um eine bestmögliche Kantenqualität zu erreichen, die produktionsbedingte Abstellkante bleibt jedoch erkennbar sowie Folienreste im Saumbereich. Ist keine Sichtkante vorgegeben, sind Folienrückstände an der Kante erlaubt.

Bei Festmaßherstellungen von VSG können Folienüberstände vorhanden sein.

## 10.12.8.11 Prüfverfahren

Das zu betrachtende Verbundglas wird senkrecht vor und parallel zu einem matt-grauem Hintergrund aufgestellt und diffusem Tageslicht oder gleichwertigem Licht ausgesetzt. Der Betrachter befindet sich in einem Abstand von 2 m von der Scheibe und betrachtet sie im Winkel von 90° (wobei sich der matte Hintergrund auf der anderen Seite der Glasscheibe befindet). Fehler, die bei dieser Betrachtungsweise störend sind, müssen gekennzeichnet werden. Anschließend erfolgt die Beurteilung nach Spezifikation. Für Außenverglasungen mit freier Bewitterung der Glaskanten

können durch die hygroskopische Eigenschaft der PVB-Folie in der Randzone von 15 mm Veränderungen des Farbeindrucks produktspezifisch je nach Umgebungsbedingungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig.

## 10.12.8.12 Farbfolien

Bei Farbfolien kommt es bedingt durch Witterungseinflüsse (z. B. UV-Einwirkung) mit der Zeit zu Farbintensitätsverlusten. Daher können Glasnachlieferungen mehr oder weniger visuell wahrnehmbare Farbunterschiede zu bereits eingebauten Gläsern des gleichen Typs aufweisen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

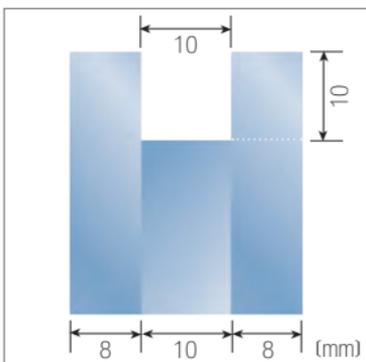
## 10.12.8.13 VSG mit Stufen

Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Bei zweischeibigen VSG-Elementen ist dies generell durchführbar und zu vereinbaren.

Bei VSG-Gläsern, die aus drei oder mehr Gläsern bestehen und bei denen die mittlere(n) Scheibe(n) zu den äußeren Gläsern versetzt ist (sind), wird die Folie abgeschnitten, wenn die Stufenbreite der Glasstärke der Mittelscheibe entspricht bzw. die Stufentiefe den Glasdicken der Mittelscheiben entspricht. Bei allen anderen Stufenrößen muss eine Vereinbarung über den Folienrückschnitt erfolgen.

Soweit die Entfernung der Folie wie beschrieben machbar ist, sind Rückstände produktionstechnisch nicht gänzlich zu vermeiden und stellen keinen Reklamationsgrund dar. Bei allen nicht wie oben beschriebenen Stufenausbildungen können Folienreste bei den Stufen nicht entfernt werden. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Abb. 10.58:



Vom Kunden sollte ein Gegenstück, das in das VSG-Element geschoben wird, bekannt gegeben werden (Breite, Tiefe ...).

Produktionsbedingt sind Folienrückstände an den Glas-kanten vorhanden, diese können an der Abstellkante durch Auflagerpunkte deformiert sein und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 10.12.9 Zugesicherte Eigenschaften

Die aufgeführten technischen Daten/ Werte beziehen sich auf mittlere Angaben von verschiedenen Basisglasherstellern oder wurden im Rahmen einer Prüfung von einem unabhängigen Prüfinstitut nach den jeweils gültigen Normen ermittelt. Die Funktionswerte beziehen sich auf Prüfstücke in den für die Prüfung vorgesehenen Abmessungen. Eine weitergehende Garantie für technische Werte wird nicht übernommen; insbesondere, wenn Prüfungen mit anderen Einbausituationen durchgeführt werden oder wenn Nachmessungen am Bau erfolgen.

Die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen sind gemäß den anzuwendenden Normen ermittelt und berechnet.

Innenliegende Sprossen im Scheibenzwischenraum verändern den Wärmedurchgangskoeffizienten sowie das Schalldämm-Maß.

Alle genannten Werte sind Standard-Nennwerte und unterliegen den entsprechenden Produkttoleranzen nach EN-Norm, Bauregelliste (BRL) und den verwendeten Basisgläsern.

## 10.12.10 Glasbruch

Glas als unterkühlte Flüssigkeit gehört zu den spröden Körpern, die keine nennenswerte plastische Verformung (wie z. B. Stahl) zulassen, sondern bei Überschreitung der Elastizitätsgrenze unmitttelbar brechen.

Da aufgrund heutiger Fertigungsqualitäten Eigenspannungen, die allein zum Glasbruch führen können, nicht vorkommen, ist Glasbruch nur durch Fremdeinflüsse bewirkt und deshalb grundsätzlich kein Reklamationsgrund.

## 10.12.11 Oberflächenbeschädigungen

Die Ursachen für Oberflächenbeschädigungen sind verschiedenartig. Geeignete Schutzmaßnahmen sind rechtzeitig zu veranlassen. Wir verweisen insbesondere auf:

### ■ Schweiß-/Schleifarbeiten

Schweiß- bzw. Schleifarbeiten im Fensterbereich erfordern einen wirksamen Schutz der Glasoberfläche gegen Schweißperlen, Funkenflug u. ä., da sonst Oberflächenbeschädigungen am Mehrscheiben-Isolierglas auftreten, die nicht reparabel sind.

### ■ Verätzungen

Oberflächenverätzungen der Glasscheibe können durch Chemikalien eintreten, die in Baumaterialien und Reinigungsmitteln enthalten sind.

Insbesondere bei Langzeiteinwirkungen führen solche Chemikalien zu bleibenden Verätzungen.

## ■ **Wasserschäden**

Auch die Langzeiteinwirkung von Wasser kann zu Oberflächenschäden führen.

## ■ **Schutzmaßnahme**

Ein wirksamer Schutz gegen Verätzung ist mittels der Schutzfolie UNIGLAS® I PROTEC gegeben.

## 10.12.12      **Spezielle Glaskombinationen**

### ■ **Schallschutzglas**

Die volle Wirksamkeit von Schallschutzglas ist nur durch eine optimale Rahmenkonstruktion zu erreichen. Schallschutzglas hat in der Regel ein hohes Flächengewicht. Deshalb ist auf die Stabilität der Rahmen und Beschläge besonders zu achten.

Der Aufbau von UNIGLAS®-Schallschutzglas ist überwiegend asymmetrisch. Die Einbauposition der dickeren Scheibe ist für die Funktion des Schallschutzes im Normalfall unerheblich. Lediglich bei möglichem streifendem Schalleinfall, (z. B. in den obersten Etagen eines Hochhauses) sollte die dünnere Scheibe nach außen verglast werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die dünnere Scheibe noch dick genug ist, die auftretenden Windlasten aufzunehmen. Ansonsten sollte aus statischen und optischen Gründen die dickere Scheibe außen angebracht werden.

Die gute Schalldämmung von UNIGLAS®-Schallschutzglas kann nur dann voll zur Geltung kommen, wenn das gesamte Fensterelement eine hohe Dichtigkeit aufweist und die Anschlussbauteile schalldämmend ausgelegt sind.

### ■ **Sonnenschutzglas**

Um ein optisch einwandfreies Erscheinungsbild zu erhalten, sollte die Gegenscheibe dünner sein als die Sonnenschutzscheibe. Draht-, Drahtornament- und Drahtspiegelglas darf nicht als innere Scheibe hinter Sonnenschutzscheiben verwendet werden.

### ■ **Sicherheitsglas**

Sicherheitsglas hat einen speziellen Glasaufbau, verbunden mit einem erhöhten Flächengewicht. Deshalb ist bei der Verglasung zusätzlich zu beachten:

- Verwendung von geprüften Klötzen mit einer Shore-A-Härte von 60° bis 70°, bei denen die Verträglichkeit mit dem Folienverbund sichergestellt sein muss.
- Dichtstofffreier Falzgrund.
- Die Glashalteleisten sind raumseitig anzubringen.
- Bei Holzfenstern sollten bei DIN-Sicherheitsgläsern die Glashalteleisten geschraubt sein.

Mit zunehmender Glasdicke nimmt die Eigenfärbung (Grünstich) der einzelnen Scheiben zu. Dieser Effekt kann vermindert werden durch die Verwendung von Sondergläsern, die eine geringere Einfärbung haben.

Alarmglas (ESG, VSG): Bei der Bestellung von Alarmglas ist die Lage des Anschlusses sowie die Ansichtsseite anzugeben. Hierbei sind die Handhabungs- und Einbauvorschriften der Hersteller zu beachten.

### ■ Sprossenisolierglas

Für die vielfältigen Anforderungen stehen Sprossensysteme in unterschiedlichen Farben, Breiten und Ausführungen zur Verfügung. Bei Bewegungen des Fensterflügels kann es zu Klappergeräuschen kommen.

#### Sichtbare, eingebaute Sprossen

Bei sichtbaren, eingebauten Sprossen können an den Kreuzungspunkten handwerklich bedingte leichte Unebenheiten auftreten.

#### Überdeckte, eingebaute Sprossen

Alle überdeckten Sprossensysteme werden als Universalsprosse (Wiener Sprosse) ausgeführt. Jede Sprossenaufteilung und jede Sprossenbreite ab 15 mm ist möglich. Die vom Fensterbauer gefertigten Sprossenleisten aus Holz, Aluminium oder Kunststoff werden auf der Isolierglaseinheit punktweise fixiert (Spiegelklebeband) und beidseitig versiegelt.

### ■ Blei- und Messingverglasungen

Um wertvolle, handwerklich gefertigte Bleiverglasungen vor Witterungseinflüssen zu schützen und gleichzeitig eine erhöhte Wärmedämmung zu erreichen, können auf Kundenwunsch die Bleiverglasungen im SZR eingebaut werden.

Bei Bleiverglasungen mit mundgeblasenen Gläsern ist es möglich, dass kleine Farbschwankungen, Haarrisse, offene Blasen usw. auftreten. Dies ist fertigungstechnisch bedingt und ein Zeichen „echter Handarbeit“. Bei allen eingebauten Sprossen-, Blei- und Messingverglasungen kann es im SZR bei Bewegungen des Fensterflügels zu Klappergeräuschen oder Berührungen kommen, dies ist technisch nicht zu vermeiden.

### ■ Gewölbtes Isolierglas/Großbutzen

Aus produktionstechnischen Gründen sind geringfügige Abweichungen der Wölbung sowie kleine Mineralschmelzpunkte auf der Scheibenoberfläche möglich. Diese herstellungsbedingten Merkmale sind ein Zeichen „echter Handarbeit“ und kein Reklamationsgrund.

## ■ Mehrscheiben-Isolierglas mit stark strukturierten Gläsern

Wenn die Struktur zum SZR eingebaut wird, besteht die Gefahr der Undichtigkeit. Deshalb wird die Garantie ausgeschlossen.

## ■ Mehrscheiben-Isolierglas mit „Altdeutsch K“

Dieses maschinell gefertigte Gussglas hat fertigungsbedingt offene Blasen, stark unregelmäßige Strukturverläufe und unterschiedliche Glasdicken. Aus diesen Gründen besteht erhöhte Bruchgefahr, vor allem bei kleinformatigen Scheiben. Wir empfehlen deshalb, dieses Dekor nicht zu bestellen.

## ■ Mehrscheiben-Isolierglas mit Drahtglas, Stahlfaden-Verbundglas

Der vertikale Einbau von Mehrscheiben-Isolierglas in Kombination mit Drahtglas bzw. Stahlfaden-Verbundglas ist möglich. Mehrscheiben-Isolierglas in Kombination mit Drahtglas oder Drahtornamentglas sowie Mehrscheiben-Isolierglas aus 2 Drahtglasscheiben unterliegen einer erhöhten Bruchgefahr. Glasbruch ist kein Reklamationsgrund.

Bei Drahtglas, Drahtornamentglas oder Stahlfaden-Verbundglas ist ein gleichmäßiger oder deckungsgleicher Drahtverlauf aus herstellungstechnischen Gründen nicht möglich.

### 10.12.13 Werterhaltung | Scheibenreinigung

#### 10.12.13.1 Werterhaltung

Rahmen, Beschläge, Anstriche, Dichtstoffe oder Dichtprofile unterliegen einem natürlichen Alterungsprozess. Zur Aufrechterhaltung der Garantieansprüche ist deshalb eigenverantwortlich zu kontrollieren, dass der geforderte Funktionszustand der Werkstoffe und Bauteile durch kontinuierliche Wartungsarbeiten erhalten bleibt.

#### 10.12.13.2 Scheibenreinigung

Die Scheibenreinigung sowie die Entfernung evtl. noch vorhandener Etiketten hat mit milden Reinigungsmitteln bauseits zu erfolgen. Wir empfehlen hier klares Wasser mit einem Zusatz von Spiritus.

Scheibenverunreinigungen, die im üblichen Nassverfahren mit viel Wasser, Schwamm, Abstreifer, Fensterleder oder handelsüblichen Sprühreinigern und Lappen nicht zu entfernen sind, können mit feiner Industriestahlwolle Typ 00 oder 000 beseitigt werden. Kratzende Werkzeuge, Rasierklingen, Schaber und Scheuermittel sind zu vermeiden.

Insbesondere sind Zementmilch und andere alkalische Baustoffausscheidungen sofort zu entfernen, da sonst eine chemische Verätzung der Glasoberfläche eintritt, die zur Erblindung des Glases führen kann.

Überflüssiges Glättmittel beim Versiegeln muss sofort entfernt werden. Für metalloxidbeschichtete Gläser (z. B. Antelio oder Stopsol) gelten die speziellen Reinigungsvorschriften der Hersteller.

Abb. 10.59: Anwendungsbeispiel







Sachwortverzeichnis	350
Fotonachweis	358
Isolierglas-Übersicht	359

## A

Abschirmung, elektromagnetische	115
Absorption	108, 146
Abstandhalter	90, 92, 124, 125
Absturzsichernde Verglasung	163, 200, 209, 211, 219, 302
Adhäsionsverhalten	286
Akustikfolie	78, 142, 143
Aktive Sicherheit	162
Alarmglas	48
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abz)	37, 60, 231, 235
Angriffhemmung	78, 166, 243
Anisotropien	314
Antriebssystem	150
Atmosphärische Druckschwankung	111
Aufbau Isolierglas	90, 123
Aufbau Schallschutz-Isolierglas	142
Aufbau Sonnenschutzglas	147
Aufzugsverglasung	163
Außenflächenbeschädigung	314
Außenkondensation	113
Ausschnittmaße	259
Aussteifung	171, 288

## B

Ballwurfsicherheit	34, 163, 241
Basisglas	11, 20, 250, 269, 343
Baubehörden	234
Bauregelliste	250, 264
Bauteilversuch	200, 219
Bearbeitungen	250, 259
Begehbare Glas	54, 237, 241
Behaglichkeit	112, 123
Behangkante	332
Belastung	270, 279, 280, 281, 302
Bemessungswerte	91, 92, 126
Berechnungsgrundlagen	71
Beschichtetes Glas	106, 212, 228
Beschläge	184, 192, 196
Beschussklassen	166, 167, 243
Betretbare Verglasung	164, 241
Bewertetes Schalldämmmaß	137, 139
b-Faktor	108, 217
Biegeradius	62, 66, 75
Biegezugfestigkeit	22, 27 33, 37, 71, 228
Bleiverglasung	56, 108, 345
Blendschutz	148, 325
Blickschutz	148, 154
Bohrloch	174, 261
Brandschutz	86, 150, 235, 288, 298, 309
Bruchstruktur	61, 62
Brüstung	34, 38, 132, 158, 194, 302

## C

CE-Kennzeichen	228
Circadiane Lichttransmission	109, 129

## D

Dachverglasung	100, 102, 293
Dampfdruckausgleich	277, 283
Dekoratives Glas	78, 116
Dezibel	115, 137
Dichte	22, 27, 87
Dichtprofil	83, 276, 285, 302, 346
Dichtstoffuge	100, 101, 102
Dickentoleranz	255, 266, 269, 341
Digitale Glasbedruckung	56
DIN-Normen	208
Doppelscheibeneffekt	111
Drahtglas	26, 307, 346
Drahtspiegelglas	61, 256, 344
Dreifach-Wärmedämmglas	93, 130, 319,
Druckfestigkeit	22
Durchbiegung	33, 37, 72, 219, 299, 304, 328
Durchbruchhemmung	64, 157, 235, 243
Durchschusshemmung	64, 166, 167, 243
Durchsichthemmung	26
Durchwurfhemmung	64, 166, 243
Duschen	34, 81

## E

Eckabschnitt	259, 260
Eckausschnitt	259
Edelstahlabstandhalter	124
Edelstahlhalter	186
Eigenfarbe	44, 110, 312
Eigenüberwachung	128, 229
Einbau von Isolierglas	270, 334, 346
Einbau von Sprossen	91, 92, 126
Einbruchhemmung	166
Einfachglas	20, 143, 158
Eingefärbtes Glas	21
Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	32, 61, 228, 264, 311
Einscheiben-Sicherheitsglas, heißgelagert (ESG-H)	34, 228, 256, 264
Elastizitätsmodul	22, 33, 65
Elektrochromes Glas	111, 148, 301, 303, 304
Elektromagnetische Dämpfung	116
Emaillierung	46
Emissionsvermögen	90, 106
Energieausweis	222, 227
Energiebilanz	217
Energieeffizienz	8, 63, 131
Energieeinsparverordnung	63, 146, 222
Energiegewinnglas	8, 9, 106, 128
Energiegewinn	102, 122, 130, 146
EnEV	63, 146, 222

EN-Normen	211, 250, 287, 335, 343
Entspiegeltes Glas	87
ESG-Alarmglas	48, 49, 218, 287, 344
ESG-H	24, 228, 256, 264

## F

Farbiges Glas	21, 56
Farbfolie	201, 342
Farbneutralität	21
Farbüberschlag	39, 40
Farbwiedergabe-Index	109
Falzbreite	73, 272
Fassaden	94, 158, 159, 172, 306
Fassaden-Einsatzelement	170
Festmaßbeschichtung	267
Floatglas	20
Folien-Systeme im Isolierglas	154, 234
Fremdüberwachung	36, 128, 229, 230
Fugen	98, 292, 294

## G

Ganzglasanlage	196
Ganzglasgeländer	238
Gasfüllung	91, 95, 122, 127, 231
Gebogenes Glas	56, 58, 60, 65
Gebäudeaussteifung	171
Gebrauchstauglichkeit	72, 279, 298
Geneigte Verglasung	74, 300, 301
Geregelte Bauprodukte	35, 231
Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)	107
Geschliffene Kanten	95, 249, 340
Gewölbtes Glas	118, 345
Gießharz	78, 274, 316
Girlandeneffekt	293, 294
Glasbedruckung, digital	56
Glasboden	47
Glasdickendimensionierung	118
Glasdicken Grenzabmaße	251, 252, 269
Glasecken	94, 98
Glaseinstand, vergrößert	300
Glasfalz	271, 272, 323, 336
Glasfusing	56, 118
Glaskante	95, 102, 105, 248
Glasstoß	94, 98, 100, 288
Glastreppe	54, 121
Glastüre	194
Glasvordachsystem	173, 174
Globalstrahlungsverteilung	107, 158
Gussglas	26, 346
Güteprüfung	230
Gütezeichen	230

## H

Hardcoating	85, 158, 172
Heat-Soak-Test	34
Heizkörper	307
Hinterfüllmaterial	97, 286
Hinterfüllschnur	100, 101
Hitzestrahlung	86
Höhenlagen, Einfluss auf Isolierglas	111
Holz-Glas-Verbundelement (HGV)	9, 170
Horizontalverglasung	237

## I

Innenbeschattung	308
Interferenz-Erscheinung	111
Isolierglaseffekt	111, 112
Isolierglas mit Sprossen	116, 345
Isolierglas-Randverbund	71, 313
Isolierglas-Terminologie	88
ISO-Normen	217
Isothermen	99, 100, 101, 102, 104

## J

Jahresprimärbedarf	222
Jalousie-Systeme im Isolierglas	148

## K

Kälteeinflüsse	33, 38
Kaltfassade	159
Kantenbearbeitung	56, 249, 256, 257, 258
Kantenformen	248
Kantenversatz	69, 249, 259
Kerben	339, 341
Klassifizierung der Sicherheitsgläser	166, 167
Klimatische Bedingungen	283
Klimatische Belastung	302
Klotzfixierung	292
Klotzung	74, 271, 273, 322, 336
Koinzidenzfrequenz	140, 142
Kompass für geklebte Fenster	278
Kondensation	112, 113, 307
Koppelleiste	170
Kratzer	310, 315, 339
Kratzfestigkeit	55, 85
Kunstverglasung	56

## L

Lagerung	72, 82, 96, 269, 319, 320, 330, 336
Längenausdehnungskoeffizient	24
Lärmpegel	136, 141
Lärmschutzglas	8, 142
Lärmspektrum	136
Lamellensystem	324, 325, 326, 329, 330

Lastabtragung	273, 282, 284, 288, 294
Laugenbeständigkeit	23
Leichtpflegeglas	80, 81, 82, 303, 304
Leiterschleifen	48, 49
Leitfaden Dreifach-Wärmedämmglas	319
Leitfaden Thermisch gebogenes Glas im Bauwesen	56, 60
Lichtlenkung	27, 148, 149
Lichtreflexion	87, 109, 149
Lichtstreuung	27
Lichttransmission	107, 109
Linienförmige Lagerung	198, 284
Lochbohrungen	184, 185, 261, 264
Low-E	106, 115, 172

**M**

Magnetron-Verfahren	122, 123
Maßtoleranzen	257
Materialverträglichkeit	291
Mechanische Beanspruchung	283, 322
Mehrscheiben-Isolierglas	62, 93, 118, 228, 314, 320, 346
Metallic-Farbe	56
Mindestglasdicke	255
Möbel aus Glas	204
Multifunktionsglas	149
Musterbauordnung	208

**N**

Nassverglasung	305
Neigungswinkel	114, 149, 302
Nennwert	91, 92, 126, 343
Nicht geregelte Bauprodukte	31
Noise-Control-Folien	143
Normen	140, 208, 286, 324

**O**

Oberflächenbeschädigung	351
Oberflächenbeschaffenheit	29, 263
Oberflächenfehler	331, 359
Oberflächentemperatur	35, 103, 104, 112, 113, 123, 288
OIB-Richtlinie	227
Öffnungselement	170
Ornamentglas	26, 252

**P**

Passive Sicherheit	162
Personenschutz	162, 219
Pflanzenwachstum hinter Glas	114
Physikalische Eigenschaften	33, 77, 99, 100, 158, 314
Planparallelität	20, 111
Primärdichtstoff	281, 284, 289
Produktübersicht	8, 25

Profilbauglas	28
Punktgehaltene Verglasungen	172, 302
PVB-Folie	78, 164, 228

## Q

Qualität	51, 66, 296, 234, 286, 338
----------	----------------------------

## R

Radarstrahlen	115
Rahmenabmessungen	304
Rahmendurchbiegung	299
Rahmenlose Schiebesysteme	193, 195, 196
Rahmenprofil	91, 101, 103
Randausschnitt	33, 259, 261
Randentschichtung	267
Randverbund	95, 96, 124, 265, 313
Randverbundsysteme	124
Rauchschutzabschluss	86
Rechtwinkligkeit	252, 328, 332
Regelwerke	59, 200, 286, 323
Reinigung von Glas	79, 80, 81, 82, 304, 314, 346
Resultierendes Schalldämmmaß	137
Richtlinien	208, 227, 246, 308, 319, 320, 323, 324, 338
Rollosysteme im Isolierglas	331
Röntgenschutzglas	87
Rosenheimer Tabelle	290
Rückenüberdeckung	93, 281
Rückschnitt	252
Rutschhemmung	47

## S

Sandstrahlen	27, 50, 118
Säurebeständigkeit	22
SC-Faktor	108
Schädliche Wechselwirkungen	290, 291, 292
Schalentragwirkung	70, 71
Schalldämmkurve	136
Schalldämmmaß	64, 137, 140, 141
Schallpegel	139
Schallschutz	64, 136, 285, 344
Schallschutzwand	143
Schaltbares Isolierglas	148, 302
Scheibenwirkung	171
Scheibenzwischenraum	90, 93, 105, 111, 148, 301, 308
Schiebefenster	308
Schiebetürsysteme	188
Schieffhang	328
Schirmung	115
Schlagfestigkeit	33, 78
Schlagschattenbildung	37
Schließwinkeltoleranz	329
Schneelast	18, 175

Schrägbruchwert	251
Schrägverglasung	150, 218
Sekundärdichtstoff	267, 285, 289
Selbstreinigung	79, 128
Selektivitätszahl (S)	110
Senklochbohrung	264
Shading Coefficient (SC)	108, 158
Sicherheit	63, 64, 162, 285
Sicherheitsglas	32, 34, 61, 162, 166, 228, 344
Sicherheitssonderglas	236
Sicherheitspiegel	87
Sichtschutz	27, 47, 155
Siebdruck	40, 54
Sitzmöbel	204
Softcoating	147, 158
Solare Gewinne	106
Sommerlicher Wärmeschutz	110, 227
Sonderabmaße	258
Sonderformen	258, 266, 268
Sondertoleranzen	250, 258
Sonderverglasung	288
Sonneneintragskennwert	110, 146
Sonnenenergiegewinn	106, 108
Sonnenschutz	47, 63, 146, 285
Sonnenschutzglas	146, 344
Sonnenschutzsysteme	148
Spektrum-Anpassungswert	138, 139
Spionspiegel	87
Sprengwirkungshemmung	64, 167, 243
Spiegelrohglas	254
Sprossenverglasung	116, 126, 313, 316, 317, 318, 345
Standardabmaße	257, 258, 259, 260, 261
Standicherheit	47, 96, 143, 299
Stores	148
Stoßfestigkeit	33
Stoßfugen	98
Stoßsicherheit	61, 165, 219, 220
Stoßüberdeckung	301
Stoßfugenversiegelung	292
Strahlungsabsorption	108
Strahlungsreflexion	158
Strahlungsspektrum	107
Strahlungstransmission	108, 158
Straßenverkehrslärm	136, 139
Streifen	40, 111, 339, 341
Stromgewinnglas	131
Structural Sealant Glazing (SSG)	93, 170, 236, 306, 336
Strukturverlauf	26, 252, 346
Stufenisoliertglas	105, 116, 267, 301
Systemstatik	170

## T

Tangentialem Übergang	67, 69
Taupunkt	112
Taupunkttemperatur	112
Technische Regelwerke	218, 219

Teilvorgespanntes Glas (TVG)	37, 62, 264, 311
Temperaturwechselbeständigkeit	23, 37
Thermisch gebogenes Glas	56, 60
Thermische Belastung	105, 127, 303
Thermische Isolation	86
Thermische Vorspannung	32, 36, 37, 228
Thermoplastische Systeme	125
Tiefenlagen, Einfluss auf Isolierglas	270
Toleranzen	66, 250, 257
Tragend geklebtes Fassaden-Endsatzelement	170
Tragwerksplanung	118, 119
Transmissionsgrade	107, 108, 109
Transport	72, 268, 270, 271, 321, 336
Taufpunkt	293, 294
TRAV	219
Treibhauseffekt	107, 114
Trennwände aus Glas	188
TRLV	218
Trockenverglasung	305
TRPV	222

## U

Überbruch	251, 252
Überkopfverglasung	38, 78, 232, 237, 238, 300, 301
Überdeckung	331
Ü-Zeichen	228
Umwehungen	302
Unterbruch	251
UV-Schutz	105, 289
UV-Transmissionsgrad	109, 158
U-Werte	91, 92, 227

## V

Vakuumisolierung	132
Verätzung	343, 344, 347
Verbundglas (VG)	77, 78, 228, 311, 316, 346
Verbund-Sicherheitsglas (VSG)	62, 77, 164, 228, 267, 311, 316
Veredelte Gläser	30
Verglasung, linienförmig gelagert	218
Verglasungsklötze	294
Verglasungssysteme	275
Verglasungsvorschriften	246
Verklebung von Isolierglas	278
Verklotzung	271
Versatz	266, 268, 327
Verschiebetoleranzen	268
Verkehrssicherheit	64, 87
Vertikalverglasung	60, 218, 235
Verträglichkeit	95, 285, 290, 296
Verwendbarkeit von Glasprodukten	231
Verwindungen	268, 311, 316
Verwindung	69, 284
Verzerrung	328, 339
Visuelle Beurteilung	105
Visuelle Qualität	66, 310

Vogelschutzglas	87
Vordachsysteme	173, 174, 175
Vorhangfassade	91, 132, 224
Vorsatzfassade	187
Vorspannen	24, 58

## W

Wärmebrücke	91, 98, 124, 288
Wärmedämmung	63, 122, 128, 171
Wärmedurchgangskoeffizient	25, 91, 110, 126
Wärmeeinflüsse	33, 38
Wärmeleitfähigkeit	25
Wärmeschutz	110, 128
Wärmetechnische Anforderungen	222, 227
Walzverfahren	28, 38
Warm edge-Randverbund	124
Warmfassade	159
Wasserbeständigkeit	23
Wechselwirkungen	291, 292
Weichmacher	291, 292, 293
Wellenbildung	324, 332
Wetterversiegelung	292, 295, 296
Widerstandsklassen	78, 166
Wiener Sprossen	116, 317
Windlast	74, 118, 143, 163, 218, 344
Windverband	171
Wölbglas	118
Wohlfühlglas	114, 128, 129, 130
Wintergarten	114, 116, 129, 146, 154, 171
Wohngebäude	222, 224, 226

## Z

Zargenprofil	194
Zeitstandverhalten	128
Zertifizierung	5
Zulässigkeiten	66, 308, 310, 316, 324
Zuschnitt	20, 257
Zustimmung im Einzelfall (ZIE)	231, 232, 235
Zwischenschicht	62, 77, 78, 79, 143, 267, 338, 339, 340

## Fotonachweis

alexander zweiger/fotolia.com (3); Andrea Arnold/fotolia.com (1); Bundesverband Flachglas e.V. (3); Christoph Hähnel/fotolia.com (1); EControl-Glas GmbH & Co. KG (1); Excitator/fotolia.com (1); Fotoschlick@fotolia.com (1); Guardian (2); Hufhaus (1); INFINITY/fotolia.com (1); Ingo Bartussek/fotolia.com (1); Interpane (1); Konstantin Yuganov/fotolia.com (1); Michael Stifter/fotolia.com (1); MKT (1); Otto Chemie (1); Peart/iStock (1); Petair/fotolia.com (1); Shmel/fotolia.com (1); Ti\_to\_tito/fotolia.com (1); Tinadefortunata/fotolia.com (1); Tyler Olson/fotolia.com (1); Vadehra von Treskow/fotolia.com (1); Virtua73/fotolia.com (1); Vom/fotolia.com (2); Whitehousne/fotolia.com (1); Wilm Ihlenfeld / fotolia.com (1); Zhu difeng/fotolia.com (1)

Ergänzend danken wir unseren UNIGLAS®-Gesellschaftern für die Bereitstellung von Bildmaterial.





## Gemeinsam mehr erreichen – UNIGLAS®

UNIGLAS® steht für Innovation und technischen Fortschritt, aber auch für den Unternehmergeist jedes einzelnen Gesellschafters. Produktionsstätten mit modernsten Fertigungs- und Veredelungsanlagen, eine umfangreiche Produktpalette sowie ein hoher Qualitätsanspruch und vorbildlicher Kundenservice bilden die Grundlage für den Erfolg am Markt.

Ihre UNIGLAS®-Vorteile im Überblick:

- Garantiefonds
- CE-Zertifizierung
- Breites Produktsortiment
- UNIGLAS® I SLT-Software für herstellerunabhängige Projektplanung
- Eigenes Prüflabor
- Technischer Support
- Flexibilität und Herstellerunabhängigkeit
- Vielseitige Kompetenz
- Langjährige Markterfahrung
- Echter Mehrwert durch gelebte Partnerschaft

UNIGLAS GmbH & Co. KG  
Robert-Bosch-Straße 10  
D-56410 Montabaur

Tel.: +49 (0) 26 02 / 9 49 29-0  
Fax: +49 (0) 26 02 / 9 49 29-299  
eMail: [info@uniglas.de](mailto:info@uniglas.de)