

<b>1 Allgemeine Hinweise, Geltungsbereich, Garantie</b> . . . . .	3
<b>2 Technische Regeln</b> . . . . .	4
2.1 Systembeschreibung . . . . .	4
2.2 Normen und Standards . . . . .	4
2.3 Technische Richtlinien . . . . .	7
2.4 Toleranzen über normative Anforderungen . . . . .	8
<b>3 Grundsätzliche Forderungen, Lagerung, Transport</b> . . . . .	22
3.1 Allgemeines . . . . .	22
3.2 Transport und Einbau von Isoliergläsern in Höhen- und Tiefenlagen . . . . .	22
3.3 Transport bei großflächigen Scheiben . . . . .	23
<b>4 Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas</b> . . . . .	23
4.1 Glasfalzabmessungen . . . . .	23
4.2 Forderungen an den Glasfalz . . . . .	23
4.3 Klotzung . . . . .	24
<b>5 Verglasungssysteme</b> . . . . .	25
5.1 Allgemeines . . . . .	25
5.2 Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum . . . . .	25
5.3 Verglasungssystem beidseitig ohne Vorlegeband bei Holzfenstern . . . . .	27
5.4 Verklebung von Isoliergläsern . . . . .	27
5.5 Sonderverglasungen . . . . .	32
5.6 Rosenheimer-Tabelle "Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern" . . . . .	33
<b>6 Materialverträglichkeit</b> . . . . .	38
6.1 Einleitung . . . . .	38
6.2 Grundlagen . . . . .	38
6.3 Schädliche Wechselwirkungen in der Praxis . . . . .	39
6.4 Prüfung der Verträglichkeit . . . . .	41
6.5 Vermeidung von Fehlern in der Praxis . . . . .	42
6.6 Schlussfolgerung . . . . .	42
6.7 Literatur . . . . .	42
<b>7 Rahmendurchbiegung, Glasdickenbemessung</b> . . . . .	43
7.1 Rahmendurchbiegung . . . . .	43
7.2 Glasdickenbemessung . . . . .	43
<b>8 Spezielle Anwendungen</b> . . . . .	43
8.1 Geneigter Glaseinbau, Überkopfverglasungen . . . . .	43
8.2 Brüstungen/Umwehrungen . . . . .	44
8.3 Punktgehaltene Verglasungen . . . . .	44
8.4 Ballwurfsichere Verglasungen . . . . .	45
8.5 Verglasungen mit außerordentlichen klimatischen und thermischen Belastungen sowie in der Masse eingefärbte Gläser . . . . .	45
8.6 UNIGLAS®   CLEAN und UNIGLAS®   ECONTROL . . . . .	45
8.7 Ornament- und Drahtglas . . . . .	48
<b>9 Besondere bauliche Gegebenheiten</b> . . . . .	48
9.1 Heizkörper . . . . .	48
9.2 Gussasphaltverlegung . . . . .	48
9.3 Farben, Folien, Plakate . . . . .	48
9.4 Innenbeschattungen, Mobiliar . . . . .	49
9.5 Schiebetüren und -fenster mit Wärmedämm- sowie Sonnenschutzgläsern . . . . .	49
<b>10 Hinweise zur Produkthaftung und Garantie</b> . . . . .	49
10.1 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen . . . . .	49
10.2 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas . . . . .	54
10.3 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas . . . . .	56
10.4 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas . . . . .	61
10.5 Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas . . . . .	68
10.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von thermisch vorgespannten Gläsern . . . . .	70
10.7 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern . . . . .	73
10.8 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Verbund-Sicherheitsglas (VSG) . . . . .	79
10.9 Zugesicherte Eigenschaften . . . . .	83
10.10 Glasbruch . . . . .	83
10.11 Oberflächenbeschädigungen . . . . .	83
10.12 Spezielle Glaskombinationen . . . . .	83
<b>11 Werterhaltung/Scheibenreinigung</b> . . . . .	85
11.1 Werterhaltung . . . . .	85
11.2 Scheibenreinigung . . . . .	85
<b>12 Zusatzfunktionen im Isolierglas</b> . . . . .	85
12.1 UNIGLAS®   SHADE Jalousie-System UNIGLAS®   SHADE Folien-System . . . . .	85
12.2 UNIGLAS®   SOLAR Stromgewinnglas . . . . .	85
12.3 UNIGLAS®   ECONTROL Schaltbares Isolierglas . . . . .	85
12.4 UNIGLAS®   PANEL Vakuumisolierung . . . . .	85
<b>13 Sachwortregister</b> . . . . .	86

# 1 Allgemeine Hinweise, Geltungsbereich, Garantie

Die aktuellen Verglasungsrichtlinien der UNIGLAS®, Stand November 2010, sind Grundlage der Gewährleistung.

Diese UNIGLAS®-Verglasungsrichtlinien geben Ihnen Antwort auf alle Fragen, die auftreten können, um eine technisch einwandfreie Verglasung auszuführen.

Unsere Verglasungsrichtlinien wurden nach aktuellem Wissensstand erstellt. Rechtliche Ansprüche können daraus nicht abgeleitet werden. Bei allen Anwendungen sind die gesetzlichen Vorschriften zu beachten. Diese Verglasungsrichtlinien sind Bestandteil der Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Technische Angaben müssen im Auftragsfall bestätigt werden.

Stand: November 2010

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgegeben von der UNIGLAS® GmbH & Co. KG, Montabaur.

Neue Techniken im Rahmenbereich, ob in Holz, Kunststoff oder Aluminium, geklebte Verglasungssysteme sowie neuartige Systeme zur Altbausanierung haben den Bereich der Verglasungstechniken stark beeinflusst. Weitere Faktoren waren die Dichtstoffindustrie mit ihren Neuentwicklungen und neuartige Dichtungsprofile.

Die Architektur und damit zusammenhängend die breite Palette von UNIGLAS®-Funktionsgläsern hat sich verändert.

In dieser Ausgabe der UNIGLAS®-Verglasungsrichtlinien werden die neuesten Erkenntnisse, die neuesten Daten der verschiedenen Forschungsgruppen, Institute, der Industrie sowie deutsche und europäische Normen berücksichtigt.

Die Einhaltung dieser Verglasungsrichtlinien ist die Voraussetzung für die Gewährung unserer Garantie. Sie gelten für alle UNIGLAS®-Funktionsgläser:

UNIGLAS® | **TOP**  
Energiegewinnnglas

UNIGLAS® | **PHON**  
Lärmschutzglas

UNIGLAS® | **SUN**  
Sonnenschutzglas

UNIGLAS® | **SHADE**  
Jalousie-System

UNIGLAS® | **SHADE**  
Folien-System

UNIGLAS® | **ECONTROL**  
Schaltbares Isolierglas

UNIGLAS® | **SAFE**  
Sicherheitsglas

UNIGLAS® | **SAFE**  
Alarmglas

UNIGLAS® | **SOLAR**  
Stromgewinnnglas

UNIGLAS® | **PANEL**  
Vakuumisolierung

UNIGLAS® | **TS**  
Thermo Spacer

UNIGLAS® | **CLEAN**  
Leichtpflegeglas

UNIGLAS® | **OVERHEAD**  
Vordächer

UNIGLAS® | **SHIELD**  
Punkthaltesystem

UNIGLAS® | **STYLE**  
Interior

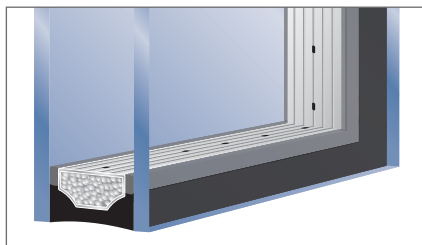


## 2 Technische Regeln

### 2.1 Systembeschreibung

UNIGLAS®-Isolier- und Funktionsgläser werden nach der UNIGLAS®-Systembeschreibung gefertigt. Die Herstellungskriterien, die Roh- und Fremdstoffe sowie deren Verarbeitung sind exakt festgelegt. Nur ausgewählte Materialien kommen zum Einsatz und gewährleisten dadurch eine gleichbleibend hohe Qualität.

**Abb. 1: Schnitt durch ein Zweischeiben-Isolierglas**



In diesen Verglasungsrichtlinien sind alle Details abgehandelt, um eine technisch einwandfreie Verglasung auszuführen.

Die Einhaltung dieser Verglasungsrichtlinien ist die Voraussetzung für die Gewährung unserer Garantie.

### 2.2 Normen und Standards

VOB, Teil B (DIN 1961)	Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen, insbesondere § 4, Ausführung Ziff. 2.1.
VOB, Teil C (DIN 18299)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art.
VOB, Teil C (DIN 18361)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Verglasungsarbeiten.

#### 2.2.1 DIN-Normen (nationale Deutsche Standards)

1055, Teile 1 - 5	Einwirkungen auf Tragwerke
1055, Teil 7	Einwirkungen auf Tragwerke
1055-100	Grundlagen der Tragwerksplanung - Sicherheitskonzept
1249, Teile 11	Flachglas im Bauwesen
1259, Teile 1 - 2	Begriffe für Glasarten, -gruppen, -erzeugnisse
4102, Teile 1 - 7 Teile 13 - 14	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
4108, Teile 1 - 10	Wärmeschutz im Hochbau und Energie-Einsparung in Gebäuden
4109 (+ Beiblatt)	Schallschutz im Hochbau
V 4701, Teil 10	Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen
5034, Teile 1, 4, 6	Tageslicht in Innenräumen
6169, Teil 1	Farbwiedergabe
V 11 535	Gewächshäuser
18 005	Schallschutz im Städtebau
18 032	Sporthallen, Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung
18 055	Fenster – Fugendurchlässigkeit, .....
18 095	Rauchschutztüren
18 361	VOB – C; Verglasungsarbeiten
18 516, Teile 1, 4	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet
18 545, Teil 2	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
V 18 599	Energetische Bewertung von Gebäuden
32 622	Aquarien aus Glas
51 130	Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft
52 338	Prüfverfahren für Flachglas im Bauwesen – Kugelfallversuch
52 460	Fugen- und Glasabdichtung

### 2.2.2 ÖNORMEN (nationale Österreichische Standards)

F 2030	Kennzeichen für den Brandschutz
S 1310	Beschusshemmende Konstruktionen; Beschussklassen
ONR 21990	Eurocodes – Anwendungen in Österreich
B 2227	Glaserarbeiten - Werkvertragsnorm
2454-1/-2	Sicherheitsprüfung an bestehenden Aufzügen
B 2459	Glas im Aufzugsbau
B 3710	Flachglas im Bauwesen, Benennungen ...
B 3714-1	Flachglas im Bauwesen - Isolierglas - Teil 1 Begriffe
B 3716-1/-2/-3/-4/-5	Glas im Bauwesen, Konstruktiver Glasbau
B 3722	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen, Glasfalze
B 3724	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen, Verglasungssysteme
B 3725	Glas im Bauwesen – Glaskanten
B 3738	Glas im Bauwesen – Isolierglas-Anforderungen
B 3800-4	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
B 3806	Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten
B 4000	Einwirkung auf Tragwerke
B 4014-1	Belastungsannahmen im Bauwesen
B 5300	Fenster – Anforderungen – Ergänzungen zur EN 14351-1
B 5301	Lawinenschutzfenster und -türen
B 5305	Fenster – Kontrolle und Instandhaltung
B 5371	Gebäudetreppen
B 8115-2/-4	Schallschutz und Raumakustik im Hochbau

### 2.2.3 EN-Normen (Europäische Standards)

81	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen
101	Keramische Fliesen und Platten; Bestimmung der Ritzhärte der Oberfläche nach Mohs
ISO 140, Teil 3	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen
356	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
410	Glas im Bauwesen, lichttechnische und strahlungsphysikalische Kenngrößen von Verglasungen
572, Teile 1 - 7	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilikatglas
673	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren
674	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Verfahren mit dem Plattengerät
ISO 717, Teil 1	Akustik, Bewertung der Schalldämmung ...

### 2.2.4 (DIN; OENORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in Deutschland, Österreich, Schweiz, Niederlande, Großbritannien eingeführte Europäische Standards)

1063	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss
1096, Teile 1 - 4	Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas
1279, Teile 1 - 6	Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas
ISO 1288, Teile 1 - 5	Glas im Bauwesen – Biegefestigkeit von Glas
1363	Feuerwiderstandsprüfungen
1364	Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile
1522/1523	Fenster, Türen, Abschlüsse – Durchschusshemmung
EN 1627 (Vornorm)	Einbruchhemmende Bauprodukte – Anforderungen und Klassifizierung

EN 1628 (Vornorm)	Einbruchhemmende Bauprodukte – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung
EN 1629 (Vornorm)	Einbruchhemmende Bauprodukte – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung
EN 1630 (Vornorm)	Einbruchhemmende Bauprodukte – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche
1748, Teile 1 - 2	Glas im Bauwesen – Spezielle Basiserzeugnisse
1863, Teil 2	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas
ISO 10077, Teile 1 - 2	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen
10 204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
12 150	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas
12 207	Fenster und Türen – Luftdurchlässigkeit – Klassifizierung
12 208	Fenster und Türen – Schlagregendichtheit – Klassifizierung
12 412	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen
ISO 12 543, Teile 1 - 6	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
12 600	Glas im Bauwesen – Pendelschlagversuch
12 758	Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung
12 898	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Emissionsgrades
13 022	Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasungen
13 123 Teile 1 - 2	Fenster, Türen und Abschlüsse – Sprengwirkungshemmung
13 501 Teile 1 - 2	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
13 541	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen Sprengwirkung
ISO 13 788	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen
14 179 Teile 1 - 3	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas
ISO 14 438	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Energiebilanzwertes
14 449	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
20 140	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen

**2.2.5 ISO-Normen (Internationale Standards)**

ISO 9050	Glas im Bauwesen – Bestimmung von Lichttransmissionsgrad, direktem Sonnenlichttransmissionsgrad, Gesamttransmissionsgrad der Sonnenenergie und Ultravioletttransmissionsgrad sowie der entsprechenden Verglasungsfaktoren
----------	---



## 2.3 Technische Richtlinien

TRLV		Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen
TRAV		Technische Regeln für die Verwendung absturzsichernder Verglasung
TRPV		Technische Regeln für die Verwendung von punktgehaltenen Verglasungen
ift Richtlinie		Tabelle zur Ermittlung der Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern sowie Erläuterungen zu dieser Tabelle (Rosenheimer Tabellen) Sonnenschutzsysteme integriert im SZR von Mehrscheiben-Isolierglas
BF-Merkblatt	002	Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas
	003	Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas
	005	Verarbeitungsrichtlinien Sonnenschutzsysteme im Scheibenzwischenraum
	006	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen
		Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas
UNIGLAS®		Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)
		Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern
		Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Verbund-Sicherheitsglas (VSG)
IdG Technische Richtlinien	Schrift 1:	Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen
	Schrift 2:	Typenstatiken für ausgewählte Vertikalverglasung nach TRLV
	Schrift 3:	Klotzung von Verglasungseinheiten
	Schrift 4:	Verzeichnis der Normen für die Arbeitsgebiete des Glasers und Fensterbauers
	Schrift 8:	Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Verkehrsbereichen
	Schrift 9:	Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau
	Schrift 11:	Montage von Spiegeln
	Schrift 13:	Verglasungen mit Dichtprofilen
	Schrift 14:	Glas im Bauwesen, Einteilung der Glaserzeugnisse
	Schrift 16:	Fenster und Fensterwände für Hallenbäder
	Schrift 17:	Verglasen mit Isolierglas
	Schrift 18:	Absturzsichernde Verglasungen nach TRAV
	Schrift 19:	Linien- und punktförmig gelagerte Verglasungen
Schrift 20:	Einbau von Fenstern und Fenstertüren mit Anwendungsbeispielen	
ETAG 002		Leitlinie für die europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
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
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

### Abkürzungen:

BF	Bundesverband Flachglas e.V.	GUV	Gemeinde-Unfall-Versicherung	ISO	Internationale Standard Organisation
DIN	Deutsches Institut für Normung	IdG	Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
EN	Europäische Norm	ift	Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim	VdS	Verband der Sachversicherer, Schadenverhütung GmbH
ETAG	European Technical Approval Guideline	VOB	Verdingungsordnung für Bauleistung		

Sofern in vorgenannten Regelwerken auf weitere Richtlinien, Technische Regeln oder Normen verwiesen wird, gilt sinngemäß jeweils die Version mit dem letzten Ausgabedatum.

## 2.4 Toleranzen über normative Anforderungen

Dieses Kapitel regelt die Toleranzen für Basisgläser, Bearbeitungen und den 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. Dieses Kapitel beschreibt daher die in den Normen nicht zweifelsfrei oder gar nicht beschriebenen Anwendungen.

### 2.4.1 Basisgläser

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen, in der Bauregelliste aufgeführte Normen:

EN 572 Teil 1	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas, 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-Natronglas, Teil 2 - Floatglas (Ersatz für DIN 1249 Teil 3)
EN 572 Teil 3	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas, Teil 3 - poliertes Drahtglas
EN 572 Teil 4	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas, Teil 4 - gezogenes Flachglas (Ersatz für DIN 1249 Teil 1)
EN 572 Teil 5	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas, Teil 5 - Ornamentglas (gemeinsam mit EN 572 Teil 6, der Ersatz für DIN 1249 Teil 4)
EN 572 Teil 6	Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas, 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 DIN 572 Teil 2 Floatglas sind hier die Grenzabmaße der Nenndicken genannt.

#### ■ 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.

#### Wichtiger Hinweis:

Änderungen bei den Toleranzen werden sofort aufgenommen und eingearbeitet. Diese können als aktuellste Fassung im Internet eingesehen werden: <http://www.uniglas.net>

■ Tab. 1: **Glasdickengrenzabmaße**

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.



## 2.4.2 Zuschnitt

Ergänzend gilt: EN 572

Generelle Längenabmaße  
± 0,2 mm / m Kantenlänge

### 2.4.2.1 Allgemein

Zu berücksichtigen ist der so genannte Schrägbruch! Dieser ist abhängig von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödeheit etc.).

Abb. 2: Überbruch



Abb. 3: Unterbruch



Tab. 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

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.

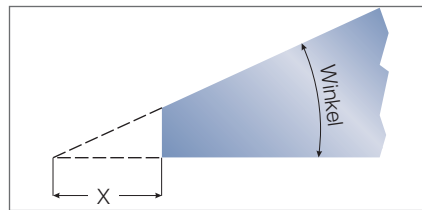


#### 2.4.2.1.1 Bei Float möglicher Abbruch

Tab. 2a: Rückschnitt

Winkel	X
≤ 12,5°	- 30 mm
≤ 20°	- 18 mm
≤ 35°	- 12 mm
≤ 45°	- 8 mm

Abb. 4: Rückschnitt



#### 2.4.2.1.2 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. 2b: Rückschnitt

Winkel	X
≤ 12,5°	- 65 mm
≤ 20°	- 33 mm

Bei Winkel > 25° entspricht der Rückschnitt dem Abbruch.

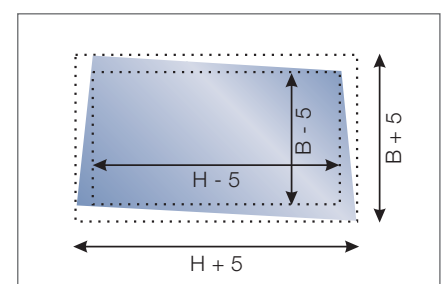
Die unter Punkt 2.4.3.1.4. angeführten Toleranzen, Tabelle 10, dürfen zu obigen Toleranzen Tabelle 2a und 2b nicht addiert werden.

#### 2.4.2.2 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 ± 5 mm.

Abb. 5: Winkligkeit



## 2.4.2.3 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 "STRUKTURVERLAUF 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. 3: MASTERGLASS

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	<b>Aspektfehler;</b>	Kernfehler (Einschlüsse)	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2	maximale Fehleranzahl.	Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig
3	Prüfkriterien gemäß EN 572 Teil 5:		Ø > 2 mm sind nicht zulässig
4	Betrachtungsabstand 1,5 m.	Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig
5	Betrachtung senkrecht auf die im		Länge > 10 mm nicht zulässig
6	Abstand von 3 m vor einer matt-		
7	grauen Fläche aufgestellten	Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	Maximal 10 pro cm <sup>3</sup>
8	Scheibe.	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 • Fläche [m <sup>2</sup> ] • 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)	Maximal 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 Nenndicke
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm

■ Tab. 4: Spiegelrohglas (SR)

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	<b>Aspektfehler;</b>	Kernfehler (Einschlüsse)	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2	maximale Fehleranzahl.	Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig
3	Prüfkriterien gemäß EN 572 Teil 5:		Ø > 2 mm sind nicht zulässig
4	Betrachtungsabstand 1,5 m.	Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig
5	Betrachtung senkrecht auf die im		Länge > 15 mm nicht zulässig
6	Abstand von 3 m vor einer matt-		
7	grauen Fläche aufgestellten	Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	Maximal 10 pro cm <sup>3</sup>
8	Scheibe.	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 • Fläche [m <sup>2</sup> ] • Glasdicke [mm]
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm

■ Tab. 4: Spiegelrohglas (SR) (Forts.)

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
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)	Maximal 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 Nennstärke
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm

■ Tab. 5: 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 matt- grauen Fläche aufgestellten 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
5			Länge > 25 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 mm
10		Dickenabmaß	± 0,5 mm
11		Spezifisches Gewicht	Gewichtsberechnung [kg]: 2,5 • Fläche [m <sup>2</sup> ] • 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)	Maximal 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 Nennstärke
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm

■ Tab. 6: 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 matt- grauen Fläche aufgestellten 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
5			Länge > 25 mm nicht zulässig
6			
7		Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	entfällt
8		Fehlermarkierung	

■ Tab. 6: Draht- und Drahtspiegelglas (Forts.)

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit		
9	Abmessungen/Gewicht	verfügbare Dicken	7,0 / 9,0 mm	
10		Dickenabmaß	± 0,5 mm	
11		Spezifisches Gewicht	Gewichtsberechnung [kg]: 2,5 • Fläche [m²] • Glasdicke [mm]	
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm	
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm	
14	Oberfläche	Oberflächenbeschaffenheit	Strukturiert ein-/beidseitig	
15		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)	
16		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 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	

## 2.4.3 Bearbeitung

Die Toleranzen sind abhängig von der jeweiligen Art der Kantenbearbeitung. Ergänzend gilt:

EN 12150	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas
DIN 1249 T 11	Glas im Bauwesen - Glaskanten
BRL ESG-H, EN 14179	Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas
EN 1863	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Glas

### 2.4.3.1 Kantenbearbeitungsqualitäten

Grundlage der Kantenbearbeitung ist DIN 1249, Teil 11 Kap. 3.4 komplett unter 3.1.

Dem Produzenten bleibt es aus produktionstechnischen Gründen über-

lassen, die geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen.

#### 2.4.3.1.1 Standardtoleranzen

Hier wird unterschieden zwischen den Kantenbearbeitungen gesäumt, geschliffen und poliert. Daher werden zwei Toleranzklassen gebildet:

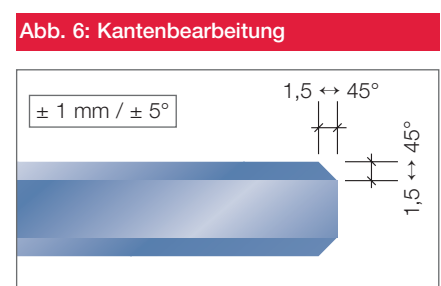
- gesäumt KGS
- maßgeschliffen KMG
- geschliffen KGN
- poliert KPO

Für gesäumte Kanten gilt die unter Zuschnitt angegebene Toleranz mit Schrägbruch.

Für geschliffen/poliert gilt die nachfolgende Tabelle.

■ Tab. 7: 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

### 2.4.3.1.2 Sondertoleranzen

In der nebenstehenden 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. 8: 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

### 2.4.3.1.3 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 nebenstehende Tabelle:

■ Tab. 9: Sonderformen

Kantenlänge d ≤ 12 mm Standard [mm]		Sonder (CNC) [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

### 2.4.3.1.4 Kantenbearbeitungen

■ Tab. 10:

Winkel	X
≤ 12,5°	- 15 mm
≤ 20°	- 9 mm
≤ 35°	- 6 mm
≤ 45°	- 4 mm

### 2.4.3.2 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.

#### 2.4.3.2.1 Eckabschnitt gesäumt < 100 x 100 mm

##### 2.4.3.2.1.1 Standard

Abmaß ± 4 mm

#### 2.4.3.2.2 Eckausschnitt gesäumt

##### 2.4.3.2.2.1 Standard

Abmaß ± 4 mm auf Lage/Abmaße



## 2.4.3.2.3 Randausschnitt gesäumt

### 2.4.3.2.3.1 Standardabmaß für Handbearbeitung – Ausschnittmaße

■ Tab. 11: Randausschnittabmaß HB gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
≤ 1000	± 6,0

### 2.4.3.2.3.2 Standardabmaß für CNC-Bearbeitung – Ausschnittmaße

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 15 mm

■ Tab. 12: Randausschnittabmaß CNC-Bearbeitungszentrum gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
≤ 2000	± 4,0
≤ 3400	± 4,0
≤ 6000	± 5,0

## 2.4.3.2.4 Eckabschnitt geschliffen

### 2.4.3.2.4.1 Standard

Abmaß ± 2 mm

(Eckabschnitt < 100 x 100 mm, sonst Sonderform)

### 2.4.3.2.4.2 Sonderabmaß

Sonderabmaß ± 1,5 mm

Fertigung erfolgt am CNC-Bearbeitungszentrum, d. h. es ist CNC-Bearbeitung (Master Edge) zu kalkulieren.

## 2.4.3.2.5 Eckabschnitt poliert – CNC-Bearbeitungszentrum

### 2.4.3.2.5.1 Standard

Abmaß ± 2 mm

(Eckabschnitt < 100 x 100 mm, sonst Sonderform)

Abb. 7: Sonderform



### 2.4.3.2.5.2 Sonderabmaß

± 1,5 mm

## 2.4.3.2.6 Eckausschnitt geschliffen

### 2.4.3.2.6.1 Standard

In Abhängigkeit von der Glasstärke  
Mindestabstand bei innenliegenden  
Radien:

≤ 10 mm: R 10  
≤ 12 mm: R 15  
Abmaß Größe ± 2 mm,  
Abmaß Lage ± 3 mm.

### 2.4.3.2.6.2 Sonderabmaß

Mindestmaß bei innenliegenden  
Radien: 17,5 mm; Abmaß 1,5 mm.

Die Sonderbearbeitung erfolgt am  
CNC-Bearbeitungszentrum.



2.4.3.2.7 Eckausschnitt poliert – CNC-Bearbeitungszentrum

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm

2.4.3.2.7.1 Standard

Abmaß ± 2 mm

2.4.3.2.7.2 Sonderabmaß

Abmaß ± 1,5 mm

2.4.3.2.8 Randausschnitt geschliffen oder poliert – CNC-Bearbeitungszentrum

2.4.3.2.8.1 Standardabmaß

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm

■ Tab. 13: Randausschnittabmaß CNC-Bearbeitungszentrum geschliffen oder poliert

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
< 500	± 2,0
≤ 1000	± 3,0
≤ 2000	± 3,0
≤ 3400	± 4,0

2.4.3.2.8.2 Sonderabmaß

**Achtung** Mindestmaß bei innenliegenden Radien: 17,5 mm, Abmaß ± 1,5 mm

2.4.3.3 Lochbohrungen

Die Lochlage bzw. Lagetoleranz der Bearbeitungen entsprechen den Kantenbearbeitungstoleranzen.

2.4.3.3.1 Bohrlochdurchmesser

Der Bohrlochdurchmesser Ø sollte nicht kleiner als die Glasdicke sein. Für kleine Bohrlochdurchmesser bitte separat beim Hersteller nachfragen.

2.4.3.3.2 Begrenzung und Lage des Bohrlochs

Die Lage des Bohrlochs ( Rand der Bohrung) der bezogen auf die Glaskante, Glasecke u. zur nächsten Bohrung ist abhängig von:

- Glasdicke
- Durchmesser der Bohrung (Ø)
- Form der Glasscheibe
- Anzahl der Bohrungen



Abb. 8: Lage des Bohrlochs zur Kante

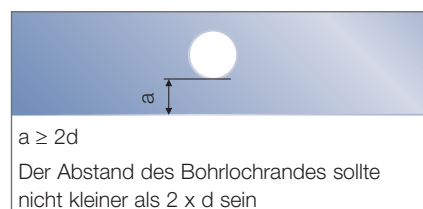


Abb. 9: Lage benachbarter Bohrlöcher

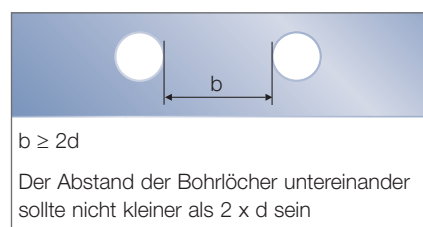
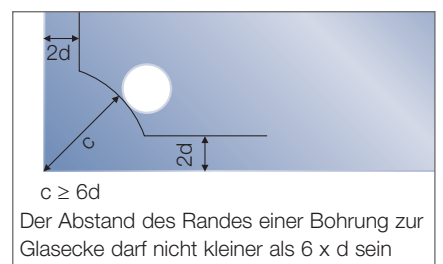


Abb. 10: Lage des Bohrlochs zur Ecke



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. 14: Bohrlochabmaße

Nenndurchmesser d [mm]	Abmaße [mm]
4 < d < 20	± 1,0
20 < d < 100	± 2,0
100 < d	Anfrage beim Hersteller

### 2.4.3.3 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.

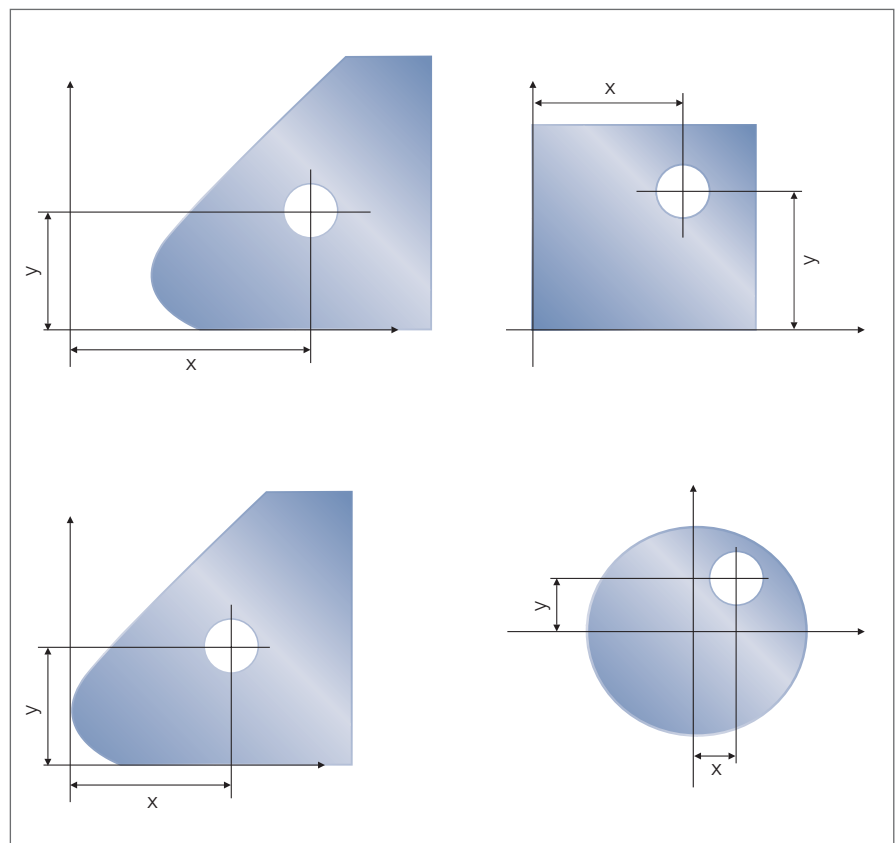
Die Lage der Bohrungen (X, Y) ist (x± t, y± t) wobei x u. y die geforderten Abstände sind und t das Abmaß.

Hinweis: zu engeren Toleranzen bitte separat beim Hersteller nachfragen.

■ Tab. 15:

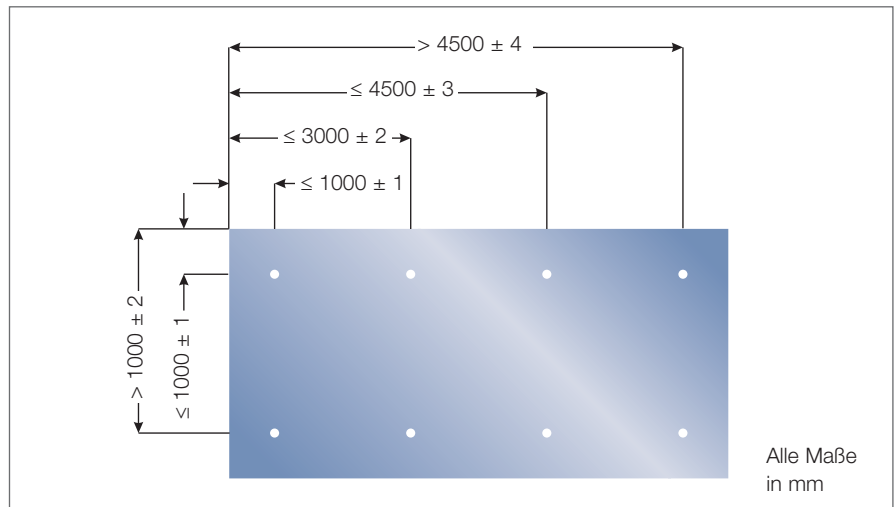
Nennmaße der Seite B oder H [mm]	Abmaß t [mm]	
	Nennstärke, d ≤ 12	Nennstärke, d > 12
≤ 2000	± 2,5 (horizontales Herstellungsverfahren) ± 3,0 (vertikales Herstellungsverfahren)	± 3,0
2000 < B oder H ≤ 3000	± 3,0	± 4,0
> 3000	± 4,0	± 5,0

Abb. 11: Lochlage



2.4.3.3.4 Lochbohrungslagen

Abb. 12: Lochbohrungslagen



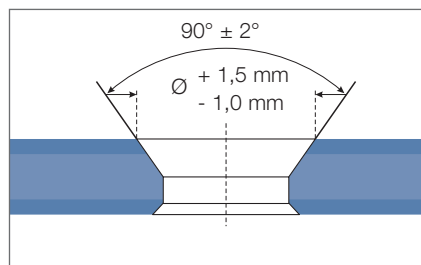
2.4.3.3.5 Senklochbohrungsdurchmesser

Durchmesser:

$\leq 30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ,

$> 30 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ .

Abb. 13: Senklochabmaß



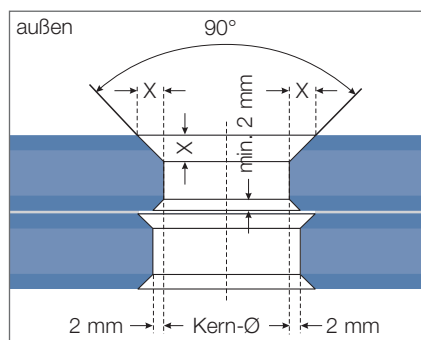
Senklochbohrungen im VSG

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. 14: Senklochbohrung im VSG



2.4.4 ESG – Einscheiben-Sicherheitsglas, ESG-H, heißgelagertes ESG und TVG – Teilvorgespanntes Glas

Einscheiben-Sicherheitsglas, ergänzend gilt: EN 12150-1/-2 für ESG. EN 14179 für heißgelagertes ESG

und abZ des Herstellers für ESG-H, sowie die Bauregelliste bzw. EN 1863 für TVG.

2.4.4.1 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 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.

## 2.4.4.2 Örtliche Verwerfung – gültig für Floatglas

Standard 0,3 mm auf 300 mm Mess-Strecke. Die Messung ist im Abstand von mind. 25 mm zur Kante durchzuführen.

### 2.4.4.2.1 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit des Scheibenaußenmaßes

■ Tab. 16: Mindestglasdicken

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

Produktionstechnische Glasdicken: Aufgrund des thermischen Vorspannprozesses empfehlen wir folgende größenabhängige Mindestglasdicken. Hierbei werden keine anwendungstechnischen Anforderungen berücksichtigt.

## 2.4.5 Isolierglas

Ergänzend gilt:  
EN 1279-1 bis -6, EN 1096-1

ÖNORM B 3738

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen, Verfasser BIV und BF – Ausgabe 2009.

Richtlinien zur Anwendung und Weiterverarbeitung von VSG.

Diese Richtlinie regelt ausschließlich Toleranzen der äußeren Beschaffenheit von Isolierglas.

### 2.4.5.1 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht den Systemspezifikationen der UNIGLAS® GmbH & Co. KG.

Das maximale Abmaß für die Randverbundbreite beträgt  $\pm 2,5$  mm.

### 2.4.5.2 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 17 angegebenen Abmaße abweichen.

Die Dickentoleranzen von Mehrscheiben-Isoliergläsern mit mehreren Scheibenzwischenräumen werden beim Einhalten folgender Regeln sichergestellt:

- bestimme die Toleranzen jedes einzelnen Gebildes aus Glas/Scheibenzwischenraum/Glas nach Tabelle 17
- berechne die Quadrate dieser Werte
- summiere die Quadratwerte
- ziehe die Quadrat-Wurzel aus der Summe



■ Tab. 17: Dickentoleranzen von MIG bei Verwendung von Floatglas

Erste Scheibe*		Zweite Scheibe*	MIG Dickenabmaß
a	Entspanntes Glas	Entspanntes Glas	± 1,0 mm
b	Entspanntes Glas	Vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas**	± 1,5 mm
c	Entspanntes Glas, vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas Dicke ≤ 6 mm	Verbundglas mit Folien***	± 1,5 mm
		Gesamtdicke ≤ 12 mm	
	sonstige Fälle		± 2,0 mm
d	Entspanntes Glas	Ornamentglas	± 1,5 mm
e	Vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas	Vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas	± 1,5 mm
f	Vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas	Glas-/Kunststoff-Komposite****	± 1,5 mm
g	Vorgespanntes oder teilvorgespanntes Glas	Ornamentglas	± 1,5 mm
h	Glas-/Kunststoff-Komposite	Glas-/Kunststoff-Komposite	± 1,5 mm
i	Glas-/Kunststoff-Komposite	Ornamentglas	± 1,5 mm

\* Die Scheibendicken sind als Nennwerte angegeben.  
 \*\* Thermisch vorgespanntes Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas oder chemisch teilvorgespanntes Glas.  
 \*\*\* Verbundglas oder Verbund-Sicherheitsglas, bestehend aus zwei entspannten Floatglasscheiben (maximale Dicke jeweils 12 mm) und einer Kunststoff-Folienzwischen-schicht. Bei unterschiedlich zusammengesetztem Verbundglas oder Verbund-Sicherheitsglas siehe EN ISO 12543-5 und nachfolgend sollte die Berechnungsregel nach 2.4.5.2 angewendet werden.  
 \*\*\*\* Glas-/Kunststoff-Komposite sind eine Art von Verbundglas, die mindestens eine Scheibe eines Kunststoff-Verglasungsmaterial enthält; siehe EN ISO 12543-1.

■ **Beispiel**

3-fach Isolierglas – Aufbau:

VSG 6.4\*) – 12 – 4 – 12 – 4

<b>Schritt a)</b>	Abmaße für „Gebilde 1“	$(6.4 - 12 - 4) = \pm 1,5 \text{ mm}$
	Abmaße für „Gebilde 2“	$(4 - 12 - 4) = \pm 1,0 \text{ mm}$
<b>Schritt b)</b>	Berechne die Quadrate dieser Werte:	$1,5 \cdot 1,5 \text{ mm} = 2,25 \text{ mm}^2$ $1,0 \cdot 1,0 \text{ mm} = 1,00 \text{ mm}^2$
<b>Schritt c)</b>	Summiere die Quadratwerte:	$2,25 + 1,0 = 3,25 \text{ mm}^2$
<b>Schritt d)</b>	Ziehe die Quadratwurzel aus der Summe von c):	$\sqrt{3,25 \text{ mm}^2} = 1,80 \text{ mm}$

Somit ergeben sich für den im Beispiel gewählten Aufbau Dickenabmaße von ± 1,8 mm.

\* Bei den Glasdicken ist stets die Nenndicke auf eine Dezimalstelle gerundet anzugeben. Bei VSG aus 2 x 3 mm mit PVB-Folie = 0,38 mm beträgt die Nenndicke 6.4 mm

**2.4.5.3 Abmessungstoleranz / Versatz**

Als Abmessungstoleranz gelten die in den Kapitel 2 beschriebenen Toleranzen der im Isolierglas verwendeten Vorprodukte zuzüglich eines möglichen Versatzmaßes aus dem Isolierglaszusammenbau.

■ Tab. 18: Maximales Versatzmaß – Rechtecke

2.000 mm ≥ Kantenlänge	2,0 mm
3.500 mm ≥ Kantenlänge > 2.000 mm	2,5 mm
Kantenlänge > 3.500 mm	3,0 mm

■ Tab. 19: Maximales Versatzmaß – Sonderformen

2.000 mm ≥ Kantenlänge	2,0 mm
3.500 mm ≥ Kantenlänge > 2.000 mm	3,0 mm
Kantenlänge > 3.500 mm	4,0 mm

## 2.4.5.4 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 Stufenisoliervglas.

## 2.4.5.5 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.

## 2.4.5.6 Abstandhalter

Zur Anwendung kommen gesteckte und gebogene Ecksysteme, 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 Re-

flexionsverhalten 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.

## 2.4.6 Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

Verbund-Sicherheitsgläser bestehen aus zwei oder mehr Glasscheiben, die durch eine oder mehrere

Polyvinyl-Butyral-(PVB)-Folien zu einer untrennbaren Einheit verbunden sind. Man unterscheidet die

Gläser mit einer Foliendicke von 0,38 PVB von den Gläsern mit PVB-Folien von mind. 0,76 mm PVB.

### 2.4.6.1 Maßtoleranzen

(In Anlehnung an die Produktspezifikation VSG von UNIGLAS®)

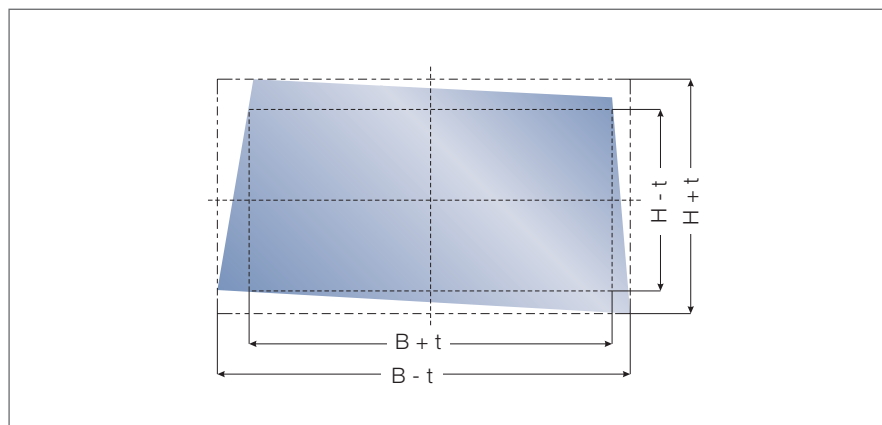
Man unterscheidet die VSG-Gläser je nach Aufbau in:

VSG 0,38 PVB, VSG ab 0,76 PVB, VSG mit Schallschutzfolie (Schalldämmendes VSG), VSG mit Colorfolie (Farbige PVB-Folien).

Die Toleranzen entsprechen grundsätzlich EN ISO 12543.

Gültig sind die entsprechenden Maßtoleranzen der eingesetzten Vorprodukte im VSG-Element plus zusätzlich die zulässigen Versattoleranzen wie in Tabelle 20 und 21 angeführt.

Abb. 15: Grenzmaße für Maße rechtwinkliger Scheiben



Beispiel:

VSG aus  
6 mm ESG / 0,76 PVB / 6 mm TVG;  
Kanten poliert

Abmaß der Einzelscheibe:  $\pm 1,5$  mm  
Zusätzliche Versattoleranz:  $\pm 2$  mm  
Ergebnis: eine Summe der zulässigen Versattoleranz von  $\pm 3,5$  mm

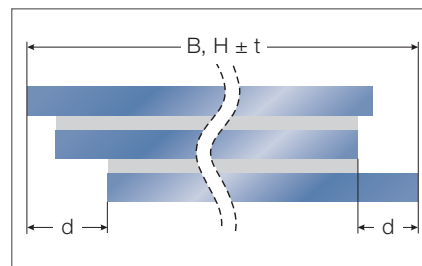
### 2.4.6.2 Verschiebetoleranz (Versatz)

Die Einzelscheiben können sich aus fertigungstechnischen Gründen im Verbundprozess gegeneinander verschieben.

Bei 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 20 oder 21 Anwendung.

**Abb. 16: Versatz**



■ Tab. 20: **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. 21: **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 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 VSG-Glas ist dann nicht mehr rechteckig, sondern kann eine leichte Krümmung (sichelförmig) aufweisen. Dieser Zustand ist produktionsbedingt und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

### 2.4.6.3 Dickentoleranz

Das Dickenabmaß für 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 ≥ 2 mm wird ein Abmaß von ≤ 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 ± 0,2 mm. Deshalb sind die Nenndicke 6,5 mm und die Grenzabmaße ± 0,4 mm.

### 2.4.6.4 Bearbeitung

Bei 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 Kan-

tenversatzes möglich. Bei Kombinationen aus nicht vorgespannten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig.

### 3 Grundsätzliche Forderungen, Lagerung, Transport

#### 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 Glasstöße 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 ein-

gefärbte Gläser, Ornament-, Guss- und drahtarmierte Gläser, da verstärkte 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 zu schützen vor alkalischen Baustoffen, wie Zement, Kalk, sowie vor Intensivanlagern zum Abbeizen alter Farben usw.

Hierzu empfehlen wir unsere Glaschutzfolie „UNIGLAS® | SAFE“.

Bei Arbeiten mit Winkelschleifern, Sandstrahlgeräten, Schweißbrennern usw. müssen die Scheibenoberflächen besonders vor möglichen Schäden geschützt werden.

#### 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 800 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 Höhenmeter. Grundsätzlich gibt es zwei Verfahren, solche Isoliergläser zu fertigen.

Zum einen wird im Randverbund der Gläser ein Druckausgleichsventil ein-

gebaut, das erst nach Akklimatisierung der Gläser am Einbauort verschlossen wird. Bezogen auf die klare Definition zur Herstellung eines Isolierglases ist dieses Prozedere etwas heikel, bleibt der SZR doch während des Transportes eine Zeit lang 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 gibt es seit kurzem ein technisches Gerät, das beim hermetischen Verschluss des SZR den Luftdruck am Einbauort simuliert und so die Gasfüllpresse steuert. Es ent-

stehen „deformierte“ Isoliergläser in den Produktionen, die ihre korrekte, planparallele Form erst am Einbauort erlangen. So hergestellte Isoliergläser

sind absolut konform mit den Herstellungs-Anforderungen 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.

### 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.

Bei einem Scheibenzwischenraum (SZR) von 8 - 12 mm sind daher physikalisch wie auch transportbedingt Berührungen der inneren Scheibenoberfläche möglich. Bei kleineren SZR können sichtbare Merkmale an der

Beschichtung und auf der inneren Glasoberfläche erkennbar sein. Diese Beanstandungen werden nicht berücksichtigt. Der SZR sollte deshalb **mindestens** 16 mm betragen.

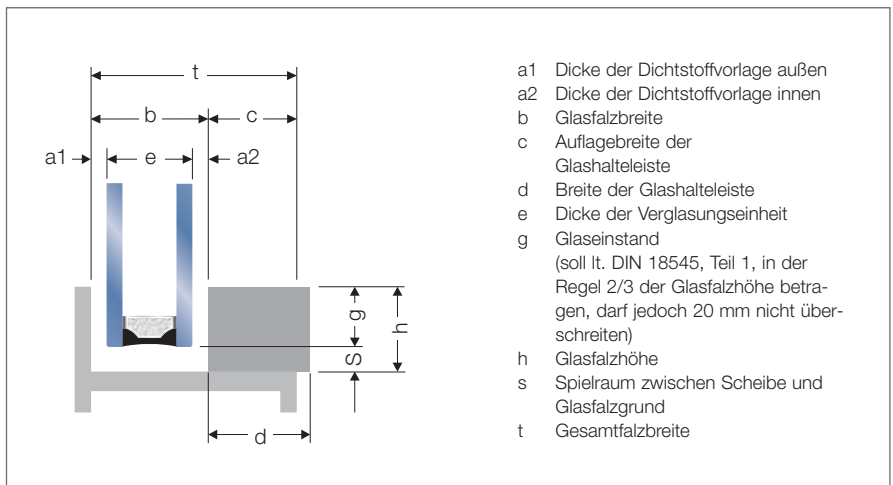
## 4 Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas

### 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. 17: Falzabmessungen



### 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. 22: 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.

■ Tab 23: **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.

### 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.

## 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.

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.

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.

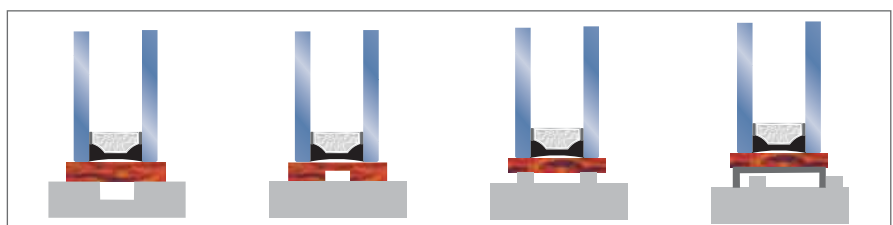
Der Abstand der Klötze von den Glasscheibenecken soll etwa Klotzlänge betragen. Im Einzelfall kann der Abstand bis zur Glasecke bis auf 20 mm verringert werden, wenn das Glasbruchrisiko nicht durch die Rahmenkonstruktion und die Lage des Klotzes erhöht wird. Bei großflächigen, freistehenden Scheiben 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 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 80°, z. B. Gluske Universal- oder Holzklötze. Holzklötze sollten jedoch nur im Holzfenster eingesetzt werden.

Isolierglas mit Systemen im Scheibenzwischenraum, wie UNIGLAS® | SHADE sind so zu klotzen, dass die Höhenkante der Verglasung absolut senkrecht steht.

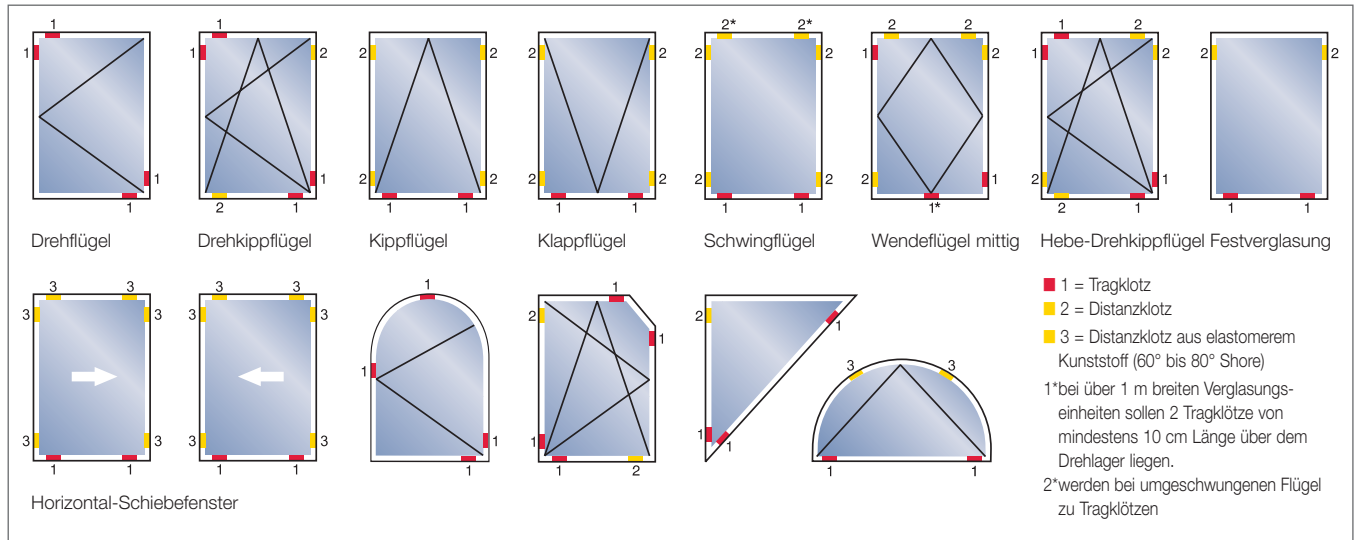
Abb 18: Mögliche Klotzungen



**Hinweis**

Die Klotzung hat nach der Technischen Richtlinie Nr. 3 „Klotzung von Verglasungseinheiten“ des Instituts für Glasverarbeitungs- und Fensterbau, Hadamar, zu erfolgen.

**Abb. 19: Klotzungsvorschläge Auszug aus „Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3, Ausgabe 1997“**

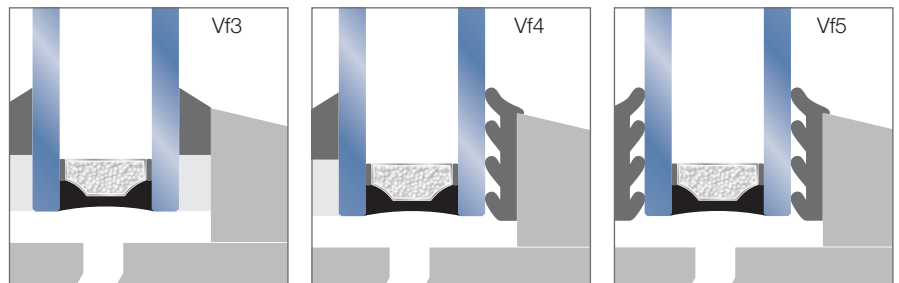


## 5 Verglasungssysteme

**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. 20: Verglasungssysteme**



### 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-Isolier-

glases verwendeten Stoffen keine schädlichen Wechselwirkungen aufweisen. Außerdem müssen die Materialien auch in Verbindung mit Feuchtigkeit verträglich sein im Sinne der DIN 52460.

### 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 gem. 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- und 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 evtl. im Falzraum entstehendes Kondensat zuverlässig nach außen abführen, einen Dampfdruckausgleich mit der Außenluft herstellen und unterschied-

liche 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- oder Langlöcher mit den Mindestabmessungen 5 x 20 mm oder als Bohrungen mit einem Mindestdurchmesser von 8 mm auszubilden.

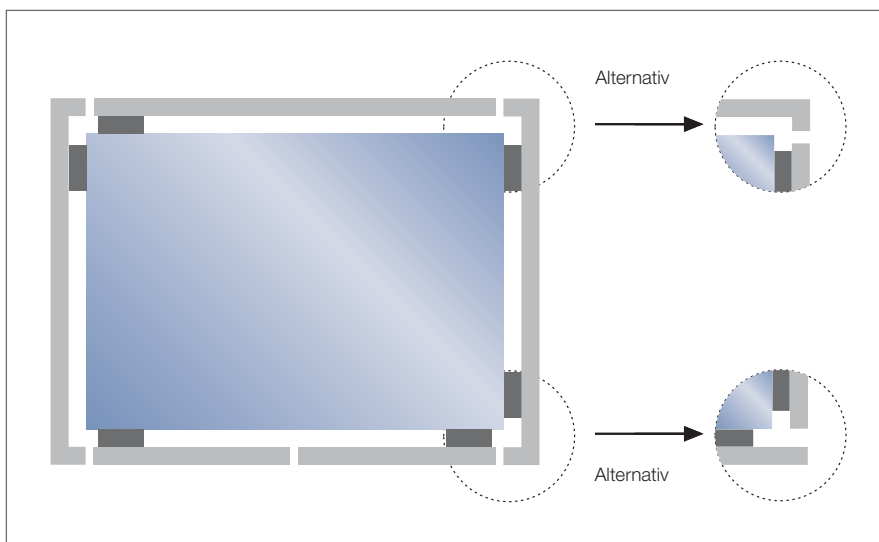
Die Öffnungen sind am tiefsten Punkt des Glasfalzes anzubringen. Profilhinterschneidungen bzw. Stege müssen dabei im Lochbereich durchbohrt werden. Die Klotzung darf den Dampfdruckausgleich nicht behindern. Nuten im Falzgrund sind durch Klötze stabil zu überbrücken. Bei glattem Falzgrund sind Klotzbrücken 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. 21: Systemvorschlag für Dampfdruckausgleich



### 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.

### 5.4 Verklebung von Isoliergläsern

Dies ist ein recht junges und nicht generell erprobtes Verglasungssystem.

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.

Eine allgemeingültige Freigabe kann hierfür nicht erteilt werden.

#### 5.4.1 Kompass für geklebte Fenster

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerkes, Bundesverband Flachglas e.V., Gütegemeinschaft Kunststoff-Fenstersysteme, Institut für Fenstertechnik e. V., Verband Fenster- und Fassadenhersteller, BÜFA-Glas GmbH & Co. KG, Deutsche Hutchinson GmbH, Dow Corning GmbH, Fenzi SpA (I), Glas Trösch GmbH, Gluske-BKV GmbH, H.B. Fuller Window GmbH, Isolar 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: 01/2007

##### 5.4.1.1 Einleitung und allgemeine Hinweise

Dieses Merkblatt ist unter Mitarbeit und in Abstimmung mit relevanten Industrien und Verbänden erarbeitet worden, somit bietet es einen weit reichenden Überblick über Anforderungen des gesamten Systems „geklebtes Fenster“.

Im Fassadenbau, der Automobil- oder in der Luftfahrtindustrie – Klebetechnik ist hier seit vielen Jahren bekannt und heute nicht mehr wegzudenken.

Auch im Fensterbau erfreut sich die Klebetechnik zunehmender Aufmerksamkeit. Grundprinzip ist hier, die Steifigkeit des Glases auszunutzen und durch eine statisch wirksame Klebung zwischen Flügelrahmen und Glas bzw. Isolierglas (MIG) das Fenster als Verbundelement zu versteifen und setzungsfrei zu gestalten.

Neben möglichen Vorteilen, die die Klebetechnik bieten kann, müssen die Fensterkonstruktionen und die

einzelnen Funktionsträger ganzheitlich betrachtet werden. Das Isolierglas ist eine der wesentlichen Komponenten, die bei geklebten Verglasungssystemen unter Umständen zusätzliche Belastungen erfahren kann, die sich aus dem entsprechenden Fenstersystem ergeben. Hierbei bezieht sich das Merkblatt auf die Verwendung von Zweifach-Isolierglas.

Geklebte Fenstersysteme sind dabei so definiert, dass die Isolierglas-scheibe im geschlossenen Zustand 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.

## 5.4.1.2 Systembeschreibung

### 5.4.1.2.1 Systemgeber

Der Begriff „System“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass nur ein abgestimmtes und geprüftes System verwendet werden darf. Hierzu liegt vom Systemgeber eine entsprechende Systembeschreibung vor, die u. a. in Bezug auf folgende Punkte erfüllt werden muss:

- Systemzeichnung
- Profile
- Beschichtungen (Rahmen)
- Verstärkungen
- Dichtungen
- Verglasungen
- Klotzungen
- Beschläge
- Verbindungen
- Öffnungsarten
- Fertigungshinweise
- Transport und Lagerung
- Montage
- Pflege und Reparaturhinweise
- Systemänderungen

Eine Überprüfung der Wiederverwertbarkeit (Recycling) ist empfehlenswert.

### 5.4.1.2.2 Isolierglasaufbau

#### 5.4.1.2.2.1 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 5.4.1.10).

Auf dieses besondere System bezogen, müssen in Hinblick auf das Glas/Laminate folgende Punkte beachtet werden:

- UV- Belastung
- Feuchtebelastung
- Temperaturbelastung
- Materialverträglichkeit
- Zusätzliche mechanische Lasten
- Kantenbearbeitung / freie Glaskante
- Scherbelastung

#### 5.4.1.2.2.2 Abstandhalter

Die Eignung des Abstandhaltersystems muss für diesen Einsatz vorliegen.

Seine Funktion muss entsprechend nachgewiesen sein.

#### 5.4.1.2.2.3 Primär- und Sekundärdichtstoff

Die dauerhafte Funktion der Primär- und Sekundärabdichtung muss sichergestellt sein. Besondere Einflüsse von gegebenenfalls auftretender UV-Strahlung, Temperatur-, Feuchtebelastung und/oder zusätzlich auftretende Scherkräfte sowie die chemische Verträglichkeit (siehe

Punkt 9.0 Merkblatt BF Juni 2004) aller in Kontakt kommenden Komponenten, müssen berücksichtigt werden.

Bei mechanisch nicht gesicherten Systemen (z. B. ohne Glashalteleisten) muss der bei diesen Systemen höher belastete Rand-

verbund 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.

### 5.4.1.2.3 Klebstoffsystem

Die Auswahl des Klebstoffsystems richtet sich nach dem Fenstersystem und den sich daraus ergebenden Beanspruchungen (siehe auch 5.4.1.3). Die Randbedingungen in der Klebevariante, hinsichtlich Temperatur-, UV-, und Fe-

uchtebelastung, können nachhaltig die Dauerhaftigkeit beeinflussen. Die Wahl des Klebesystems muss dies berücksichtigen (siehe auch 5.4.1.3). Die dauerhafte Klebeverbindung ist nach dem Stand der Technik nachzuweisen.

Die Klebefuge ist entsprechend dem Fenstersystem, den auftretenden Belastungen sowie den Rahmenmaterialien zu dimensionieren.

### 5.4.1.3 Systeme

Die nachfolgenden Darstellungen sind Systemskizzen. Auf einen ent-

sprechenden Dampfdruckausgleich muss geachtet werden.

Abb. 22:

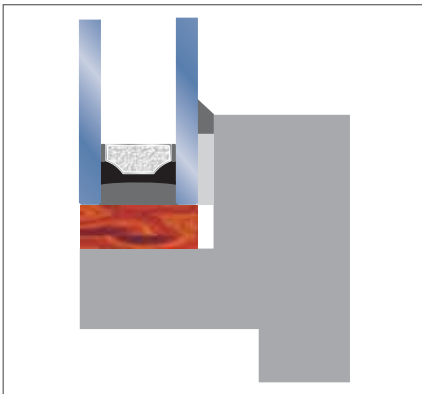


Abb. 23:

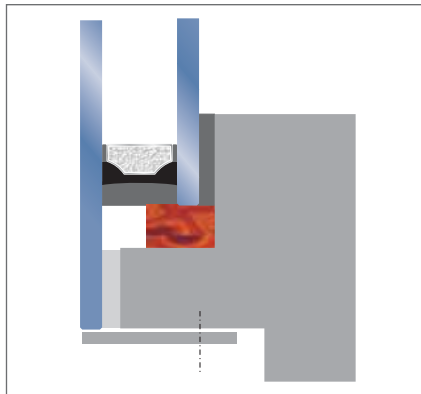


Abb. 24:

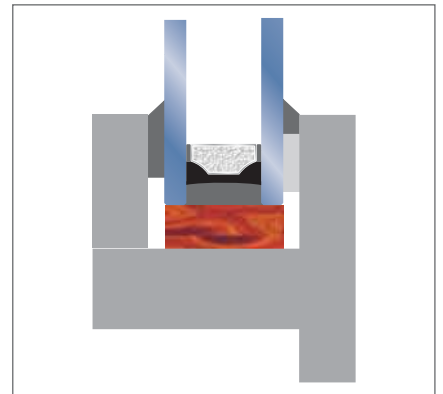


Abb. 25:

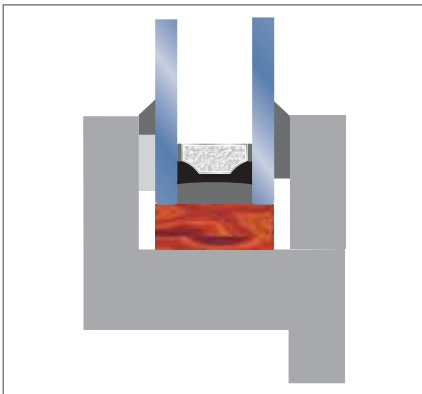


Abb. 26:

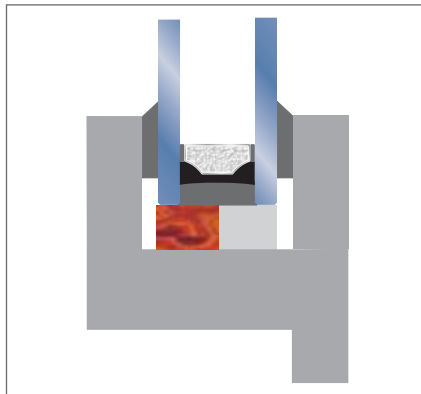


Abb. 27:

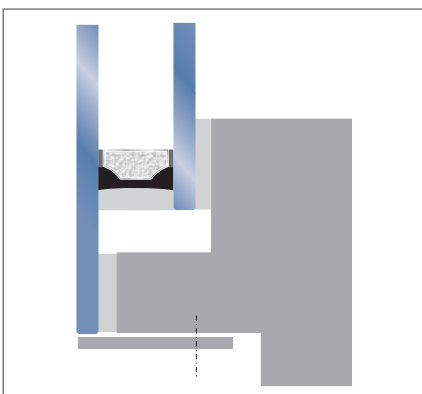


Abb. 28:

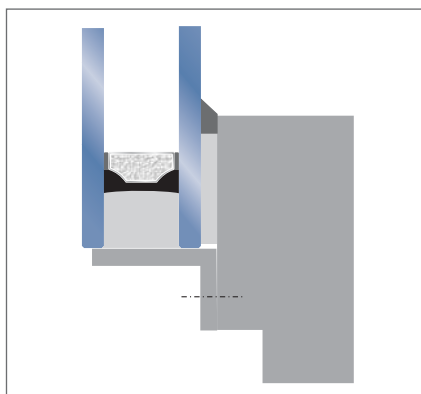


Abb. 29:

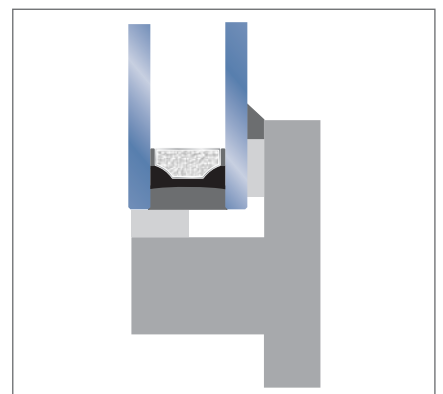
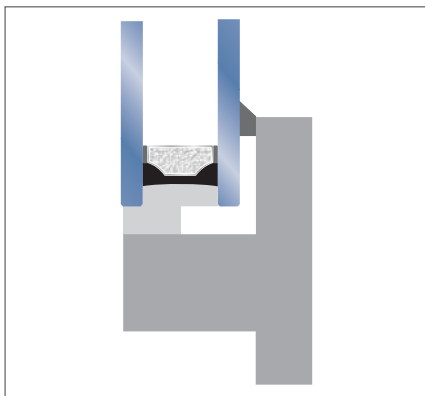


Abb. 30:



- Verglasungsklotz
- Abdichtung
- Eigenlast tragende Verklebung

Weitere Ausführungen und Entwicklungen sind möglich. Die oben gezeigten Darstellungen stellen lediglich eine Auswahl derzeit gängiger Systeme dar.

## 5.4.1.4 Allgemeine Bedingungen

### 5.4.1.4.1 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

### 5.4.1.4.2 Mechanische Beanspruchung

Die Annahmen der Lasten sind entsprechend der bekannten Normen und Regelwerke zu beachten. Darüber hinaus sind zusätzliche Beanspruchungen aus statischen und dynamischen Lasten möglich und entsprechend zu berücksichtigen, wie z. B.:

- Ableiten des Eigengewichtes, sowohl über den Randverbund des Isolierglases als auch über die Verklebung zwischen Glas und Rahmen
- Verwindungen in der Glasebene in Abhängigkeit von Konstruktion und Format
- Eventuelles Kriechverhalten der Klebstoffe bei Gläsern ohne mechanische Lastabtragung
- Punktuelle Lasteinleitung durch die Beschläge und Scherkräfte auf den Randverbund
- Lasten aus der Nutzung

- Lastableitung von Wind-/Soglasten im geschlossenen Zustand über mindestens zweiseitig linienförmige Lagerung
- Fehlnutzung

Die besonderen Lasteinwirkungen auf die Verglasung, den Randverbund und die Verklebung sind systemabhängig zu beurteilen (siehe auch 5.4.1.3).

### 5.4.1.4.3 Wärme- / Schall- / Sonnenschutz / Sicherheit / Brandverhalten

Die für „konventionelle“ Systeme ohne Verklebung gültigen Regelwerke können hier möglicherweise nicht angewendet werden.

Die je nach vorgesehener Anwendung zusätzlichen Anforderungen sind gegebenenfalls gesondert nachzuweisen.

#### 5.4.1.4.4 Reinigungsmittelbeständigkeit

Die Reinigungsmittelbeständigkeit muss über den Systemnachweis geführt werden.

#### 5.4.1.5 Chemische Verträglichkeit

Die Kompatibilität von Materialien muss für den jeweiligen Anwendungsfall nachgewiesen werden (siehe Punkt 5.4.1.10) wie z. B:

- Rahmenmaterial
- Primär- und Sekundärdichtstoff Isolierglas

#### 5.4.1.6 Adhäsionsverhalten

Die Haftung zwischen Flügelrahmen und Klebung muss dauerhaft sein (siehe 5.4.1.2).

#### 5.4.1.7 Qualitätssicherung

Um einen kontinuierlichen Qualitätsstandard sicherzustellen, wird das Erstellen von Prüfplänen für eingehende Materialien, Herstellungsprozesse und Fertigungsendprüfungen empfohlen.

#### 5.4.1.10 Normen und Regelwerke

Die nachstehenden Normen und Regelwerke gelten in ihrer jeweils

#### 5.4.1.4.5 Sonstige Bedingungen

Die Kantenbearbeitung bzw. der Kantenschutz ist systembezogen zu berücksichtigen.

- Abstandhalter Isolierglas
- Material Verglasungsklötze
- Dichtprofile / Füllprofile
- Verglasungsdichtstoffe
- Klebstoff
- Klebebänder

- Glaslamine
- Beschichtungen / Folien auf Glas und / oder Rahmen

Bei Veränderungen der Systeme muss die Verträglichkeit erneut nachgewiesen werden.

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.

#### 5.4.1.8 Reparaturfähigkeit

Die Reparaturfähigkeit ist der Systembeschreibung zu entnehmen. Im Reparaturfall muss die Funktionsfähigkeit aller Komponenten sichergestellt sein.

#### 5.4.1.9 Gewährleistung

Der Lieferant der geklebten Fensterkonstruktion, in der Regel der Fensterbauer, steht für sein Gewerk, wie es die Gesetzgebung vorgibt, in der Gewährleistung.

aktuellen und alle Teile umfassenden Ausführung.

DIN EN 356	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
DIN EN 572	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
DIN 1055	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1096	Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas
DIN EN 1279	Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas
DIN EN 1627 - 1630	Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung
DIN EN 1863-2	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas
BDIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4108	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
DIN 5034	Tageslicht in Innenräumen
DIN EN ISO 10077	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen
DIN EN 12150	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

DIN EN 12412	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens
DIN EN 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 ISO 13788	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren (ISO 13788:2001)
DIN EN 14179	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
DIN EN 15434	Glas im Bauwesen – Produktnorm für lastübertragende und / oder UV-beständige Dichtstoffe
DIN 18361	VOB Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Verglasungsarbeiten
DIN 18545	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
	Merkblatt Bundesverband Flachglas „Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas“
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)  
eMail: [postmaster@beuth.de](mailto:postmaster@beuth.de)

VDI = Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf  
GUV = Gemeinde Unfall-Versicherung/Bundesverband der Unfallkassen, München  
VdS = VdS Schadenverhütung GmbH, Köln  
DIBt = Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin

## 5.5 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.

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 Tauwasseranfall 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  $\Psi_{\text{Glas-Glas}}$  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 Bemessung der Verklebung hat in diesen Fall nach ETAG 002 zu erfolgen. Es muss sichergestellt sein, dass die Fuge bis zur vollständigen Aushärtung nicht belastet wird. Das Eigengewicht des Isolierglases ist vollständig an die Unterkonstruktion abzuleiten.

Nationale Anforderungen, Landesbauordnungen, in den Technischen Baubestimmungen gelistete Normen, Bauregelliste, Brandschutzanforderungen usw. zu beachten. In Deutschland darf gemäß TRLV nur dann auf Zustimmung im Einzelfall (ZiE) verzichtet werden, wenn die Oberkante Glas nicht höher als 4 m über der Verkehrsfläche liegt und es sich um keine absturzsichernde Verglasung handelt.

Die nicht tragende Wetterfuge sollte mindesten  $b \times t = 8 \text{ mm} \times 0,5 \cdot b$  ( $\geq 6 \text{ mm}$ ) 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. Kapitel 6)

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 entsprechend Kapitel 6 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 hinterfragt werden. Die Verklebung des Bleches muss zur Vermeidung

von Kondensat und damit Adhäsionsverlust lunkerfrei mit einem mit dem System verträglichen und geeigneten Klebstoff erfolgen. UNIGLAS® empfiehlt an Stelle der Blechabdeckung den UV-Schutz mittels Randsiebdruck oder die Ausführung des Isolierglasrandverbundes mit einem speziellen UV-Silikon sicherzustellen.

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 wie 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 -emaillierung der Scheiben 2 mm über den Randverbund hinweg in Verbindung mit der Verwendung eines schwarzen, wärmetechnisch verbesserten Abstandhalter.

## 5.6 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 Va1 – Va5 bzw. Vf3 – Vf5 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.



**1. Allgemeines**

In der aktualisierten Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ sind die Rahmenwerkstoffe Aluminium, Holz, Aluminium-Holz, Kunststoff und Stahl zusammengefasst. Die Tabelle ersetzt die bisherigen Ausgaben von 1983. Die Tabelle gibt den aktuellen Stand der Verglasungstechnik wieder, die durch die Normen DIN 18545 und DIN 18361 sowie die Einbaurichtlinien der Isolierglashersteller entstehen. In der vorliegenden Tabelle sind bewusst neue Verglasungstechniken bei Holzfenstern, wie „Glasabdichtung am Holzfenster ohne Vorlegeband“ oder „Glasabdichtung am Holzfenster mit vorgefertigten Dichtprofilen“ nicht berücksichtigt worden, da für diese Verglasungstechniken separate Richtlinien des **ift** vorliegen.

**2. Anwendungsbereich**

Die Tabelle dient zur Ermittlung der Beanspruchungsgruppen (BG) für die Verglasung von Fenstern und Fenstertüren bei Verwendung von Dichtstoffen. Ihr Anwendungsbereich ist abgestimmt auf den Anwendungsbereich von DIN 18545. Spezialgebiete wie die Verglasung von Hallenbädern, Schaufensteranlagen usw. werden mit der Tabelle nicht erfasst. Bei diesen Verglasungen ist das Verglasungssystem unter Beachtung der tatsächlichen Beanspruchung, gegebenenfalls durch Hinzuziehen des Dichtstoffherstellers, festzulegen.

Die Tabelle wurde erarbeitet, damit

- der Architekt bzw. die ausschreibende Stelle eine den Regeln der Technik entsprechende Verglasung ausschreiben kann,
- der Fensterhersteller bzw. der Glaser in Verbindung mit DIN 18545 Teil 3 eine den Regeln der Technik entsprechende fachgerechte Verglasung ausführen kann.

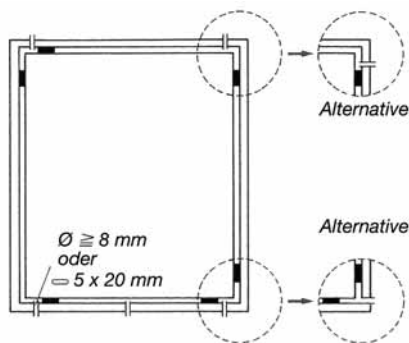
**3. Anforderung an die Rahmenkonstruktion**

Bei der Ausarbeitung der Tabelle wurde davon ausgegangen, dass die Rahmenkonstruktion, die Verglasungseinheit und die Ausführung der Verglasung den Regeln der Technik entsprechen. Diese sind u. a. festgelegt in:

- Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerter Verglasung
- DIN 18361 Verglasungsarbeiten
- DIN 18545 Teil 1 Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Anforderungen an Glasfalze
- Technische Richtlinien des Instituts des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar
- Einbaurichtlinien der Hersteller von Mehrscheiben Isolierglas.

Zur Vereinfachung der Überprüfung, ob die Voraussetzungen für eine gebrauchstaugliche und fachgerechte Verglasung gegeben sind, werden wesentliche Kriterien beispielhaft angeführt:

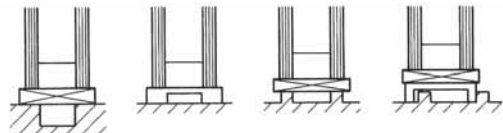
1. Die Rahmenkonstruktion muss ausreichend bemessen sein. Der Nachweis kann für
  - feststehende Rahmenteile durch Berechnung,
  - Flügelrahmen durch die Systemprüfung oder eine vergleichbare Prüfung erfolgen.
2. Die Abmessungen der Glasfalze müssen DIN 18545 Teil 1 entsprechen. Zusätzlich sind die Angaben der Isolierglashersteller zu beachten.



3. Bei Verglasungen mit dichtstofffreiem Falzraum müssen Öffnungen zum Dampfdruckausgleich zur Außenseite vorhanden sein. Diese sind entweder als Schlitz mit mindestens 5 mm Breite und 20 mm Länge oder als Bohrungen mit einem Minstdurchmesser von 8 mm auszubilden. Im unteren Falz sind mindestens 3 Öffnungen anzubringen.

Die Öffnung des Falzraumes ist jedoch auch im oberen Bereich zu empfehlen. Bei Holzfenstern bis zu einer Flügelbreite von 1,20 m sind 2 Öffnungen im unteren Bereich ausreichend. Bei Räumen mit Klimaanlage und dergleichen sind die Öffnungen auch oben anzubringen.

4. Die Verklotzung der Glasscheiben muß nach der Technischen Richtlinie Nr. 3 des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar, durchgeführt werden. Durch die Verklotzung darf der Falzraum in der Länge nicht unterbrochen werden.



Bei profiliertem Falzgrund müssen im Bereich der Öffnungen die tieferliegenden Bereiche miteinander verbunden werden.

5. Bei Verglasung mit Glashalteleisten sind diese raumseitig anzubringen, wobei sicherzustellen ist, dass eine ausreichende Dichtheit zwischen Rahmen und Glashalteleiste vorliegen muss. Bei Verbund- und Kastenfenstern können die Glashalteleisten auch im Zwischenraum angebracht werden.

**4. Erläuterungen der Beanspruchungen**

Für die Ermittlung der Beanspruchungsgruppen sind in der Tabelle die Eingangsgrößen

- Beanspruchung aus Bedienung
- Beanspruchung aus Umgebungseinwirkung
- Beanspruchung aus Scheibengröße
- Belastung der Glasauflage in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe vorgegeben.

Zur Erleichterung der Einordnung sind die Eingangsgrößen wie folgt erläutert:

*Beanspruchung aus Bedienung*

Die Zuordnung erfolgt über die Öffnungsart, wobei für Festverglasungen, Drehfenster und Drehkippenfenster die Mindestforderung mit der BG 1 beginnt. Für alle übrigen Öffnungsarten wie Schwingfenster, Hebefenster u.a. ist die Mindestforderung mit der BG 3 festgelegt.

*Beanspruchung aus Umgebungseinwirkung*

Die Zuordnung erfolgt über die zu erwartenden Einwirkungen von der Raumseite, wobei als Belastungen die Einwirkung von Feuchtigkeit und die Gefahr mechanischer Beschädigung zu beachten sind. Mit der Einwirkung von Feuchtigkeit auf die raumseitige Glasabdichtung ist zu rechnen, z. B. bei

- Räumen mit Klimaanlage,
- Feuchträumen, wobei normal beheizte und belüftete Badräume und Küchen im Wohnbereich nicht zu Feuchträumen zählen,
- Blumenfenstern,
- allen Fenstern, die zum Schließen der Außenwand bei Winterbauten eingesetzt werden.

Mit mechanischen Beschädigungen der raumseitigen Glasabdichtung ist zu rechnen, wenn z. B. in öffentlichen Gebäuden wie Schulen die Fenster von der Raumseite für den Publikumsverkehr zugänglich sind. Ist mit Feuchtigkeitsbelastung oder mechanischer Beschädigung zu rechnen, muß die BG 5 angenommen werden. Bei Verglasung mit dichtstofffreiem Falzraum ist die BG 4 ausreichend.

# „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“

## Beanspruchung aus der Scheibengröße

Die Zuordnung für die Glasabdichtung erfolgt über das Rahmenmaterial, die Kantenlänge der Verglasungseinheit und die Dicke der Dichtstoffvorlage, wobei mit Ausnahme des Rahmenmaterials Holz auch der Farbton berücksichtigt wird. Die angegebene Dichtstoffvorlage entspricht der Mindestdicke für die witterungsseitige Abdichtung. Die angegebene Kantenlänge ist der obere Grenzwert für die jeweilige Beanspruchungsgruppe. Bei Holzfenstern wird bei einer Dichtstoffvorlage von 3 mm davon ausgegangen, dass sich durch die Abfasung der oberen Kante an der äußeren Wange die Dichtstoffvorlage nach oben vergrößert.

## Belastung der Glasauflage in Abhängigkeit der Gebäudehöhe

Die Zuordnung für die Belastung der Glasauflage folgt aus der Windlast, die nach DIN 1055 Teil 4 von der Gebäudehöhe bestimmt wird. Die Belastung der Glasauflage ist auch für die Wahl des Vorlegebandes von Bedeutung, wobei das Vorlegeband Bestandteil des Verglasungssystems ist. Die Belastung der Glasauflage wird bei der Festlegung der BG nicht berücksichtigt. Sie dient nur zur Information für den Hersteller von Verglasungssystemen und den Glaser.

## 5. Festlegung der Beanspruchungsgruppen

Die Tabelle sieht für die unterschiedliche Beanspruchung der Verglasung eine Einteilung in 5 Beanspruchungsgruppen vor. Die Beanspruchungsgruppe 1 ist dabei für Verglasungen mit geringen Belastungen und die Beanspruchungsgruppe 5 für Verglasungen mit der höchsten Belastung vorgesehen.

Aus den Eingangsgrößen ergeben sich u. U. 3 verschiedene Beanspruchungsgruppen. Für die Verglasung maßgebend ist die höchste Gruppe.

Bei Verbundfenstern oder Kastenfenstern gilt für den witterungsseitigen Flügel die Beanspruchungsgruppe, die sich aufgrund der Beanspruchung aus Bedienung und Scheibengröße ergibt. Die Beanspruchung aus Umgebungseinwirkung dagegen gilt für den raumseitigen Flügel.

Die Beanspruchungsgruppe ist vom Architekten bzw. von der beschreibenden Stelle im Leistungsverzeichnis unter Hinweis auf die Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ anzugeben.

*Beispiel:* Verglasung entsprechend Verglasungstabelle ift: BG 3

## 6. Wahl des Verglasungssystems

Das Verglasungssystem kann, wenn die Beanspruchungsgruppe bekannt ist, mit Hilfe der Tabelle „Verglasungssysteme“ aus DIN 18545-3 ermittelt werden.

- Es werden unterschieden
  - Verglasungssystem mit freier Dichtstofffasse (Va 1),
  - Verglasungssysteme mit Glashalteleisten und ausgefülltem Falzraum (Va 2 bis Va 5),
  - Verglasungssysteme mit Glashalteleisten und dichtstofffreiem Falzraum (Vf 3 bis Vf 5).

Hier bedeuten:

- V Verglasungssystem
- a ausgefüllter Falzraum
- f dichtstofffreier Falzraum

1 bis 5 Beanspruchungsgruppen für die Verglasung von Fenstern

Verglasungssysteme nach DIN 18545 sind mit den Kurzzeichen der Tabelle zu bezeichnen.

*Beispiel:* Verglasungssystem (V) mit ausgefülltem Falzraum (a) für die Beanspruchungsgruppe 3 Verglasungssystem DIN 18545 – Va 3

Verglasungssysteme mit ausgefülltem Falzraum sind, wenn in den Einbaurichtlinien der Isolierglashersteller keine andere Festlegung getroffen wurde, nur für Holzfenster geeignet.

Die Zuordnung der Dichtstoffe zu den Verglasungssystemen erfolgt nach DIN 18545 Teil 2, wobei die Dichtstoffgruppen mit den Buchstaben A bis E bezeichnet sind.

*Beispiel:* Bezeichnung eines Dichtstoffes der Dichtstoffgruppe D Dichtstoff DIN 18545 – D

## 7. Beispiel

Für einen 13 m hohen Verwaltungsbau sind dunkelgrüne Aluminiumfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas vorgesehen. Es handelt sich um Drehkippenfenster. Die größte Flügelabmessung beträgt 1,20 m x 1,65 m.

- 1. Öffnungsart: Drehkipp -> BG 1
- 2. Belastung von der Raumseite (normal oder erhöht): normal -> BG 1
- 3. Beanspruchung aus
  - Rahmenmaterial: Aluminium
  - Farbe: dunkel -> BG 4
  - Dichtstoffvorlage (gewählt): 5 mm
  - Kantenlänge: 1,65 m
- 4. Höchste ermittelte Beanspruchungsgruppe -> BG 4

*Erforderliche BG:*

Verglasung entsprechend Verglasungstabelle ift : BG 4

*Gewähltes Verglasungssystem:*

Verglasungssystem DIN 18545 – Vf 4

*Geeigneter Dichtstoff zur Versiegelung:*

Dichtstoff DIN 18545 – D









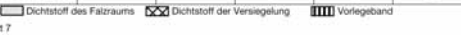
## 8. Haftungsausschluss

Technische Richtlinien dieser Art sind nicht die einzigen, sondern eine Erkenntnisquelle für technisch ordnungsgemäßes Verhalten im Regelfall. Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Tabelle als technische Empfehlung nur die zum Zeitpunkt der Ausgabe herrschenden „Regeln der Technik“ berücksichtigen kann. Durch das Anwenden der Tabelle entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Wer die Tabelle anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Einzelfall Sorge zu tragen.

Irgendwelche Ansprüche können aus dieser Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

## 9. Allgemeiner Hinweis

Obwohl nach DIN 18545-3 eine Verglasung mit ausgefülltem Falzraum möglich ist, sehen die Verglasungsvorschriften der Isolierglas-Hersteller in der Regel nur eine Ausführung mit dichtstofffreiem Falzraum vor. Es wird deshalb empfohlen, die Verglasung konstruktiv so auszubilden, dass grundsätzlich ein Verglasungssystem mit dichtstofffreiem Falzraum zur Ausführung kommt.

Beanspruchungsgruppe*	1	2	3	4	5
Verglasungssysteme mit ausgefülltem Falzraum					
Kurzbezeichnung	Va1	Va2	Va3	Va4	Va5
Schematische Darstellung					
Dichtstoffgruppe nach DIN 18545-2	für Falzraum	A**	B	B	B
	für Versiegelung	–	–	C	D
Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum					
Kurzbezeichnung			Vf3	Vf4	Vf5
Schematische Darstellung					
Dichtstoffgruppe nach DIN 18545-2	für Falzraum		–	–	–
	für Versiegelung			C	D
Erläuterung: 					
* Siehe Abschnitt 7 ** Für das Verglasungssystem Va1 dürfen auch Dichtstoffe der Gruppe B eingesetzt werden, wenn sie von den Herstellern dafür empfohlen werden.					

Verglasungssysteme (DIN 18545 Teil 3)

Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim

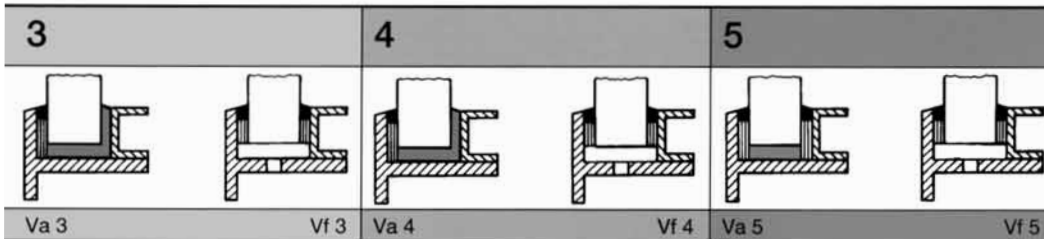


Beanspruchungsgruppen zur

Beanspruchungsgruppen	1	2
Verglasungssysteme nach DIN 18 545 Teil 3		
Schematische Darstellung		
Kurzzeichen	Va 1	Va 2
Beanspruchung aus		
Bedienung	Zuordnung über die Öffnungsart	
	Festverglasung, Drehfenster, Drehkippenfenster	
Umgebungseinwirkung	Zuordnung über Einwirkung von der Raum	
Scheibengröße	Zuordnung über Rahmenmaterial, Kanten	
Rahmenmaterial	Dichtstoffvorlage	Farbton
Aluminium	3 mm	hell
Aluminium-Holz		dunkel
Stahl	4 mm	hell
		dunkel
	5 mm	hell
		dunkel
Holz	3 mm	Kantenlänge bis 0.80 m
	4 mm	bis 1.00 m
	5 mm	
Kunststoff	4 mm	Farbton
		hell
		dunkel
	5 mm	hell
		dunkel
	6 mm	dunkel

Scheibengröße		Belastung der Glasauflage in Abhängigkeit	
Gebäudehöhe	Lastannahme	Scheibengröße bis 0,5 m <sup>2</sup>	bis 0,8 m <sup>2</sup>
8 m	0,60 kN/m <sup>2</sup>	Belastung bis 0,16 N/mm	bis 0,22 N/mm
20 m	0,96 kN/m <sup>2</sup>	bis 0,25 N/mm	bis 0,35 N/mm
100 m	1,32 kN/m <sup>2</sup>	bis 0,35 N/mm	bis 0,50 N/mm

## Verglasung von Fenstern



Schwingfenster, Hebefenster und Fenster mit vergleichbarer Beanspruchung

seite

Feuchtigkeit
Mechanische Beschädigung

länge und Dichtstoffvorlage

Kantenlänge bis 0,80 m	bis 1,00 m	bis 1,50 m
bis 0,80 m	bis 1,00 m	bis 1,50 m
bis 1,50 m	bis 2,00 m	bis 2,50 m
bis 1,25 m	bis 1,50 m	bis 2,00 m
bis 1,75 m	bis 2,25 m	bis 3,00 m
bis 1,50 m	bis 2,00 m	bis 2,75 m
bis 1,50 m	bis 1,75 m	bis 2,00 m
bis 1,75 m	bis 2,50 m	bis 3,00 m
bis 2,00 m	bis 3,00 m	bis 4,00 m
Kantenlänge bis 0,80 m	bis 1,00 m	bis 1,50 m
bis 0,80 m	bis 1,00 m	bis 1,50 m
bis 1,50 m	bis 2,00 m	bis 2,50 m
bis 1,25 m	bis 1,50 m	bis 2,00 m
bis 1,50 m	bis 2,00 m	bis 2,50 m

der Gebäudehöhe

bis 1,8 m <sup>2</sup>	bis 6,0 m <sup>2</sup>	bis 9,0 m <sup>2</sup>
bis 0,35 N/mm	bis 0,70 N/mm	bis 0,90 N/mm
bis 0,55 N/mm	bis 1,10 N/mm	bis 1,40 N/mm
bis 0,75 N/mm	bis 1,50 N/mm	bis 1,90 N/mm

## 6 Materialverträglichkeit

Bundesverband Flachglas e.V.; Stand: 6/2004

### 6.1 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.

### 6.2 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 denselben.

#### ■ Weichmacher und Weichmacherwanderung

Vollständigkeitshalber sei eine kurze Erklärung für die Bezeichnung "Weichmacher" gegeben. Als "Weichmacher" werden solche Substanzen bezeichnet, die Kunststoffen zugesetzt werden, um deren mechanische Eigenschaften zu gestalten. Wie ihr Name schon sagt, können Weichmacher als Lösungsmittel wirken, die einen Kunststoff aufquellen 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.

### 6.3 Schädliche Wechselwirkungen in der Praxis

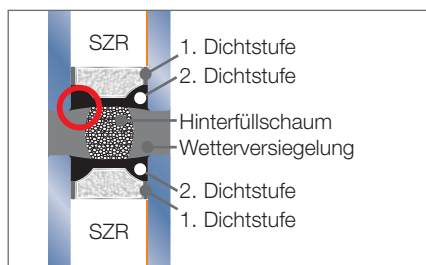
Im Folgenden wird auf einige im Zusammenhang mit der Verglasung von Isoliergläsern in letzter Zeit vermehrt zu beobachtende schädliche Wechselwirkungen eingegangen.

#### ■ Stoßfugenversiegelung bzw. Klotzfixierung

Hier sind im Schadensfall die typischen Folgen einer schädlichen Weichmacherwanderung zu beobachten.

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.

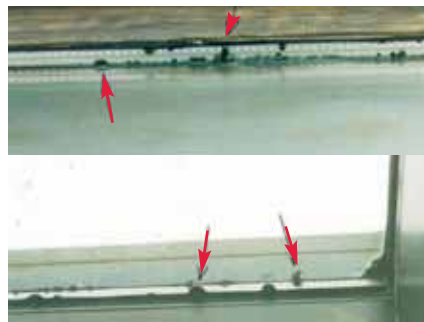
**Abb. 31: Wetterversiegelung in einem Isolierglasstoß**



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. 32: Auflösen der Butyl-Dichtung durch Migration**



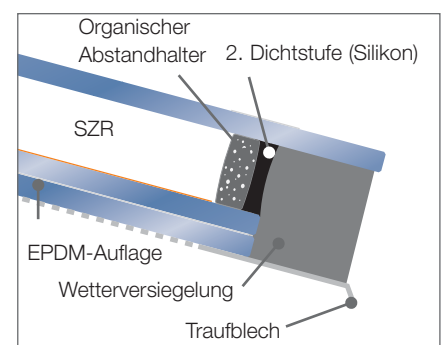
Daraus resultiert letztlich ein Totalschaden des Isolierglases, da durch das Auflösen der Butyl-Dichtung deren Sperwirkung gegen die Wasserdampfdiffusion und die Gasdiffusion zerstört wird. Außerdem verursacht das Verteilen des Gemisches aus Bestandteilen der Butyl-Dichtung und dem Migrationsstoff auf 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.

#### ■ Profilverschiebung 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 orga-

nischem Abstandhalter an der Traufkante für eine Dachverglasung.

**Abb. 33: Fehlerhafte Traufpunktversiegelung**



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. 34: Girlanden-Effekt**

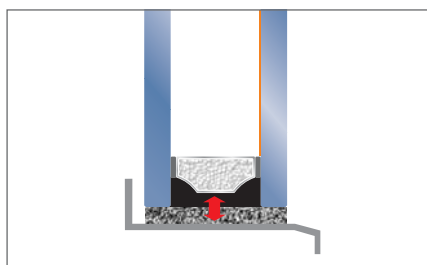


Bei der Ausführung von Traufpunktversiegelungen wird, wie auch in der Abbildung zu sehen, neben der fehlerhaften Auswahl des Verglasungsdichtstoffes oft auch noch ein weiterer, gravierender Fehler gemacht. Hier wurde die Fugentiefe falsch dimensioniert, das heißt, sie wurde viel zu tief ausgelegt.

## ■ Wahl der Verglasungsklötz

Auch durch den Kontakt zwischen den Dichtstoffen im Randverbund des Isolierglases mit den Verglasungsklotzen können bei ungeeignetem Klotzmaterial schädliche Wechselwirkungen auftreten.

**Abb. 35: 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. 36: 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 verfugten 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.

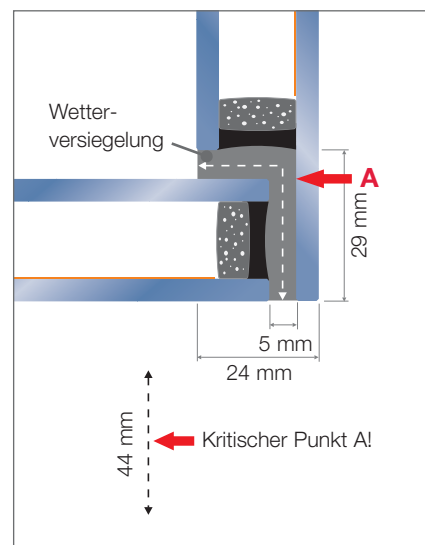
Auch die Fugentiefe richtet sich nach den Abmessungen der gegeneinander abzudichtenden Bauelemente. Die Tiefe der Fuge bei einkomponentigen Dichtstoffen darf einen bestimmten Maximalbetrag nicht übersteigen.

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.

Eine typische Konstruktion, bei der die Fugentiefe für einen Einkomponenten-Dichtstoff überschritten wird, ist in untenstehender Abbildung dargestellt.

**Abb. 37: Fehlerhafte Fugentiefe bei 1K-Dichtstoff**



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 Vernetzungszeit. 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 einer-

seits nicht. Andererseits muss es dem Sachverstand des jeweiligen Fachmannes überlassen bleiben, für den jeweils individuellen Fall die optimale konstruktive Lösung zu finden.

### 6.4 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:

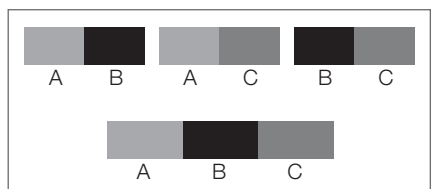
**Abb. 38: Dreistoff-System**



Wenn sich ein derartiges Drei-Stoff-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. 39: 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.

## 6.5 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 unter-

brechen 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.

## 6.6 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.

## 6.7 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

## 7 Rahmendurchbiegung, Glasdickenbemessung

### 7.1 Rahmendurchbiegung

Die Rahmenkonstruktion muss so bemessen sein, dass die in den „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV), Fassung

August 2006, vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt, Berlin) festgelegten Durchbiegungsbegrenzungen nicht überschritten werden.

Die glastragende Konstruktion muss so ausgeführt sein, dass sie verwindungsfrei und eine planebene Auflage gewährleistet ist.

### 7.2 Glasdickenbemessung

Mehrscheiben-Isolierglas muss entsprechend der „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV), in der gültigen Fassung, vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt, Berlin) dimensioniert werden. Ist bei den Verglasungen eine Absturzhöhe von mehr als einem Meter gegeben, so sind auch die „Technischen Regeln für die Ver-

wendung von absturzsichernden Verglasungen“ (TRAV), Januar 2003, zu beachten. Stimmen gewählte Glasarten, gegebene Belastung und/oder Lagerungsarten nicht mit den Technischen Regeln 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.

Der Auftraggeber ist für die richtige Glasdickendimensionierung verantwortlich.

## 8 Spezielle Anwendungen

### 8.1 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 vollsattete Ausspritzung des Falzes ist nicht zulässig. Die beschriebenen Kriterien sind genauestens zu beachten.

Alle Überkopfverglasungen müssen nach den „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV), Fassung August 2006, ausgeführt werden. In ihr sind auch die zulässigen Glasarten aufgeführt.

Soll oder kann diese Technische Regel 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® | CLEAN und UNIGLAS® | 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 (Silikon) bestehen.

Eine Ausführung ist empfehlenswert:

- Stoßüberdeckung mit speziellem Silikonprofil

Die Materialverträglichkeit untereinander ist zu prüfen.

Freiliegende Glaskanten, insbesondere bei Stufenisoliertglas, sollten gesäumt werden. Wird die äußere Scheibe des Mehrscheiben-Isolierglases als Traufkante verwendet, so ist dies nur in der Ausführung als Stufenisoliertglas 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 kann sich insbesondere bei größeren Scheibenzwischenräumen der  $U_g$ -Wert erhöhen.

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 geneigte Verglasung unter Benennung des Neigungswinkels bei dem Hersteller.

## 8.2 Brüstungen/Umwehrungen

Für absturzsichernde Verglasung gibt es seit 2003 eine gültige Fassung der „Technischen Regel für absturzsichernde Verglasung“ (TRAV).

In diesen technischen Regeln werden Anforderungen für absturzsichernde Verglasung definiert für drei verschie-

dene Absturzkategorien A, B und C. 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 diesen technischen Regeln auch ver-

schiedene Aufbauten beschrieben, die – sofern die Minimal- und Maximal-Abmessungen eingehalten werden – keine Nachweise der Tragfähigkeit unter stoßartiger Belastung (Pendelschlagversuche) mehr erfordern.

## 8.3 Punktgehaltene Verglasungen

Punktgehaltene Konstruktionen müssen nach der Finite-Elemente-Methode (FE) statisch berechnet werden, und die Resttragfähigkeit muss nachgewiesen sein. In der Regel bedürfen punktgehaltene Konstruktionen einer Zustimmung im Einzelfall. (ZiE).

Für einzelne Konstruktionen, wie zum Beispiel UNIGLAS® | OVERHEAD, liegen bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) vor.

Um einfache punktförmige Verglasungen ohne ZiE oder abZ ausführen zu können, gibt es die „Technische

Regeln für die Verwendung von punktgehaltenen Verglasungen“ (TRPV) des Instituts für Bautechnik, Berlin, Stand: August 2006.

## 8.4 Ballwurfsichere Verglasungen

Hier werden erhöhte Anforderungen an die Verglasung gestellt. Aus diesem Grund sind durch den Planer spezielle Konstruktionsmerkmale zu berücksichtigen, siehe DIN 18032.

## 8.5 Verglasungen mit außerordentlichen klimatischen und thermischen Belastungen sowie in der Masse eingefärbte Gläser

### 8.5.1 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 Dichtheit 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 Glashalte-

leisten 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.

### 8.5.2 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 teilweise 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 Partien 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. Damit ist die Verglasung vor einem thermischen Bruchrisiko geschützt.

## 8.6 UNIGLAS® | CLEAN sowie UNIGLAS® | ECONTROL

Bei der Montage von UNIGLAS® | CLEAN 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 der Verglasung muss vermieden werden.

Es empfiehlt sich daher, saubere Schutzhandschuhe zu tragen, die nicht mit Silikonen in Berührung gekommen sind. Auch darf kein Silikonspray zur Behandlung der Beschläge verwendet werden.

### 8.6.1 Richtige Nutzung von Leichtpflegeglas

Auch Produkte mit Leichtpflegeglas UNIGLAS® | CLEAN unterliegen der Wartung und Pflege, die durch den Nutzer erfolgt.

Zur Reinigung der Gläser sind die für Glas üblichen Reinigungsverfahren und Materialien verwendbar. Abrasive Reinigungsmittel sind ungeeignet.

Dazu gehört auch neben der regelmäßigen Reinigung des Rahmens die Reinigung der Gläser, jedoch in längeren Intervallen als bei herkömmlichen Gläsern.

Verschmutzungen während der Bauphase sind unverzüglich mit viel sauberem Wasser zu entfernen.

Während der gesamten Lebensdauer des Glases darf kein Kontakt mit silikonhaltigen Materialien erfolgen. Das gilt z. B. für Sprühnebel aus silikonhaltigen Sprays oder nachträgliche Abdichtungsarbeiten.

### 8.6.2 Konstruktive Rahmenanforderungen bei elektrochromen Gläsern

Der Rahmen der UNIGLAS® | ECON-TROL-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® | ECON-TROL-Scheiben darf 50 N/cm nicht überschreiten.

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® | ECON-TROL-Scheibe und thermisch leitenden Materialien (wie z. B. Metall)
- UV-Strahlungen auf den Randverbund

Abb. 40: Kabelführung Rahmen - Flügel



Abb. 41: Kabelführung



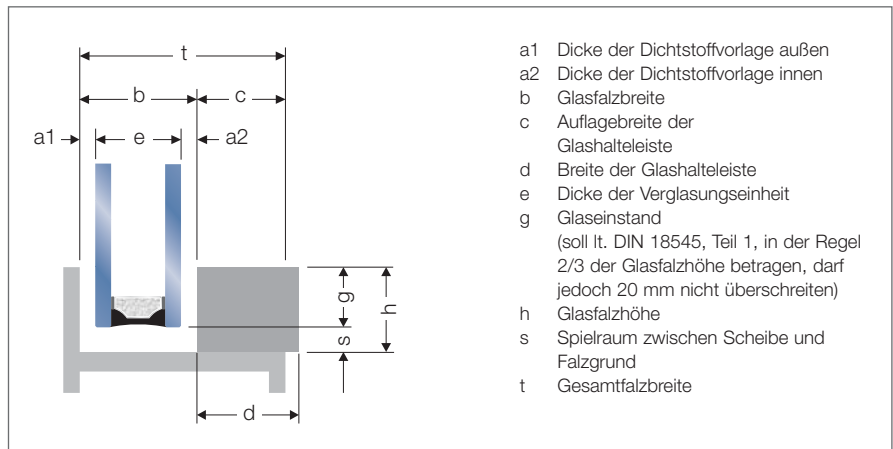
### 8.6.2.1 Rahmenabmessungen

Die einzelnen Abmessungen für die gestellten Mindestanforderungen des Rahmenquerschnitts.

■ Tab 24:

Kurzbezeichnung	Maß [mm]
a1	4
a2	4
g	≥ 16 bis ≤ 20
s	≥ 5
h	≥ 21

Abb. 42: Kurzbezeichnungen nach DIN 18454 Teil 1



### 8.6.2.2 Produktionstechnische Gegebenheiten

Nach aktuellem Stand der Produktionstechnik ist es bei elektrochromem Architekturglas nicht auszu-

schließen, 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.

## 8.6.3 UNIGLAS® | CLEAN und UNIGLAS® | ECONTROL in unterschiedlichen Systemen/Konstruktionen

### 8.6.3.1 Nassverglasung

Anstelle der häufig verwendeten Silikone zur Nassverglasung müssen alternative, vom Glashersteller **frei-**

**gegebene Dichtstoffe** verwendet werden.

Bei den Glasherstellern sind hierfür entsprechende Verarbeiterinformationen zu erhalten.

### 8.6.3.2 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.**

### 8.6.3.3 Überkopf-Verglasungsprofil

Normale Silikonprofile sind ungeeignet. Für die Verwendung mit selbstreinigenden Gläsern können Profile ein-

gesetzt 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.

### 8.6.3.4 Fassadensysteme

Grundsätzlich gelten die bisherigen Ausführungen zum Einsatz von selbstreinigenden Gläsern auch im Fassadenbau. Allerdings werden i. d. R. höhere Anforderungen an Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit von Ab-

dichtungen bei Fassaden als bei Fenstern gestellt.

Beim Ersatz von Silikonem durch Alternativwerkstoffe sollte in jedem Fall geprüft werden, ob die erforderliche Leistungsfähigkeit für den jewei-

ligen Anwendungsfall erreicht wird. Dabei ist besonders zu berücksichtigen, dass im Fassadenbau größere Bewegungen an Fugen sowie evtl. höhere Belastungen durch direkte Bewitterung (UV-Strahlung, Tempe-

ratur 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.

### 8.6.3.5 Stumpf gestoßene Verbindung

Auch der so genannte „stumpfe Stoß“ zwischen selbstreinigenden Glasscheiben sollte **auf keinen Fall mit einem Silikon** ausgeführt wer-

den. Alternative Nassverglasungsmaterialien stellen prinzipiell Lösungen dar. Es sollte in jedem Fall Rücksprache mit dem Dichtstoffhersteller

erfolgen, um Verträglichkeit und Funktionsfähigkeit abzuklären.

## 8.7 Ornament- und Drahtglas

Ornament- und Drahtglas muss entsprechend den dafür geltenden bau-

rechtlichen Bestimmungen eingebaut werden.

## 9 Besondere bauliche Gegebenheiten

Im Zusammenhang mit der Verglasung können an den eingebauten Verglasungseinheiten Schäden ein-

treten, die nicht unter unsere Garantie fallen.

Folgende Hinweise, Empfehlungen und Vorschriften sind deshalb vom Verarbeiter zu beachten:

### 9.1 Heizkörper

Zwischen Heizkörper und Mehrscheiben-Isolierglas sollten in der Regel ein Abstand von 30 cm eingehalten werden. Bei Unterschreitung dieses Abstandes ist aus Sicher-

heitsgründen 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.

### 9.2 Gussasphaltverlegung

Bei Verlegung von Gussasphalt in Räumen mit verglasten Fenstern sind die Isolierglaseinheiten vor den zu erwartenden hohen Temperaturbe-

lastungen zu schützen. Muss zusätzlich mit Sonneneinstrahlung gerechnet werden, so ist darüber hinaus eine witterungsseitige Abdeckung

erforderlich. Dies gilt insbesondere bei Wärmedämmglas.

### 9.3 Farben, Folien, Plakate

Das Aufbringen von Farben, Folien und Plakaten kann bei Sonneneinstrahlung zu Hitzesprüngen führen.

Das Bruchrisiko wird bei Verwendung von ESG gemindert.

## 9.4 Innenbeschattungen, Mobiliar

Innenbeschattungen und Mobiliar müssen in ausreichendem Abstand zur Verglasung platziert werden, um einen Wärmestau zu verhindern.

## 9.5 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 gemindert werden bei Einsatz von ESG.

## 10 Hinweise zur Produkthaftung und Garantie

### 10.1 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

#### 10.1.1 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 10.1.3 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, teilvorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 10.1.3 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.

#### 10.1.2 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 10.1.3 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.

## 10.1.3 Zulässigkeiten für die visuelle Qualität von Glas für das Bauwesen

■ Tab 25: Aufgestellt für Floatglas, ESG, TVG, VG, VSG, jeweils beschichtet oder unbeschichtet

Zone	Zulässig pro Einheit sind
F	Außenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbundbreite nicht überschreiten.
	Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.
	Punkt- und flächenförmige Rückstände sowie Kratzer uneingeschränkt.
R	<b>Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.:</b> Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 4 Stück à $< 3 \text{ mm } \emptyset$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$ : max. 1 Stück à $< 3 \text{ mm } \emptyset$ je umlaufenden m Kantenlänge
	<b>Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR):</b> Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 4 Stück à $< 3 \text{ mm } \emptyset$ Scheibenfläche $> 1 \text{ m}^2$ : max. 1 Stück à $< 3 \text{ mm } \emptyset$ je umlaufenden m Kantenlänge
	<b>Rückstände (flächenförmig) im SZR:</b> max. 1 Stück $\leq 3 \text{ cm}^2$
	<b>Kratzer:</b> Summe der Einzellängen: max. 90 mm – Einzellänge: max. 30 mm
	<b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt
	<b>Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.:</b> Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 2 Stück à $< 2 \text{ mm } \emptyset$ $1 \text{ m}^2 < \text{Scheibenfläche} \leq 2 \text{ m}^2$ : max. 3 Stück à $< 2 \text{ mm } \emptyset$ Scheibenfläche $> 2 \text{ m}^2$ : max. 5 Stück à $< 2 \text{ mm } \emptyset$
H	<b>Kratzer:</b> Summe der Einzellängen: max. 45 mm – Einzellänge: max. 15 mm
	<b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt
	max. Anzahl der Zulässigkeiten wie in Zone R
R+H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. von 0,5 bis $< 1,0 \text{ mm}$ sind ohne Flächenbegrenzung zugelassen, außer bei Anhäufungen. Eine Anhäufung liegt vor, wenn mindestens 4 Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. innerhalb einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von $\leq 20 \text{ cm}$ vorhanden sind.

### Hinweise:

Beanstandungen  $\leq 0,5 \text{ mm}$  werden nicht berücksichtigt. Vorhandene Störfelder (Hof) dürfen nicht größer als 3 mm sein.

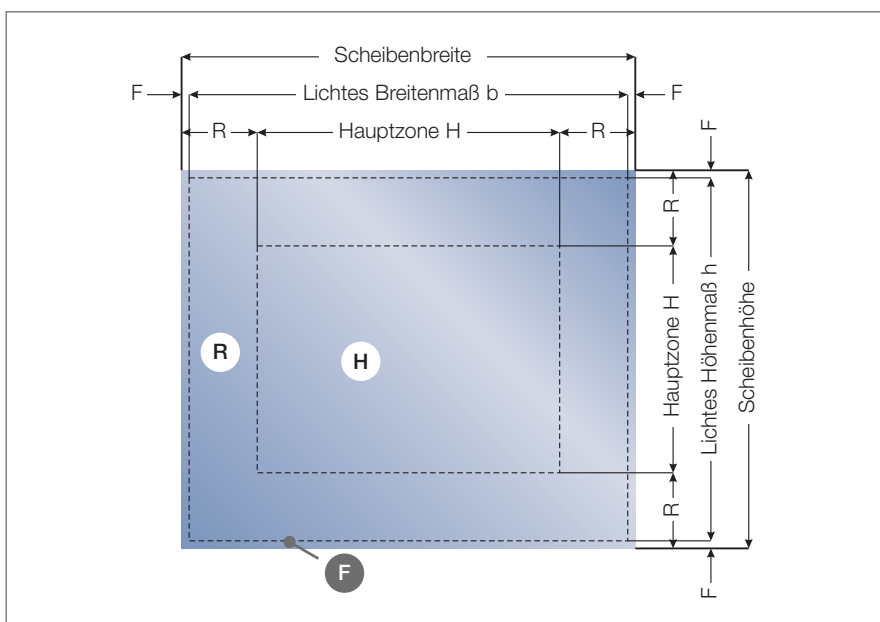
### Zulässigkeiten für Dreifach-Wärmedämmglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG):

Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Glaseinheit und je Verbundglaseinheit um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.

### Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvor-gespanntes 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  $< 6 \text{ mm}$  können größere Verwerfungen auftreten.

Abb. 43: Zonen an einem Isolierglas

**F = Falzzone:**

Breite 18 mm (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)

**R = Randzone:**

Fläche 10 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße (weniger strenge Beurteilung)

**H = Hauptzone:**

(strenge Beurteilung)

### 10.1.4 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 Lichttransmis-

sionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten, Kombinationen sowie durch den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabelle nach Abschnitt 10.1.3

uneingeschränkt anwendbar ist. Unter Umständen ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sicherheits-Sonderverglasungen (angriffhemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

#### 10.1.4.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

##### 10.1.4.1.1 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.

##### 10.1.4.1.2 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“).

### 10.1.4.1.3 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.

### 10.1.4.1.4 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 Farbablösungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

### 10.1.4.1.5 Außenflächenbeschädigung

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 10.1.3 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.

### 10.1.4.1.6 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

### 10.1.5 In Österreich gilt an Stelle der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen die ÖNORM B 3738.

#### ■ Tab 26: Zulässige Fehler bei Isolierglas aus Floatglas

Zone	Zulässig pro Einheit (2-scheiben-Isolierglas)	Siehe Abbildung Seite 43	
F	Aussenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und den Randverbund nicht überschreiten.		
	Innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.		
	Punkt- und flächenförmige Rückstände und Kratzer sowie ungleichmässiger und/oder wellenförmiger Butylauftrag, uneingeschränkt.		
R	<b>Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken u. dgl.:</b>		
	<b>Scheibenfläche</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Durchmesser</b>
	≤ 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	
	<b>Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR):</b>		
	≤ 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	
	<b>Rückstände (flächenförmig) im SZR (weisslich grau bzw. transparent):</b>		
	bis 5 m <sup>2</sup>	max. 1 Stück	≤ 3 mm
	pro weitere 5 m <sup>2</sup>	jeweils 1 Stück	≤ 3 mm
<b>Kratzer:</b>			
<b>Scheibenfläche</b>	<b>Einzellänge</b>	<b>Summe Einzellängen</b>	
bis 5 m <sup>2</sup>	max. 30 mm	max. 90 mm	
> 5 m <sup>2</sup>	max. 30 mm	prop. Hochrechnung	
Anmerkung: Die "proportionale Hochrechnung" bezieht sich auf die "Summe aller Einzellängen" und nicht auf deren Größe oder Einzellänge.			
<b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt			
H	<b>Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken u. dgl.:</b>		
	<b>Scheibenfläche</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Durchmesser</b>
	≤ 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
	Anmerkung: Die „proportionale Hochrechnung“ bezieht sich auf die „Anzahl der Einzelfehler“ für Scheibenfläche von > 2 m <sup>2</sup> bis ≤ 5 m <sup>2</sup> und nicht auf die maximale Größe.		
	<b>Kratzer:</b>		
	<b>Scheibenfläche</b>	<b>Einzellänge</b>	<b>Summe Einzellängen</b>
	bis 5 m <sup>2</sup>	max. 15 mm	max. 40 mm
> 5 m <sup>2</sup>	max. 15 mm	prop. Hochrechnung	
Anmerkung: Die „proportionale Hochrechnung“ bezieht sich auf die „Summe aller Einzellängen“ der Fehler und nicht auf deren Größen oder Einzellänge.			
<b>Haarkratzer:</b> nicht gehäuft erlaubt			

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):**

- Die Zulässigkeiten der Zone R und H erhöhen sich in der Häufigkeit je Verbundglaseinheit um 50 %.
- Bei Gießharzscheiben können produktionsbedingte Welligkeiten auftreten.

**Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG):**

- Die örtliche Verwerfung auf der Glasfläche darf 0,5 mm, bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm, nicht überschreiten.

- 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.

- Wird VG oder VSG aus vorgespannten Einheiten hergestellt, sind obige Werte der Verwerfungen, mit einem Aufschlag von 50 % anzusetzen.

## 10.2 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 | Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg | Pilkington Deutschland AG, Gladbeck | Schollglas, Barsinghausen | Glas Trösch GmbH, Nördlingen  
Stand: 2008

### 10.2.1 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.

### 10.2.2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für:

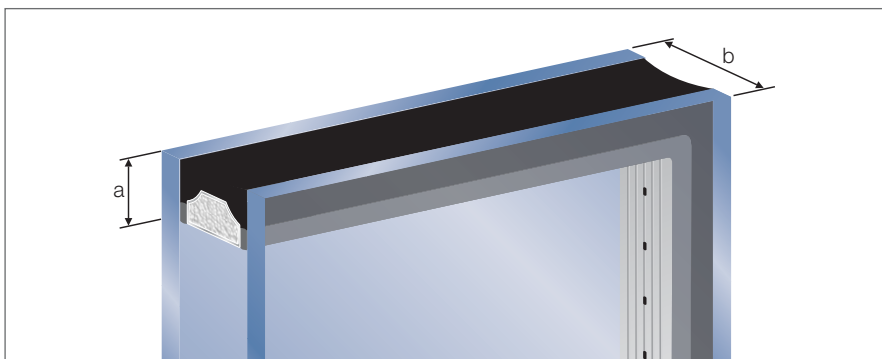
- Transport
- Lagerung
- Einbau

zur Verwendung von Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279.

Diese Richtlinie beschreibt die notwendigen Maßnahmen, um die Dichtheit bzw. Funktionsfähigkeit des Randverbundes dauerhaft zu erhalten. Bauphysikalische Funktionen, mechanische Eigenschaften, Einbauten im Scheibenzwischenraum, optische Merkmale sowie Glasbruch sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Diese Richtlinie ist rechtsverbindlich, wenn der Mehrscheiben-Isolierglas-Hersteller oder Vertragspartner in den 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. 44: Isolierglas-Randverbund



Der Bereich 'a' (seitliche Glasrandabdeckung zur Wetterseite) ist die Höhe, die vom Glasrand bis an den Durchsichtsbereich 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.

### 10.2.3 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

### 10.2.4 Transport, Lagerung und Handhabung

Üblich ist der Transport auf Gestellen oder mit Kisten.

#### 10.2.4.1 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.

#### 10.2.4.2 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.

### 10.2.5 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. Ab-

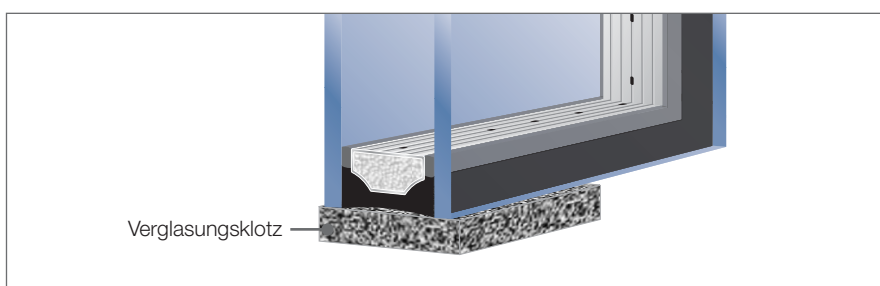
weichende Verglasungssysteme, wie z. B. punktförmig gehaltene oder geklebte Systeme, werden von dieser Richtlinie nicht erfasst. An sie werden ggf. weitergehende Anforderungen bezüglich der Randverbund-Konstruktion gestellt.

### 10.2.6 Klotzung

Der Verglasungsklotz ist die Schnittstelle zwischen Glas und Rahmen. Die Klotzungstechnik wird in [3] dargestellt.

Die Klotzung soll einen freien Glasfalzraum 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.

Abb. 45: Klotzungstechnik



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.

## 10.2.7 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.

## 10.2.8 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.

## 10.2.9 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

## 10.3 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf | Deutsche Hutchinson GmbH, Eschborn | E C | European Chemical Industries Ltd., Essen | Fenzi S.p.A., I-Tribiano | Flachglas MarkenKreis GmbH, Gelsenkirchen | Glas-Fandel GmbH & Co. KG, Bitburg | Glas Trösch GmbH Sanco Beratung, Nördlingen | Gretsch-Unitas Baubeschläge GmbH, Ditzingen | Guardian Flachglas GmbH, Thalheim | Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V., Troisdorf | H. B. Fuller Window GmbH, Lüneburg | IGK Isolierglasklebstoffe GmbH, Hasselroth | Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde | Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg | Kömmerling GmbH, Pirmasens | mkt GmbH, Alsdorf | Pilkington Deutschland AG, Gladbeck | Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH, Aachen | Sencoglas Holding GmbH, Westerstede

unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar | Fachverband Glas Fenster Fassade Baden-Württemberg, Karlsruhe | Institut für Fenstertechnik, Rosenheim | Verband der Fenster- und Fassadenhersteller, Frankfurt

Stand: Mai 2009

### 10.3.1 Einleitung

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist das wichtigste Regelwerk der Bundesregierung in Deutschland im Bestreben nach einem effizienten Einsatz von Energie in Neubauten und im Gebäudebestand. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) des Jahres 2007 diente der Umsetzung der Energieeffizienzrichtlinie der Europäischen Union. Die 2009 verabschiedete Novellierung dieser

Energieeinsparverordnung (EnEV) verschärft das Anforderungsniveau für den Energiebedarf um 30 %.

Um diesen zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine Vielzahl von Innovationen – auch im Bereich Glas, Fenster und Fassade – erforderlich. Ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften von Fenstern

und Fassaden wird dabei der Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern in einem weit größeren Umfang sein, als dies bisher der Fall ist.

Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas. Der Bundesverband Flachglas e. V. und seine Mitglieder unterstützen das Bestreben der Bundesregierung für einen noch effizienteren Umgang mit der

begrenzten Ressourcen-Energie nachdrücklich. Dreifach-Wärmedämmgläser sind seit weit mehr als 10 Jahren auf dem Markt eingeführte und bewährte Produkte, die aber bislang nur in sehr begrenzten Anwendungen eingesetzt wurden.

Die Produktion von Dreifach-Wärmedämmgläsern in einem weit grö-

ßeren Umfang als bisher hat enorme Auswirkungen auf die Fertigungstechnologie und die dabei einzuhaltenden Qualitätsmaßstäbe.

Der stark erweiterte Einsatz von Dreifach-Wärmedämmgläsern in Fenster und Fassade erfordert, dass dabei eine Vielzahl von Aspekten erkannt und beachtet werden muss.

Dieser Leitfaden hat die Aufgabe, wichtige Fragen anzusprechen, deren Beachtung den Herstellern und den Verarbeitern von Dreifach-Wärmedämmgläsern unbedingt empfohlen wird.

### 10.3.2 Dreifach-Wärmedämmgläser

#### 10.3.2.1 Aufbau von Dreifach-Wärmedämmgläsern

Mit Dreifach-Wärmedämmgläsern werden  $U_g$ -Werte erreicht, die deutlich unterhalb von  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  liegen. Dazu muss der Aufbau eines solchen

Dreifach-Wärmedämmglases zwei hochwärmedämmende Beschichtungen enthalten, von denen jeweils eine zu jedem Scheibenzwischen-

raum (SZR) hin zeigt. Außerdem ist eine Edelgasfüllung in beiden Scheibenzwischenräumen notwendig.

#### 10.3.2.2 Standardprodukte

Für Standardprodukte müssen die benötigten Rohstoffe und Halbzeuge in großer Menge verfügbar sein. Krypton oder gar Xenon als Füllgase zur Erreichung niedrigerer  $U_g$ -Werte sind nicht in den Mengen verfügbar, dass sie bei einem Einsatz von

Dreifach-Wärmedämmgläsern als Standardprodukt Verwendung finden könnten. In der Regel wird daher Argon zum Einsatz kommen.

Als Standardaufbau wird ein Dreifach-Wärmedämmglas mit einem

Glasaufbau 4/12/4/12/4, mit zwei hochwärmedämmenden Beschichtungen (Low-E) auf den Ebenen 2 und 5 sowie mit einer Argonfüllung in beiden Scheibenzwischenräumen empfohlen.

#### 10.3.2.3 Erreichbare U-Werte

Ein Dreifach-Wärmedämmglas mit einem Aufbau 4/12/4/12/4, mit zwei hochwärmedämmenden Beschichtungen (Low-E) des Emissionsvermögens  $\epsilon_n \sim 0,03$  (Stand der Technik) und mit einer Argonfüllung (Gasfüllgrad 90 %) in beiden Scheibenzwischenräumen erreicht bei der Berechnung nach EN 673 einen  $U_g$ -Wert von  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Ohne weitere Maßnahmen zur Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften ergeben sich daraus gemäß EN 10077-1: 2006, Tabelle F.1 für Fenster mit verschiedenen Rahmenkonstruktionen die folgenden  $U_w$ -Werte:

$$\begin{aligned} \blacksquare U_f &= 1,8 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_w &= 1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare U_f &= 1,4 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_w &= 1,1 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

Mögliche Maßnahmen zu einer weiteren Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften einer Fensterkonstruktion sind zum Beispiel:

- Verbesserung der wärmetechnischen Eigenschaften der Rahmenprofile
- Einsatz von Wärmedämmglas mit wärmetechnisch verbessertem Randverbund (so genannte "Warme Kante")
- Wärmetechnische Verbesserung des Verglasungssystems durch z. B. einen vergrößerten Glaseinstand.



### 10.3.2.4 Erreichbare g-Werte

Mit dem eben beschriebenen Standardprodukt für ein Dreifach-Wärmedämmglas wird ein Gesamter-

giedurchlassgrad (g-Wert) von etwa 50 % bzw. etwa 0,50 erreicht, der je nach den im Einzelfall verwendeten

Basisgläsern und beschichteten Gläsern geringfügig variieren kann.

### 10.3.2.5 Bilanz-U-Werte

Ausschlaggebend für das Energiesparen mit einem Dreifach-Wärmedämmglas bzw. dem Bauteil Fenster ist letztlich die Bilanz aus Wärmeverlusten (beschrieben durch den U-Wert) und solaren Wärmegewinnen (beschrieben durch den g-Wert). Die Bilanz-U-Werte für ein Fenster können berechnet werden nach:

$$U_{W,eq} = U_w - S \cdot g$$

Die Koeffizienten S für die solaren Wärmegewinne hängen ab von der Himmelsrichtung, in die ein Dreifach-Wärmedämmglas bzw. ein Fenster eingebaut wird.

Gemäß DIN-V 4108-6 werden dafür die folgenden Zahlenwerte verwendet:

- $S = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  – Südorientierung
- $S = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  – Ost-/Westorientierung
- $S = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  – Nordorientierung

Mit diesen Zahlenwerten werden für das beschriebene Standardprodukt eines Dreifach-Wärmedämmglases bei einem U-Wert des Fensterrahmens  $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  und einem

Fenster-U-Wert  $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  (vgl. Kapitel 10.3.2.3) etwa die folgenden Bilanz- $U_w$ -Werte erreicht, die wiederum je nach den im Einzelfall verwendeten Basisgläsern und beschichteten Gläsern geringfügig variieren können:

- $U_{W,eq} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  – Südorientierung
- $U_{W,eq} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  – Ost-/Westorientierung
- $U_{W,eq} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  – Nordorientierung

### 10.3.2.6 Spezielle Beschichtungen

Mit Hilfe von speziell für den Einsatz in Dreifach-Wärmedämmgläsern optimierten Beschichtungen wird im beschriebenen Standard-Glasaufbau

ein  $U_g$ -Wert von 0,7 – 0,8  $\text{W/m}^2\text{K}$  und ein g-Wert von etwa 60 % bzw. etwa 0,60 erreicht. Die zuvor genannten Fensterwerte (siehe Punkte 10.3.2.3

und 10.3.2.5) ändern sich dann entsprechend.

## 10.3.3 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit

### 10.3.3.1 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 mindestens so, dass sie wie ein durchgehender Scheibenzwischenraum anzusehen sind. Welche Belastungen sich daraus für die

Gläser und für den Randverbund ergeben, hängt vom Format ab. Kleine, schmale Scheiben (Seitenverhältnis 1:3) zeigen die höchste Belastung für Glas und Randverbund.

Für Standardanwendungen von Dreifach-Wärmedämmgläsern im Fens-

ter 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.

### 10.3.3.2 Rückenüberdeckung

Die mechanischen Belastungen für den Randverbund sind bei Dreifach-

Wärmedämmgläsern höher. Aus diesem Grund sollte die Rücken-

überdeckung, insbesondere bei schmalen Formaten, erhöht werden.

### 10.3.3.3 Glasdimensionierung

Grundsätzlich gelten alle Normen und Richtlinien wie bei Zweischeiden-Isolierglas. Wegen der erwähnten höheren Belastung sollten spezielle Fragestellungen zur Glasdimensionierung mit Hilfe von Statik-Software wie der vom BF mit her-

ausgegebenen Branchenlösung GLASTIK beantwortet werden. Belastungserhöhende Faktoren sind z. B. asymmetrische Glasaufbauten oder die Verwendung von Sondergläsern, Verbundgläsern (VG) und Verbund-Sicherheitsgläsern (VSG) und hoch

absorbierenden Gläsern. Ornament- oder Drahtglas weist zudem eine geringere mechanische Festigkeit auf als Floatglas. Bei der Verwendung von Ornamentglas und hoch absorbierendem Glas als mittlere Scheibe ist ein Vorspannen empfehlenswert.

### 10.3.3.4 Beschichtungsebenen

Es wird empfohlen, die Beschichtungen auf den beiden äußeren Scheiben zu den Scheibenzwischenräumen hin anzuordnen (Schichtseiten 2 und 5). Ein Vorspannen der unbeschichteten mittleren Scheibe zu

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ist dann im Allgemeinen nicht erforderlich.

Wenn, z. B. zur Beeinflussung des g-Wertes des Dreifach-Wärmedämm-

glases, eine Beschichtung auf der mittleren Scheibe vorliegt (Schichtseiten 3 und 5 bzw. 2 und 4), muss die mittlere Scheibe in der Regel vorgespannt werden.

### 10.3.3.5 Sonderfunktionen

Die Erfahrungswerte von zweischeiden-Isoliergläsern können nicht ohne Weiteres auf Dreifach-Wärme-

dämmgläser übertragen werden. Kombinationen mit Sonderfunktionen wie Sicherheit (Überkopverglasun-

gen, Absturzsicherung), Schallschutz, Sonnenschutz etc. stellen besondere Anforderungen.

#### 10.3.3.5.1 Sicherheit (Überkopverglasungen, Absturzsicherung)

Die Technischen Regeln für linienförmige und absturzsichernde Verglasungen TRLV und TRAV erwähnen Dreischeiden-Wärmedämmgläser nicht ausdrücklich. Nach Auffassung des Bundesverband Flachglas gelten

damit die allgemein für „Mehrscheiden-Isoliergläser“ formulierten Anforderungen ebenso für Dreischeiden- wie für Zweischeiden-Isoliergläser.

Angriffhemmende Verglasungen (durchwurf-, durchbruch-, durchschuss- und sprengwirkungshemmende Verglasungen) und Verglasungen für den Brandschutz sind im Einzelfall abzustimmen.

#### 10.3.3.5.2 Schallschutz

Schallschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämmgläser kombinieren. Bei den für

Schalldämmgläser typischen, asymmetrischen Aufbauten steigt die Belastung der dünneren äußeren Glastafel signifikant an. Deswegen ist

bei Kantenlängen bis ca. 70 cm ein Vorspannen zu Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) empfehlenswert.

#### 10.3.3.5.3 Sonnenschutz

Sonnenschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämm-

gläser kombinieren. Gegenüber zweischeidenigen Sonnenschutz-Isoliergläsern verändern sich dadurch

die licht- und strahlungsphysikalischen Eigenschaften.

### 10.3.4 Verglasungsvorschriften

Wie bei Zweifach-Isoliergläsern gelten die Grundforderungen, die z. B. in der „Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiden-Isolierglas“ des BF zu finden sind: Schutz vor andauernder

Feuchtigkeitseinwirkung (Dampfdruckausgleich), Schutz vor direkter UV-Einstrahlung (alternativ: UV-beständiger Randverbund), Materialverträglichkeit, Einsatz in bauüblichen

Temperaturbereichen und zwängungsfreier Einbau. Rahmenkonstruktionen müssen für die Aufnahme des Dreifach-Wärmedämmglases geeignet sein. Für Mängel, die infolge

Nichtbeachtung dieser Grundforderungen auftreten, hat der Hersteller des Isolierglases nicht einzustehen.

### 10.3.4.1 Klotzung

Die funktionalen Eigenschaften der Verglasungsklotze müssen während der gesamten Nutzungsdauer erhalten bleiben. Um dies sicherzustellen, müssen sie ausreichend dauerdruckstabil, alterungsbeständig und in ihrer Verträglichkeit geeignet sein.

### 10.3.4.2 Vergrößerter Glaseinstand

Ein vergrößerter Glaseinstand für Dreifach-Wärmedämmgläser ist im Hinblick auf das durch thermisch induzierte Spannungen verursachte Glasbruchrisiko bei gut wärmedäm-

Die Technische Richtlinie Nr. 17 des Glaserhandwerks „Verglasung von Isolierglas“ ist zu beachten.

Bei der Klotzung ist darauf zu achten, dass die Trag- und Distanzklotze gerade und parallel zur Kante der Verglasungseinheit angeordnet werden. Der Klotz muss die volle Dicke der Verglasungseinheit aufnehmen und somit die Eigenlast aller drei Scheiben abtragen. Der Klotz darf bei Systemen mit freiem Falzraum

den Dampfdruckausgleich nicht behindern. Der Klotz darf keine Absplitterungen an den Glaskanten verursachen. Scherbelastungen des Randverbundes sind zu minimieren.

Die Technische Richtlinie Nr. 3 des Glaserhandwerks „Klotzung von Verglasungseinheiten“ ist zu beachten.

### 10.3.5 Weitere Merkmale

#### 10.3.5.1 Außenkondensation

Für jedes Isolierglas gilt: Je geringer der Wärmedurchgang – je kleiner der  $U_g$ -Wert –, desto wärmer wird die raumseitige Scheibe und desto kälter wird die Außenscheibe. Das gilt natürlich auch für Dreifach-Wärmedämmgläser. Außerdem steht die Außenscheibe im direkten „Strahlungsaustausch“ mit dem Himmel. Je nach individueller Einbausituation führt dieser Strahlungsaustausch – besonders in klaren Nächten – zu einer starken zusätzlichen Abkühlung der Außenscheibe. Unterschreitet die

Temperatur der äußeren Scheibenoberfläche dabei die Temperatur der angrenzenden Außenluft, ist die Bildung von Kondensat auf der äußeren Scheibenoberfläche die Folge. Dieser Vorgang ist in der Natur allgemein als die Bildung von Tau bekannt. Durch die Erwärmung der Außenscheibe zusammen mit der Außenluft, zum Beispiel durch die Morgensonne, wird das Kondensat wieder verschwinden. Dieses Phänomen ist nicht etwa eine Fehlfunktion, sondern vielmehr ein

Zeichen für den hervorragenden Wärmedämmwert des Dreifach-Wärmedämmglases. Wegen der noch besseren Wärmedämmung von Dreifach-Wärmedämmgläsern muss damit gerechnet werden, dass die Bildung von Kondensat auf der äußeren Scheibenoberfläche häufiger auftritt als bei den bisher üblichen Zweifach-Wärmedämmgläsern. Zur Vermeidung von Irritationen bei Kunden und Verbrauchern ist es zu empfehlen, auf dieses Phänomen im Vorfeld aufmerksam zu machen.

#### 10.3.5.2 Isolierglaseffekt

Die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“, die u. a. vom Bundesverband Flachglas herausgegeben wird, beschreibt in Abschnitt 4.2.2 den „Isolierglaseffekt“, durch den

sich bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdrucks konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen ergeben. Durch das in zwei Scheiben-

zwischenräumen eingeschlossene, größere Gasvolumen kann sich dieser Effekt bei Dreifach-Wärmedämmgläsern verstärkt zeigen.

### 10.3.5.3 Optische Qualität

#### 10.3.5.3.1 Eigenfarbe

Die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ beschreibt in Abschnitt 4.1.1 die Eigenfarbe aller Glas-

erzeugnisse, speziell auch beschichteter Gläser. Durch das Vorhandensein einer dritten Glasscheibe und einer zweiten Beschichtung kann die

Eigenfarbe von Dreifach-Wärmedämmgläsern deutlicher erkennbar sein als die von zweischiebigen Isoliergläsern.

#### 10.3.5.3.2 Randverbund und Sprossen

Die Verwendung von Sprossen im Dreifach-Wärmedämmglas ist möglich, es wird empfohlen, die Anordnung auf einen Scheibenzwischenraum zu begrenzen.

Optische Beeinträchtigungen laut „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“, wie zum Beispiel geringer Versatz der Abstandhalter oder der Sprossen bei

Anordnung in beiden Scheibenzwischenräumen, haben keinen Einfluss auf die Funktionalität des Dreifach-Wärmedämmglases und sind nicht vollständig auszuschließen.

## 10.4 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

### 10.4.1 Geltungsbereich

**10.4.1.1** Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von im Scheibenzwischenraum eingebauten beweglichen und starren Systemen wie Lamellen, Folien, Lichtlenkprofile, Plissee usw. mit allen sichtbaren Teilen. Die Beurteilung der MIG erfolgt nach den einschlägigen Richtlinien und Normen.

**10.4.1.2** 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.

**10.4.1.3** Weitere Richtlinien und Normen

- DIN 18073 „Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen“
- EN 13120 „Abschlüsse innen - Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“

### 10.4.2 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 ausgegerichtete Anlagen

■ Der Bereich Lamellenabstand zum Abstandhalter ist kein visuelles Kriterium

■ Abnutzungserscheinungen sind nicht Gegenstand der visuellen Qualität.

#### 10.4.2.1 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 Beur-

teilung der Lamellenprofile bezüglich der Oberfläche und der seitlichen Halterungen.

## 10.4.2.2 Foliensysteme - Plissésysteme

Bei Folien- und Plisséesystemen sind die Oberflächen und ihr Erscheinungsbild hinsichtlich Wellen- und

Faltenbildung in ihrer oberen und unteren Endlage sowie die Einzelteile zu beurteilen.

## 10.4.2.3 Prüfkriterien

**10.4.2.3.1** Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung von innen laut nachfolgender Tabelle 27 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.

**10.4.2.3.2** 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. 27:

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

## 10.4.2.4 Betrachtungsflächen

Die zu beurteilende Fläche wird aufgeteilt in:

- Randzone = 10 % der Randfläche aus dem jeweiligen Breiten- und Höhenmaß (weniger strenge Beurteilung)
- Hauptzone = von der Flächenmitte aus verbleibende Sichtfläche bis zur Randzone (strenge Beurteilung)

Abb. 46: Betrachtungsflächen

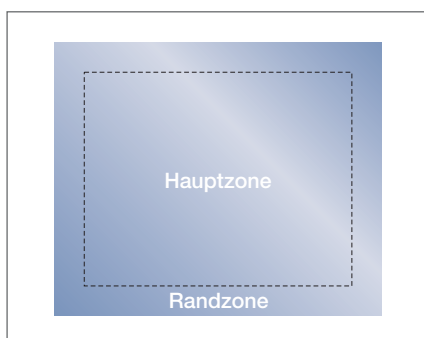
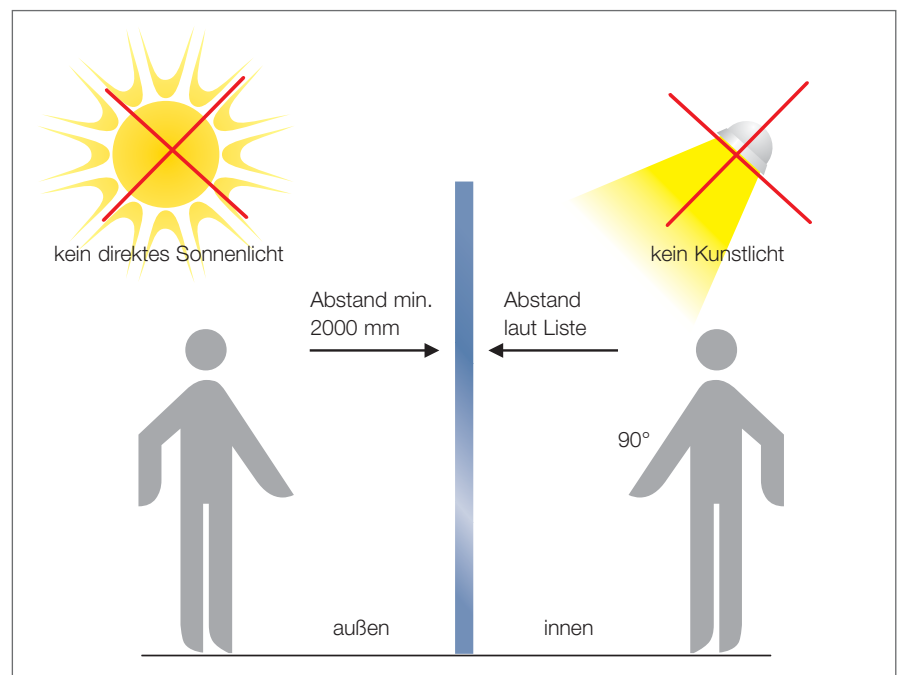


Abb. 47:



### 10.4.3 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen

#### 10.4.3.1 Erkennbare Oberflächenabweichungen

**10.4.3.1.1** Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Runterfahren kann technisch bedingter Abrieb im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugsschnüre- und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände bzw. Verfärbungen erfolgt nach den Tabellen 28, 29, 30, und 31.

**10.4.3.1.2** Punkte, Einschlüsse, Flecken, Beschichtungsfehler etc. werden wie folgt bewertet:

Zulässig sind pro m<sup>2</sup> Fläche  
 Randzone: max. 4 Stück Ø ≤ 3 mm  
 Hauptzone: max. 2 Stück Ø ≤ 2 mm

**10.4.3.1.3** Kratzer in der Haupt- und Randzone Haarkratzer kaum sichtbar, nicht gehäuft erlaubt, wenn deren Summe der Einzellängen nicht größer als 30 mm ist.

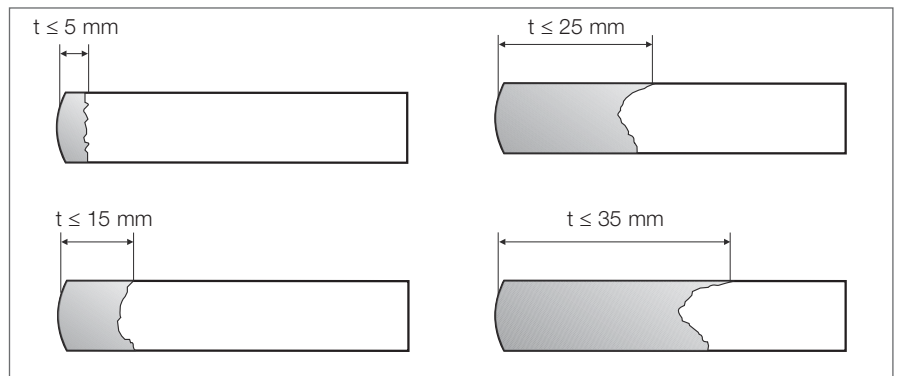
Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

■ Tab. 28:

Beurteilungskriterium	Beurteilung
Verfärbung der Lamellenenden durch Abrieb	nach Tabelle 31
Abriebspuren im SZR bedingt zulässig	nach Tabelle 31
Rückstände: bedingt zulässig z. B. Butyl auf den Lamellen	nach Tabelle 31

© ift Rosenheim

■ Tab. 29: Beispiele



© ift Rosenheim

■ Tab. 30:

Farbe der Lamelle Farbe der Verschmutzung	Kontrast
[hellste Graustufe]	0 - 20 %
[hellgraue Graustufe]	20 - 40 %
[mittlere Graustufe]	40 - 60 %
[dunkelgraue Graustufe]	60 - 80 %
[schwarze Graustufe]	80 - 100 %

© ift Rosenheim

■ Tab. 31:

Tiefe der Verfärbung	Kontrast				
	0 - 20 %	20 - 40 %	40 - 60 %	60 - 80 %	100 %
t ≤ 5 mm	OK	OK	OK	OK	OK
t ≤ 15 mm	OK	OK	OK	OK	nein
t ≤ 25 mm	OK	OK	OK	nein	nein
t ≤ 35 mm	OK	OK	nein	nein	nein
t > 35 mm	nein	nein	nein	nein	nein

© ift Rosenheim

#### 10.4.3.2 Zulässiger Lamellenversatz

■ Der Lamellenversatz wird von den beiden maximal versetzten Lamellen einer Scheibe beurteilt

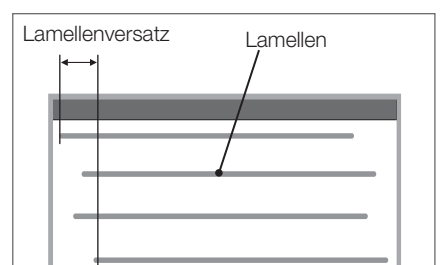
■ Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Richtlinie keine Gültigkeit.

■ Tab. 32:

Scheibenbreite ab	bis	Maximaler Lamellenversatz
0	1000	6
1001	2000	8
2001		10

Maße in mm

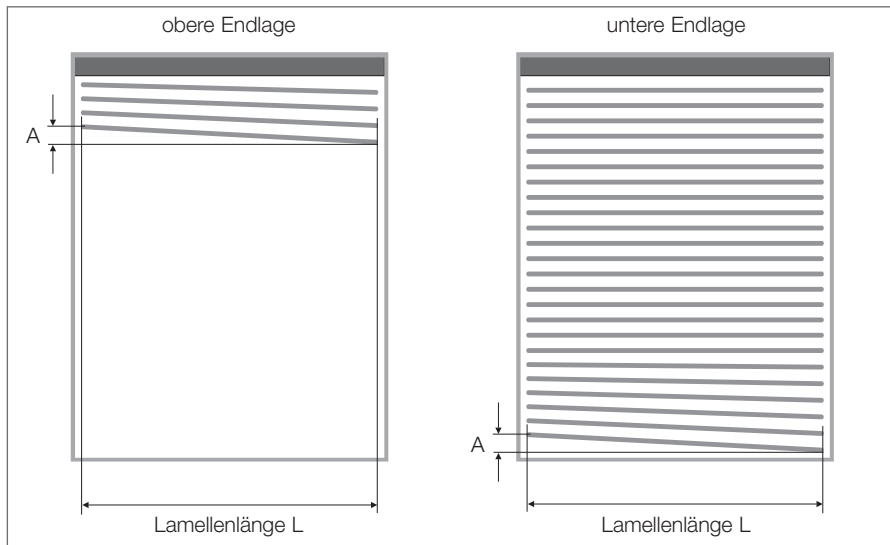
Abb. 48: Lamellenversatz



**10.4.3.3 Abweichung von der Rechtwinkligkeit/ Schiefhang**

Die maximal zulässige Abweichung A von der Rechtwinkligkeit in der oberen und unteren Endlage beträgt 6 mm pro Meter Lamellenlänge L, maximal jedoch 15 mm.


**Abb. 49:**



**10.4.3.4 Zulässige Abweichung von der Form**

**10.4.3.4.1 Zulässige Verdrehung / Verzerrung**



**■ Tab. 33:**

Verdrehung/Verzerrung (EN 13120):	
	2 mm/m
Winkelablenkung V zwischen dem einen Ende der Lamelle und dem anderen Ende	
Lokale Verzerrung	im Bereich der Stanzung zulässig

**10.4.3.4.2 Zulässige Durchbiegung**

Die Beurteilung der Durchbiegung von Lamellen wird in geschlossener Behangstellung beurteilt.

**■ Tab. 34:**

Durchbiegung D (EN 13120):		
		
Endstab: 4 mm		
Lamelle (gemessen in geschlossener Behangstellung)		
	<b>Länge der Lamellen in m</b>	<b>Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm</b>
	L ≤ 1,5	5
	1,5 < L ≤ 2,5	10
	2,5 < L ≤ 3,5	15
	L > 3,5	20
Säbelförmigkeit Lamelle C (EN 13120):		
		
	L = Länge der lamelle C = 1/2 L <sup>2</sup>	

**10.4.3.5 Zulässige Abweichung beim unvollständigen Wenden von Lamellen**

2% der Gesamtanzahl der Lamellen. Die Lamellen dürfen beim Abfahren so hängen bleiben, dass sie erst beim Wenden der Lamellen in die vorgesehene Position klappen. Ein dauerhaftes Hängen bleiben der Lamellen ist unzulässig.

**10.4.3.6 Minimaler Schließwinkel**

Der Schließwinkel von Lamellensystemen muss der Systembeschreibung entsprechen.

Der minimale Schließwinkel sollte 45° betragen, wenn nichts anderes angegeben ist.

**10.4.3.7 Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen**

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

■ solange diese auf vor angegebene Toleranzen der Einzelbauteile zurückzuführen sind,

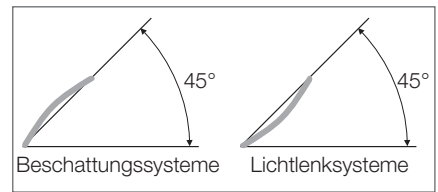
■ die sonstigen Toleranzen der Jalousien eingehalten werden

Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen können unter anderen entstehen durch:

■ ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen

■ Schließwinkeltoleranzen

Abb. 50:



### 10.4.3.8 Schließwinkeltoleranzen in der Fläche

Beurteilt werden:

■ der Durchschnittswert von 3 aufeinanderfolgenden Lamellen

■ bei den Behanghöhen 90 %, 50 % (Mitte), 10 %

Die maximale Winkelabweichung in Bezug auf die Behangmitte darf hierbei laut Tabelle 35 betragen.

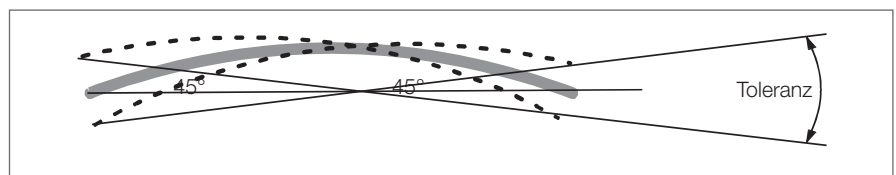
■ Tab. 35:

Systeme	bis zu einer Höhe von	ab einer Höhe von	Toleranz
Beschattungssysteme	1000 mm		± 8°
		1001 mm	± 12°
Lichtlenksysteme	1000 mm		± 10°
		1001 mm	± 12°

### 10.4.3.9 Genauigkeit des Öffnungswinkels von Lamellensystemen, welche nur einseitig schließen

Nach maximaler Öffnung des Lamellensystems dürfen die Lamellen im mittleren Höhendrittel einer senkrechten Scheibe von der waagrechten nach der nebenstehenden Tabelle abweichen:

Abb. 50:



■ Tab. 36:

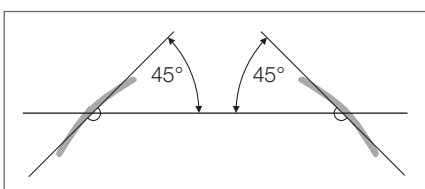
Scheibenhöhe ab	bis	Toleranz
	1000	± 7°
1001	2000	± 8°
2001	3000	± 9°
3000		± 10°

Maße in mm

### 10.4.3.10 Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen richtet sich nach DIN 18 073 und muss mindestens 90° um die Längsachse betragen.

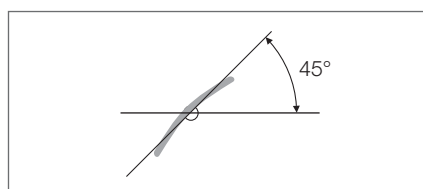
Abb. 51:



### 10.4.3.11 Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen wird nur auf die schließende Seite bewertet und muss hierbei mindestens 45° um die Längsachse betragen.

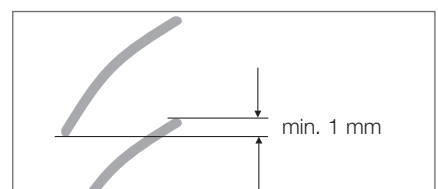
Abb. 52:



### 10.4.3.12 Überdeckung der Lamellen

Die einzelnen Lamellen müssen bei maximalem Schließwinkel um mindestens 1 mm überdecken.

Abb. 53:



## 10.4.3.10 Lamellenschluss

Bei geschlossenem Behang und waagerechtem Blickwinkel (90° zum Behang) darf keine direkte Durchsicht möglich sein.

## 10.4.4 Rollosysteme und Plisseesysteme

### 10.4.4.1 Erkennbare Oberflächenfehler

(die zu beurteilende Behangfläche richtet sich nach Punkt 10.4.2.3)

■ Tab. 37:

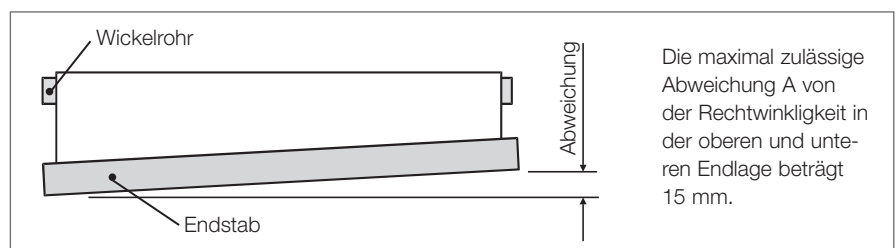
<b>Randzone</b>	1. Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände Beschichtungsfehler etc. Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ , max. 4 Stck. à $\leq 3 \text{ mm}$ Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ , max. 4 Stck. / $\text{m}^2$ à $\leq 3 \text{ mm}$
	2. Kratzer Summe der Einzellängen max. 90 mm Einzellänge max. 30 mm
<b>Hauptzone</b>	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.

### 10.4.4.2 Abweichung von der Rechtwinkligkeit

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden in folgenden Positionen beurteilt

- obere Endlage (Rollo / Plissee geöffnet)
- untere Endlage (Rollo / Plissee geschlossen)

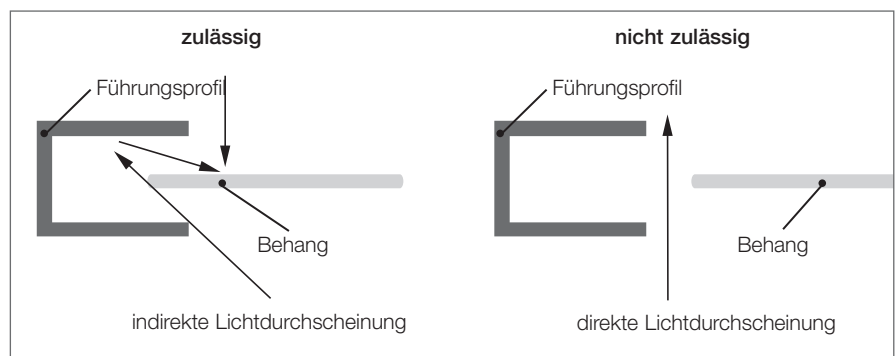
Abb. 54:



### 10.4.4.3 Wellen- und Faltenbildung

Wellen und Falten stellen keinen Mangel dar, solange diese die Funktion des Systems nicht beeinträchtigen

Abb. 55:



### 10.4.4.4 Lichtdurchscheinungen

- Direkte Lichtdurchscheinungen (Lichtdurchgang, ohne Behinderung durch den Behang usw.) sind nicht erlaubt
- Indirekte Lichtdurchscheinungen (z. B. über Reflexionen) sind zulässig

#### 10.4.4.5 Einrollungen von freien Behangkanten

Als freie Behangkante wird eine Schnittkante bezeichnet, welche an keinem anderen Bauteil (Endstab, Wickelrohr, usw.) befestigt ist.

Eine Einrollung von freien Behangkanten ist erlaubt wenn:

- es bei rechthöckigem Betrachtungswinkel zu keinen direkten Lichtdurchscheinungen kommt.
- die Funktion des Rollos hierdurch nicht gestört ist.

Abb. 56:

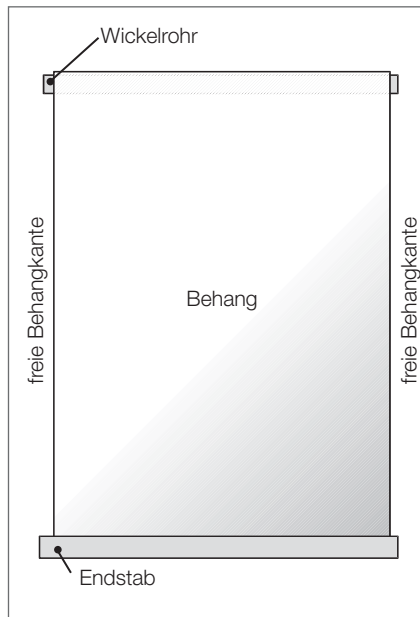
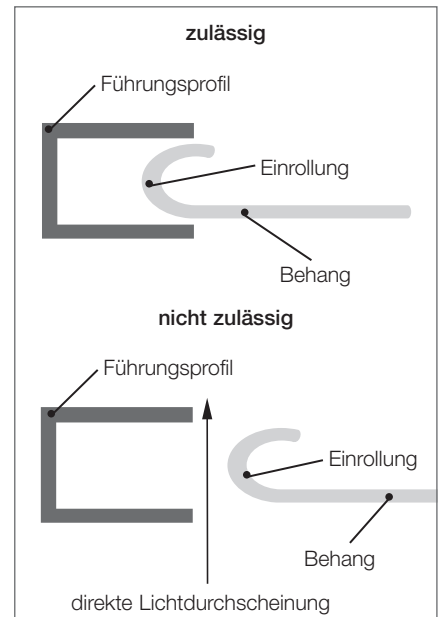


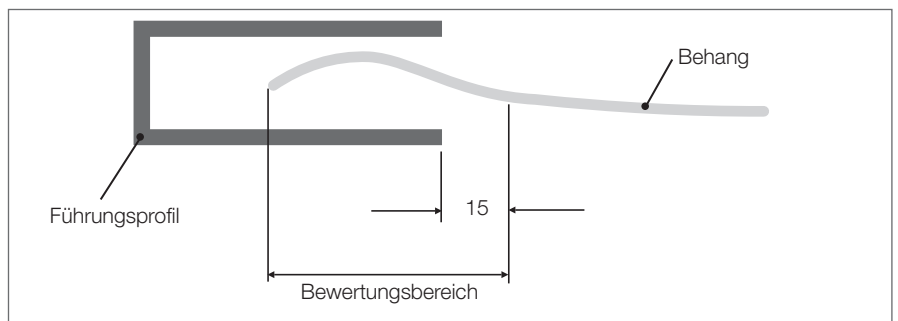
Abb. 57:



#### 10.4.4.6 Behangveränderung im Bereich von Führungen

Behangveränderungen, wie z. B. Abrieb im Bereich von Führungen sind zulässig, wenn sich die Durchsicht um nicht mehr als 20 % ändert.

Abb. 58:

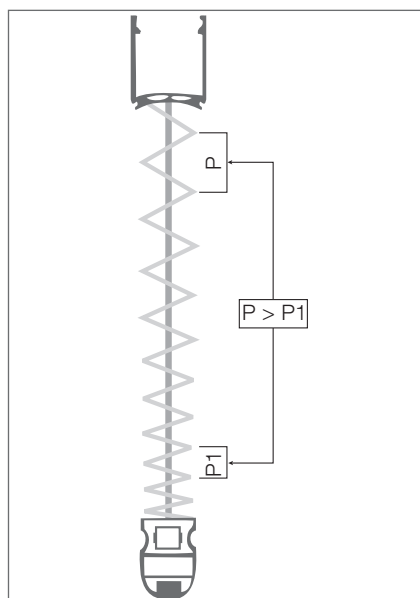


#### 10.4.4.7 Plisseesysteme

Aufgrund des Eigengewichtes des Stoffes, wechselt der Verlauf der Faltenbreite zwischen den ersten und letzten Falten. Dieses Phänomen ist bei Behängen mit Höhen von mehr als 1 m spürbarer als bei kleineren Behängen. Der Unterschied des Verlaufs ist kein Reklamationsgrund, denn er ist in den Eigenschaften des Stoffes begründet.

Die ersten Falten tendieren natürlich dazu, auch aufgrund der Einwirkung von Wärme, leicht abzufachen, wodurch die Faltung jedoch erhalten bleibt. Der Stoff muss bei jedem Hebevorgang ein ordentliches Zusammenlegen der Falten gewährleisten.

Abb. 59:



### 10.4.5 Allgemeine Hinweise

Diese Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der visuellen Qualität von Lamellen, Rollos und Plisseesystemen im MIG dar. Bei der Beurteilung sollte grund-

sätzlich 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.

### 10.4.6 Besondere Hinweise

**10.4.6.1** Bei allen Systemen kann aus technischen Gründen links und/oder rechts des Kopfprofils ein sichtbarer Spalt entstehen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und sind kein Grund zur Beanstandung.

**10.4.6.2** Die einzelnen Lamellen werden durch sogenannte Leiterkordeln in ihrer Lage fixiert.

Diese Leiterkordeln können systembedingt ihre Lage verändern. Ferner erfolgt die Auffaltung dieser Leiterkordeln nicht regelmäßig.

**10.4.6.3** Bei allen Systemen können Abdeckungen auf den Glasoberflächen eingesetzt werden. Diese Abdeckungen können beispielsweise aus Emaille oder Folien auf Glas bestehen. Sie sind nicht Gegenstand einer Bewertung durch diese Richtlinie und müssen gesondert betrachtet werden.

## 10.5 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.

### 10.5.1 Geltungsbereich

**10.5.1.1** 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.

**10.5.1.2** 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.

**10.5.1.3** 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“
- Die anerkannten Regeln der Technik
- Die Systembeschreibung der Rahmenhersteller
- DIN / Ö N / E N - N o r m e n „Verglasungsarbeiten“
- Relevante Teile der DIN V 18 073 „Rollläden, Markisen, Rolll Tore und sonstige Abschlüsse im Bauwesen – Begriffe, Anforderungen“
- Richtlinien der Isolierglashersteller

## 10.5.2 Verglasung von integrierten Systemen im Mehrscheiben-Isolierglas

### 10.5.2.1 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.

### 10.5.2.2 Glasfalzausbildung

Bei der Bemessung des Glasfalzes ist zu berücksichtigen, dass sich die Gesamtglasdicke und die Randverbundbreite von üblichen Glasystemen unterscheidet.

### 10.5.2.3 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.

## 10.5.3 Lagerung, Transport, Einbau, Prüfung

### 10.5.3.1 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.

lierglaseinheit eine systembezogene Funktionsprüfung durchzuführen. Beschädigungen und Veränderungen der Kabel, Kabelanschlüsse und -verbindungen sowie sonstigen Systemkomponenten, die sich am oder außerhalb des Isolierglaselementes befinden, sind nicht zulässig.

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 herstellerspezifische Funktionsprüfung des iSiM ein.

Nach der Montage in Flügel- oder Festverglasungen ist nach dem Einstellen und Ausrichten der Iso-

Diese Elemente sind bei Lagerung, Transport und Einbau fachgerecht zu schützen.

### 10.5.3.2 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.

### 10.5.4 Kabelverbindung

#### 10.5.4.1 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.

#### 10.5.4.2 Zubehör

Zulässig sind nur vom Systemhersteller freigegebene Elektro- und Zubehörkomponenten.

### 10.5.5 Fensterkontakte und -übergänge

#### 10.5.5.1 Kontakt

Die Anordnung der Fensterkontakte und -übergänge sind z.B. bei Dreh- bzw. Dreh-Kipp-Elementen vorzugs-

weise 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 größeren Falztiefe. Es wird

empfohlen vor der Planung und Ausführung beim Hersteller anzufragen.

## 10.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von thermisch vorgespannten Gläsern

### Einführung

Diese Richtlinie gilt für thermisch-vorgespanntes planes Einscheiben-

Sicherheitsglas (ESG), heißgelagertes ESG, ESG-H und für teilvorge-

spanntes Glas (TVG) für die Anwendung im Bauwesen.

#### 10.6.1 Geltungsbereich

Mit dieser Richtlinie erfolgt die Beurteilung der visuellen Qualität von thermisch vorgespannten Gläsern aus Float- und Ornamentglas, jeweils

klar und in der Masse eingefärbt, für das Bauwesen. Die Beurteilung erfolgt nach den nachfolgend beschriebenen Prüfungsgrundsätzen

mit Hilfe der nachfolgenden Tabellen und Angaben. Bewertet wird die in eingebautem Zustand verbleibende lichte Glasfläche.

#### 10.6.2 Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Durchsicht durch die Scheibe und nicht die Aufsicht auf die Scheibe maßgebend. Die bei der Prüfung wahrgenommenen Abweichungen werden entsprechend den Tabellen auf ihre Zulässigkeit geprüft.

- Die Fehlergröße  $\leq 0,5$  mm bei Floatglas weiß und in der Masse eingefärbt, wird nicht berücksichtigt.
- Die Fehlergröße  $\leq 1,0$  mm bei Spiegelroh- und Ornamentglas, jeweils weiß und in der Masse eingefärbt, wird nicht berücksichtigt.

- Die durch den Herstellungsprozess von Spiegelglas nicht immer vermeidbaren Beeinträchtigungen, wie z. B. Störfelder in Form von Einschlüssen, dürfen mit ihrem "Hof" in der Regel nicht größer als 3 mm sein.

Die Prüfung wird derart vorgenommen, dass:

- sich die Augen des Prüfers bei klarem und in der Masse eingefärbtem Floatglas in 1 m Entfernung,

- bei Ornamentglas, jeweils klar und in der Masse eingefärbt, in einer Entfernung von 1,5 m in Höhe der Scheibenmitte befinden. Die Beurteilung der Durchsicht sollte aus einem Betrachtungswinkel erfolgen, der der üblichen Raumnutzung entspricht. In der Regel wird senkrechte Betrachtungsweise zu unterstellen sein. Geprüft wird bei einer Lichtstärke, die der des diffusen Tageslichtes entspricht.

10.6.3 Zulässigkeit von Abweichungen

In unterer Tabelle werden die Abweichungsmöglichkeiten mit ihrer Prüfung auf Zulässigkeit angeführt.

Geltungsbereich: Ausschließlich Floatglas klar und in der Masse eingefärbt.

- Haarkratzer  
Mit dem Fingernagel nicht spürbare Oberflächenbeschädigungen
- Geschlossene Blase
- Kristalline Einschlüsse (unaufgeschmolzene Gemengeteilchen)
- Außenliegend flache Randbeschädigung bei gesäumter Kante
- Leichte Ausmuschelungen bei gesäumter Kante, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen

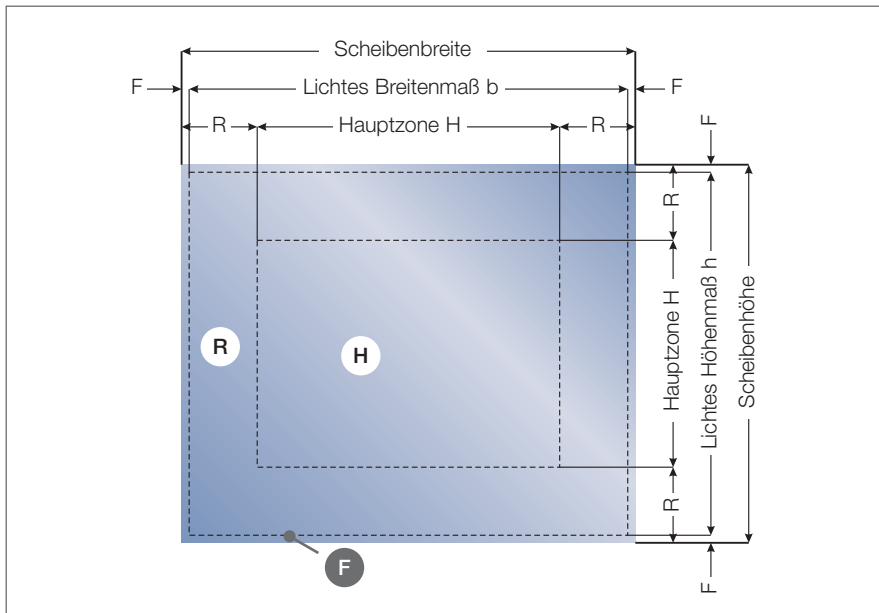
■ Tab. 38: Zulässigkeit pro Einheit – Floatglas klar und in der Masse eingefärbt

Zone	Haarkratzer nicht spürbar	Blase geschlossen	Einschlüsse Kristalline	Flache Randbeschädigung gesäumte Kante*	Leichte Ausmuschelung gesäumte Kante*
F	zulässig	zulässig	zulässig	zulässig	zulässig
R	zulässig, aber nicht in gehäufeter Form	zulässige Größe $\leq 0,5\text{mm}$ zulässiger Hof $\leq 3\text{mm}$	zulässige Größe $\leq 0,5\text{mm}$	nicht zulässig	nicht zulässig
H	zulässig, aber nicht in gehäufeter Form bis add. Ges. Länge von 150 mm	nicht zulässig	nicht zulässig	-	-

Bedingt durch den thermischen Vorspannprozess, ist eine chemische und mechanische Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit, wie Pünktchenbildung und Rollenabdrucke, in der jeweiligen Glasart nicht vermeidbar.

\* = nicht tiefer als 15 % der Scheibendicke

Abb. 60: Zonen an einer Glasscheibe



Erläuterungen:

- F** = Falzzone Glaseinstand bei Rahmenkonstruktion  
Falzzone gilt nur für Verglasungen mit umlaufender Rahmenkonstruktion. Für Konstruktionen und Türanlagen mit freiliegenden Kanten gilt nur die Bewertung nach Zone H und R.
- R** = Randzone Fläche 5 % der jeweiligen lichten Breiten- und Höhenmaße
- H** = Hauptzone

In nachfolgender Tabelle werden die Fehlermöglichkeiten mit ihrer Prüfung auf Zulässigkeit angeführt:

Geltungsbereich: ausschließlich Spiegelroh- und Ornamentglas, jeweils klar und in der Masse eingefärbt

- Haarkratzer  
Mit dem Fingernagel nicht spürbare Oberflächenbeschädigung
- Geschlossene Ziehblase
- Kristalline Einschlüsse (unaufgeschmolzene Gemengeteilchen)
- Außenliegend flache Randbeschädigung bei gesäumter Kante
- Leichte Ausmuschelungen bei gesäumter Kante, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen
- Geschlossene Kugelblase

■ Tab. 39: Zulässigkeit pro Einheit – Spiegelroh- und Ornamentglas (klar und in der Masse eingefärbt)

Einheit [m <sup>2</sup> ]	Haarkratzer nicht spürbar	Ziehblase geschlossen	Kugelblase geschlossen	Einschlüsse Kristalline gesäumte Kante*	Flache Randbeschädigung gesäumte Kante*	Leichte Ausmuschelung
Pro m <sup>2</sup> Glasfläche	zulässig auf Gesamtfläche	L ≤ 20 mm B ≤ 1 mm zulässig 1 Stück/m <sup>2</sup>	3 mm bis 5 mm 1 Stück/m <sup>2</sup>	≤ 3 mm bis 5 mm	zulässig *	zulässig *
		L ≤ 10 mm B ≤ 1 mm zulässig auf Gesamtfläche, jedoch nicht in gehäufte Form	≤ 3 mm zulässig auf Gesamtfläche, jedoch nicht in gehäufte Form	zulässig auf Gesamtfläche, jedoch nicht in gehäufte Form		

Da Ornamentglas einem individuellen Herstellungsprozess unterliegt, sind kugel- oder linienförmige Einschlüsse und Bläschenbildung Ausdruck der charakteristischen Gütebeschaffenheit. Strukturabweichungen infolge Walzenwechsels und Musterversatz sind nicht immer auszuschließen und damit nicht reklamationsfähig.

\* = nicht tiefer als 15 % der Scheibendicke bei ESG

\*\* = nicht tiefer als 5% der Scheibendicke bei ESG-H

## 10.6.4 Kennzeichnung

Thermisch vorgespannte Gläser müssen dauerhaft unauslöschlich gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung muss folgende Informationen

enthalten: Name des Herstellers, Verweis auf die Norm EN 12150 bei ESG, EN 14179 bei heißgelagertem ESG, ESG-H nach

BRL A Teil 1 Anlage 11.11, sowie Zertifizierungsstelle bei ESG-H und EN 1863 bei TVG bzw. abZ des Herstellers.

## 10.6.5 Bearbeitung

Generell gilt: Sämtliche Bearbeitungen müssen vor dem thermischen

Vorspannprozess ausgeführt werden. Ein nachträgliches Bearbeiten

von thermisch vorgespannten Gläsern ist nicht gestattet.

## 10.6.6 ESG-H

ESG-H ist aus thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach Bauregelliste A, lfd. Nr. 11.12 herzustellen, das aus Floatglas nach Bauregelliste A, lfd. Nr.

11.10 hergestellt wird. Es darf auch emailliertes Glas verwendet werden. Jede Scheibe ist einer Heißlagerung nach Abschnitt 2.1 der BRL zu unterziehen. (BRL 2008-1)

Ergänzend gilt: EN 14179; DIN 18516-4.

## 10.6.7 TVG – Teilvorgespanntes Glas

Teilvorgespanntes Glas (TVG) entspricht den Anforderungen der bau-

aufsichtlichen Zulassung des Produzenten.

Ergänzend gilt: DIN N 1863-1/-2

## 10.6.8 Siebdruck und Email

Ergänzend gilt:

EN 12150 für Einscheiben-Sicherheitsglas.

EN 1863 für Teilvorgespanntes Glas.

EN 14179-1/-2 für heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas.

## 10.7 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern

### 10.7.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten und siebbedruckten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von anorganischen Farben als Einscheiben-Sicherheitsglas oder Teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Zur Beurteilungseignung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den **konkreten Anwendungsbereich** bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innenanwendung
- Forderungen zum HST nach TRLV 6/2003 und Bauregelliste von bedrucktem oder emailliertem ESG
- Einsatz für den Durchsichtbereich. (Betrachtung von beiden Seiten, z. B. Trennwände, vorgehängte Fassaden usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung

- Kantenqualität und evtl. freistehende Sichtkanten (für freistehende Kanten muss die Kantenart geschliffen oder poliert sein)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben zu Isolierglas oder VSG (nur für freigegebene Farben)
- Referenzpunkt bei siebbedruckten Gläsern, wir empfehlen Bemusterung

Werden emaillierte und/oder Siebdruckgläser zu VSG und/oder Isolierglas verbunden, wird jede Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheibe).

### 10.7.2 Erläuterungen/Hinweise/Begriffe

#### 10.7.2.1 Emaillierte Gläser und/oder siebbedruckte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch verschiedene Auftragsarten vollflächig emailliert. Die Betrachtung erfolgt immer durch die nicht emaillierte Glasscheibe auf die Farbe, so dass die Eigenfarbe des Glases die Farbgebung beeinflusst. Bei vorgesehener Betrachtung von beiden Seiten empfehlen wir eine Bemusterung 1:1.

Die emaillierte Seite wird in der Regel als die der Bewitterung abgewandte Seite eingebaut werden. Andere Anwendungen bedürfen der Vereinbarung. Emaillierte Gläser weisen je nach Produktionsverfahren und Farbe eine mehr oder weniger hohe Rest-Lichttransmission auf und sind daher nicht opak. Helle Farben besitzen immer eine höhere Transmission als dunkle. Bei großen Unterschieden der Leuchtdichten oder hohen Lichtintensitäten (Tageslicht) zwischen der normalen Betrachtungsseite und der Rückseite treten bei der Betrachtung von der Rückseite optische Hell-Dunkel-Schattierungen innerhalb einer Scheibe sichtbar auf.

Diese sind produktionstechnisch, bedingt durch Toleranzen der Schichtdicken, nicht vermeidbar, könnten aber als störend empfunden werden, wenn eine Betrachtung von beiden Seiten möglich oder vorgesehen ist.

Um eine bestmögliche Lösung für Anwendungen mit beidseitiger Betrachtung zu erzielen, stehen unterschiedliche Produktionsverfahren zur Verfügung, die sich im Einzelnen wie beschrieben charakterisieren:

#### ■ Siebdruck

- geringste Schichtdicke
- größte Lichttransmission (farbabhängig)
- beste Farbhomogenität – dennoch sind Pinholes, nuancierte Schattierungen und Rakelstreifen nicht auszuschließen

#### ■ Walzverfahren

- mittlere Schichtdicke
- geringe Lichttransmission (farbabhängig)

- gute Farbhomogenität von außen, aber durch Mikroverzahnung der Walze in Ziehrichtung orientierte Oberflächenstruktur, welche bei Betrachtung von der Rückseite wahrnehmbar ist – bei Betrachtung im Gegenlicht als feine Streifen ersichtlich

#### ■ Gießverfahren

- höchste Schichtdicke
- geringste Lichttransmission (farbabhängig),
- gute Farbhomogenität von außen, aber durch absolut hohe Toleranzen der Beschichtungsdicke Schattenbildung, bei Betrachtung im Gegenlicht erkennbar.

Anwendungen im Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem Hersteller abgestimmt werden, da sich emaillierte Gläser generell nicht für hinterleuchtete Anwendungen eignen. In

Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren ergeben sich Unterschiede

und Besonderheiten, die nachfolgend genannt werden.

### 10.7.2.1.1 Walzverfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgeföhren, diese überträgt die Emailfarbe ohne Zugabe von Lösungsmitteln und damit umweltfreundlich auf die Glasoberfläche. Dadurch wird eine homogene Farbverteilung gewährleistet (Bedingung absolut plane Glasoberfläche, d. h. Ornamentgläser können in der Regel nicht gewalzt werden), die jedoch bezüglich Farbauftrag (Farbdicke, Deckkraft) nur bedingt einstellbar ist.

Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese "Rillen" jedoch von der Vorderseite (durchs Glas betrachtet – Betrachtungsweise siehe Punkt 10.6.2.3 ) nicht.

Es muss berücksichtigt werden, dass bei hellen Farben ein direkt auf die Hinterseite (Farbseite) aufgebracht Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen usw.) durchscheint.

Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtsbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind (Sternenhimmel). Verfahrensbedingt ist ein leichter "Farbüberschlag" an allen Kanten, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel sauber.

### 10.7.2.1.2 Gießverfahren

Die Glastafel läuft horizontal durch einen so genannten "Gießschleier" (Farbe mit Lösungsmittel angemischt) und bedeckt die Oberfläche mit Farbe. Durch Verstellen der Dicke des Gießschleiers und der Durch-

laufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch die Gefahr,

dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Der "Farbüberschlag" an den Kanten ist wesentlich größer als beim Walzverfahren.

### 10.7.2.1.3 Siebdruckverfahren

Auf einem horizontalen Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einem Rakel auf die Glasoberfläche aufgedruckt, wobei die Dicke des Farbauftrages nur geringfügig durch die Maschenweite des Siebes beeinflusst werden kann. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Walz- und Gießverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe mehr oder weniger durchscheinend. Direkt auf die

Hinterseite (Farbseite) aufgebrachte Medien (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen usw.) scheinen durch. Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe und Anwendung leichte Streifen sowohl in Druckrichtung als auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende "leichte Schleierstellen" durch punktuelle Siebreinigung, in der Fertigung mehr oder weniger bemerkbar.

Die Lage des Druckmusters ist für das Scheibenformat zu vereinbaren (O Punkt + freier Rand). Durch Toleranzen im Glas und Sieb kann es zu unbedruckten Rändern bis zu 3 mm kommen.

Farbüberschlag auf der Glaskante ist fertigungstechnisch bedingt.

Das Bedrucken von leicht strukturierten Gläsern ist möglich, aber immer mit dem Hersteller abzuklären.

### 10.7.2.2 Kantenqualität

Sollte kein Farbüberschlag auf Kante und Fase gewünscht sein, so ist das

vom Kunden zu bestellen und nur bei polierter Kante möglich.

### 10.7.2.3 Prüfungen

Die Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern erfolgt aus mindestens 3 m Entfernung und einer Betrachtungs-

weise von 90° zur Oberfläche bei normalem Tageslicht ohne direkte Sonneneinstrahlung oder Gegenlicht ohne künstliche Beleuchtung. Die

Betrachtung erfolgt immer auf die nicht emaillierte bzw. siebbedruckte Seite bzw. bei Gläsern, die für den Durchsichtsbereich bestellt wurden,

von beiden Seiten. Hinter der Prüfscheibe befindet sich im Abstand von 50 cm ein mattgrauer lichtundurchlässiger Hintergrund. Dabei dürfen Fehler nicht markiert sein.

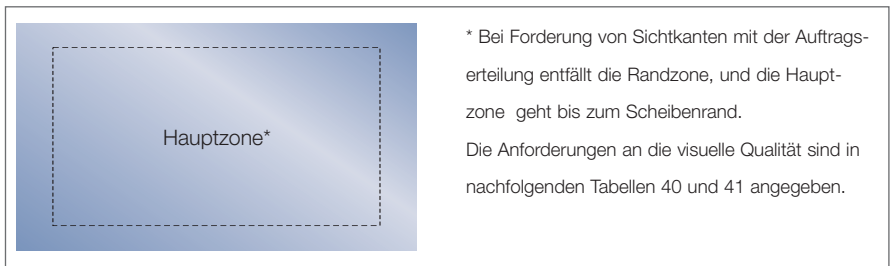
**Fehler, die aus dieser Entfernung nicht erkennbar sind, werden nicht bewertet.**

Für ESG-spezifische Fehler gilt die visuelle Richtlinie für Einscheiben-

**10.7.2.4 Besonderer Hinweis**

Metallic-Farben, Ätzcharakterfarben, rutschhemmende Beschichtungen oder mehrfarbige Drucke können hergestellt werden. Die jeweiligen

**Abb. 61: Prüfungsrelevante Zonen an der Glasscheibe**



Sicherheitsglas. Bei der Beurteilung der Fehler wird entsprechend nach

obiger Skizze in Falzzone und Hauptzone unterschieden.

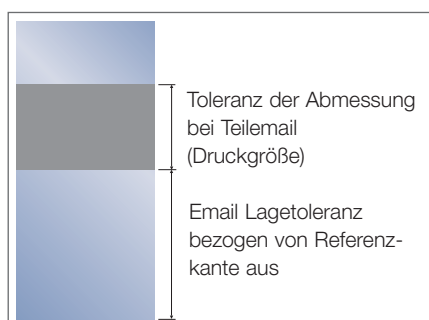
besonderen Eigenschaften oder das Aussehen des Produktes sind mit dem Hersteller zu klären. Die folgen-

den Toleranzen haben für diese Anwendungsfälle keine Gültigkeit. Eine Bemusterung wird empfohlen.

**Tab. 40: Fehlerarten/Toleranzen für vollflächig bzw. teilflächig emaillierte Gläser**

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlstellen im Email punktuell* oder/und linear	Fläche: max. 25 mm <sup>2</sup> Anzahl: max. 3 Stück, davon keine ≥ 25 mm <sup>2</sup>	Breite: max. 3 mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung
Wolken / Schleier / Schatten	unzulässig	zulässig keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig keine Einschränkung
Farbüberschlag an den Kanten	entfällt	zulässig
Toleranz der Abmessung bei Randemail und Teilemail ** (Siehe Abb. 2) Emailhöhe: ≤ 100 mm ≤ 500 mm ≤ 1000 mm ≤ 2000 mm ≤ 3000 mm ≤ 4000 mm	In Abhängigkeit von der Breite der Emaillierung: ± 1,5 mm ± 2,0 mm ± 2,5 mm ± 3,0 mm ± 4,0 mm ± 5,0 mm	
Email – Lagetoleranz ** (nur bei Teilemaillierung)	Druckgröße ≤ 200 cm: ± 2 mm Druckgröße > 200 cm: ± 4 mm	
Farbabweichungen	Siehe Punkt 10.6.2.5	

**Abb. 62: Fehlerarten/Toleranzen für vollflächig bzw. teilflächig emaillierte Gläser (Tab. 1)**



\* Fehler ≤ 0,5 mm ("Sternenhimmel" oder "Pinholes" = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt. Die Ausbesserung von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess bzw. mit organischem Lack nach dem Vorspannprozess ist zulässig, wobei jedoch organischer Lack nicht verwendet werden darf, wenn das Glas zu Isolierglas weiterverarbeitet wird und sich die Fehlstelle im Bereich der Randabdichtung des Isolierglases befindet.

Die ausgebesserten Fehlstellen dürfen aus 3 m Entfernung nicht sichtbar sein.

\*\*Die Emailagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

■ Tab. 41: Fehlerarten/Toleranzen für siebbedruckte Gläser

Fehlerart	Hauptzone	Falzzone
Fehlstellen im Siebdruck punktuell* oder/und linear	Fläche: max. 25 mm <sup>2</sup> Anzahl: max. 3 Stück, davon keine 25 mm <sup>2</sup>	Breite: max. 3 mm, vereinzelt 5 mm Länge: keine Begrenzung
Wolken / Schleier / Schatten	zulässig	zulässig keine Einschränkung
Wasserflecken	unzulässig	zulässig keine Einschränkung
Farbüberschlag an den Kanten	entfällt	zulässig
Designtoleranz (b) (Siehe Abb. 3) Druckfläche: ≤ 100 mm ≤ 500 mm ≤ 1000 mm ≤ 2000 mm ≤ 3000 mm ≤ 4000 mm	In Abhängigkeit von der Druckflächengröße: ± 1,0 mm ± 1,5 mm ± 2,0 mm ± 2,5 mm ± 4,0 mm ± 5,0 mm  Siehe Abb. 3 und 4	keine Einschränkung
Fehler je Figur ***		
Siebdruck – Lagetoleranz (a) ** (Siehe Abb. 3)	Druckgröße ≤ 200 cm: ± 2 mm Druckgröße > 200 cm: ± 4 mm	
Auflösegenauigkeit (c und d) **** (Siehe Abb. 3 und 4) ≤ 30 mm ≤ 100 mm > 100 mm	In Abhängigkeit von der Druckflächengröße: ± 0,8 mm ± 1,2 mm ± 2,0 mm	
Farbabweichungen	Siehe Punkt 10.6.2.5	

\* Fehler ≤ 0,5 mm ("Sternenhimmel" oder "Pinholes" = kleinste Fehlstellen im Siebdruck) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt.

\*\* Die Designtoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen.

\*\*\* Fehler dürfen nicht näher als 250 mm zueinander liegen. Serienfehler sind nicht erlaubt (Wiederholung an gleicher Stelle von Scheibe zu Scheibe).

\*\*\*\* Die Toleranz d kann sich aufsummieren.

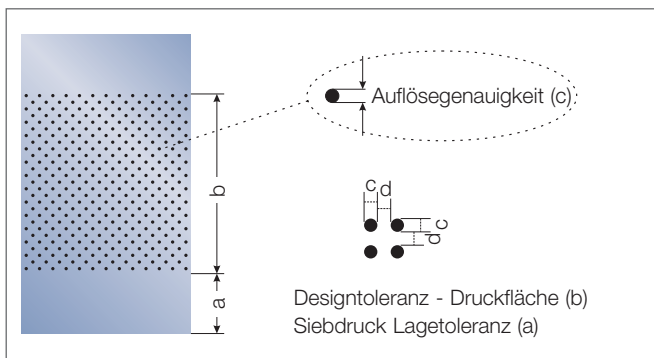
## Serienfehler (Positionen gleicher Scheibenabmessung und Druck)

Bis zu 3 Scheiben je Position werden nicht als Serienfehler bewertet. Haben mehr als 3 Scheiben je Position an der gleichen Stelle den gleichen Fehler, wird dies als Serienfehler bewertet.

Für geometrische Figuren und/oder so genannte Lochmasken unter 3 mm Größe bzw. Verläufe von 0 % bis 100 % und so genannte Filmstöße können obige Toleranzen als irritierend wahrgenommen werden. Eine 1:1-Bemusterung wird empfohlen:

- 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.

Abb. 63: Fehlerarten/Toleranzen für siebgedruckte Gläser (Tab. 2)



Grundsätzlich kann Tabelle 41 auch zur Beurteilung von "Druckfehlern" herangezogen werden.

Gilt sinngemäß auch für ovale und andere Geometrien.

(Bewertung = Breite x Höhe)

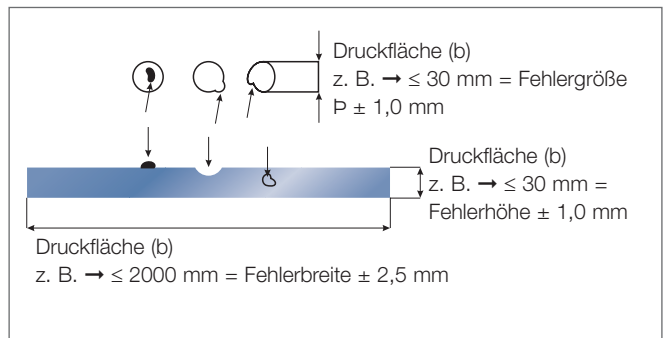
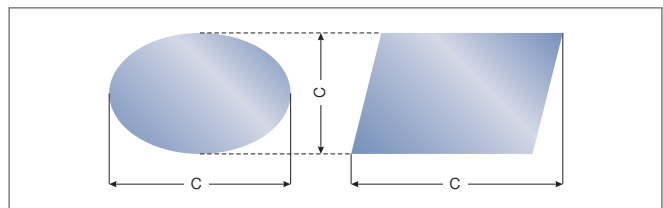
Abb. 64: Geometrie der Figur (Auslösegenauigkeit)  
Beurteilung: Fehler je Figur (Tab. 2)

Abb. 65: Geometrien



### 10.7.2.5 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können. Aufgrund nachfolgend genann-

ter 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.

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

Das verwendete Basisglas ist in der Regel ein Floatglas, d. h. die Oberfläche ist plan, und es kommt zu einer hohen Lichtreflexion. Zusätzlich kann dieses Glas mit verschiedensten Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen, oder auch leicht geprägt sein, wie z. B. bei Strukturgläsern.

Dazu kommt die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, entfärbte Gläser usw.) abhängt.

#### Nachlieferungen – Hinweis

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit "Glasfluss" vermengt, damit sich während des Vorspannprozesses die Farbe mit der Glasoberfläche "vermengt" und mit dieser untrennbar verbunden wird. Erst nach diesem "Brennprozess" ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

Die Farben sind so "eingestellt", dass sie bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 - 620 °C innerhalb von 2 bis 4 Minuten in die Oberfläche "einschmelzen". Dieses "Temperaturfenster" ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben nicht immer reproduzierbar einzuhalten. Darüber hinaus ist auch die Auftragart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Siebdruck bringt aufgrund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag.

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

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahreszeit, Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, welches durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Ober-

fläche, Glaskörper) auf die Farbe auf-treffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (400 - 700 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 auf-treffenden "Spektralfarben" werden von der Farbe (Farbpigmenten) teil-weise reflektiert bzw. absorbiert. Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle unterschiedlich.

### 10.7.2.5.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farb-unterschied gravierend auffällt, wer-den bei grünen Farben Farbunter-schiede weniger wahrgenommen.

Weitere Einflussgrößen sind der Betrachtungswinkel, die Größe des Objektes und vor allem auch die Art, wie nahe zwei zu vergleichende Objekte zueinander angeordnet sind.

Eine objektive visuelle Einschätzung und Bewertung von Farbunter-schieden ist aus den o. g. Gründen nicht möglich. Die Einführung eines objektiven Bewertungsmaßstabs er-fordert deshalb die Messung des Farbunterschiedes unter vorher

exakt definierten Bedingungen (Glas-art, Farbe, Lichtart).

Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaß-stab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lie-feranten abzustimmen. Der grund-sätzliche Ablauf ist nachfolgend defi-niert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben
- Festlegung von Toleranzen je Farbe durch den Kunden, z. B. erlaubte Farbabweichung:  $\Delta L^* \leq \dots \Delta C^* \leq \dots \Delta H^* \leq \dots$  im CIELAB-Farbsystem, gemessen

bei Lichtart D 65 (Tageslicht) mit  $d/8^\circ$  Kugelgeometrie,  $10^\circ$  Nor-malbeobachter, Glanz einge-schlossen

- Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Roh-stoffverfügbarkeit usw.)
- Herstellung eines 1:1-Produk-tionsmusters und Freigabe durch den Kunden
- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen. Wird kein besonderer Bewertungs-maßstab vereinbart, gilt  $\Delta E^* \leq 2,90$ , wie mit dem obigen Mess-verfahren beschrieben gemessen.

### 10.7.2.5.4 Anwendungshinweise

- Anwendungen mit Email bzw. Teilemail und Siebdruck bzw. Teilsiebdruck zur Folie bei VSG müssen mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Das gilt insbesondere bei Verwendung von Ätzton zur Folie, da die optische Dichte des Ätztones stark herabgesetzt werden kann und die Wirkung des Ätztones nur bei Verwendung auf Ebene 1 oder 4 erhalten bleibt.
- Emaillierte und siebbedruckte Gläser mit anorganischen Farben können nur in Ausführung Ein-

scheiben-Sicherheitsglas (ESG) oder Teilvorgespanntes Glas (TVG) hergestellt werden.

- Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beein-flusst die Eigenschaften des Pro-duktes unter Umständen wesent-lich und ist nicht zulässig.
- Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe oder in Verbindung zu Verbund-Sicher-heitsglas oder Isolierglas einge-setzt werden. In diesem Fall sind die jeweiligen Bestimmungen,

Normen und Richtlinien vom An-wender zu berücksichtigen.

- Emaillierte Gläser in Ausführung Einscheiben-Sicherheitsglas HST können Heat-Soak-getestet wer-den. Die jeweilige Notwendigkeit des Heat-Soak-Tests ESG ist vom Anwender zu prüfen und dem Hersteller mitzuteilen.
- Die Statikwerte emaillierter Gläser sind nicht mit einem nicht be-drucktem oder emaillierten Glas gleichzusetzen.

### 10.7.2.6 Metallic-Farben

Bei Metallic-Farben kann es aufgrund des Herstellprozesses und der Pigmentierung zu erkennbaren Unterschieden in der Wahrnehmung des Farbeindrucks kommen, die ein

gleichmäßiges, homogenes Erscheinungsbild bei nebeneinander bzw. übereinander eingebauten Gläsern nicht erzielen lassen. Dies ist eine produktspezifische Eigenheit

von Metallic-Farben und lässt ein lebendiges Fassadenbild auch bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln entstehen.

## 10.8 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Verbund-Sicherheitsglas VSG

DIN ISO 12543-6:1998

### 10.8.1 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.

### 10.8.2 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 Pub-

likationen 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 eingear-

beitet 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

### 10.8.3 Definition

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen von EN ISO 12543-1 sowie die folgenden:

#### 10.8.3.1 Punktförmige Fehler

Diese Fehlerart umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

#### 10.8.3.2 Lineare Fehler

Diese Fehlerart umfasst Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

#### 10.8.3.3 Andere Fehler

Glasfehler, wie Kerben und Fehler der Zwischenschicht, wie Falten, Schrumpfung und Streifen.



### 10.8.3.4 Undurchsichtige Flecken

Sichtbare Fehler im Verbundglas (z. B. Zinnflecken, Einschlüsse im Glas in der Zwischenschicht).

### 10.8.3.5 Blasen

Üblicherweise Luftblasen, die sich im Glas oder in der Zwischenschicht befinden können.

### 10.8.3.6 Fremdkörper

Jeder unerwünschte Gegenstand, der während der Herstellung in das Verbundglas eingedrungen ist.

### 10.8.3.7 Kratzer oder Schleifspuren

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

### 10.8.3.8 Kerben

Scharf zugespitzte Risse oder Sprünge, die von einer Kante in das Glas verlaufen.

### 10.8.3.9 Falten

Beeinträchtigungen, die durch Falten in der Zwischenschicht entstehen und nach der Herstellung sichtbar sind.

### 10.8.3.10 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.



## 10.8.4 Fehler in der Oberfläche

### 10.8.4.1 Punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 10.6.2.3 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 42 dargestellt. Fehler, die kleiner als 0,5 mm sind, werden nicht berücksichtigt. Fehler, die größer als 3 mm sind, sind unzulässig.

ANMERKUNG: Die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern im Verbundglas ist von der Dicke des einzelnen Glases unabhängig.

ANMERKUNG: 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 dreischeibigem Verbundglas, auf 150 mm bei vierscheibigem Verbundglas und auf 100 mm bei fünf- oder mehrscheibigem Verbundglas. Die Anzahl der zugelassenen Fehler in Tabelle 42 ist zu erhöhen um 1 für einzelne Zwischenschichten, die dicker als 2 mm ist.

■ Tab. 42: Zulässige punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Fehlergröße d [mm]	Scheibengröße A in m <sup>2</sup>	0,5 < d ≤ 1,0		1,0 < d ≤ 3,0		
		Für alle Größen	A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	A > 8
Anzahl der zugelassenen Fehler	2 Scheiben	Keine Begrenzung,	1	2	1/m <sup>2</sup>	1,2/m <sup>2</sup>
	3 Scheiben	jedoch keine	2	3	1,5/m <sup>2</sup>	1,8/m <sup>2</sup>
	4 Scheiben	Anhäufung von	3	4	2/m <sup>2</sup>	2,4/m <sup>2</sup>
	5 Scheiben	Fehlern	4	5	2,5/m <sup>2</sup>	3/m <sup>2</sup>

#### 10.8.4.2 Lineare Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 10.7.2.3 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Fehler erlaubt wie in Tabelle 41 angegeben.

Lineare Fehler von weniger als 30 mm Länge sind erlaubt.

■ Tab. 43: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche

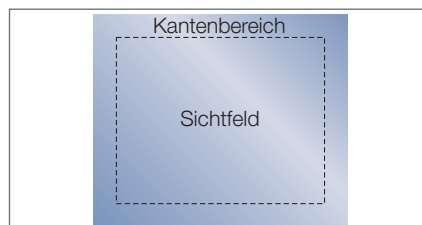
Scheibengröße	Anzahl der erlaubten Fehler mit 30 mm Länge
≤ 5 m <sup>2</sup>	Nicht erlaubt
5 bis 8 m <sup>2</sup>	1
≤ 8 m <sup>2</sup>	2

#### 10.8.5 Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern

Wenn geprüft nach dem Prüfverfahren von Abschnitt 10.6.2.3, 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. 66:



#### 10.8.6 Kerben

Kerben sind nicht zulässig.

#### 10.8.7 Falten und Streifen

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht erlaubt.

#### 10.8.8 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. 44: Nach EN ISO 12543-5

Elementdicke	Abmaß
≤ 26 mm	± 1 mm
> 26 ≤ 40 mm	± 2 mm
> 40 mm	± 3 mm

## 10.8.9 Dickentoleranzen

■ Tab. 45: Dickentoleranzen

Abmessung	Abmaße in Breite oder 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

## 10.8.10 Größentoleranzen

Sichtkanten sind bei Bestellung vorgegeben, 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 Außenverglasungen mit freier Bewitterung der Glaskanten können durch die hygroskopische Eigenschaft der PVB-Folie in der Randzone von 15 mm Veränderungen des Farbeindruckes produktspezifisch je nach Umgebungsbedingungen auftreten. Diese Veränderungen sind

## 10.8.11 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

## 10.8.12 Farbfolien

Bei Farbfolien und matten Folien kommt es mit der Zeit zu Farbintensitätsverlusten, bedingt durch Witterungseinflüsse (z. B. UV-Einwirkung).

Daher können Glasnachlieferungen mehr oder weniger visuell wahrnehmbare Farbunterschiede zu bereits eingebauten Gläsern des gleichen Typs aufweisen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar. Bei Nachlieferungen können Farbunterschiede auftreten.

## 10.8.13 VSG mit Stufen

Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Bei zweischiebigen 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 zurückversetzt ist (sind), wird die Folie abgeschnitten, wenn die Stufenbreite gleich der

Glasstärke der Mittelscheibe ist bzw. die Stufentiefe gleich den Glasdicken der Mittelscheiben ist. Bei allen anderen Stufengrößen 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

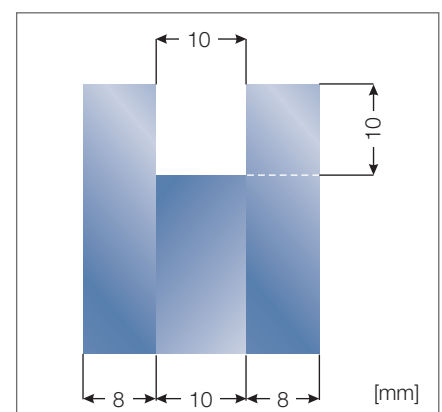


zulässig. Bei Festmaßherstellungen von VSG können Folienüberstände insbesondere an der Standkante vorhanden sein.

Glaskanten können durch die hygroskopische Eigenschaft der PVB-Folie in der Randzone von 15 mm Veränderungen des Farbeindruckes produktspezifisch je nach Umgebungsbedingungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig.

Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar. Bei Nachlieferungen können Farbunterschiede auftreten.

Abb. 67:



nen Stufenausbildungen können Folienreste bei den Stufen nicht entfernt werden, dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Vom Kunden sollte ein Gegenstück, das in das VSG-Element geschoben wird, bekannt gegeben werden (Breite, Tiefe ...).

Produktionsbedingt sind Folienrückstände an den Glaskanten vorhanden, diese können an der Abstellkante durch Auflagerpunkte deformiert sein und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

## 10.9 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 wei-

tergehende 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.**

## 10.10 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 unmittelbar 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.

## 10.11 Oberflächenbeschädigungen

Die Ursachen für Oberflächenbeschädigungen sind verschiedenartig. Geeignete Schutzmaßnahmen sind rechtzeitig zu veranlassen. Wir weisen 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 Glas-scheibe 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 Oberflächen-schäden führen, insbesondere dann,

wenn vor der Baureinigung lange Zeit eine starke Verschmutzung auf die Scheiben eingewirkt hat. (Mörtel, Gips, u. ä.).

### ■ Schutzmaßnahme

Ein wirksamer Schutz gegen Verätzung und Wasserschäden ist mittels der Schutzfolie UNIGLAS® | PROTEC gegeben.

## 10.12 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 dicke-

ren 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 Gegend Scheibe 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 80°, 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.

## 11 Werterhaltung | Scheibenreinigung

### 11.1 Werterhaltung

Rahmen, Beschläge, Anstriche, Dichtstoffe oder Dichtprofile unterliegen einem natürlichen Alterungsprozess. Zur Aufrechterhaltung der

Garantieansprüche ist deshalb eigenverantwortlich zu kontrollieren, dass der geforderte Funktions-

zustand der Werkstoffe und Bauteile durch kontinuierliche Wartungsarbeiten erhalten bleiben.

### 11.2 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 Baustoffausschei-

dungen 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.

## 12 Zusatzfunktionen im Isolierglas

### 12.1 UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System / UNIGLAS® | SHADE Folien-System

Mit UNIGLAS® | SHADE Jalousie-Systemen und UNIGLAS® | SHADE Folien-Systemen haben Sie jetzt die Möglichkeit, einfallende Sonnenstrah-

len individuell zu beeinflussen und Wärme abzuhalten, um optimale Licht- und Temperaturverhältnisse ohne Blendwirkung in Ihrer Umgebung

zu schaffen. Bei Innenanwendung bieten sie die ideale Möglichkeit, Räume optisch anspruchsvoll miteinander zu verbinden oder zu trennen.

### 12.2 UNIGLAS® | SOLAR Stromgewinnnglas

Dieses Isolierglas basiert auf Photovoltaik. Bezeichnend dabei ist die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mittels

Solarzellen. Die Integration von solaraktiven Flächen in Bau- und Fassadenteile als innovative, ästhetisch anspruchsvolle Einheit, ermög-

licht die Nutzung von inaktiven Bauteilen zur Erzeugung von Energie.

### 12.3 UNIGLAS® | ECONTROL Schaltbares Isolierglas

Diese neue Isolierglas-Produkt, welches durch elektrische Spannung seine Transmission verändert, bietet exklusive Raumgestaltung auf Knopfdruck. Dabei ist es in seinem "hellen" Zustand ähnlich einem Sonnenschutzglas mit einer Lichttransmis-

sion  $\tau_L$  von etwa 50 %, einem g-Wert von 36 % und einem  $U_g$ -Wert von 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Geschaltet auf "Dunkel" erhöht sich die Sonnenschutzwirkung mit Werten von g = 12 % und  $\tau_L$  von 15 %. Auch die UV-Transmission wird von etwa 5 % auf 0,5 % reduziert, so

dass es auch optimalen Schutz für Ausstellungsbereiche liefert. Dieses Isolierglas ist ebenfalls als Dreifach-Aufbau lieferbar, wobei die strahlungstechnischen Leistungen leicht variieren, aber der  $U_g$ -Wert auf bis zu 0,5 W/m<sup>2</sup>K reduziert wird.

### 12.4 UNIGLAS® | PANEL Vakuumisolierung

Dieses hochwärmedämmende Vakuum-Isolations-Paneel, eingebaut in Isolierglas, vermindert die Ver-

wendung von Isoliermaterialien auf 1/10 des herkömmlichen Volumens. Dabei wird ein  $U_g$ -Wert von bis zu

0,2 W/m<sup>2</sup>K erzielt und ist besonders geeignet für Brüstungselemente und Fassadenkonstruktionen.

## A

Abdichtung . . . . . 23, 25, 28, 30, 34, 35, 38, 46, 47, 56  
 Abmessungstoleranzen . . . . . 19  
 Absorption . . . . . 22  
 Abstandhalter . . . . . 20, 28, 39, 52  
 Absturzsicherung . . . . . 59  
 Adhäsionsverhalten . . . . . 31  
 Alarmglas . . . . . 7, 32, 84  
 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung . . . . . 43, 44, 72  
 Angriffshemmung . . . . . 49, 51, 59  
 Anisotropien . . . . . 52  
 Atmosphärische Druckschwankungen . . . . . 39  
 Außenflächenbeschädigung . . . . . 52  
 Außenkondensation . . . . . 60  
 Aussteifung . . . . . 33

## B

Ballwurfsicherheit . . . . . 45  
 Basisglas . . . . . 8, 9, 21, 58, 77, 83  
 Bauregelliste . . . . . 8, 17, 33, 68, 72, 73, 83  
 Beanspruchungsgruppen . . . . . 33, 34, 35, 36  
 Bearbeitungen . . . . . 8, 12, 13, 14, 15, 21, 72  
 Behänge . . . . . 61, 63, 64, 65, 66, 67  
 Beschichtetes Glas . . . . . 22, 31, 49, 50, 51, 58, 61  
 Beschichtungsebenen . . . . . 59  
 Beschläge . . . . . 28, 30, 46, 83, 85  
 Betrachtungsflächen . . . . . 61, 62  
 Bleiverglasung . . . . . 84  
 Blendschutz . . . . . 62  
 Bohrungen . . . . . 15, 16, 26, 34, 70  
 Brandschutz . . . . . 30, 33, 42, 49, 59  
 Brüstungen . . . . . 44

## C

Chemische Verträglichkeit . . . . . 31

## D

Dachverglasungen . . . . . 39  
 Dampfdruckausgleich . . . . . 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33,  
 . . . . . 34, 45, 55, 56, 59, 60, 69  
 Dichtprofile . . . . . 23, 26, 31, 34, 45, 85  
 Dickentoleranzen . . . . . 18, 19, 26, 82  
 DIN-Normen . . . . . 4  
 Drahtglas . . . . . 48, 49, 59, 84  
 Drahtspiegelglas . . . . . 11, 12, 84  
 Dreifach-Wärmedämmglas . . . . . 24, 50, 52, 56, 57,  
 . . . . . 58, 59, 60, 61  
 Dreistoff-System . . . . . 41  
 Durchbiegungen . . . . . 43, 46, 56, 64, 65  
 Durchbruchhemmung . . . . . 59  
 Durchschusshemmung . . . . . 59

Durchsichthemmung . . . . . 22, 49, 51, 54, 66,  
 . . . . . 67, 70, 73, 74, 80  
 Durchwurfhemmung . . . . . 59

## E

Eckabschnitt . . . . . 13,14  
 Eckausschnitt . . . . . 13, 14, 15  
 Eigenfarbe . . . . . 51, 61, 73, 77  
 Einbau von Isolierglas . . . . . 22, 34, 54, 55, 68, 69, 84  
 Einbau von Sprossen . . . . . 52, 61, 83, 84  
 Einbauempfehlungen . . . . . 68  
 Einfachglas . . . . . 23  
 Einscheiben-Sicherheitsglas ESG . . . . . 17, 45, 49, 50, 53,  
 . . . . . 59, 70, 72, 73, 75, 78  
 Einscheiben-Sicherheitsglas, heißgelagert . . . . . 17, 70, 72  
 Einschlüsse . . . . . 50, 53, 63, 66, 70, 71, 72, 80  
 Elektrochromes Glas . . . . . 46, 47  
 Emaillierung . . . . . 31, 33, 43, 73, 74, 75, 77, 78  
 Energieeinsparverordnung EnEV . . . . . 56  
 EN-Normen . . . . . 5, 32  
 ESG-H . . . . . 8, 17, 20, 70, 72

## F

Falten . . . . . 62, 66, 67, 79, 80, 81  
 Falzraum . . . . . 22, 23, 25, 26, 27, 34, 46, 55, 56, 60, 69  
 Falzonen . . . . . 49, 51, 71, 75, 76  
 Farben . . . . . 20, 35, 38, 45, 48, 51, 73, 74, 75, 77, 78  
 Farbfolie . . . . . 82  
 Farbunterschiede bei Beschichtungen . . . . . 51, 78, 82  
 Fassadensysteme . . . . . 47, 68, 73  
 Fehler . . . . . 8, 10, 11, 39, 40, 42, 53, 63, 66,  
 . . . . . 70, 71, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82  
 Festmaßbeschichtung . . . . . 20  
 Floatglas . . . . . 8, 17, 18, 19, 21, 45, 50,  
 . . . . . 53, 59, 70, 71, 72, 77  
 Folien . . . . . 31, 42, 48, 61, 62, 68, 85  
 Folien-Systeme im Isolierglas . . . . . 62, 85  
 Fugendimensionierung . . . . . 40

## G

Gasfüllung . . . . . 57  
 Geltungsbereiche . . . . . 3, 49, 54, 61, 68, 70, 71, 73  
 Geneigter Glaseinbau . . . . . 43  
 Generelle Verwerfung . . . . . 17  
 Gesamtenergiedurchlassgrad g-Wert . . . . . 58, 59, 85  
 Gestelle . . . . . 22, 55  
 Gewährleistung . . . . . 3, 31, 68  
 Gewölbtes Glas . . . . . 84  
 Gießharz . . . . . 24, 53  
 Gießverfahren . . . . . 73, 74  
 Girlandeneffekt . . . . . 39  
 Glasbruch . . . . . 22, 24, 27, 44, 45, 54, 60, 83, 84

Glasdicken-Dimensionierung . . . . . 17, 18, 19, 22,  
 . . . . . 43, 51, 59, 82, 84  
 Glasdickengrenzabmaße . . . . . 8  
 Glaseinstand, vergrößert . . . . . 57, 60  
 Glasfalz . . . . . 23, 24, 26, 34, 39, 45, 56, 69  
 Glaskanten . . . . . 22, 24, 44, 50, 55, 56, 60, 82, 83  
 Glaskombinationen. . . . . 83  
 Glasreinigung . . . . . 52  
 Glasstoß . . . . . 22, 32, 39, 69  
 Glasüberstand . . . . . 20  
 Großbutzen . . . . . 84  
 Größentoleranzen. . . . . 82  
 Großflächige Scheiben . . . . . 23, 24  
 Gussasphaltverlegung . . . . . 48  
 Gussglas . . . . . 84

**H**

Haltbarkeit . . . . . 38, 58  
 Heat-Soak-Test . . . . . 78  
 Heißlagerung . . . . . 72  
 Heizkörper . . . . . 48  
 Höhenlagen, Einfluss auf Isolierglas . . . . . 22

**I**

Innenbeschattung . . . . . 49  
 Innenliegende Sprossen . . . . . 52, 83  
 Integrierte Systeme . . . . . 68  
 Interferenzerscheinungen . . . . . 52  
 Isolierglasaufbau. . . . . 28  
 Isolierglas-Effekt . . . . . 52, 60  
 Isolierglas-Randverbund . . . . . 39, 40, 52, 54, 56  
 ISO-Normen. . . . . 6

**J**

Jalousie . . . . . 45, 62, 65, 85

**K**

Kabelverbindung . . . . . 70  
 Kantenbearbeitung . . . . . 12, 13, 15, 28, 31, 79  
 Kennzeichnung . . . . . 72  
 Klebstoffsystem . . . . . 29  
 Klimatische Bedingungen. . . . . 30  
 Klimatische Belastung . . . . . 45  
 Klotzfixierung . . . . . 39, 42  
 Klotzung . . . . . 23, 24, 25, 26, 28, 34, 55, 60, 69  
 Kondensation. . . . . 52, 55  
 Kratzer. . . . . 50, 53, 63, 66, 71, 72, 80

**L**

Lagerungen. . . . . 22, 23, 25, 28, 30, 54, 55, 65, 69  
 Lamellensysteme . . . . . 61, 63, 64, 65  
 Lamellenversatz . . . . . 63  
 Lastabtragung . . . . . 24, 30, 32, 40

Leichtpflegeglas . . . . . 45, 46  
 Leitfaden Dreifach-Wärmedämmglas . . . . . 56  
 Lichtart. . . . . 51, 78  
 Lichtdurchscheinungen . . . . . 64, 65, 66, 67  
 Lichtreflexion . . . . . 77  
 Lichttransmission . . . . . 51, 73, 85  
 Linienförmige Lagerung . . . . . 27, 30, 34, 43, 54, 59, 72  
 Lochbohrungen . . . . . 15, 17  
 Low-E . . . . . 57

**M**

Maßtoleranzen . . . . . 20  
 Materialverträglichkeit. . . . . 28, 38, 44, 59  
 Mechanische Beanspruchung . . . . . 30, 43, 56  
 Mehrscheiben-Isolierglas . . . . . 8, 18, 22, 25, 35, 38, 39,  
 . . . . . 44, 48, 52, 54, 55, 56, 59, 61, 68, 69, 83, 84  
 Merkblätter . . . . . 27, 41, 52, 61, 68, 69  
 Messingverglasung. . . . . 84  
 Metallic-Farben . . . . . 75, 79  
 Metalloxydbeschichtung . . . . . 85  
 Migration . . . . . 38, 39, 40, 42  
 Mindestglasdicken . . . . . 18  
 Mobiliar . . . . . 49

**N**

Nassverglasung . . . . . 47, 48  
 Neigungswinkel . . . . . 44  
 Nenndicke. . . . . 8, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 21, 50, 53  
 Nennwert . . . . . 19, 83  
 Normative Verweisungen . . . . . 79  
 Normen . . . . . 3, 4, 5, 6, 7, 8, 21, 27, 28, 30, 31, 32,  
 . . . . . 33, 34, 49, 52, 54, 56, 59, 61, 78, 83

**O**

Oberflächenbeschädigung . . . . . 71, 83  
 Oberflächenabweichungen. . . . . 63  
 Oberflächenbeschaffenheit. . . . . 71  
 Oberflächenfehler . . . . . 66  
 Oberflächentemperatur . . . . . 32, 45  
 ÖNormen. . . . . 5, 18, 20, 53  
 Ornamentglas. . . . . 10, 11, 19, 22, 48, 49,  
 . . . . . 50, 59, 70, 71, 72, 74

**P**

Physikalische Merkmale . . . . . 52  
 Plakate. . . . . 48  
 Plisseesysteme . . . . . 62, 66, 67, 68  
 Primärdichtstoff . . . . . 28, 31, 33  
 Prüfungen . . . . . 26, 28, 31, 34, 38, 41, 42, 49, 51,  
 . . . . . 61, 62, 69, 70, 74, 75, 78, 80, 81, 82, 83  
 Punktgehaltene Verglasung . . . . . 41  
 PVB-Folie. . . . . 19, 20, 82

## Q

Qualität. . . . . 4, 8, 12, 13, 31, 49, 50, 51, 52, 53, . . . . . 57, 60, 61, 68, 70, 73, 74, 75, 79, 82, 83

## R

Rahmenabmessung . . . . . 47  
 Rahmendurchbiegung . . . . . 43  
 Randentschichtung . . . . . 20  
 Randverbund . . . . . 18, 20, 22, 24, 25, . . . . . 27, 28, 30, 32, 33, 38, 39, 40, 43, 44, 46, 50, . . . . . 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 69, 70  
 Rechtwinkligkeit. . . . . 9, 10, 11, 12, 52, 64, 66  
 Regelwerke . . . . . 7, 28, 30, 31, 56, 68  
 Reinigung von Glas . . . . . 46, 52, 85  
 Reinigungsmittelbeständigkeit . . . . . 31  
 Reparaturfähigkeit . . . . . 31  
 Richtlinien . . . . . 7, 25, 34, 35, 40, 45, 49, . . . . . 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61, . . . . . 62, 63, 68, 69, 70, 73, 75, 78, 79  
 Rollos. . . . . 45, 66, 67  
 Rosenheimer Tabelle . . . . . 33  
 Rückenüberdeckung . . . . . 28, 58  
 Rückschnitt . . . . . 9, 82

## S

Schalldämmung. . . . . 20, 51, 59, 84  
 Schallschutz . . . . . 22, 59, 83, 84  
 Schaltbares Isolierglas . . . . . 45, 85  
 Scheibenformate . . . . . 23, 51, 58, 74  
 Scheibenreinigung . . . . . 46, 52, 85  
 Scheibenzwischenraum . . . . 18, 23, 24, 39, 44, 49, 50, . . . . . 52, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 83  
 Schiebefenster. . . . . 25, 49  
 Schiebetüren . . . . . 49  
 Schiefhang . . . . . 64  
 Schlagschatten . . . . . 44  
 Schleifen . . . . . 20, 83  
 Schließwinkel . . . . . 64, 65  
 Schließwinkeltoleranzen . . . . . 65  
 Schrägbruch . . . . . 9, 12  
 Sekundärdichtstoff. . . . . 28, 31, 33  
 Selbstreinigung . . . . . 47, 48  
 Senklochbohrungen. . . . . 16, 17  
 Sicherheit . . . . . 17, 19, 20, 24, 30, 45, 49, 50, . . . . . 53, 59, 70, 72, 73, 75, 78, 79, 84  
 Siebdruck . . . . . 33, 72, 73, 74, 76, 77, 78  
 Silikonöl . . . . . 45, 47  
 Silikonprofile. . . . . 33, 44, 47  
 Silikon-Randverbund . . . . . 44  
 Sonderabmaße . . . . . 13, 14, 15  
 Sonderformen . . . . . 13, 21  
 Sondertoleranzen. . . . . 8, 13

Sonderverglasungen . . . . . 32, 49, 51  
 Sonneneinstrahlung . . . . . 22, 45, 48, 49, 55, 74  
 Sonnenschutz . . . . . 30, 33, 45, 49, 59, 84, 85  
 Spezielle Anwendungen . . . . . 43  
 Spiegelrohglas . . . . . 10, 11, 70, 71, 72  
 Sprengwirkungshemmung . . . . . 59  
 Sprossen . . . . . 23, 52, 61, 84  
 Stahlfaden-Verbundglas . . . . . 84  
 Standardtoleranzen . . . . . 8, 12  
 Stoßfugenversiegelung. . . . . 39  
 Stromgewinnglas . . . . . 85  
 Strukturverlauf . . . . . 10, 84  
 Stufenisoliertglas . . . . . 20, 44, 82  
 Stumpfer Stoß . . . . . 44, 48  
 Systembeschreibungen . . . . . 4, 28, 31, 64, 69  
 Systemskizzen . . . . . 29

## T

Technische Regelwerke . . . . . 4, 7, 34, 44, 52, 54  
 Teilvorgespanntes Glas TVG . . . . . 17, 19, 49, 50, . . . . . 53, 72, 73, 78  
 Thermische Belastung . . . . . 43, 45  
 Thermische Vorspannung . . . . . 18, 71, 72  
 Tiefenlagen, Einfluss auf Isolierglas. . . . . 22  
 Toleranzen . . . . . 8, 9, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 26, . . . . . 65, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 82  
 Transmission . . . . . 51, 73, 85  
 Transport . . . . . 22, 23, 28, 54, 55, 69  
 Traufpunkt . . . . . 39, 40  
 TRAV . . . . . 43, 44, 59  
 TRLV . . . . . 33, 43, 59, 73  
 Trockenverglasung . . . . . 26, 47  
 TRPV . . . . . 44

## U

Überkopfverglasung. . . . . 4, 44, 47, 59  
 Umwehungen . . . . . 44  
 UV-Strahlung . . . . . 28, 33, 43, 46, 47, 54, 59  
 UV-Transmission . . . . . 85  
 U-Wert. . . . . 32, 45, 57, 58

## V

Vakuumisolierung . . . . . 85  
 Verätzungen. . . . . 83, 85  
 Verbundglas . . . . 19, 21, 49, 50, 53, 59, 80, 81, 82, 84  
 Verbund-Sicherheitsglas VSG . . . . . 19, 20, 24, 50, . . . . . 53, 59, 78, 79, 82  
 Verglasung, linienförmig gelagert. . . . . 27, 30, 34, . . . . . 43, 54, 59, 72  
 Verglasungsklötze . . . . . 31, 39, 40, 55, 60  
 Verglasungs-Systeme . . . . . 3, 25, 26, 27, 33, 34, . . . . . 35, 43, 45, 55, 56, 69  
 Verglasungsvorschriften . . . . . 35, 59

Vergrößerter Glaseinstand . . . . .	57, 60
Verklebung von Isolierglas . . . . .	27, 30, 33, 47, 48
Verklotzung . . . . .	23, 24
Versatzmaß . . . . .	19, 20
Versatztoleranzen . . . . .	20
Verschiebetoleranz . . . . .	21
Versiegelung . . . . .	23, 25, 35, 39, 40, 41, 44
Verträglichkeiten . . . . .	28, 31, 32, 33, 38, 40, 41, 42, 48, 59, 60, 69, 84
Verwerfungen . . . . .	18, 21, 50, 53
Verzerrung . . . . .	22, 60, 64, 80
Visuelle Qualität . . . . .	49, 50, 51, 52, 53, 60, 61, 68, 70, 73, 74, 75, 78, 79

## W

Walzverfahren . . . . .	73, 74, 77
Wärmebrücke . . . . .	32
Wärmedämmung . . . . .	60, 49, 84
Wärmedurchgang . . . . .	60, 83
Wasserschäden . . . . .	83
Wechselwirkungen . . . . .	25, 38, 39, 40, 41, 42
Weichmacher . . . . .	38, 39
Wellenbildung . . . . .	62, 66
Werterhaltung . . . . .	85
Wiener Sprossen . . . . .	84
Windlast . . . . .	35, 84
Winkligkeit . . . . .	9, 52, 64, 66

## Z

Zulässigkeiten . . . . .	49, 50, 53, 61, 63, 70, 71, 72, 80
Zuschnitt . . . . .	9, 12
Zuschnitttoleranzen . . . . .	21
Zustimmung im Einzelfall (ZiE) . . . . .	33, 43, 44

## Fotonachweis

Sofern nicht separat gekennzeichnet, stammen sämtliche Abbildungen aus Archiven von:  
UNIGLAS® und UNIGLAS®-Partnerbetrieben, Saint Gobain Glass, BF, EControl und mkt.

■ **DEUTSCHLAND (D)**

**PREUSSENGLAS GMBH**

Werkstraße 29  
D-15890 Eisenhüttenstadt  
Telefon: +49 (0) 3364 4040-0  
info@preussenglas.de

**FRERICHS GLAS GMBH**

D-21339 Lüneburg  
Telefon: +49 (0) 4131 21-0  
fjl@frerichs-glas.de

**FRERICHS GLAS GMBH**

D-27283 Verden (Aller)  
Telefon: +49 (0) 4231 102-0  
info@frerichs-glas.de

**WAPRO GMBH & CO. KG**

D-36452 Diedorf/Rhön  
Telefon: +49 (0) 36966 777-0  
info@wapro.de

**HENZE-GLAS GMBH**

D-37412 Hörden am Harz  
Telefon: +49 (0) 5521 9909-0  
henze@henzeglas.de

**HOHENSTEIN**

**ISOLIERGLAS GMBH**

D-39319 Redekin  
Telefon: +49 (0) 39341 972-0  
post@hig.info

**J. RICKERT GMBH & CO. KG**

D-46395 Bocholt-Lowick  
Telefon: +49 (0) 2871 2181-0  
info@glasrickert.de

**D. FLINTERMANN GMBH & CO. KG**

D-48499 Salzbergen  
Telefon: +49 (0) 5971 9706-0  
firma@flintermann.de

**GLAS SCHNEIDER**

**GMBH & CO. KG**

D-57627 Hachenburg  
Telefon: +49 (0) 2662 8008-0  
info@glas-schneider.de

**ENROTHERM GMBH**

D-66386 St. Ingbert-Rohrbach  
Telefon: +49 (0) 6894 9554-0  
info@enrotherm.de

**SINSHEIMER GLAS UND  
BAUBESCHLAGHANDEL GMBH**

D-74889 Sinsheim  
Telefon: +49 (0) 7261 687-03  
info@snh-glas.de

**GLAS MEYER & SÖHNE GMBH**

D-79114 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 761 45542-0  
info@glas-meyer.de

**GLAS GRÜN GMBH & CO. KG**

D-84149 Velden (Vils)  
Telefon: +49 (0) 8742 289-0  
glas-gruen@t-online.de

**GLAS BLESSING  
GMBH & CO. KG**

D-88214 Ravensburg  
Telefon: +49 (0) 751 884-0  
info@glas-blessing.de

**WIEDEMANN GMBH & CO. KG**

D-89231 Neu-Ulm  
Telefon: +49 (0) 731 70783-0  
info@glas-wiedemann.de

**KÖWA ISOLIERGLAS GMBH**

D-92442 Wackersdorf  
Telefon: +49 (0) 9431 7479-0  
info@koewa.de

**GLAS KLEIN GMBH**

D-94469 Deggendorf  
Telefon: +49 (0) 991 37034-0  
info@glas-klein.de

**SGT GMBH SICHERHEITS-  
UND GLASTECHNIK**

D-97941 Tauberbischofsheim  
Telefon: +49 (0) 9341 9206-0  
info@sgt-glas.de

**KUNTE GLAS GMBH & CO. KG**

D-99734 Nordhausen  
Telefon: +49 (0) 3631 9003-46  
kontakte@kunte-glas.de

■ **ÖSTERREICH (AT)**

**PETSCHENIG GLASTEC GMBH**

A-1092 Wien  
Telefon: +43 (0) 1 3179 232  
office@petschenig.com

**PETSCHENIG GLASTEC GMBH**

A-2285 Leopoldsdorf  
Telefon: +43 (0) 2216 2266-0  
office@petschenig.com

**PICHLER GLAS GMBH**

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

**GLAS MARTE GMBH**

A-6900 Bregenz  
Telefon: +43 (0) 5574 6722-0  
office@glasmarte.at

**EGGER GLAS ISOLIER-  
UND SICHERHEITSGLAS-  
ERZEUGUNG GMBH**

A-8212 Pischelsdorf  
Telefon: +43 (0) 3113 3751-0  
office@egger-glas.at

■ **NIEDERLANDE (NL)**

**GLASINDUSTRIE BEN EVERS B.V.**

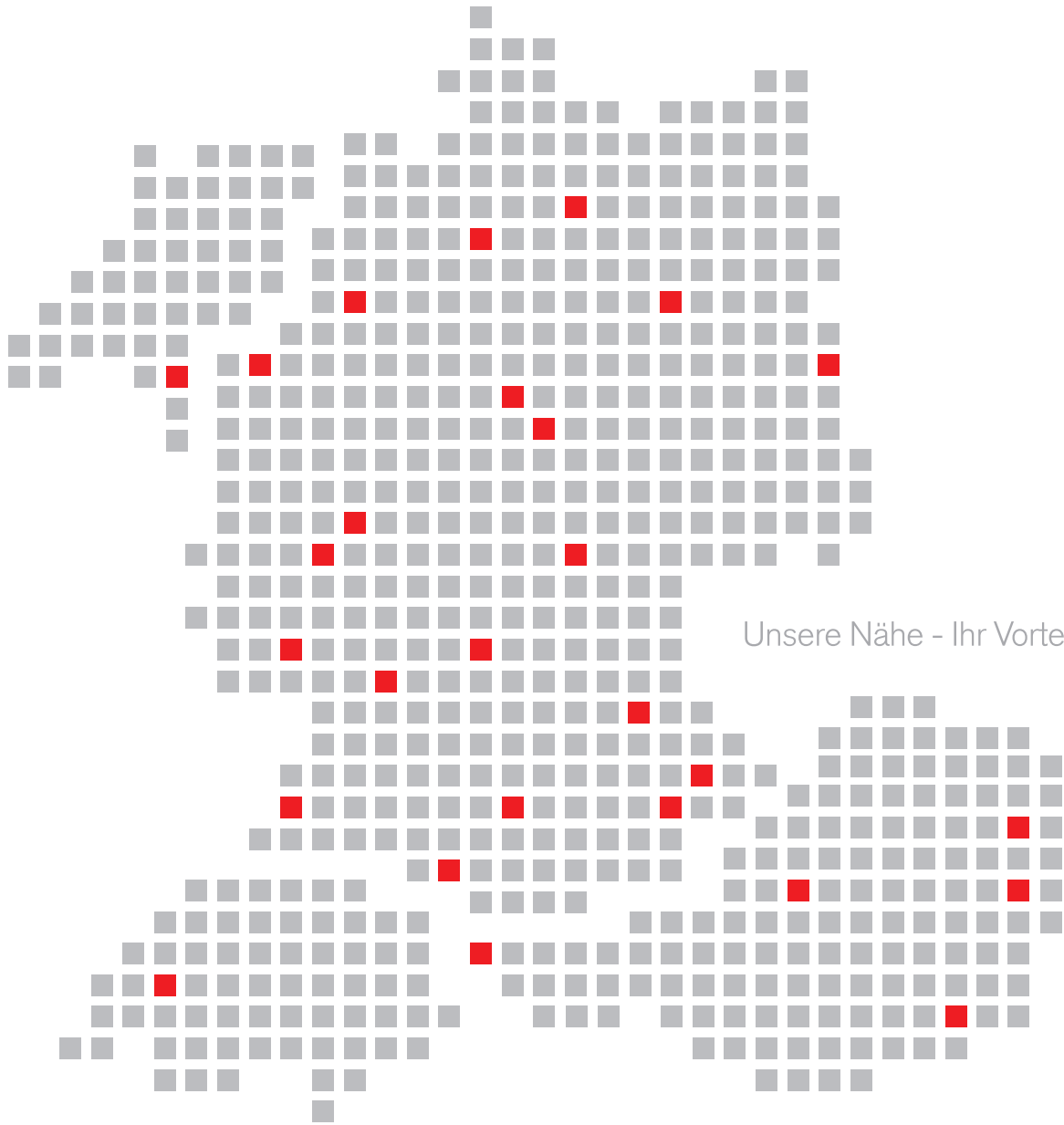
NL-5482 TN Schijndel  
Telefon: +31 (0) 73 547 4567  
info@benevers.nl

■ **SCHWEIZ (CH)**

**SOFRAVER S.A.**

CH-1754 Avry-Rosé  
Telefon: +41 (0) 26 470 4510  
office@sofraver.ch





Unsere Nähe - Ihr Vorteil



[www.frerichs-glas.de](http://www.frerichs-glas.de)

