

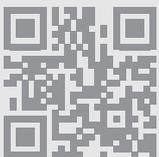
**TERMOBIT**

ISOLIERGLAS



## Verglasungsrichtlinien

09/2015



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

**fandel**  
GLASS-GROUP

<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 und Merkblätter . . . . .	10
2.4 Toleranzen über normative Anforderungen . . . . .	12
<b>3 Grundsätzliche Forderungen, Lagerung, Transport</b> . . . . .	26
3.1 Allgemeines . . . . .	26
3.2 Transport und Einbau von Isoliergläsern in Höhen- und Tiefenlagen . . . . .	26
3.3 Transport bei großflächigen Scheiben . . . . .	27
<b>4 Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas</b> . . . . .	27
4.1 Glasfalzabmessungen . . . . .	27
4.2 Forderungen an den Glasfalz . . . . .	27
4.3 Klotzung . . . . .	28
<b>5 Verglasungssysteme</b> . . . . .	29
5.1 Allgemeines . . . . .	29
5.2 Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum . . . . .	29
5.3 Verglasungssystem beidseitig ohne Vorlegeband bei Holzfenstern . . . . .	31
5.4 Verklebung von Isoliergläsern . . . . .	31
5.5 Sonderverglasungen . . . . .	38
5.6 Rosenheimer-Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ . . . . .	39
<b>6 Materialverträglichkeit</b> . . . . .	44
6.1 Einleitung . . . . .	44
6.2 Grundlagen . . . . .	44
6.3 Schädliche Wechselwirkungen in der Praxis . . . . .	45
6.4 Prüfung der Verträglichkeit . . . . .	47
6.5 Vermeidung von Fehlern in der Praxis . . . . .	48
6.6 Schlussfolgerung . . . . .	48
6.7 Literatur . . . . .	48
<b>7 Rahmendurchbiegung, Glasdickenbemessung</b> . . . . .	49
7.1 Rahmendurchbiegung . . . . .	49
7.2 Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008 . . . . .	49
<b>8 Spezielle Anwendungen</b> . . . . .	71
8.1 Geeigneter Glaseinbau, Überkopferverglasungen . . . . .	71
8.2 Brüstungen/Umwehrungen . . . . .	72
8.3 Punktgehaltene Verglasungen . . . . .	72
8.4 Ballwurfsichere Verglasungen . . . . .	72
8.5 Verglasungen mit außerordentlichen klimatischen und thermischen Belastungen sowie in der Masse eingefärbte Gläser . . . . .	73
8.6 Selbstreinigendes Glas . . . . .	73
8.7 Ornament- und Drahtglas . . . . .	75
<b>9 Besondere bauliche Gegebenheiten</b> . . . . .	75
9.1 Heizkörper . . . . .	75
9.2 Gussasphaltverlegung . . . . .	75
9.3 Farben, Folien, Plakate . . . . .	75
9.4 Innenbeschattungen, Mobiliar . . . . .	75
9.5 Schiebetüren und -fenster mit Wärmedämm- sowie Sonnenschutzgläsern . . . . .	75
<b>10 Hinweise zur Produkthaftung und Garantie</b> . . . . .	76
10.1 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen . . . . .	76
10.2 BF-Merkblatt für die Beurteilung von Sprossen im SZR . . . . .	80
10.3 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas . . . . .	82
10.4 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen . . . . .	84
10.5 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas . . . . .	100
10.6 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas . . . . .	105
10.7 Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas . . . . .	112
10.8 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern . . . . .	115
10.9 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern . . . . .	121
10.10 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Verbund-Sicherheitsglas (VSG) . . . . .	124
10.11 Zugesicherte Eigenschaften . . . . .	128
10.12 Glasbruch . . . . .	128
10.13 Oberflächenbeschädigungen . . . . .	128
10.14 Spezielle Glaskombinationen . . . . .	129
<b>11 Werterhaltung/Scheibenreinigung</b> . . . . .	130
11.1 Werterhaltung . . . . .	130
11.2 Scheibenreinigung . . . . .	130
<b>12 Zusatzfunktionen im Isolierglas</b> . . . . .	130
12.1 <b>ISO-SHADOW</b> Jalousie-System <b>ISO-ROLL</b> Folien-System . . . . .	130
<b>13 Sachwortregister</b> . . . . .	131

## 1 Allgemeine Hinweise, Geltungsbereich, Garantie

Die aktuellen Verglasungsrichtlinien der Glas Fandel Flachglasgroßhandlung GmbH & Co. KG, Stand September 2015, sind Grundlage der Gewährleistung.

Diese Glas Fandel-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: September 2015

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgegeben von der Glas Fandel Flachglasgroßhandlung GmbH & Co. KG, Bitburg, im nachfolgenden Text kurz Glas Fandel genannt.

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 TERMO-BIT-Funktionsgläsern hat sich verändert.

In dieser Ausgabe der Glas Fandel 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 TERMO-BIT-Funktionsgläser:

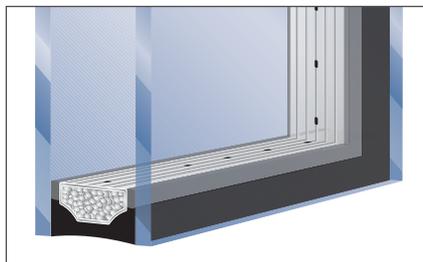


## 2 Technische Regeln

### 2.1 Systembeschreibung

TERMO-BIT-Isolier- und Funktionsgläser werden nach der TERMO-BIT-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

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

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

<b>1249-3:1980-02</b>	Flachglas im Bauwesen, Spiegelglas, Begriff, Maße
<b>1249-4:19981-08</b>	Flachglas im Bauwesen, Gußglas, Begriff, Maße
<b>1249-10:1990-08</b>	Flachglas im Bauwesen, Chemische und physikalische Eigenschaften
<b>1249-11:1986-09</b>	Flachglas im Bauwesen, Glaskanten, Begriff, Kantenformen und Ausführung
<b>1249-12:1990-09</b>	Flachglas im Bauwesen, Einscheiben-Sicherheitsglas - Begriff, Maße, Bearbeitung, Anforderungen
<b>4102-1:1998-05</b>	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
<b>4102-1 Berichtigung</b>	
<b>1:1998-08</b>	Berichtigung zu DIN 4102-1:1998-05
<b>4102-2:1977-09</b>	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
<b>4102-3:1977-09</b>	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
<b>4102-4:1994-03</b>	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
<b>4102-4/A1:2004-11</b>	Änderungen zur DIN 4102-4:1994-03
<b>4102-7:1998-07</b>	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bedachungen; Begriffe Anforderungen und Prüfungen
<b>4102-22:2004-11</b>	Anwendungsnorm zu DIN 4102-4
<b>4108, Beiblatt 2:2006</b>	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
<b>4108-2:2013-02</b>	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (-> LTB+ Anlagen)
<b>4108-2:2003-07</b>	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (-> BRL-Anlagen)
<b>4108-4:2013-02</b>	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärme- und feuchteschutz-technischen Bemessungswerte (-> BRL-Anlagen)

4108-4:2004-07	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – ärme- und feuchteschutz-technischen Bemessungswerte (-> BRL-Anlagen)
4109:1989-11	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise
4109 Berichtigung	
1:1992-08	Berichtigung zu DIN 4109:1989-11
4109/A1:2001-01	Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise; Änderungen A1
4242:1979-01*	Glasbaustein-Wände; Ausführung und Bemessung 4243:1978-03 Betongläser, Anforderungen, Prüfung
5033-1:1979-03*	Farbmessung –Teil 1: Grundbegriffe der Farbmetrie
5033-7:2014-10*	Farbmessung - Teil 7: Messbedingungen für Körperfarben
5034-1 bis 5*	Tageslicht in Innenräumen
6169-01:1976-01*	Farbwiedergabe; Allgemeine Begriffe
18008-1:2010-12	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Begriffe und allgemeine Grundregeln
18008-2:2010-12	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Linienförmig gelagerte Verglasungen
18008-2: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN 18001-2:2010-12
18008-3:2013-07	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Punktförmig gelagerte Verglasungen
18008-4:2013-07	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
18008-5:2013-07	Glas im Bauwesen; Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
18032-1:2014-11*	Sporthallen, Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung; Grundsätze für die Planung
18032-3:1997-04*	Sporthallen, Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung; Prüfung der Ballwurfsicherheit
18055:2014-11*	Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1
18057:2005-08	Betonfenster; Bemessung, Anforderungen und Prüfungen
18095-1:1988-10	Rauchschtüren; Begriffe und Anforderungen
18175:1977-05	Glasbausteine; Anforderungen, Prüfung
18361:2012-09*	VOB – C; Verglasungsarbeiten
18516-1:2010-06	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Anforderungen, Prüfgrundsätze
18545-2:2008-12*	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
V 18 599:2011-12	Energetische Bewertung von Gebäuden
V 18599-5: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN V 18599-5:2011-12
V 18599-8: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN V 18599-8:2011-12
32622:2006-09*	Aquarien aus Glas
51130:2014-02*	Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft
52338:1985-09	Prüfverfahren für Flachglas im Bauwesen – Kugelfallversuch
52460:2000-02*	Fugen- und Glasabdichtung

\* bauaufsichtlich (BRL oder LTB) nicht relevant

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

81-20:2014-11	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen für den Personen- und Gütertransport - Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge
356:2000-02	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
357:2005-02	Glas im Bauwesen – Brandschutzverglasungen

## Technische Regeln

410:2011-04	Glas im Bauwesen, lichttechnische und strahlungsphysikalische Kenngrößen von Verglasungen
572-1:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
572-2:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 2: Floatglas
572-3:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 3: Poliertes Drahtglas
572-4:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 4: Gezogenes Flachglas
572-5:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 5: Ornamentglas
572-6:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 6: Drahtornamentglas
572-7:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 7: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage
572-8:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 8: Liefermaße und Festmaße
572-9:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas - Teil 9: Konformitätsbewertung/Produktnorm
673:2011-04	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren
674:2011-09	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Verfahren mit dem Plattengerät
675:2011-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Wärmestrommesser-Verfahren
EN 1036-1:2008-03	Glas im Bauwesen - Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren
EN 1036-2:2008-05	Glas im Bauwesen - Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich - Teil 2: Konformitätsbewertung
1051-2:2007-12	Glas im Bauwesen - Glassteine und Betongläser - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1063:2000-01	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss
1096-1:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung
1096-2:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 2: Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen A, B und S
1096-3:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 3: Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen C und D
1096-4:2005-01	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 4: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1279-1:2004-08	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 1: Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung
1279-2:2003-06	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 2: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Feuchtigkeitsaufnahme
1279-2 Berichtigung 1	Berichtigung zu EN 1279-2:2003-06
1279-3:2003-05	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration
1279-4:2002-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 4: Verfahren zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Randverbundes
1279-5:2010-11	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 5: Konformitätsbewertung

1279-6:2002-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 6: Werkseigene Produktionskontrolle und Auditprüfungen
1288-1:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 1: Grundlagen
1288-2:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 2: Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben mit großen Prüfflächen
1288-3:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 3: Prüfung von Proben bei zweiseitiger Auflagerung (Vierschneiden-Verfahren)
1288-4:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 4: Prüfung von Profilbauglas
1288-5:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Teil 5: Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben mit kleinen Prüfflächen
1363-2:1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren
1522:1999-02	Fenster, Türen, Abschlüsse – Durchschusshemmung - Anforderungen und Klassifizierung
1523:1999-02	Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschusshemmung - Prüfverfahren
EN 1627:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung
EN 1628:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung
EN 1629:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung
EN 1630:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche
1748-1-1:2004-12	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Borosilicatgläser - Teil 1-1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
1748-1-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Borosilicatgläser - Teil 1-2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1748-2-1:2004-12	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Glaskeramik - Teil 2-1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
1748-2-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Glaskeramik - Teil 2-2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1863-1:2012-02	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
1863-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
1990:2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
1990/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
1991-1-1:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
1991-1-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
ÖNORM B 1991-1-1:2011-12	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-1 und nationale Ergänzungen (Österreich)
1991-1-3:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten
1991-1-1-3/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
ÖNORM B 1991-1-3:2006-04	Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen (Österreich)
1991-1-1-4:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten

1991-1-1-4/NA:2010-12	Nationaler Anhang (Deutschland)
ÖNORM B 1991-1-4:2012-06	Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-4, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen (Österreich)
10204:2005-01	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
12150-1:2000-11	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
12150-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
12337-1:2000-11	Glas im Bauwesen - Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
12337-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
12600:2003-04	Glas im Bauwesen – Pendelschlagversuch - Verfahren für die Stoßprüfung und Klassifizierung von Flachglas
12603:2003-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Schätzverfahren und Bestimmung der Vertrauensbereiche für Daten mit Weibull-Verteilung
12758:2011-04	Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung - Produktbeschreibungen und Bestimmung der Eigenschaften
12898:2001-04	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Emissionsgrades
13022-1:2014-08	Glas im Bauwesen - Geklebte Verglasungen - Teil 1: Glasprodukte für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen für Einfachverglasungen und Mehrfachverglasungen mit oder ohne Abtragung des Eigengewichtes
13022-2:2014-08	Glas im Bauwesen - Geklebte Verglasungen - Teil 2: Verglasungsvorschriften für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen
13024-1:2012-02	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
13024-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
13031-1:2003-09	Gewächshäuser - Bemessung und Konstruktion - Teil 1: Kulturgewächshäuser
13123--1:2001-10	Fenster, Türen und Abschlüsse – Sprengwirkungshemmung Teil 1: Stoßrohr
13123-02:2004-05	Fenster, Türen und Abschlüsse - Sprengwirkungshemmung - Anforderungen und Klassifizierung - Teil 2: Freilandversuch
13363-1:2007-09	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
13363-1 Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN EN 13363-1:2007-09
13363-2:2005-06	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren
13501-1:2010-01	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
13501-2:2010-02	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
13541:2012-06	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen Sprengwirkung
14072:2004-02	Glas in Möbeln – Prüfverfahren
14178-1:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Erdalkali-Silicatglas - Teil 1: Floatglas
14178-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Erdalkali-Silicatglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm

14179-1:2005-09	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
14179-2:2005-08	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
14321-1:2005-09	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
14321-2:2005-10	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
14428:2012-01	Duschabtrennungen - Funktionsanforderungen und Prüfverfahren
14449:2005-07	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Konformitätsbewertung/Produktnorm
15254-4:2013-10	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen - Nichttragende Wände - Teil 4: Verglaste Konstruktionen
15434:2010-07	Glas im Bauwesen - Produktnorm für lastübertragende und oder UV-beständige Dichtstoffe (für geklebte Verglasungen und oder Isolierverglasungen mit exponierten Dichtungen)
15682-1:2013-10	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
15682-2:2013-10	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm
15683-1:2014-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Profilbau-Sicherheitsglas - Teil 1: Definition und Beschreibung
15683-2:2014-02	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron Profilbau-Sicherheitsglas - Teil 2: Konformitätsbewertung Produktnorm
20140-3:1995-05	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen (ISO 140-3:1995)
ISO 140-5:1998-12	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden
ISO 717-1:2006-11	Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung
ISO 7345:1996-01	Wärmeschutz – Physikalische Größen und Definitionen
ISO 9251:1996-01	Wärmeschutz – Zustände der Wärmeübertragung und Stoffeigenschaften – Begriffe
ISO 10077-1:2000-11	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines
ISO 10077-2:2008-08	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffiziente - Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
ISO 10140-2:2010-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung (Ersatz für EN ISO 140-3)
ISO 10140-4:2010-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 4: Messverfahren und Anforderungen
ISO 11479-1:2011-10	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 1: Physikalische Fehler
ISO 11479-2:2011-10	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas - Teil 2: Fassadenfarbe
ISO 11600:2011-11	Hochbau – Fugendichtstoffe - Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen
ISO 12-543—1:2011-12	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 1: Definitionen und Beschreibung von Bestandteilen
ISO 12543-2:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 2: Verbund-Sicherheitsglas
ISO 12543-3:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 3: Verbundglas

ISO 12543-4:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 4: Verfahren zur Prüfung der Beständigkeit
ISO 12543-5:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung
ISO 12543-6:2012-09	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas - Teil 6: Aussehen
ISO 12567-1:2001-02	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens - Teil 1: Komplette Fenster und Türen
ISO 13788:2013-05	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren
ISO 14438:2002-09	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Energiebilanz-Wertes – Berechnungsverfahren
ISO 20140:1993-05	Akustik; Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 2: Angaben von Genauigkeitsanforderungen

## 2.2.3 ISO-Normen (Internationale Standards)

ISO 9050:2003-08	Glas im Bauwesen – Bestimmung von Lichttransmissionsgrad, direktem Sonnenlichttransmissionsgrad, Gesamttransmissionsgrad der Sonnenenergie und Ultravioletttransmissionsgrad sowie der entsprechenden Verglasungsfaktoren
ISO 11479-2:2011-01	Colour of façade

## 2.3 Technische Richtlinien und Merkblätter

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
	007 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Systemen im SZR
	008 Einbauempfehlungen für integrierte Systeme im SZR 010 ESG-H
	013 VSG
	015 Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern
	016 Beurteilung von Sprossen im SZR
019 Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008	
Glas Fandel	Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern
IdG Technische Richtlinien	TR 1: Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussgugen
	TR 3: Klotzung von Verglasungseinheiten
	TR 7: Verglasung mit Profilbauglas Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage
	TR 8: Verkehrssicherheit mit Glas
	TR 9: Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze
	TR 10: Fachliche Begriffe Glaserhandwerk
	TR 11: Spiegel-Handhabung und Montage
TR 14: Einteilung der Glaserzeugnisse	
ETAG 002	Leitlinie für die europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
ETAG 003	Leitlinie für die europäische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
GUV-SR 2001	Richtlinien für Schulen
GUV-SR 2002	Richtlinien für Kindergärten
GUV-R1 / 111	Sicherheitsregeln für Bäder (Schwimmbäder)

<b>GUV-I 56</b>	Treppen
<b>GUV SI 8027</b>	Mehr Sicherheit bei Glasbruch
<b>VdS 2163</b>	Einbruchhemmende Verglasungen
<b>VdS 2270</b>	Anforderungen an Alarmgläser
<b>VdS 3029</b>	Richtlinien für Einbruch-Meldeanlagen
<b>VDI 2078</b>	Errechnung der Kühllast, Ermittlung des b-Faktors
<b>VDI 2719</b>	Schalldämmung von Fenstern

## 2.3.1 Ergänzende Regelwerke

<b>GS-BAU-18</b>	Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten
------------------	--

Abkürzungen:

BF	Bundesverband Flachglas e.V.	GUV	Gemeinde-Unfall-Versicherung	SO	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.

### ■ 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.glas-fandel.de>

### 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)

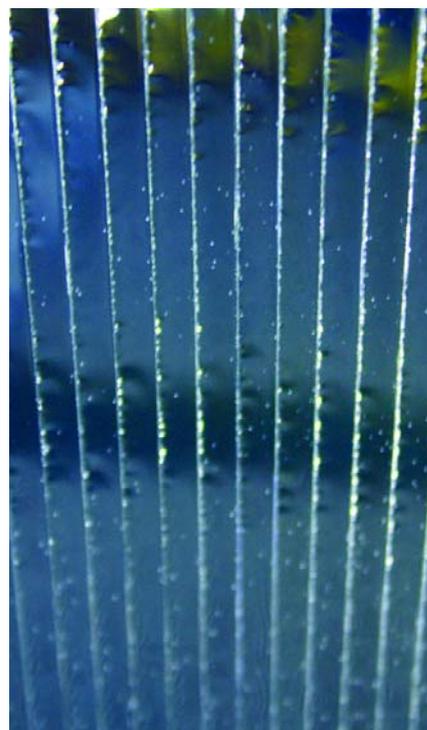
In den zuvor angeführten Normen können die Grenzabmaße der Nenndicken für die unterschiedlichen Glaserzeugnisse herausgelesen werden. Des Weiteren sind darin die Anforderungen an die Qualität sowie die optischen und sichtbaren Fehler der Basisglaserzeugnisse beschrieben.

Als Auszug aus der DIN 572 Teil 2 Floatglas sind hier die Grenzabmaße der Nenndicken genannt.

■ 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 (Sprödhheit etc.).

Abb. 2: Überbruch



Abb. 3: Unterbruch

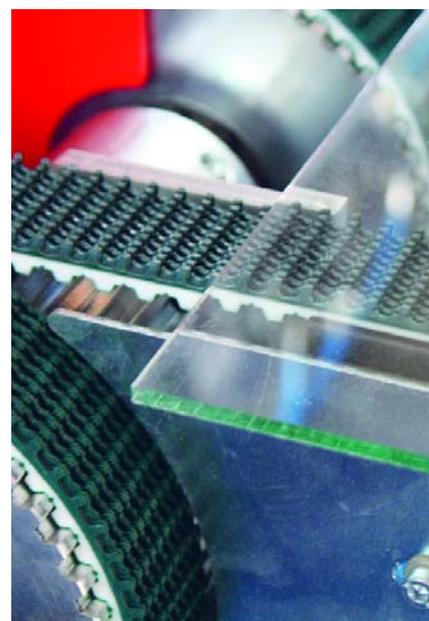


■ Tab. 2: Schrägbruchwerte

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.

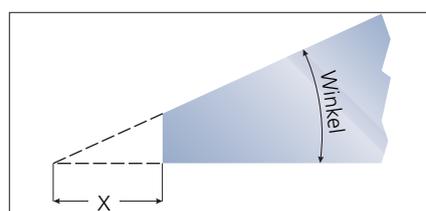


#### 2.4.2.1.1 Bei Float möglicher Abbruch

■ 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

Glas Fandel behält 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.

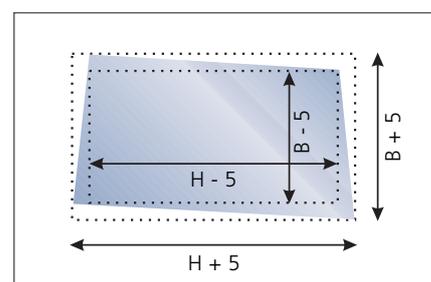
Die unter Punkt 2.4.3.1.4. angeführten Toleranzen, Tabelle 10, dürfen zu obigen Toleranzen Tabelle 2a und 2b nicht addiert werden.

#### 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 Grenzabmaß 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. 5). 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	Aspektfehler;	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	Abmessungen/Gewicht	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	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 4 mm innerhalb eines Meters
18		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
19		Deformation	Maximal 10 % der Nenn Dicke
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm

■ Tab. 4: Spiegelrohglas (SR)

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	Aspektfehler;	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	Abmessungen/Gewicht	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	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 6 mm innerhalb eines Meters
18		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
19		Deformation	Maximal 10 % der Nenndicke
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm

■ Tab. 5: Ornamentglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	Aspektfehler; maximale Fehleranzahl.	Kernfehler (Einschlüsse)	Sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig
3	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.		Ø > 5 mm sind nicht zulässig
4		Längliche Blasen	Breite > 2 mm nicht zulässig
5			Länge > 25 mm nicht zulässig
6			
7	Abmessungen/Gewicht	Gispen (Blasen kleiner 1 mm)	Maximal 10 pro cm <sup>3</sup>
8		Fehlermarkierung	
9		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	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 6 mm innerhalb eines Meters
18		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
19		Deformation	Maximal 10 % der Nenndicke
20		Durchbiegung	Maximal 2 mm

■ Tab. 6: Draht- und Drahtspiegelglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	Aspektfehler; maximale Fehleranzahl.	Kernfehler (Einschlüsse)	Sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig
3	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.		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 [m <sup>2</sup> ] • Glasdicke [mm]
12		Abmaß Breite/Länge	Lieferabmessung ± 3 mm
13		Rechtwinkligkeit	Differenz der Diagonalen 4 mm
14		Oberfläche	Oberflächenbeschaffenheit
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 Nenn Dicke
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:

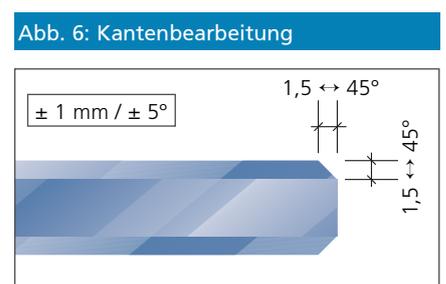
- gesäumt KGS
- maßgeschliffen KMG
- geschliffen KGN
- poliert KPO

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**

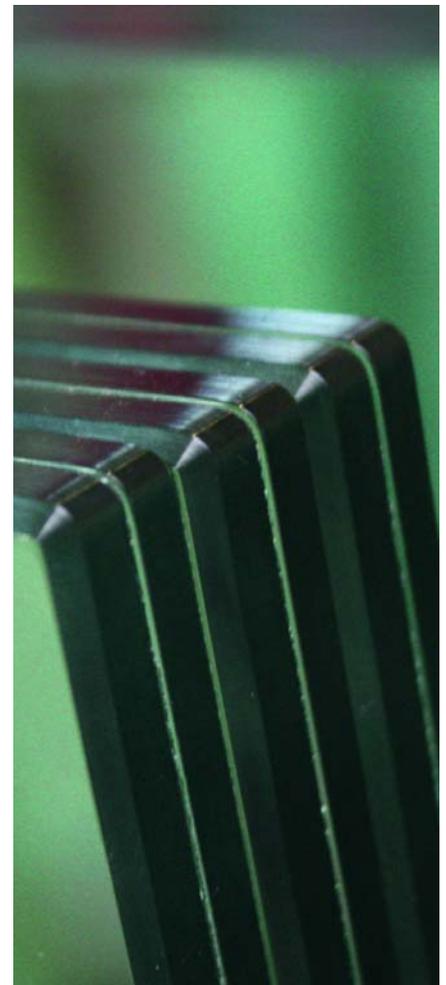
**2.4.3.2.1.1 Standard**

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  $\varnothing$  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 ( $\varnothing$ )
- Form der Glasscheibe
- Anzahl der Bohrungen

Abb. 8: Lage des Bohrlochs zur Kante

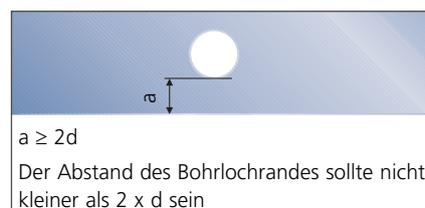


Abb. 9: Lage benachbarter Bohrlöcher

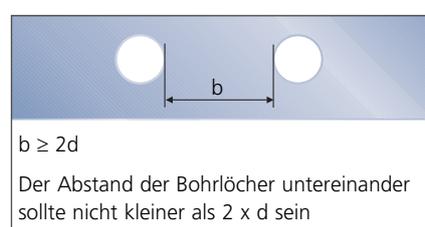
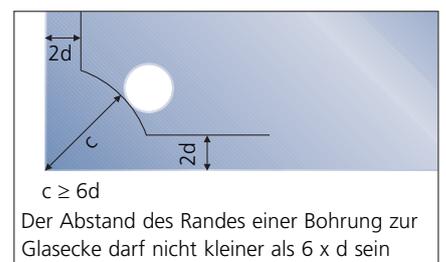


Abb. 10: Lage des Bohrlochs zur Ecke



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]
$4 < d < 20$	$\pm 1,0$
$20 < d < 100$	$\pm 2,0$
$100 < d$	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.

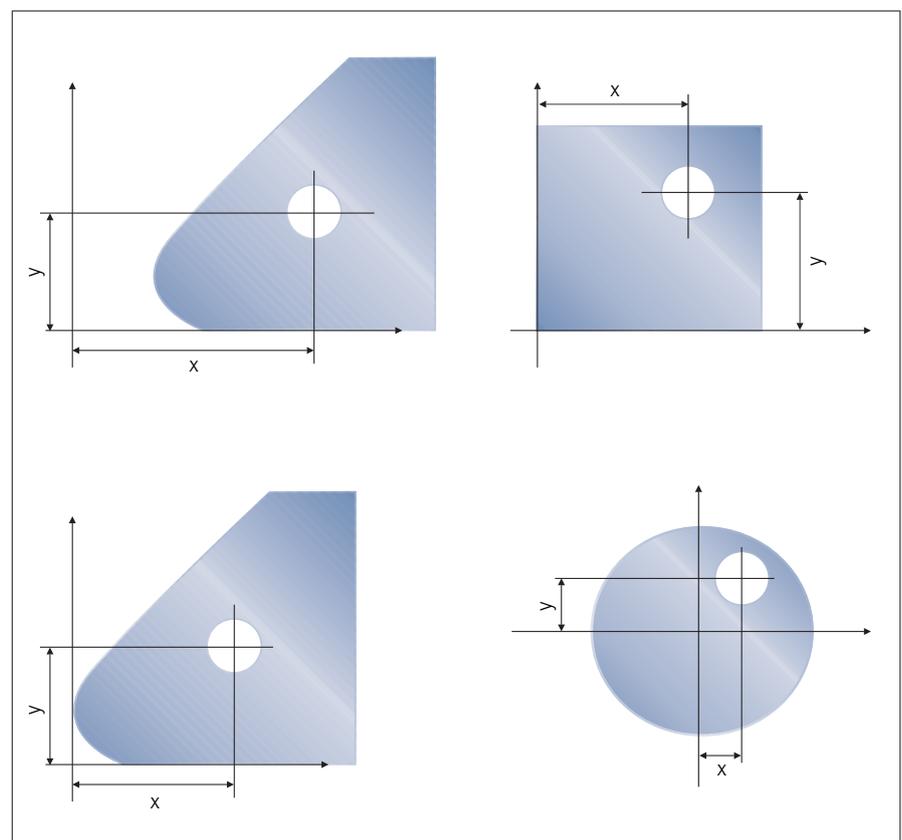
Die Lage der Bohrungen (X, Y) ist ( $x \pm t$ ,  $y \pm t$ ) wobei x u. y die geforderten Abstände sind und t das Abmaß.

Hinweis: zu engeren Toleranzen bitte separat beim Hersteller nachfragen.

■ Tab. 15:

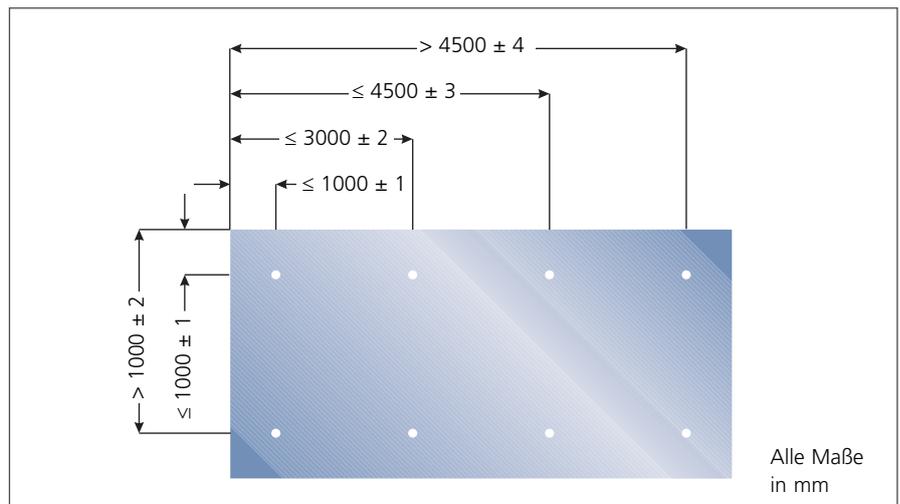
Nennmaße der Seite B oder H [mm]	Abmaß t [mm]	
	Nennstärke, $d \leq 12$	Nennstärke, $d > 12$
$\leq 2000$	$\pm 2,5$ (horizontales Herstellungsverfahren) $\pm 3,0$ (vertikales Herstellungsverfahren)	$\pm 3,0$
$2000 < B \text{ oder } H \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
$> 3000$	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

Abb. 11: Lochlage



**2.4.3.3.4 Lochbohrungslagen**

Abb. 12: Lochbohrungslagen

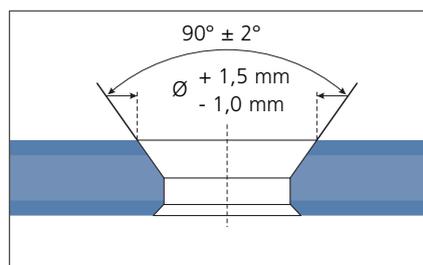


**2.4.3.3.5 Senklochbohrungsdurchmesser**

Durchmesser:

- ≤ 30 mm ± 1 mm,
- > 30 mm ± 2 mm.

Abb. 13: Senklochabmaß



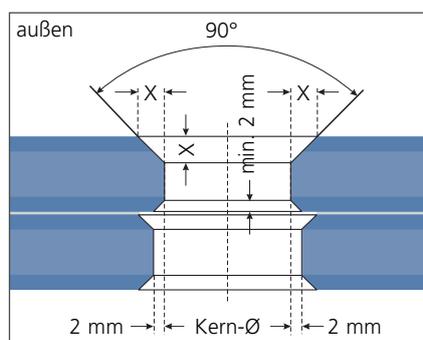
**Senklochbohrungen im VSG**

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 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 ≤ 6 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 Messstrecke. 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

Richtlinien zur Anwendung und Weiterverarbeitung von VSG.

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

Diese Richtlinie regelt ausschließlich Toleranzen der äußeren Beschaffenheit von Isolierglas.

#### 2.4.5.1 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht den Systemspezifikationen der Glas Fandel 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**

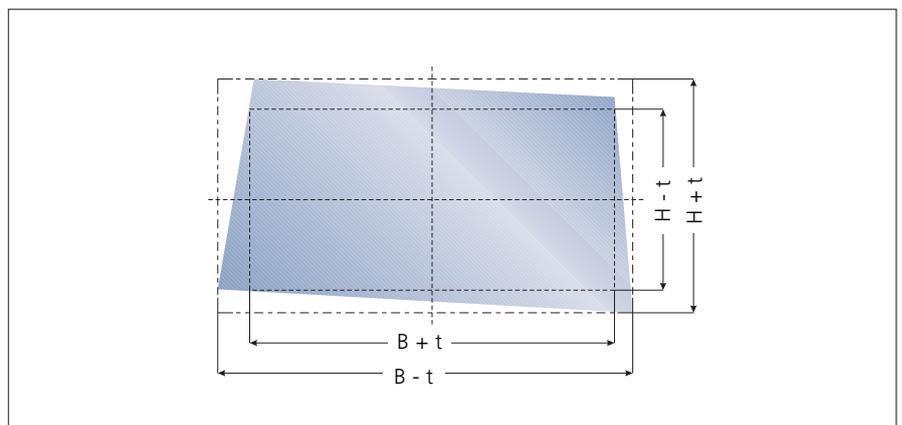
	Glaserzeugnis	zulässige Abmaße der Elementdicke*
Zweifach-Isolierglas	Alle Scheiben aus normal gekühltem Floatglas	± 1,0 mm
	Eine der Scheiben besteht nicht aus normal gekühltem Floatglas (z.. ESG, VSG Ornament etc.)	± 1,5 mm
Dreifach-Isolierglas	Alle Scheiben aus normal gekühltem Floatglas	± 1,4 mm
	Eine der Scheiben besteht nicht aus normal gekühltem Floatglas (z.. ESG, VSG Ornament etc.)	+2,8 mm / -1,4 mm

\* wenn eine der Einzelscheiben aus normal gekühltem Floatglas oder ESG eine größere Nenndicke als 12 mm, oder Verbund- bzw. Verbundsicherheitsglas eine größere Nenndicke (ohne Zwischenlage) als 20 mm aufweist, sind die Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen. Geringere Dickentoleranzen als in Tabelle 17 angegeben bedürfen einer einzelvertraglichen Regelung.

**2.4.5.3 Abmessungstoleranz / Versatz**

Als Abmessungstoleranz gelten die in den Kapitel 2.4.2 beschriebenen Toleranzen der im Isolierglas verwendeten Vorprodukte zuzüglich eines möglichen Versatzmaßes aus dem Isolierglaszusammenbau.

Abb. 15: Grenzmaße für Maße rechtwinkliger Scheiben



■ Tab. 18: **Maximales Versatzmaß t – 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 t – 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 Stufenisolierglas.

**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 z. B. Gasfüllbohrungen, Stoßfugen und Schiftungsstellen (TPS) im/am Abstandhalter sichtbar sein. Durch die

Farbgebung des Abstandhalters wird das Reflexionsverhalten im Randbereich beeinflusst.

Gemäß EN 1279-5 sollte Isolierglas im Abstandhalter gekennzeichnet werden. Farbe, Größe, Art und Anbringung können, fertigungstechnisch bedingt, unterschiedlich sein.

Die Toleranzen für die Abstandhalterlage und das Versatzmaß bei 3-fach-Isolierglas ergibt sich aus der Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für das Bauwesen.

### 2.4.6 Verbund- und Verbundsicherheitsglas (VG und VSG)

Verbund- und Verbund-Sicherheitsgläser (VG und VSG) bestehen aus zwei oder mehreren Zwischen-

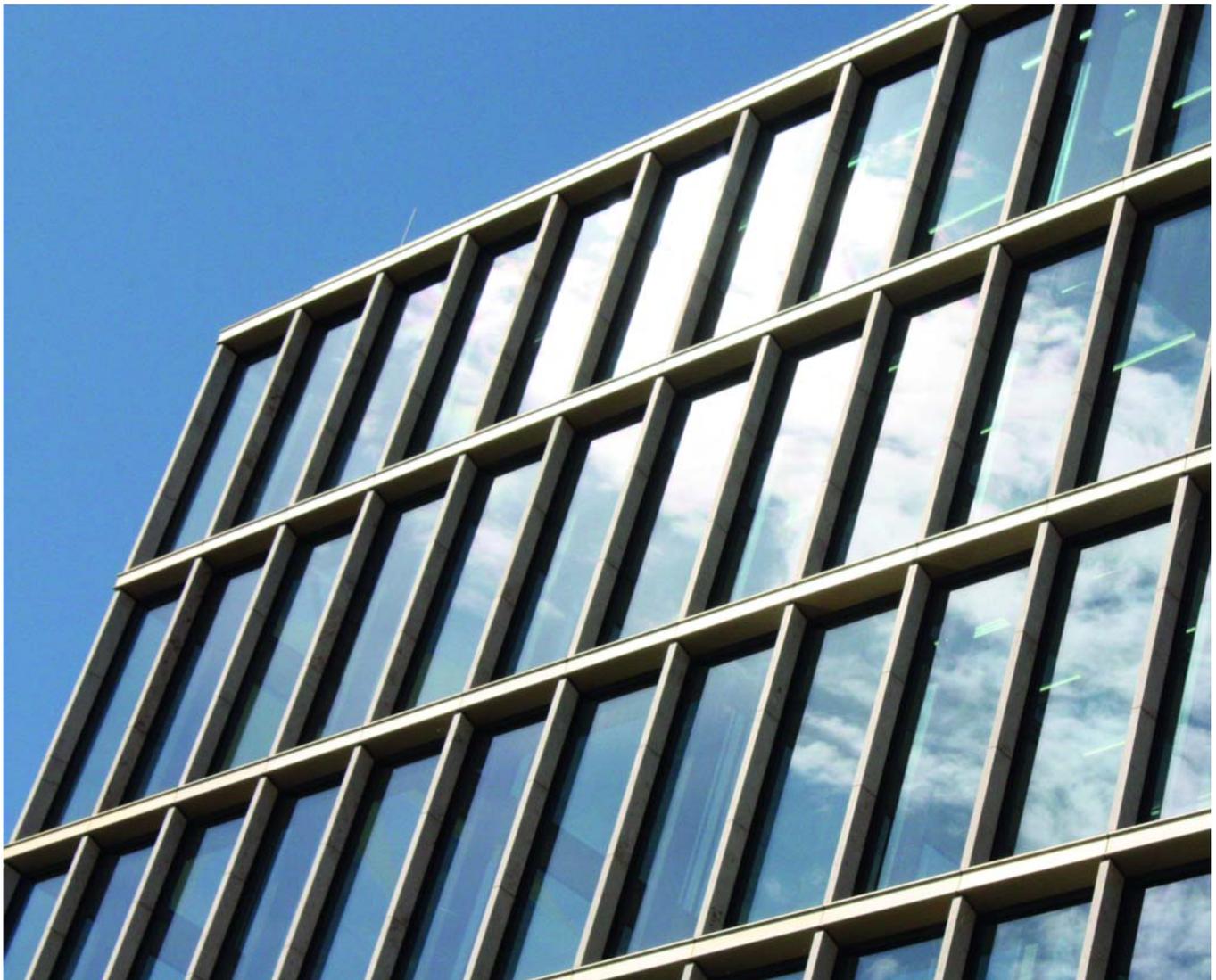
schichten zu einer untrennbaren Einheit verbunden sind.

#### 2.4.6.1 Maßtoleranzen

Die Toleranzen entsprechen grundsätzlich EN ISO 12543.

Gültig sind die entsprechenden Maßtoleranzen der eingesetzten Vorprodukte im VSG-Element plus

zusätzlich die zulässigen Versatztoleranzen wie in Tabelle 20 und 21 angeführt.



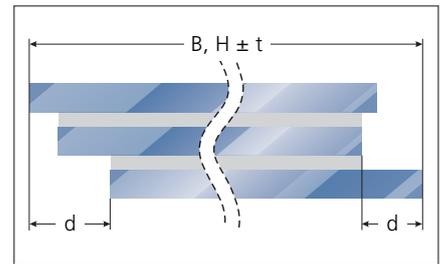
### 2.4.6.2 Verschiebetoleranz (Versatz)

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

Bei VG- und VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird standardmäßig jede Einzelscheibe nach DIN 1249,

Teil 11 bearbeitet. Zu den Verschiebetoleranzen addieren sich die Zuschnitttoleranzen. Die längste Kante des Elementes findet in der Tabelle 20 oder 21 Anwendung.

Abb. 16: Versatz



Bei VG- und VSG-Gläsern, bestehend aus ESG-Gläsern mit einer Breite unter 20 cm und einer Höhe über 50 cm, kann es zu Verwerfungen an den langen Kanten der Gläser kommen. Das VG- oder VSG-Glas ist dann nicht mehr rechteckig, sondern kann eine leichte Krümmung (sichelförmig) aufweisen. Dieser Zustand ist produktionsbedingt und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

■ 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

### 2.4.6.3 Dickentoleranz

Das Dickenabmaß für VG und VSG darf die Summe der einzelnen Glasscheiben, die in den Normen für Basisglas (EN 572) festgelegt sind, nicht übersteigen. Das Grenzabmaß der Zwischenschicht darf nicht berücksichtigt werden, wenn die Dicke der Zwischenschicht < 2 mm ist.

Für Zwischenschichten ≥ 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 VG- und VSG-Elementen aus zwei oder mehreren Gläsern, können Kanten der Einzelscheiben nach DIN 1249, Teil 11, KG, KGS, KMG, KGN, oder KPO ausgeführt sein. Es kann

auch das Gesamtpaket an der Glas-kante 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

TERMO-BIT-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 eingefärbte Gläser, VSG-, Ornament-, Guss- und drahtarmierte Gläser, da verstärkt Hitzesprünge auftreten können. Für Glasbruch kann grundsätzlich keine Garantieleistung verlangt werden. Die Abdeckung ist auch notwendig, damit der Randverbund nicht durch die Sonneneinstrahlung belastet wird.

Bei der Glasmontage müssen die Glaskanten der Isolierglaseinheit und der Falzraum trocken sein.

TERMO-BIT-Mehrscheiben-Isolierglas ist grundsätzlich zu schützen vor alkalischen Baustoffen, wie Zement, Kalk, sowie vor Intensivanlagern zum Abbeizen alter Farben usw.

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 600 Höhenmeter von Produktionsort ab, muss eine besondere Herstellung der Isoliergläser erfolgen.

Werden Gläser mit erhöhtem Absorptionsgrad, kleinformatische 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.

In der Regel wird im Randverbund der Gläser ein Kapillarröhrchen ein-

gebaut. Bezogen auf die klare Definition zur Herstellung eines Isolierglases ist dieses Prozedere etwas heikel, bleibt der SZR offen und entspricht so nicht den Forderungen nach Dampfdruck- und Gasdiffusionsdichtheit.

Die Kapillarröhrchen dürfen weder beim Transport noch beim Verglasen beschädigt werden. Kürzen, knicken und/oder verschließen des Kapillarröhrchen ist nicht zulässig und kann zu Kondensat im SZR führen. Die Kapillarröhrchen sind vorzugsweise an den Höhenkanten oder an der oberen Scheibenkante des Isolierglases zu verglasen.

### 3.3 Transport bei großflächigen Scheiben

Während des Transports von großflächigen Isolierglasscheiben können durch Fahrteinwirkung die einzelnen Scheiben der Isolierglas-Einheit in Eigenschwingungen versetzt werden.

Zur Vermeidung von Schäden sollte der SZR deshalb **mindestens** 16 mm betragen.

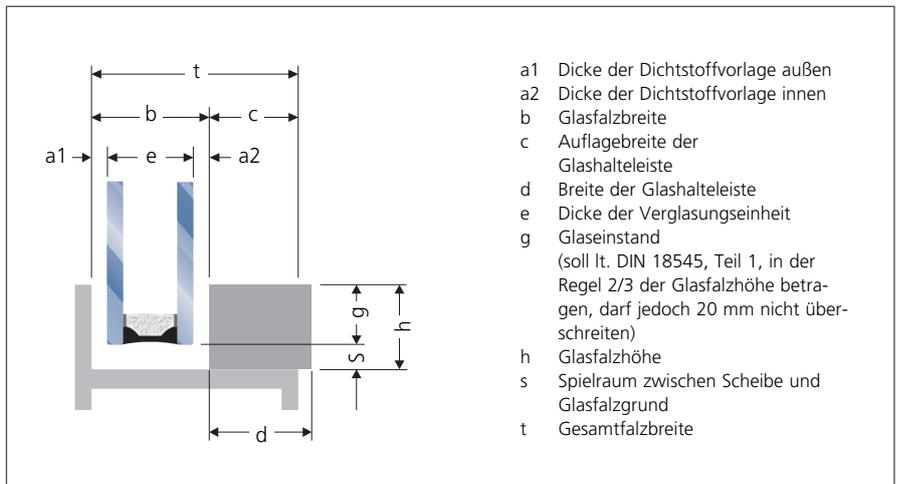
## 4 Glasfalz und Verklotzung von Isolierglas

### 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. 1: 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 Gashalteleisten erforderlich. Im Regelfall werden diese raumseitig angebracht. Bei Hallenbad- oder Schaufensterverglasungen sollen die Gashalteleisten 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 Gashalteleiste grundiert und der erste Zwischenanstrich aufgebracht und trocken sein.

■ Tab. 1: 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 2: **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. Die Klötze sollten bis 100 °C temperaturbeständig sein.

Klötze bzw. Klotzbrücken sollen eine Länge von 80-100 mm haben. Außerdem müssen sie 2 mm breiter als die Dicke der Isolierglasscheibe sein. Die Verglasungseinheit muss über die gesamte Scheibendicke aufliegen. Die Klötze sind am Rahmen gegen Verrutschen zu sichern.

Dichtstoffüberstände, die über die Glaskante des Isolierglases hinausragen, sind vor dem Einsetzen des Glases im Klotzbereich zu entfernen.

Durch die Klotzung darf die Kante des Glases nicht überansprucht werden. Glas Fandel empfiehlt daher bei Scheibengewichten über 170 kg die Verwendung von geeigneten Schwerlastklötzen oder entsprechende Vergrößerung der Länge der Klötze und der Klotzbrücken.

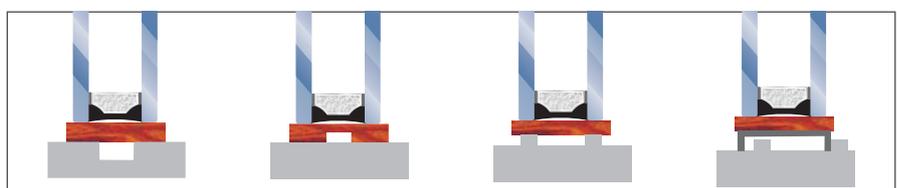
Der Abstand der Klötze von den Glasscheibenecken soll etwa Klotzlänge betragen. Im Einzelfall kann der Abstand bis zur Glasecke bis auf 20 mm verringert werden, wenn das Glasbruchrisiko nicht durch die Rahmenkonstruktion und die Lage des Klotzes erhöht wird. Bei großflächigen, freistehenden Scheiben 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 Durchlass-

querschnitt von mindestens 8 x 4 mm zu verwenden. Bei nicht ebenen Auflageflächen, Nuten usw. sind diese stabil zu überbrücken.

Das Material der Klötze, ihre Einfärbung und Imprägnierung muss so beschaffen sein, dass sie im Sinne von DIN 52460 mit den Materialien des Isolierglasrandverbundes, mit den Dichtmitteln und den Folien von Verbund-Sicherheitsglas verträglich sind. Bei Kombination mit VG, VSG, Gießharz- und Sicherheitsgläsern Typ A, B, C und D nach DIN 52290 bzw. gemäß Typ P1A, P2A, P3A, P4A, P5A, P6A, P7A, P8A nach EN 356 empfiehlt Glas Fandel Elastomere-Klötze mit einer Shore-A-Härte von 60° bis 70°, z. B. Gluske Universal- oder Holzklötze. Holzklötze sollten jedoch nur im Holzfenster eingesetzt werden.

Isolierglas mit Systemen im Scheibenzwischenraum, wie **ISO-ROLL & ISO-SHADOW** sind so zu klotzen, dass die Höhenkante der Verglasung absolut senkrecht steht.

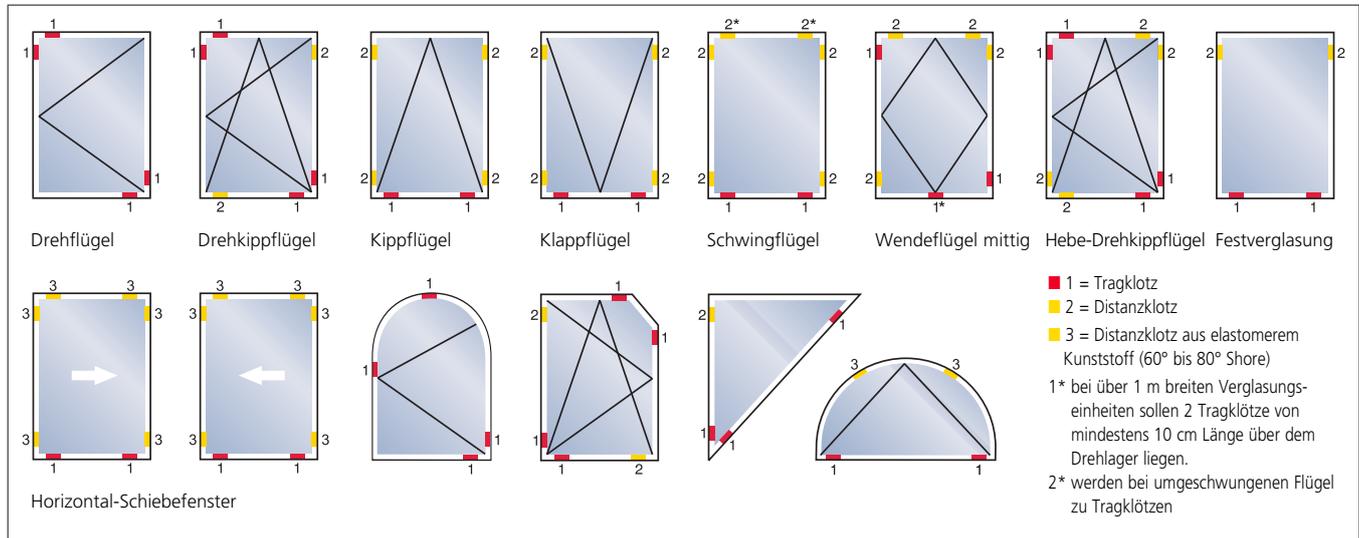
Abb 2: Mögliche Klotzungen



**Hinweis**

Die Klotzung hat nach der Technischen Richtlinie Nr. 3 „Klotzung von Ver- glasungseinheiten“ des Instituts des Glaserhandwerks für Verglasungs- technik und Fensterbau, Hadamar, zu erfolgen.

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

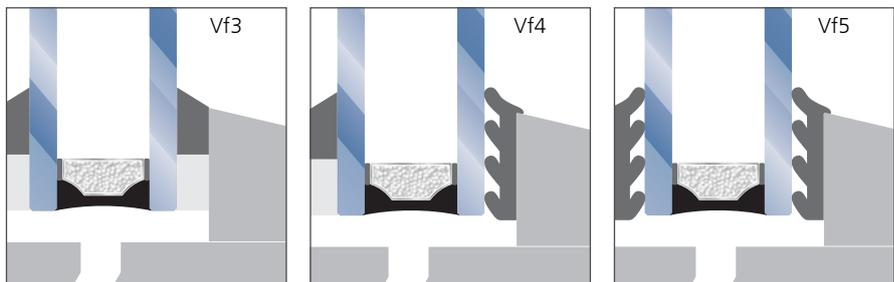


**5 Verglasungssysteme**

**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. 1: 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 Stößenbildung und die Befestigungsvorgaben für die Glashalteleisten müssen mit den Herstellvorschriften übereinstimmen.

Bei Holzfenstern mit Dichtprofilen ist eine Systemprüfung nach dem Prüfvorschlag des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim, notwendig.

### ■ Öffnungen für Dampfdruckausgleich

Alle Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzgrund erfordern Öffnungen für einen Dampfdruckausgleich im Glasfalz. Diese müssen so konstruiert sein, dass sie evtl. im Falzraum entstehendes Kondensat zuverlässig nach außen abführen, einen Dampfdruckausgleich mit der Außenluft herstellen und unter-

schiedliche relative Luftfeuchtigkeiten ausgleichen (vgl. Kap. 8.5.1).

### ■ 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.

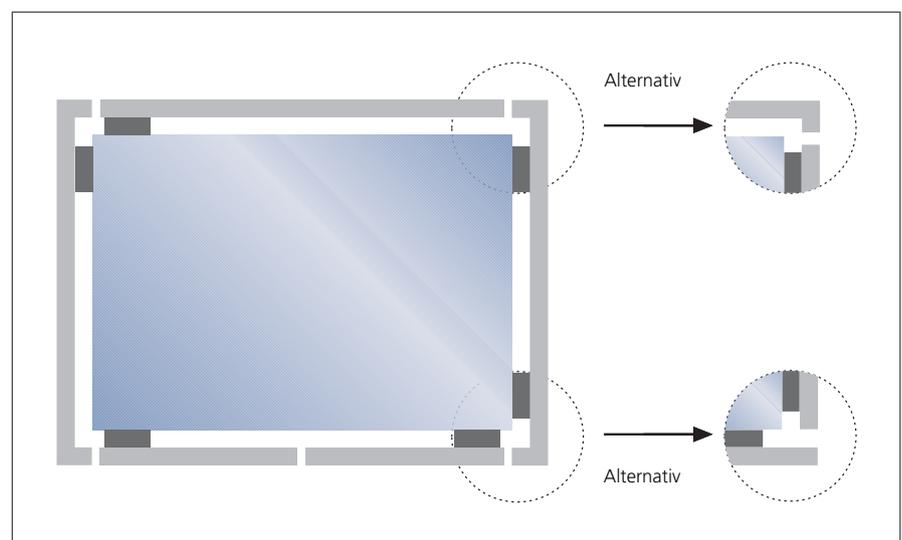
Die Öffnungen sind am tiefsten Punkt des Glasfalzes anzubringen. Profilhinterschnidungen bzw. Stege müssen dabei im Lochbereich durchbohrt werden. Die Klotzung darf den Dampfdruckausgleich nicht behindern. Nuten im Falzgrund sind durch Klötze stabil zu überbrücken. Bei glattem Falzgrund sind Klotzbrücken 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. 2: 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). Glas Fandel 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  
 Stand: 10/2010

##### 5.4.1.1 Einleitung

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

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 ein-

zelnen Funktionsträger ganzheitlich betrachtet werden. Das Isolierglas ist eine der wesentlichen Komponenten, die bei geklebten Verglasungssystemen unter Umständen zusätzliche Belastungen erfahren kann, die sich aus dem entsprechenden Fenstersystem ergeben.

Geklebte Fenstersysteme sind dabei so definiert, dass die Isolierglas-scheibe im geschlossenen Zustand des Fenster mindestens zweiseitig linienförmig gelagert ist, und somit ein Absturz der Scheibe verhindert wird.

Dieses Merkblatt behandelt geklebte Verglasungen im Fensterbau unter dem Aspekt der Langzeitfunktion und Gebrauchstauglichkeit des Gesamtsystems „Fenster“ mit besonderem Schwerpunkt auf dem Isolierglas. Mechanische, statische oder dynamische Belastungen auf den Randverbund, Verträglichkeits-

aspekte, 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
- Verstärkungen
- Dichtungen
- Verglasungen
- Klotzungen
- Beschläge
- Verbindungen
- Öffnungsarten
- Fertigungshinweise
- Transport und Lagerung
- Montage
- Pflege und Reparaturhinweise
- Rückverfolgbarkeit der Komponenten (Kennzeichnung)
- Systemänderungen

Eine Überprüfung der Wiederverwertbarkeit (Recycling) ist empfehlenswert.

### 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 im Hinblick auf das Glas/Laminate folgende Punkte beachtet werden:

- UV- Belastung
- Feuchtebelastung
- 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, Feuchtebelastung und oder zusätzlich auftretende Scherkräfte sowie die

Verträglichkeit aller in Kontakt kommenden Komponenten, müssen berücksichtigt werden.

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

sichtlich 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

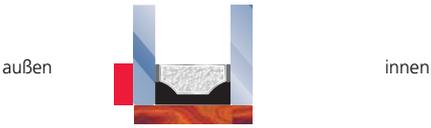
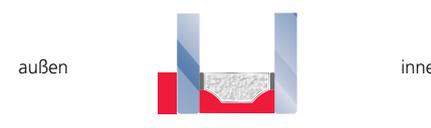
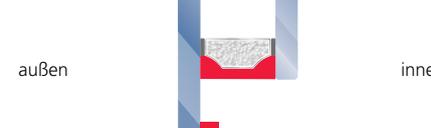
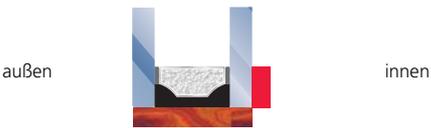
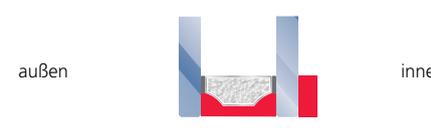
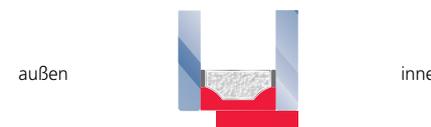
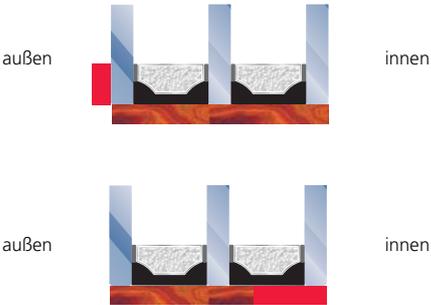
Feuchtebelastung, können nachhaltig die Dauerhaftigkeit beeinflussen. Die Wahl des Klebesystems muss dies berücksichtigen (siehe auch 5.4.1.3). Die dauerhafte Klebeverbindung ist nach dem Stand der Technik nachzu-

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

### 5.4.1.3 Systeme

#### 5.4.1.3.1 Darstellung der Systeme

Abb. 1: Zulässige Klebepositionen und Verglasungssysteme

Klebeposition	<b>Gruppe K</b> Mit konventioneller mechanischer Lastabtragung über Klötze	<b>Gruppe L</b> Ohne konventionelle mechanische Lastabtragung, Klebesysteme und Dichtstoff übernehmen vollständig die Lastabtragung
Position 1		
Position 2		
Position 4		
Falzgrund		
Beispiele für Lösungen mit 3-fach Wärmedämmglas		
Kombinationen		

-  Last tragende Klebung/  
MIG Randverbund mit  
Lastabtrag
-  MIG Randverbund ohne  
Lastabtrag
-  Verglasungsklotz

Die unter 5.4.1.3.1 gezeigten Abbildungen sind Prinzip-Darstellungen, die die grundsätzlichen Möglichkeiten einer geklebten Verbindung darstellen. Anhand der aufgezeigten Prinzipien lassen sich die jeweils resultierenden Lasteinleitungen ableiten.

Bei kombinierten Lösungen muss der sich daraus ergebende zusätzliche Spannungszustand ggf. zusätzlich betrachtet werden.

### 5.4.1.3.2 Dampfdruckausgleich/Entwässerung

Der umlaufende Dampfdruckausgleich muss dauerhaft sichergestellt sein. Die eingebrachten Entwässerungs-/Dampfdruckausgleichsöff-

nungen müssen der üblichen Dimensionierung entsprechen und ihre Funktion erfüllen.

### 5.4.1.3.3 Eignungsprüfung der Komponenten

Die Qualität der einzelnen Komponenten muss durch einen Eignungsnachweis sichergestellt sein.

Des Weiteren muss die Identität der verwendeten Komponenten nachgewiesen sein.

### 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). Der Randverbund von Isolierglaseinheiten, die nach EN 1279 in Verkehr gebracht werden, darf nicht zur Lastabtragung des Eigengewichtes über einzelne Scheiben herangezogen werden (z. B. Klotzung). Wenn der Isolierglasrandverbund zur Verklebung (z. B. Falzgrundverklebung) herangezogen wird, wird der Randverbund zusätzlich beansprucht. Diese Lasten müssen berücksichtigt werden.

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

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

**5.4.1.4.4 Sonstige Bedingungen**

Die Kantenbearbeitung bzw. der Kantenschutz ist systembezogen zu berücksichtigen.

**5.4.1.5 Verträglichkeit**

Die Verträglichkeit von Materialien muss für den jeweiligen Anwendungsfall nachgewiesen werden (siehe Punkt 5.4.1.10), d. h. die verwendeten Komponenten müssen im Gesamtsystem ihre Funktion dauerhaft erfüllen wie z. B:

- Rahmenmaterial
- Primär- und Sekundärdichtstoff Isolierglas
- Abstandhalter Isolierglas
- Material Verglasungsklötze
- Dichtprofile / Füllprofile
- Verglasungsdichtstoffe
- Klebstoff
- Klebebänder
- Glaslamine
- Beschichtungen oder Folien auf Glas

■ Tab. 1: Beispiele zum Kontakt der verschiedenen Werkstoffe

	Klebesystem	Reinigungsmittel	Primer	Klebstoff	PVC-U	Glaslamine	Sekundärdichtstoff	Primärdichtstoff	Abstandhalter	Dichtlippe a	Dichtlippe i	Profilbeschichtungen	Klötze
Klebesystem													
Reinigungsmittel													
Primer													
Klebstoff													
PVC-U													
Glaslamine													
Sekundärdichtstoff													
Primärdichtstoff													
Abstandhalter													
Dichtlippe a													
Dichtlippe i													
Profilbeschichtungen													
Klötze													

Kennzeichnung: d = direkter Kontakt, i = indirekter Kontakt, 0 = kein Kontakt | Bei Veränderungen der Systeme muss die Verträglichkeit erneut nachgewiesen sein.

### 5.4.1.6 Adhäsionsverhalten

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

Glas ist insbesondere auf die Haftung beim Verkleben auf beschichteten und/oder emaillierten Oberflächen zu

achten. Hierzu muss Rücksprache mit dem Glashersteller gehalten werden.

### 5.4.1.7 Qualitätssicherung

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

### 5.4.1.8 Reparaturfähigkeit

Die Möglichkeiten der Reparatur müssen in der Systembeschreibung enthalten sein. Im Reparaturfall müssen die Funktionsfähigkeit aller Komponenten und deren Verträglichkeit sichergestellt sein. Dazu muss über eine entsprechende Kennzeichnung die Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Komponenten sichergestellt sein.

### 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.

### 5.4.1.10 Normen und Regelwerke

Die nachstehenden Normen und Regelwerke gelten in ihrer jeweils

aktuellen und alle Teile umfassenden Ausführung.

DIN EN 356	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
DIN EN 572	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronglas
DIN 1055	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1096	Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas
DIN EN 1279	Glas im Bauwesen – Mehrscheiben-Isolierglas
DIN EN 1627 – 1630	Fenster, Türen, Abschlüsse – Einbruchhemmung
DIN EN 1863-2	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4108	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
DIN 5034	Tageslicht in Innenräumen
DIN EN ISO 10077	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen
DIN EN 12150	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
DIN EN 12412	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens
DIN EN 12488	Glas im Bauwesen – Verglasungsrichtlinien – Verglasungssysteme und Anforderungen für die Verglasungen
DIN EN ISO 12543	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
DIN EN 12758	Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung
DIN EN 13022	Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasungen
DIN EN 13501	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
DIN EN ISO 13788	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren
DIN EN 14179	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

<b>DIN EN 15434</b>	Glas im Bauwesen – Produktnorm für lastübertragende und / oder UV-beständige Dichtstoffe
<b>DIN 18361</b>	VOB Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Verglasungsarbeiten
<b>DIN 18545</b>	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
	Technische Richtlinie des Glaserhandwerks 3 „ Klotzung von Verglasungseinheiten“
	Technische Richtlinie des Glaserhandwerks 17 „ Verglasen mit Isolierglas“
	Merkblatt Bundesverband Flachglas „Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas“
	Güte- und Prüfbestimmungen, RAL – GZ 716/1, Abschnitt III, Anhang A: „Verklebte Verglasungen in PVC-Rahmenkonstruktionen“
	Ift Rosenheim, VE-08 / 1 Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme
<b>GUV – SI 8027</b>	Mehr Sicherheit bei Glasbruch
<b>VdS 2163</b>	Einbruchhemmende Verglasungen
<b>VdS 2270</b>	Alarmgläser
<b>VDI 2719</b>	Schalldämmung von Fenstern
<b>RAL - GZ 520</b>	Mehrscheiben-Isolierglas; Gütesicherung
	EnEV Energieeinsparverordnung

Alle DIN EN-Normen können angefordert werden beim:

Beuth-Verlag GmbH  
(Alleinverkaufsrecht)  
10772 Berlin

Telefon: (030) 2601-2260

Telefax: (030) 2601-1260

Internet: [www.beuth.de](http://www.beuth.de)

E-Mail: [postmaster@beuth.de](mailto:postmaster@beuth.de)

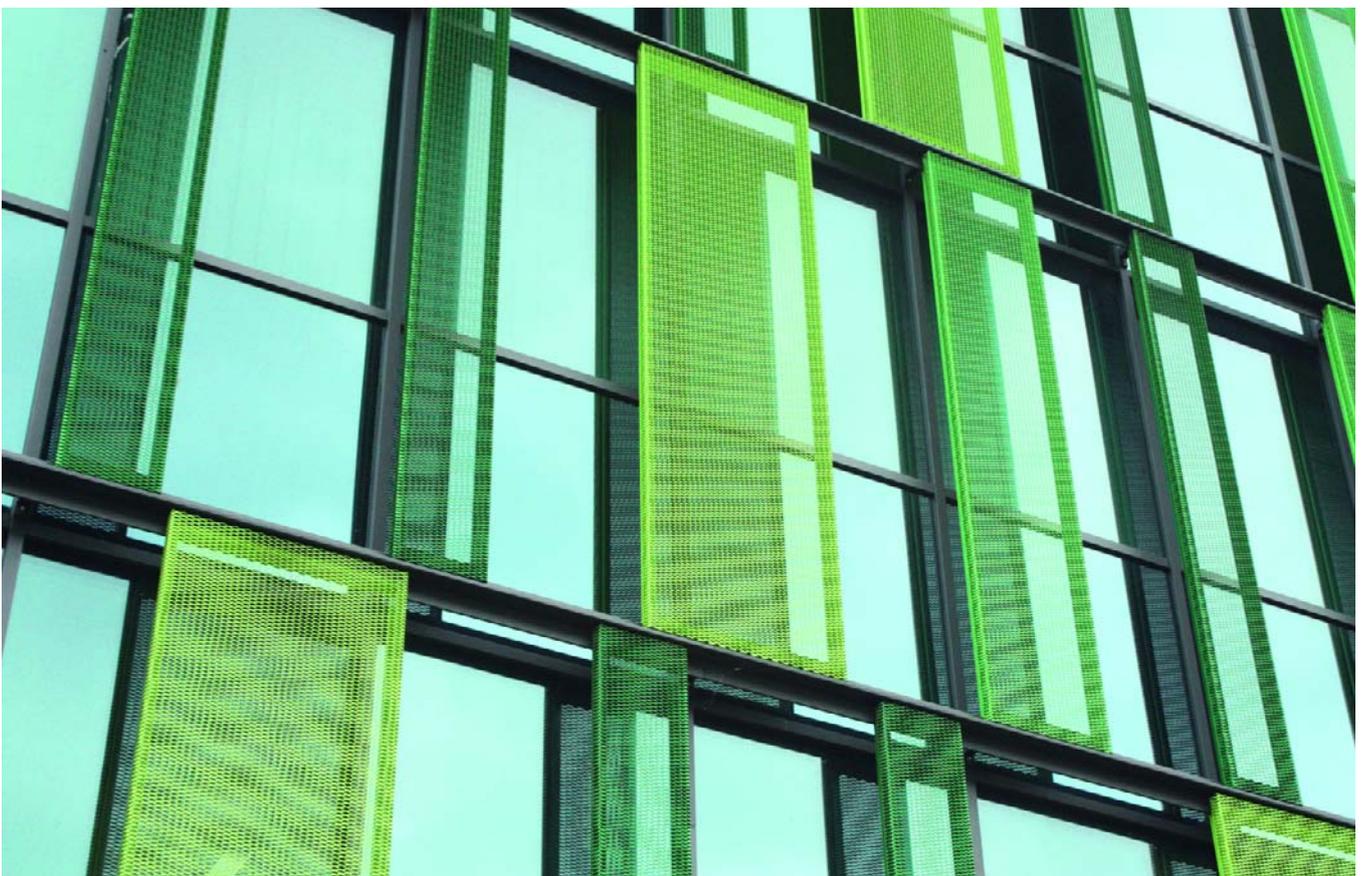
Erläuterungen:

VDI = Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf

GUV = Gemeinde Unfall-Versicherung/Bundesverband der Unfallkassen, München

VdS = VdS Schadenverhütung GmbH, Köln

DIBt = Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin



## 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. Glas Fandel 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 Tauwasserausfall in geringen Mengen am Fenster zulässig und stellt somit keinen Reklamationspunkt dar. Sofern es sich bei Glasstößen oder Ganzglasecken nicht mehr um geringe Mengen Kondensat im Sinne der Norm handelt, ist Glas Fandel 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 konstruktive Verklebung ist bei der statischen Berechnung zu berücksichtigen. Das Isolierglas muss in diesem Fall EN 13022-3 entsprechen und kraftschlüssig mit der Unterkonstruktion verbunden sein, um die Auflagekräfte ableiten zu können. Es muss sichergestellt sein, dass die Fuge bis zur vollständigen Aushärtung nicht belastet wird.

Nationale Anforderungen, Landesbauordnungen, in den Technischen Baubestimmungen gelistete Normen, Bauregelliste, Brandschutzanforderungen usw. sind zu beachten.

Die nicht tragende Wetterfuge sollte mindesten  $b \times t = 8 \text{ mm} \times 0,5 \cdot b$  ( $\geq 6 \text{ mm}$ ) 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. Glas Fandel 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. Glas Fandel empfiehlt an Stelle der Blechabdeckung den UV-Schutz mittels Randsiebdruck oder die Ausführung des Isolierglasrandverbundes mit einem speziellen UV-Silikon sicherzustellen (dieser ist nicht gasdicht).

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. Glas Fandel empfiehlt daher als formal und technisch beste Lösung eine Teilbedruckung oder -emallierung der Scheiben 2 mm über den Randverbund hinweg in Verbindung mit der Verwendung eines schwarzen, wärmetechnisch verbesserten Abstandhalters.



## 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.

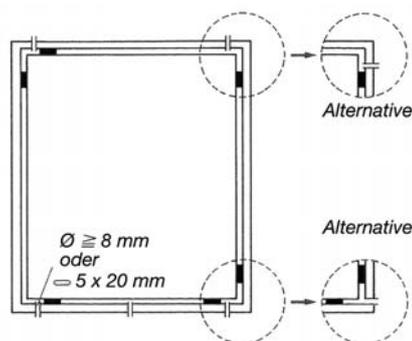
### 3. Anforderung an die Rahmenkonstruktion

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:

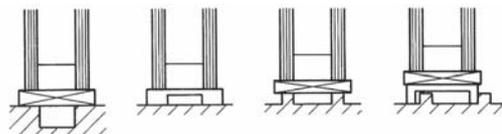
1. Die Rahmenkonstruktion muss ausreichend bemessen sein. Der Nachweis kann für
  - feststehende Rahmenteile durch Berechnung,
  - Flügelrahmen durch die Systemprüfung oder eine vergleichbare Prüfung erfolgen.
2. Die Abmessungen der Glasfalze müssen DIN 18545 Teil 1 entsprechen. Zusätzlich sind die Angaben 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 abschreibenden 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 Flügelaussparung 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:  Dichtstoff des Falzraums  Dichtstoff der Versiegelung  Vorlegeband					
* 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

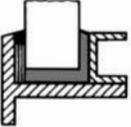
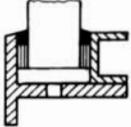
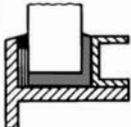
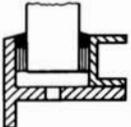
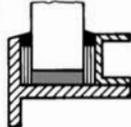
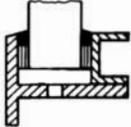


Beanspruchungsgruppen zur

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

3		4		5	
					
Va 3	Vf 3	Va 4	Vf 4	Va 5	Vf 5

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

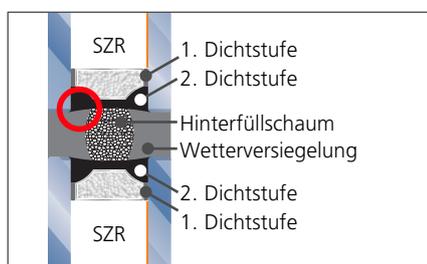
Im Folgenden wird auf einige im Zusammenhang mit der Verglasung von Isoliergläsern in letzter Zeit vermehrt zu beobachtende schädliche Wechselwirkungen eingegangen.

### ■ 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.

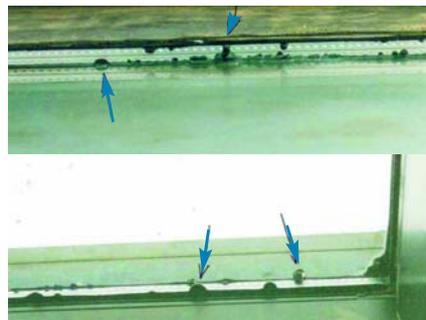
Abb. 1: Wetterversiegelung in einem Isolierglasstoß



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. 2: Auflösen der Butyl-Dichtung durch Migration



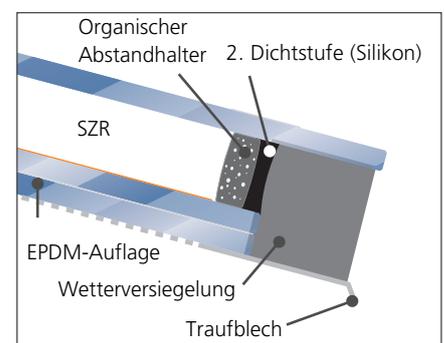
Daraus resultiert letztlich ein Total Schaden des Isolierglases, da durch das Auflösen der Butyl-Dichtung deren Sperrwirkung gegen die Wasserdampfdiffusion und die Gasdiffusion zerstört wird. Außerdem verursacht das Verteilen des Gemisches aus Bestandteilen der Butyl-Dichtung und dem Migrationsstoff auf den Innenoberflächen (Pos. 2 + 3) des Isolierglases eine optische Beeinträchtigung. Unter diesen Voraussetzungen ist an eine bestimmungsgemäße Funktion des Isolierglases nicht mehr zu denken und ein Austausch unvermeidlich.

### ■ 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 organischem

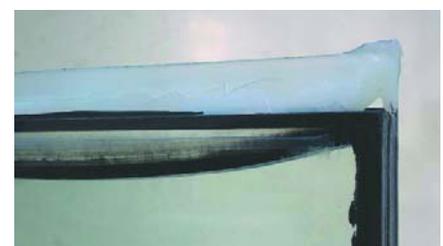
Abstandhalter an der Traufkante für eine Dachverglasung.

Abb. 3: 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. 4: Girlanden-Effekt

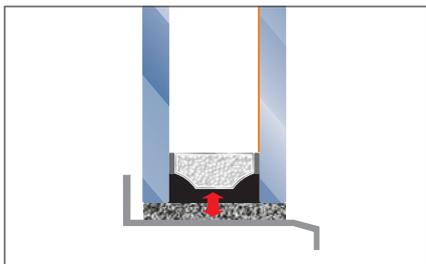


Bei der Ausführung von Traufpunktversiegelungen wird, wie auch in der Abbildung zu sehen, neben der fehlerhaften Auswahl des Verglasungsdichtstoffes oft auch noch ein weiterer, gravierender Fehler gemacht. Hier wurde die Fugentiefe falsch dimensioniert, das heißt, sie wurde viel zu tief ausgelegt.

### ■ Wahl der Verglasungsklötze

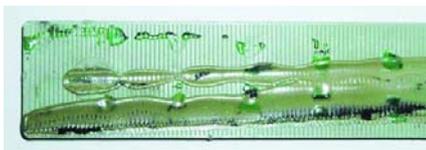
Auch durch den Kontakt zwischen den Dichtstoffen im Randverbund des Isolierglases mit den Verglasungsklötzen können bei ungeeignetem Klotzmaterial schädliche Wechselwirkungen auftreten.

Abb. 5: 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. 6: 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.

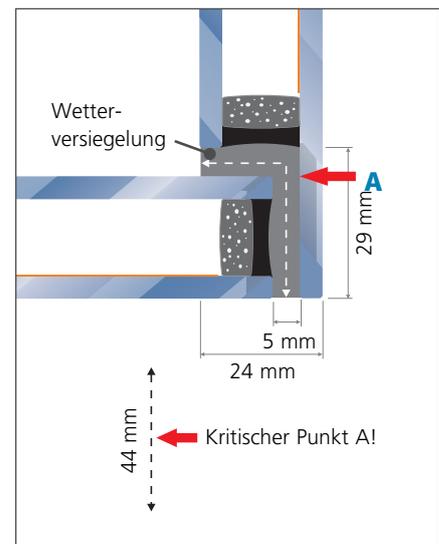
Auch die Fugentiefe richtet sich nach den Abmessungen der gegeneinander abzudichtenden Bauelemente. Die Tiefe der Fuge bei einkomponentigen Dichtstoffen darf einen bestimmten Maximalbetrag nicht übersteigen.

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 unpolymertierte 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. 7: 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“.

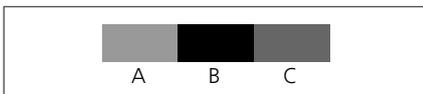
Diese Lösungen gibt es einerseits nicht. Andererseits muss es dem Sachverstand des jeweiligen Fachmannes überlassen bleiben, für

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:

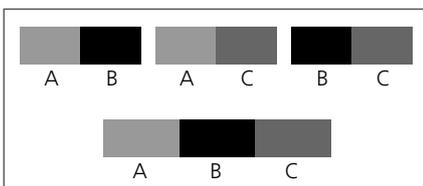
Abb. 8: Dreistoff-System



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. 9: Verträglichkeits-Prüfung



Die Prüfung  $A \Leftrightarrow B$  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 Stofftransport

weg unterbrechen und damit die Verträglichkeit sicherstellen. Selbstverständlich ist bei derartigen konstruktiven Maßnahmen darauf zu achten, dass sie nicht andere nachteilige Auswirkungen haben.

Die vielfach geübte Praxis, Verglasungsklotze mit Dichtstoffen zu fixieren, stellt insofern ein Risiko dar, weil derartige Produkte häufig nicht nach dem Kriterium der Produktverträglichkeit ausgewählt werden. Es stellt sich auch die Frage, ob die Klotzfixierung nicht anders gelöst werden kann und so der Einsatz einer kritischen Komponente im System schon entfallen kann.

### 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 entsprechend den Vorgaben der Glasbemessungs- und Konstruktionsnorm DIN 18008-2 ausgeführt werden.

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

### 7.2 Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Glasbemessung' beim Bundesverband Flachglas e.V.

© Bundesverband Flachglas e. V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Stand: 2015

#### 7.2.1 Einleitung

Dieser Leitfaden wendet sich an alle, die Glas und Glasbauteile planen, beraten, berechnen, produzieren, verarbeiten, veredeln, verkaufen und montieren.

Ziel ist, Glasprodukte fachlich kompetent zu beraten in den Grenzen der technischen und baurechtlichen Möglichkeiten einzusetzen und ihre Verwendbarkeit nachzuweisen. Dieser Leitfaden ersetzt nicht das Lesen der Normen.

Die DIN 18008 ersetzt die bisherigen gültigen Regelwerke im konstruktiven Glasbau. Die Glasbemessung wird hierdurch auf das Konzept der „Teilsicherheitsbeiwerte“ umgestellt, das bei allen anderen Werkstoffen wie z. B. Stahl, Beton und Holz schon seit Jahren angewendet wird. Die bis dato gültigen Technischen Regeln und DIN-Normen zur Bemessung und Konstruktion von Verglasungen werden somit in einem Regelwerk zusammengefasst. Bisher liegen folgende Teile der DIN 18008 vor:

Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen

Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen

Noch nicht abgeschlossen ist Teil 6, der die „Zusatzanforderungen an zu Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen betretbare Verglasungen“ beinhaltet. In Vorbereitung befindet sich ebenfalls ein Teil 7, der zukünftig „Sonderkonstruktionen“, wie z. B. gebogenes Glas oder aber auch Glasstützen, beschreiben wird. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die derzeit gültigen Regelwerke und die Struktur der DIN 18008 [1].

Alle Konstruktionen, deren Anwendungen beschrieben sind und für die auch konstruktive Anwendungsgrenzen definiert sind, werden voraussichtlich als bauaufsichtlich geregelt gelten. Es ist zu erwarten, dass das DIBt für alle anderen Anwendungen Regelungen wie z. B. Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (AbP) einführen wird.

Wesentliche konstruktive Randbedingungen wurden übernommen, teils wurden die Anwendungs-

grenzen erweitert und neue Berechnungsmethoden, wie z. B. die rechnerische Simulation des Pendelschlagversuchs etabliert.

DIN 18008-1 ist die Grundlage für alle weiteren Normteile. Da im Teil 7 der Norm auch Regelungen für die Verwendung von Glasstützen, Glasträgern oder Glas als Element zur Aussteifung geplant sind, wird in Teil 1 die Gültigkeit nicht auf ausfachende Verglasungen beschränkt. Prinzipiell können mit Hilfe dieses Teiles der Norm jegliche Art von Glaskonstruktion wie z. B. befahrbare Gläser oder aber auch Aquarien bemessen werden. Da jedoch alle weiteren Normteile diese Anwendungsbereiche nicht erfassen, gelten diese bauaufsichtlich als „nicht geregelt“ im Rahmen der DIN 18008. Diese Einschränkung bezieht sich insbesondere auf die angegebenen konstruktiven Randbedingungen, wie Mindestglasaufbauten und Lagerungsbedingungen. Für eine ingenieurmäßige Betrachtung kann die DIN 18008 jedoch für beliebige Konstruktionen herangezogen werden.

Nach Beachtung aller Vorgaben des Teils 1, gelten dann die Teile 2 bzw. 3 in Abhängigkeit der gewählten Lagerung (linienförmig oder punktförmig), und zusätzlich sind dann

## Dimensionierung

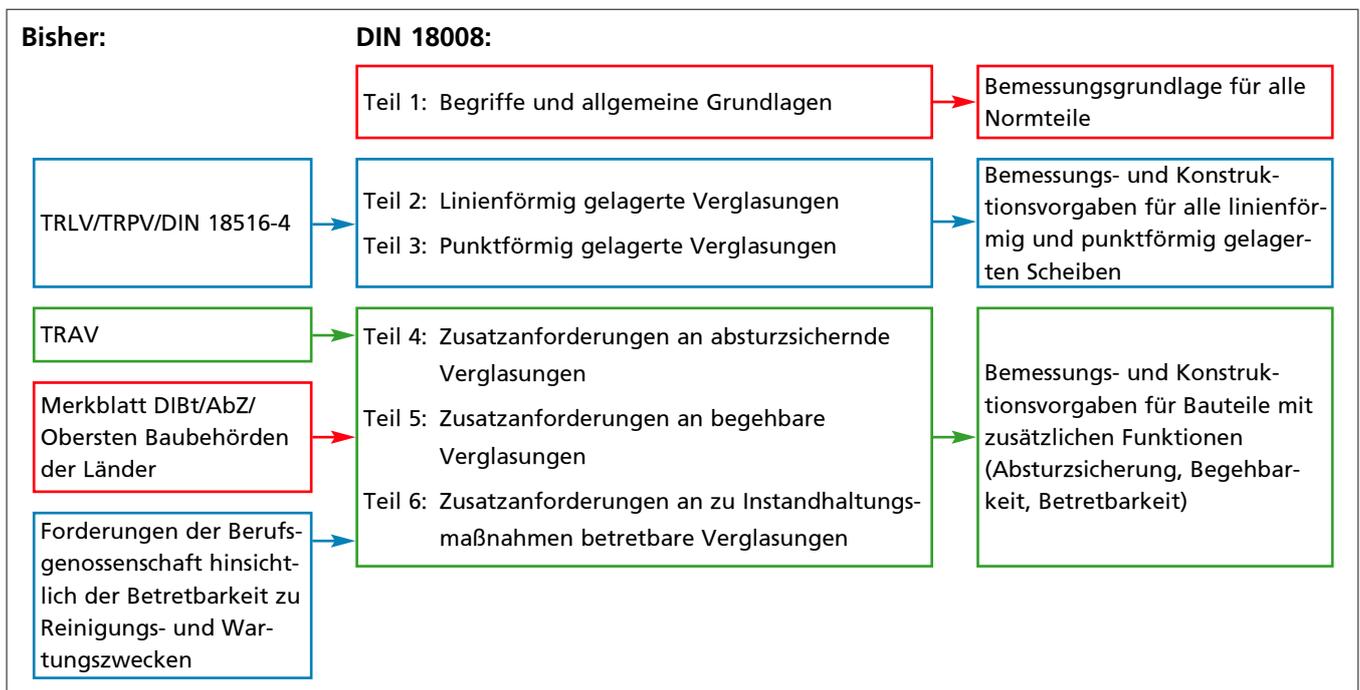
entsprechend dem Anwendungsbereich (absturzsichernd, begehbar oder betretbar) weitere Zusatzanforderungen in den Teilen 4, 5 und 6 festgelegt.

Eine Bemessung von gebogenen Glasscheiben ist prinzipiell mit den in den Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (AbZ) angegebenen Festigkeitswerten möglich, jedoch

muss auch hier die Übertragbarkeit von konstruktiven Vorgaben für ebene Verglasungen beim Nachweis der Stoßsicherheit oder beim Nachweis der Resttragfähigkeit im Einzelfall überprüft werden, da diese Bedingungen durch Erfahrungen an Flachgläsern abgeleitet wurden. Ein Leitfaden zur Verwendung von gebogenem Glas liegt vom Bundesverband Flachglas vor [7].

Ähnliches gilt auch für mit Punkthaltern gelagertes Isolierglas. Hier ist zudem zu beachten, dass die Ermittlung der inneren Lasten von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) auf die allgemeinen Formeln zurückzuführen ist [8, 9] und dies nicht mit den vereinfachten Berechnungsformeln für ebenes, rechteckiges 2-fach-MIG nach DIN 18008-2 möglich ist.

Abb. 1: Bisherige und neue Regelwerke für das Bauen mit Glas



■ Tab 1: Wesentliche Inhalte der DIN 18008

Normteil	Wesentliche Inhalte
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Berechnungsvorgaben und Konstruktionsbedingungen, die für alle weiteren Normteile gelten. Zu den Berechnungsvorgaben gehören z. B. auch die Lastansätze für Mehrscheiben-Isolierglas.
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p><b>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</b></p> <p>Lagerung: Mindestens zwei gegenüberliegende Seiten sind mit mechanischen Verbindungsmitteln gegen positive (z. B. Windsog) und negative (z. B. Winddruck) Lasten eben, durchgehend und linienförmig gelagert.</p> <p>Definition von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Horizontalverglasung (<math>&gt; \pm 10^\circ</math> bezogen auf die Vertikale)</li> <li>– Vertikalverglasung (<math>\leq \pm 10^\circ</math> bezogen auf die Vertikale)</li> </ul> <p>Diese Festlegung gilt auch für alle weiteren Normteile. Aus der Einbauneigung leiten sich auch die zulässigen Glasarten und Glasaufbauten ab, durch deren Festlegung das Gefährdungsrisiko bei einem unplanmäßigen Glasbruch minimiert werden soll (siehe Tabellen 14 + 15 Resttragfähigkeit).</p> <p>Für rechteckiges, ebenes 2-fach-MIG ist ein Berechnungsverfahren zur Ermittlung der klimatischen Beanspruchungen angegeben. Für gebogenes Glas, punktförmig gelagerte Scheiben oder 3-fach-MIG muss auf die Literatur [8, 9] oder geeignete Software zurückgegriffen werden.</p> <p>Linienförmig gelagerte „Structural Glazing“-Verglasungen können mit Hilfe der Teile 1 und 2 dimensioniert werden. Das gleiche gilt für die Wahl der Glasaufbauten für Horizontal- und Vertikalverglasungen. Aufgrund der besonderen Anforderungen der ETAG 002/EN 13022 [10, 11] sind alle konstruktiven Randbedingungen, die die Konstruktion betreffen, nicht übertragbar. Hier sind im Rahmen der Ausführung besondere Betrachtungen notwendig.</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p><b>Bauart: ebene, ausfachende Einfachverglasung</b></p> <p>Mögliche Lagerungsarten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tellerhalter mit zylindrischen Glasbohrungen</li> <li>2. Klemmhalter am Rand oder Ecke ohne Bohrung</li> <li>3. Kombination aus 1. und 2. auch mit linienförmiger Lagerung.</li> </ol> <p>Die zulässigen Glasarten leiten sich aus der Einbauneigung und der Art der Lagerung ab. Auch hier steht das Gefährdungsrisiko infolge Glasbruch im Vordergrund (siehe Tabelle 15).</p>
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	<p><b>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</b></p> <p>Die absturzsichernden Verglasungen werden in die Kategorien A, B und C eingeordnet. Diese Kategorien beziehen sich auf die Konstruktionsart.</p>
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	<p><b>Bauart: ebene, ausfachende Verglasungen</b></p> <p>Zulässige Belastungen sind Personenlasten wie bei der Verwendung als Treppen, Podeste, Stege oder Abdeckungen von Lichtschächten.</p> <p>Die zulässigen Glasaufbauten sind in Tabelle 14 angegeben.</p>
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen	<b>Dieser Normteil ist noch nicht fertiggestellt</b>

In Tabelle 1 sind die wesentlichen Inhalte der einzelnen Normteile zusammengestellt und Tabelle 2 enthält die wichtigsten Definitionen und Abkürzungen.

Als Leitfaden für die Bemessung dient das Ablaufschema in Tabelle 15.

## 7.2.2 Konstruktionsregeln in Abhängigkeit der Anwendung

DIN 18008 gibt Konstruktionsregeln vor:

- die teils allgemein gelten (siehe Teil 1),
- in Abhängigkeit der Lagerung einzuhalten sind (Teile 2 oder 3),
- oder aber entsprechend der Zusatzanforderungen in Abhängigkeit der Anwendung (Teile 4 und 5) zu erfüllen sind.

Diese Konstruktionsvorgaben, die teils über die allgemeinen Regeln des Glaserhandwerks und die Anforderungen der Produktnormen hinausgehen, sind in Tabelle 3 getrennt nach den Normteilen zusammengefasst. Diese Konstruktionsregeln beziehen sich noch nicht auf die Anforderungen, die für den Nachweis der Resttragfähigkeit nach Tabelle 15 einzuhalten sind.

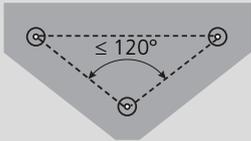
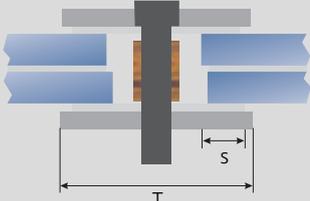
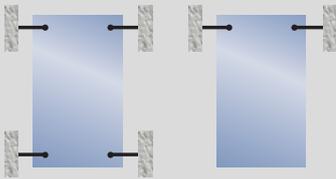
■ Tab 2: **Abkürzungen und Definitionen**

Zusammenstellungen von Bezeichnungen und Abkürzungen	
FG	Floatglas
TVG	Teilvorgespanntes Glas
ESG	Einscheiben-Sicherheitsglas
ESG-H	Einscheiben-Sicherheitsglas mit fremdüberwachtem Heat-Soak-Test
VSG	Verbund-Sicherheitsglas
VG	Verbundglas
ED	Einwirkungsdauer
MIG	Mehrscheiben-Isolierglas
SZR	Scheibenzwischenraum
Kategorie A, B und C	Definitionen aus DIN 18008-4 zur Klassifizierung absturzsichernder Verglasungen
AbZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
AbP	Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
PVB-Folie	Polyvinylbutyral-Folie
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
ZiE	Zustimmung im Einzelfall
E <sub>d</sub>	Einwirkungskombinationen
R <sub>d</sub>	Bauteilwiderstand
C <sub>d</sub>	Gebrauchstauglichkeitskriterium (ehemals Durchbiegung)
L	Länge in Haupttragrichtung
S	Sehnenlänge
h	Durchbiegung

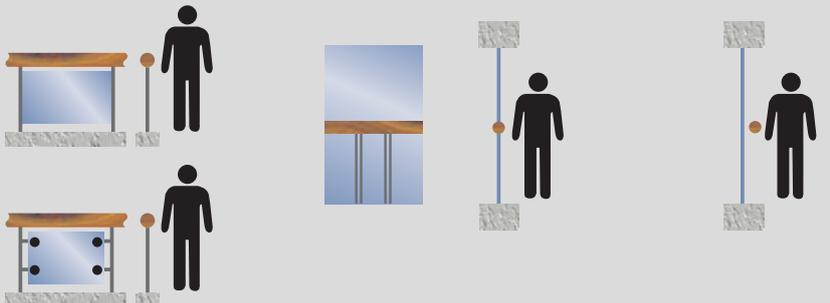
■ Tab 3: **Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen**

Normteil	Konstruktionsgrundsätze <sup>1</sup>	
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	<b>Anforderungen an die Konstruktion bzw. die Geometrie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lagerung unter Vermeidung lokaler Spannungsspitzen.</li> <li>■ Ausgleich von Toleranzen.</li> <li>■ Ecken und Ausschnitte müssen ausgerundet werden.</li> <li>■ Durchgehende Glasbohrungen und Ausschnitte sind nur bei thermisch vorgespannten Gläsern zulässig.</li> <li>■ Breite von Stegen zwischen Bohrungen und Ausschnitten muss mindestens 80 mm betragen, sonst sind die Festigkeitswerte von nicht thermisch vorgespanntem Basisglas zu verwenden.</li> <li>■ Zulässige Glasdicken: 3 bis 19 mm.</li> <li>■ Zwischenlagen müssen für die Anwendung dauerhaft sein.</li> <li>■ Zwangsbeanspruchungen sind zu vermeiden oder aber rechnerisch zu berücksichtigen.</li> </ul>	<b>Anforderungen an die Glasprodukte, die über die Produktnormen hinausgehen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die zulässige Kantenverletzung bei ESG und TVG beträgt maximal 15 % bezogen auf die Scheibendicke.</li> <li>■ Die typischen Bruchbilder müssen auch an Scheiben in Bauteilgröße nachgewiesen werden.</li> </ul>
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mindestglaseinstand <math>\geq 10</math> mm, wenn nichts anderes festgelegt ist (z. B. zum UV-Schutz des Isolierglasrandverbundes).</li> <li>■ Zulässige Durchbiegung der Unterkonstruktion <math>\leq L/200</math> bezogen auf aufgelagerte Scheibenkante oder Rücksprache mit dem Glasersteller.</li> <li>■ Fachgerechte Klotzung.</li> </ul> <p>Weitere konstruktive Vorgaben beziehen sich auf die Einbauneigung (Horizontal- oder Vertikalverglasungen) und zielen auf eine ausreichende Resttragfähigkeit ab. Die Forderungen hierzu sind in Tabelle 15 zusammengestellt.</p>	

■ Tab 3: Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Forts.)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze <sup>1</sup>
<p>Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen</p>	<p><b>Tellerhalter (immer mit Bohrung):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es muss immer Verbund-Sicherheitsglas aus einem thermisch vorgespannten Glas verwendet werden. Monolithische Scheiben oder Isolierglas-Scheiben sind nicht zulässig. Weitere Regeln bezüglich der Glasart in Abhängigkeit der Einbauneigung sind in Tabelle 15 für den Nachweis der Resttragfähigkeit angegeben.</li> <li>■ Bohrungen: Es sind nur zylindrische Bohrungen mit einer geschliffenen oder höherwertigen Kante zulässig (Fasen 0,5 bis 1,0 mm, Kantenversatz nicht größer als 0,5 mm in der Bohrung).</li> <li>■ Ränder: Einzelscheiben mindestens gesäumt, Kanten von Floatglas geschliffen.</li> <li>■ Punkthaltermaterial: Stahl, Aluminium oder nicht rostender Stahl (bauaufsichtlich verwendbar). Korrosionsbelastung ist bei der Planung zu berücksichtigen.</li> </ul> <p>Punkthalteranzahl: mindestens drei Halter bei ausschließlich punktförmig gelagerten Scheiben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mindestabmessung Tellerhalter <math>T = 50 \text{ mm}</math>, Mindestglaseinstand <math>s = 12 \text{ mm}</math> auch im verformten Zustand.</li> <li>■ Breite von Stegen zwischen Bohrungen und Rand mindestens 80 mm, eine Unterschreitung ist hier nicht zulässig.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p><b>Klemmhalter:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die zulässigen Glasarten leiten sich aus der Einbausituation ab, siehe Tabelle 15.</li> <li>■ Klemmfläche 1000 mm<sup>2</sup>, Einstand <math>s = 25 \text{ mm}</math>.</li> <li>■ Mindestdicke der Zwischenlage muss gewährleisten, dass es zu keinem Stahl-Glas-Kontakt kommt.</li> <li>■ Schrauben sind gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern.</li> <li>■ Abweichung Glasdicken bei VSG: Faktor 1,7.</li> <li>■ <math>d_{pVB} 0,76 \text{ mm}</math>.</li> <li>■ Bei Horizontalverglasungen sind Klemmhalter nur zur Sogsicherung verwendbar, wenn die Scheiben auf ein Linienlager gemäß Teil 2 aufgelegt sind (vgl. Tabelle 14).</li> </ul> <p>Eine Kombination aus Klemmhaltern und Punkthaltern bzw. eine Kombination mit linienförmigen Lagerungen entsprechend Teil 2 sind zulässig.</p>
<p>Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen</p>	<p>Die konstruktiven Anforderungen sind abhängig von der Kategorie der Absturzsicherung (A, B oder C). Für Konstruktionen mit nachgewiesener Stoßsicherheit (siehe Tabelle 13) liegen Angaben vor. Falls man hiervon abweicht, ist ein Nachweis der Stoßsicherheit durch Versuche erforderlich. Bei VSG gilt allgemein, dass die Dicken der Einzelscheiben nicht mehr als den Faktor 1,7 voneinander abweichen dürfen.</p> <p>Beispielhaft sind daher folgende Glaskombinationen in einem 2-fach-VSG möglich: 4 mm + 6 mm, 5 mm + 8 mm, 6 mm + 10 mm, usw.</p> <p><b>Beschreibung der Kategorie und zulässige Glasarten:</b></p> <p>Bei <b>Kategorie A</b> handelt es sich um raumhohe Verglasungen ohne lastabtragenden Holm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einfachverglasung muss aus VSG bestehen.</li> <li>■ Für die stoßzugewandte Seite eines MIG darf nur VSG, ESG oder VG aus ESG verwendet werden.</li> <li>■ Mindestens eine Scheibe eines MIG muss ein VSG sein.</li> <li>■ Bei einem Dreifach-Isolierglas darf sich hinter der angriffsseitigen ESG-Scheibe eine grob brechende Glasart befinden, wenn beim Pendelschlagversuch die angriffsseitige ESG-Scheibe nicht zu Bruch geht.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

■ Tab 3: Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Forts.)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze <sup>1</sup>
<p>Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen</p>	<p>Verglasungen der <b>Kategorie B</b> sind am Fußpunkt eingespannte Glasbrüstungen. Die einzelnen Scheiben sind durch einen Handlauf verbunden. Der Handlauf kann auf der oberen Scheibekante oder durch Tellerhalter gemäß dieser Norm befestigt werden. Bei Ausfall eines Brüstungselementes kann die Holmlast auf die Nachbarscheiben oder angrenzende Bauteile übertragen werden. Es darf nur VSG verwendet werden.</p>  <p>Verglasungen der <b>Kategorie C</b> werden nur ausfachend unterhalb oder hinter einem lastabtragenden Holm verwendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Allseitig linienförmig gelagerte Scheiben der Kategorien C1 und C2 dürfen als Mono-ESG ausgeführt werden, sonst ist VSG zwingend erforderlich.</li> <li>■ Bei Mehrscheiben-Isolierglas der Kategorien C1 und C2 gelten für die stoßzugewandte Seite die gleichen Regeln wie bei Kategorie A, für die anderen Scheiben dürfen alle nach Teil 2 und Teil 3 zulässigen Glasprodukte verwendet werden.</li> <li>■ Kategorie C3 ist hinsichtlich der zulässigen Produkte wie eine Verglasung der Kategorie A zu behandeln, das gleiche gilt für die Zulässigkeit von grob brechenden Glasarten bei einem Dreifach-Isolierglas.</li> </ul>  <p>Kategorie C1                      Kategorie C2                      Kategorie C3</p>
<p>Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen</p>	<p>Die Scheiben müssen ausreichend rutschsicher sein und in der Lage gesichert sein. Gegebenenfalls sind diese gegen Abheben zu sichern. Als Glasaufbau ist ein VSG aus mindestens drei Scheiben zu verwenden. Lastbegrenzung: Personenverkehr bei üblicher Nutzung und lotrechten Lasten von max. 5 kN/m<sup>2</sup>.</p>

<sup>1</sup> Die DIN 18008 ist das maßgebende Regelwerk. Für die Planung und Bemessung sollte diese immer herangezogen werden.

### 7.2.3 Übersicht über die zu führenden Nachweise

Die Auslegung einer Glaskonstruktion beinhaltet nicht nur die Festlegung der statisch erforderlichen Glasdicke, sondern es müssen auch Nachweise geführt werden, die das Tragverhalten bei einem Stoß oder nach Glasbruch berücksichtigen.

Die DIN 18008 enthält nur Vorgaben bezogen auf das Glas sowie Punkthalter oder Klemmleisten. Die Unterkonstruktion sowie deren Anbindung an das Gebäude sind nach

den entsprechenden Regelwerken nachzuweisen.

Beim **Nachweis** einer Verglasungskonstruktion ist **nicht nur das Glas**, sondern auch die **Glasbefestigung, die Unterkonstruktion sowie die Befestigung am Gebäude** zu betrachten. Hier gelten die einschlägigen technischen Regeln. Die DIN 18008 regelt hier nur Anforderungen an die direkte Glasbefestigung von punktförmig gelagerten und absturzsichernden Verglasungen.

**Anmerkung:** Häufig führt das Fehlen einer der oben genannten Nachweise zu nicht unerheblichen Schäden an der Unterkonstruktion oder auch der Verglasung.

Der **Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit** (siehe Kapitel 7.2.6) ersetzt den in den „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV) bekannten Nachweis der „zulässigen Spannungen“. Die „zulässigen Spannungen“ werden hier

durch den Bauteilwiderstand  $R_d$  ersetzt, der in Abhängigkeit der Glasart, des Glasaufbaus und der Einwirkungsdauer der Lasten ermittelt wird. Grundlage ist das Teilsicherheitskonzept (siehe Kapitel 7.2.4), das schon seit vielen Jahren für alle im Bauwesen eingesetzten Bauprodukte verwendet wird.

**Anmerkung:** Für Anwendung des Teilsicherheitskonzeptes sind DIN EN 1990 [12] und DIN EN 1991 [13] und die zugehörigen nationalen Anhänge erforderlich. In den Teilen 1 und 2 der DIN 18008 wird derzeit noch Bezug genommen auf die Vorgängernormen (DIN 1055).

Der **Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** (siehe Kapitel 7.2.7) ersetzt den in den TRLV [2] bekannten Verformungsnachweis. Auch hier gilt als Grundlage das Teilsicherheitskonzept (Kapitel 7.2.4).

Der Baustoff Glas erfordert aufgrund der Sprödigkeit des Materials einen

### 7.2.4 Das Teilsicherheitskonzept

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit beruhen auf dem so genannten Teilsicherheitskonzept.

Die Unsicherheiten auf der Materialseite werden hier durch einen Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  berücksichtigt („Bauteilwiderstände  $R_d$ “), die Unsicherheiten auf der Lastseite und die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Schnee, Wind oder weiteren Beanspruchungen wird über Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_G$  und  $\gamma_Q$  sowie Kombinationsbeiwerten  $\Psi$  berücksichtigt („Einwirkungskombinationen  $E_d$ “).

### Nachweis der Resttragfähigkeit (siehe Kapitel 7.2.9).

DIN 18008-1 definiert hier drei Nachweismöglichkeiten:

1. Einhaltung konstruktiver Vorgaben
2. Rechnerischer Nachweis im Fall von hinreichend vielen intakten Glasscheiben  
oder
3. versuchstechnische Nachweise.

Welche Möglichkeit besteht, regeln die einzelnen Normteile (s. Tabelle 14 bzw. 15).

**Anmerkung:** Insbesondere die konstruktiven Vorgaben orientieren sich an Erfahrungswerten. Ein Sicherheitskonzept beruhend auf einer Wahrscheinlichkeitsbetrachtung (z. B. Wahrscheinlichkeit, dass es überhaupt zu einem Glasbruch kommt und der damit verbundenen Schadensfolge) wurde nicht aufgestellt. Genauso fehlen bislang Vorgaben für einen bun-

desweit einheitlichen Resttragfähigkeitsversuch, falls die konstruktiven Vorgaben nicht eingehalten werden.

Der **Nachweis der Stoßsicherheit** ist zusätzlich erforderlich für Glasbauteile, die einer Stoßbelastung in Form von auf oder gegen die Verglasung fallende Personen mit der Gefahr des Absturzes oder einer erhöhten Bruchgefahr durch herabfallende Gegenstände unterliegen. Ob ein Stoßnachweis erforderlich ist, regeln die einzelnen Normteile (Tabelle 13 bzw. 14).

Generell kann man hier zwischen einem harten oder einem weichen Stoß unterscheiden. DIN 18008 öffnet erstmals für bestimmte Glasanwendungen die Möglichkeit, einen rechnerischen Nachweis für den weichen Stoß zu führen. Einzelheiten sind den einzelnen Normteilen zu entnehmen.

Seltene (charakteristische) Kombination für den **Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**:

$$E_{d,rare} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombination für außergewöhnliche Bemessungssituationen (z. B. **Ausfallszenarien**):

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

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

Die Vorgaben zur Berechnung der Bauteilwiderstände finden sich in den Bemessungsnormen für die einzelnen Baustoffe (hier die DIN 18008 für Glas), und die Kombinationsregeln zur Berechnung der Einwirkungskombination  $E_d$  sind im Basisdokument der DIN EN 1990 [12] enthalten.

Kombination für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen für den **Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit**:

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

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

■ Tab 4: **Kombinationsbeiwerte entsprechend DIN 18008 [1] und DIN EN 1990 [12]**

Einwirkung	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Klimalast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort und infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	0,6	0,5	0
Schnee > 1000 m ü. NN	0,7	0,5	0,2
Schnee < 1000 m ü. NN	0,5	0,2	0
Wind	0,6	0,2	0
Montagezwängungen	1,0	1,0	1,0
Holm- und Personenlasten	0,7	0,5	0,3

■ Tab 5: **Teilsicherheitsbeiwerte entsprechend DIN EN 1990 [12]**

Einwirkung	Last wirkt ungünstig	Last wirkt entlastend
Ständige Einwirkung G	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$
Veränderliche Einwirkung Q	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 0$
Außergewöhnliche Einwirkung	$\gamma_{GA} = 1,0$	$\gamma_{GA} = 1,0$

### 7.2.5 Einwirkungen und ihre Einwirkungsdauer

Die Einwirkungen von Bauteilen sind in der DIN EN 1991 und dem zugehörigen nationalen Anhang [13] geregelt. Diesem Regelwerk kann man die Wind und Schneelasten sowie Verkehrslasten (z. B. für begehbare Scheiben oder absturzsichernde Verglasungen) entnehmen. Wie diese Einwirkungen entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit zu kombinieren sind, regelt dann DIN EN 1990 [12].

Neu ist für alle Einwirkungen, dass die DIN 18008 Einwirkungsauern (ED) zuordnet, da hiervon die Beanspruchbarkeit eines nicht vorgespannten Glases abhängt. Dies bedeutet jedoch auch, dass bei einem nicht vorgespannten Glas die maßgebenden Einwirkungskombinationen für die Einwirkungsauern ständig, mittel und kurz zu bestimmen sind und auch dann drei Nachweise (für jede Einwirkungs-auer) erforderlich werden.

Die festgelegten Einwirkungsauern stehen in einem direkten Bezug zum Bruchmechanismus von nicht vorgespanntem Glas. Eine mittlere Beanspruchungsauer beträgt hierbei ca.

27 Tage und eine kurze Beanspruchungsauer 5 Minuten (Tabelle 6).

Bei Isolierverglasungen liegt die Besonderheit vor, dass im SZR innere Lasten in Form von klimatischen Beanspruchungen aus Änderungen der geodätischen Höhe zwischen Herstell- und Einbauort und den klimatischen Beeinflussungen durch Temperaturänderungen und Luftdruckänderungen auftreten.

Die wirksame klimatische Beanspruchung im SZR wird ausgehend vom isochoren Druck  $p_0$  berechnet. Dieser bezieht sich auf einen abgeschlossenen SZR, dessen Volumen konstant bleibt. Der so genannte Isolierglas-Faktor  $\phi$  berücksichtigt dann die Verformbarkeit der Glasscheiben, so dass sich die wirksame Klimalast zu  $p_0 \times \phi$  ergibt. Bei großen, verformbaren Formaten spielt daher die Klimalast bei der Bemessung eine geringere Rolle als bei kleinen, steiferen Scheiben.

Die Lastansätze für die Klimalasten der TRLV [2] und das Berechnungsverfahren nach Feldmeier wurden in der DIN 18008 unverändert

übernommen (Tabelle 7), jedoch wurde die Klimalast (physikalisch richtig) in zwei Lastanteile entsprechend der Einwirkungsauern aufgeteilt. Die Beanspruchungen infolge des geodätischen Höhenunterschiedes zwischen Herstell- und Einbauort ist als ständige Beanspruchung zu betrachten, wohingegen Druckänderungen im Scheibenzwischenraum aus Temperaturunterschieden und meteorologischen Luftdruckänderungen der mittleren Einwirkungsauer zugeordnet werden. Die Lastansätze müssen hier gegebenenfalls überprüft werden, da z. B. bei 3-fach-MIG oder hochabsorbierenden Beschichtungen durchaus von einer höheren Temperaturdifferenz ausgegangen werden kann; das Gleiche gilt auch für Scheiben, die in hohen geodätischen Höhen eingebaut werden. Die wirksame Klimabeanspruchung und die vorhandene Lastkopplung der äußeren Beanspruchungen aus Wind und Schnee können mit dem in DIN 18008-2 vorgegebenen Verfahren für rechteckige Zweifach-Isolierverglasungen berechnet werden.

Für rechteckige Dreifach-Isolierverglasungen sind die Formeln z. B. in [14] zusammengestellt. Der Ansatz kann durch eine Berechnung des aufgespannten Volumens der Einzelscheiben auch für beliebige Formate oder gebogene Glasscheiben für die Ermittlung der Klimalasten und der Lastkopplung herangezogen werden.

■ Tab 6: Zuordnung der Einwirkungsdauern

Einwirkung	Einwirkungsdauer
Eigengewicht	Ständig
Klimalast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort	Ständig
Klimalast infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	Mittel
Schnee	Mittel
Wind	Kurz
Holmlasten	Kurz
Personenlasten bei Treppen und Podesten (DIN 18008-5)	Kurz

■ Tab 7: Klimatische Beanspruchungen

Einwirkungs-kombination	Temperaturdifferenz $\Delta T$	Änderung des atmosphärischen Luftdrucks $\Delta p_{met}$	Ortshöhendifferenz $\Delta H$
„Sommer“	20 K	- 2,0 kN/m <sup>2</sup>	+ 600 m
„Winter“	- 25 K	4,0 kN/m <sup>2</sup>	- 300 m

Berechnung des isochoren Drucks:  $p_0 = \Delta p_{geo} - \Delta p_{met} + 0,34 \text{ kN}/(\text{K} \cdot \text{m}^2) \cdot \Delta T$

### 7.2.6 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Ermittlung der Spannungen und Verformungen

Nach DIN 18008-1 bzw. DIN EN 1990 lautet das Nachweisformat jetzt im Grenzzustand der Tragfähigkeit  $E_d \leq R_d$  und ersetzt den bisher üblichen „Spannungsnachweis“.

Bisher wurden im Glasbau die Streuungen auf der Last- und Materialseite in einem globalen Sicherheitsfaktor erfasst. In Abhängigkeit der Verwendung als Vertikal- oder Überkopfverglasung wurden dann die Spannungsnachweise mit den zulässigen Spannungen geführt. Dieses Verfahren implizierte indirekt die Tatsache, dass bei Überkopfverglasungen aus nicht thermisch vorgespannten Glasscheiben geringere zulässige Spannungen bei Dauerlasten in Form von Eigengewicht oder Lasten mit mittlerer Einwirkungsdauer wie Schneelasten vorhanden sind. Beim Teilsicherheitskonzept berechnet sich der Bauteilwiderstand allein in Abhängigkeit der Einwirkungsdauer (vgl. Tabelle 6), eine Unterscheidung in Vertikal- und Überkopfverglasungen wird nicht mehr vorgenommen, sondern es wird nur eine Unterscheidung gemacht in Horizontal- und Vertikalverglasungen mit Hinblick auf das

Tragverhalten nach Glasbruch und die hiermit verbundenen Anforderungen an den Glasaufbau und die Konstruktion (vgl. Tabelle 15).

Die wesentlichen Einflussgrößen für die Berechnung von  $R_d$  sind (siehe auch Tabelle 8):

■ **Glasart und Einwirkungsdauer**

Generell wird zwischen thermisch vorgespannten Scheiben und nicht thermisch vorgespannten Scheiben unterschieden. Bei ersteren ist der Bauteilwiderstand unabhängig von der Einwirkungsdauer, bei nicht thermisch vorgespannten Scheiben müssen die Einwirkungsdauern „ständig“, „mittel“ und „kurz“ berücksichtigt werden. Für eine Biegebeanspruchung von thermisch nicht vorgespannten Glaskanten ist eine Abminderung des Bauteilwiderstandes erforderlich. Unabhängig vom Werkstoff darf der Bauteilwiderstand aufgrund der erhöhten Redundanz von Verbundglas um 10 % erhöht werden.

■ **Art der Konstruktion**

In Abhängigkeit der Konstruktionsart wurde ein so genannter Konstruktionsbeiwert  $k_c$  eingeführt. Dieser

Faktor passt das Sicherheitsniveau der DIN 18008-2 in der Form an, dass für alle linienförmig gelagerten Verglasungen das bisher übliche Niveau für viele Anwendungsbereiche gehalten wird und keine dickeren oder höherfesten Glasscheiben notwendig werden.

Die DIN 18008 verweist hinsichtlich der charakteristischen Festigkeitswerte  $f_k$  auf die Produktnormen oder Zulassungen. Die wichtigsten charakteristischen Festigkeitswerte von zugelassenen Flachglasprodukten sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Auf Basis des Bauteilwiderstandes  $R_d$  werden auch rechnerische Nachweise für Ausfallszenarien in Abhängigkeit der Anwendung gefordert. Diese Nachweise sind unter Kapitel 7.2.9 „Nachweis der Resttragfähigkeit“ erläutert.

Beispielhaft sind in Tabelle 10 Bauteilwiderstände für ESG und TVG angegeben, Tabelle 11 bezieht sich auf Floatglas und unterscheidet hier unterschiedliche Einwirkungsdauern. Im Unterschied zur TRLV gibt es keine Erhöhungswerte mehr für z. B. kleinformatige Isolierglasscheiben.

■ Tab 8: **Vorgaben der DIN 18008 für die Berechnung des Bauteilwiderstandes  $R_d$ , der Spannung und der Verformung**

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Definition des Tragfähigkeitskriteriums $R_d$	
	Thermisch vorgespanntes Glas	Nicht thermisch vorgespanntes Glas
	$R_d = \frac{k_c \cdot f_k}{\gamma_M}$	$R_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M}$
		$k_{mod}$ in Abhängigkeit der Einwirkungsdauer: $k_{mod,ständig} = 0,25$ $k_{mod,mittel} = 0,4$ $k_{mod,kurz} = 0,7$
		Abminderungsfaktor Glaskante = 0,8
	Erhöhungsfaktor für VSG und VG = 1,1	
	<b>Berechnung von Glasplatten:</b> Die positiven Effekte einer geometrischen Nichtlinearität (wie z. B. bei Glasplatten) dürfen berücksichtigt werden. Da sich die vorliegenden Normteile alle auf Platten beziehen, liegt eine geometrisch lineare Betrachtung immer auf der sicheren Seite, nichtlineare Ansätze können herangezogen werden, wenn z. B. die Verformungsgrenzen überschritten werden. Der Einfluss des Schubverbundes darf nach DIN 18008-1 nicht angesetzt werden. Zu ergänzen ist hier jedoch, dass bei der Verwendung von Verbundglas mit nachgewiesenem Schubverbund ein Schubverbund entsprechend Zulassung angesetzt werden darf. Die derzeit vorliegenden Zulassungen beziehen sich noch auf die TRLV und es sind hier zulässige Spannungen angegeben. Diese sind entsprechend der Einwirkungsdauer durch $R_d$ zu ersetzen. Da bisher nur Schubsteifigkeiten für kurzzeitig wirkende Lasten in den AbZ angegeben sind, dürfen diese folglich nur bei kurzzeitig wirkenden Einwirkungsdauern berücksichtigt werden. Ausgangspunkt ist immer die Schubsteifigkeit G, die dann Eingang findet in ein Sandwich-Rechenmodell. Die Verwendung von vereinfachten Berechnungsformeln (z. B. effektive Dicken oder „Shear transfer factors“) wird nicht empfohlen, da diese Formeln nur zum Teil den Größeneffekt der Platten berücksichtigen.	
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	$k_c = 1,8$ ohne thermische Vorspannung $k_c = 1,0$ mit thermischer Vorspannung Kein statischer Nachweis ist erforderlich für allseitig linienförmig gelagerte Vertikalverglasungen aus Mehrscheiben-Isolierglas mit alleiniger Beanspruchung aus Wind, Eigengewicht und klimatischen Lasten mit folgenden Bedingungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Glaserzeugnis: Floatglas, TVG, ESG/ESG-H</li> <li>■ Fläche <math>\leq 1,6 \text{ m}^2</math></li> <li>oder VSG aus diesen Produkten</li> <li>■ Scheibendicke <math>d \geq 4 \text{ mm}</math></li> <li>■ Differenz der Scheibendicken <math>\leq 4 \text{ mm}</math></li> <li>■ Scheibenzwischenraum <math>\leq 16 \text{ mm}</math></li> <li>■ Charakteristische Windlast <math>\leq 0,8 \text{ kN/m}^2</math></li> </ul> Das erhöhte Bruchrisiko bei kleinen Isolierglas-Scheiben ist hier zu beachten.	
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	$k_c = 1,0$ unabhängig von der Glasart Die Norm stellt Mindestanforderungen an ein Berechnungsmodell zur Abbildung der Punkthalter und der Verglasung. Hierzu gehören z. B. Konvergenzuntersuchungen und die Verwendung von Finiten-Elementen. Hierbei ist zu beachten, dass Grenzfallbetrachtungen „statisch verschieblich“ und „statisch unverschieblich“ in der Ebene erforderlich sind.	
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	Zusätzlich zu Windlasten sind horizontale Verkehrslasten entsprechend der Nutzungskategorie nach DIN EN 1991 zu berücksichtigen. Diese Kategorien (A bis D) sind nicht mit den Kategorien A, B und C der Absturzsicherung zu verwechseln. Die Nutzungskategorie orientiert sich an der Art der Nutzung (Wohn-, Büro- oder Verkaufsfläche oder z. B. besondere Situationen wie Personenansammlungen) und nicht an der Art der Konstruktion (z. B. raumhohe Verglasung oder eingespannte Brüstungsverglasung).	
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	Alle Scheiben werden als intakt angenommen. Die Belastung orientiert sich hier auch an der Nutzungskategorie nach DIN EN 1991-1-1 und DIN EN 1991-1-1/NA. Es ist ein Nachweis für eine Flächenlast $q$ und eine Einzellast $Q$ in ungünstiger Laststellung mit einer Lastverteilungsfläche von $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ zu führen. Bei Treppen und Podesten kann von einer kurzzeitigen Einwirkungsdauer mit $k_{mod} = 0,7$ für nicht thermisch vorgespannte Gläser ausgegangen werden, bei abweichenden Beanspruchungsdauern ist $k_{mod}$ entsprechend anzupassen.	

■ Tab 9: **Charakteristische Festigkeiten entsprechend der Produktnormen**

Produkt	Regelwerke	Charakteristische Festigkeit $f_k$
Floatglas	DIN EN 572-9; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.10	45 N/mm <sup>2</sup>
TVG	AbZ Z-70.3-55; DIN EN 1863-1	70 N/mm <sup>2</sup>
TVG emailliert	AbZ, Z-70.3-55, Emaille auf Zugseite; DIN EN 1863-1	45 N/mm <sup>2</sup>
ESG	DIN EN 12150-1; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.12	120 N/mm <sup>2</sup>
ESG emailliert	DIN EN 12150-1; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.12	90 N/mm <sup>2</sup>
Ornamentglas	DIN EN 572-9; BRL A, Teil 1 lfd. Nr. 11.10	25 N/mm <sup>2</sup>

■ Tab 10: **Beispiel: Bauteilwiderstände für ESG und TVG**

	ESG	TVG
Mono	$\frac{120}{1,5} = 80 \text{ N/mm}^2$	$\frac{70}{1,5} = 46,7 \text{ N/mm}^2$
VG oder VSG	$\frac{120}{1,5} \cdot 1,1 = 88 \text{ N/mm}^2$	$\frac{70}{1,5} \cdot 1,1 = 51,3 \text{ N/mm}^2$

**Anmerkung:** Auf den ersten Blick erscheinen die Werte höher als die gewohnten Werte der TRLV, jedoch ist eine direkte Vergleichbarkeit der Bauteilwiderstände nicht gegeben, da auch auf der Einwirkungsseite die Beanspruchungen durch die Teilsicherheitsbeiwerte erhöht werden.

■ Tab 11: **Beispiel: Bemessungswerte des Tragwiderstandes ( $R_d$ ) für Floatglas mit  $k_c = 1,8$**

	ED	Float Plattenbeanspruchung	Float Kantenbeanspruchung
Mono	Ständig	11,25 N/mm <sup>2</sup>	9,00 N/mm <sup>2</sup>
	Mittel	18,00 N/mm <sup>2</sup>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
	Kurz	31,50 N/mm <sup>2</sup>	25,20 N/mm <sup>2</sup>
VG oder VSG	Ständig	12,40 N/mm <sup>2</sup>	9,90 N/mm <sup>2</sup>
	Mittel	19,80 N/mm <sup>2</sup>	15,90 N/mm <sup>2</sup>
	Kurz	34,70 N/mm <sup>2</sup>	27,70 N/mm <sup>2</sup>

**Anmerkung 1:** Die Werte gelten nur für allseitig linienförmig gelagerte Vertikalverglasungen. Bei einer

Kombination von Linienlagerung und Klemmhaltern müssen die Werte mit  $k_c = 1,0$  berechnet werden.

**Anmerkung 2:** Diese Werte gelten auch für die Verwendung von Floatglas als MIG.

## 7.2.7 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

$$E_d \leq C_d$$

bezieht sich bei Glas auf eine Beschränkung der Durchbiegungen. Als Einwirkungskombination wird die

seltene Kombination (siehe Kapitel 7.2.4) verwendet. Das Gebrauchstauglichkeitskriterium hängt von der Art der Verglasung ab: In der Regel sind die Verformungen immer auf L/100 begrenzt, nur bei begehbaren Verlasungen gilt L/200 (siehe Tabelle 12).

■ Tab 12: **Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit in Abhängigkeit der Lagerung und der Verwendung**

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Definition des Gebrauchstauglichkeitskriteriums $C_d$ als Verformungsnachweis
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Allgemein: <math>C_d = L/100</math> (evtl. höhere Anforderungen der Isolierglas-Hersteller sind zu beachten)                      Alternativ bei Vertikalverglasungen:                      Nachweis, dass durch die Sehnenverkürzung eine Mindestauflagerbreite von 5 mm nicht unterschritten wird.</p> $s = \sqrt{L^2 - \frac{16}{3} h^2}$ <p>mit                      Formel zu Berechnung der Sehnenlänge:                      h = Durchbiegung                      L = Länge in Haupttragrichtung der Scheibe                      Sehnenverkürzung <math>\Delta s = L - s</math>                      Berechnung der Durchbiegung:                      Hier wird auf die Ausführungen in Tabelle 15 und Tabelle 8 hingewiesen.</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p><math>C_d = L/100</math>                      Falls bei Klemmaltern ein geringerer Glaseinstand und eine kleinere Klemmfläche gewählt werden als es die konstruktiven Vorgaben erfordern, ist ein Mindestglaseinstand von 8 mm auch im verformten Zustand zu gewährleisten (die Summe der Sehnenverkürzung ist nur einer Seite zuzurechnen).                      Anforderungen an das Rechenmodell:                      s. Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.</p>
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	Als Belastung sind hier zusätzlich zu den Windlasten auch Holmlasten anzusetzen.
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	<p>Alle Glasschichten dürfen als intakt für diesen Nachweis angenommen werden.  <math>C_d = L/200</math></p>

### 7.2.8 Nachweis der Stoßsicherheit

Ein Nachweis der Stoßsicherheit ist nur bei absturzsichernden, begehbaren und zu Instandhaltungszwecken betretbaren Verglasungen erforderlich. Er erfasst z. B. den Fall einer Person gegen eine Verglasung (z. B. Absturzsicherung) oder aber das Ausrutschen einer Person auf einer Verglasung (z. B. Begehbare). Bei absturzsichernden Verglasungen geht man von einem weichen Stoß aus, für begehbare Verglasungen wird die Bruchgefahr durch harte Gegenstände betrachtet.

Die Verglasung wird zuerst im Grenzzustand der Tragfähigkeit und

der Gebrauchstauglichkeit für die vorhandenen Lasten statisch nachgewiesen, im Anschluss daran erfolgt der Nachweis der Stoßsicherheit. Dieser Nachweis ist nicht nur alleine für die Verglasung, sondern auch für die unmittelbare Befestigung (z. B. Pressleisten) zu führen. Die Vorgehensweisen entsprechend DIN 18008-4 und DIN 18008-5 sind in Tabelle 13 zusammengestellt. Insbesondere DIN 18008-4 erweitert das bisherige Vorgehen entsprechend TRAV, da für linienförmig gelagerte Verglasungen auch die Möglichkeit des rechnerischen Nachweises gegeben wird. Dieser bezieht sich jedoch

nur auf das Glas; die unmittelbare Befestigung muss separat nachgewiesen werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfahrungswerte wurden die bekannten Tabellen der TRAV mit Konstruktionen, die eine nachgewiesene Stoßsicherheit aufweisen, erweitert. Die Randbedingungen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. Falls hier Abweichungen vorliegen, geben beide Normteile ein detailliertes Prüfverfahren vor. Es ist hier zu erwarten, dass dann auch für begehbare Verglasungen von Baubehörden ein AbP als Regelungsinstrument eingeführt wird.

■ Tab 13: **Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung (Teil I)**

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	<p>Menschenanprall, weicher Stoß</p> <p>Nachweis von Glasaufbau und unmittelbarer Befestigung durch</p> <p>a) experimentellen Nachweis nach Teil 4, Anhang A: Durch einen Versuch werden das Glas und die zugehörige Befestigung zusammen nachgewiesen <b>oder</b> durch</p> <p>b) Einhaltung der konstruktiven Bedingungen nach Teil 4, Anhang B: Dieser Nachweis bezieht sich nur auf das Glas!</p> <p>c) rechnerischen Nachweis nach Teil 4, Anhang C: Dieser Nachweis bezieht sich nur auf das Glas oder durch</p> <p>d) Nachweis der unmittelbaren Befestigung nach Teil 4, Anhang D.</p> <p>Bei Scheiben schmaler als 300 mm der Kategorie A bzw. schmaler als 500 mm der Kategorien B und C ist kein Nachweis der Stoßsicherheit erforderlich.</p> <p>Zu beachten ist, dass durch b) und c) nicht die unmittelbare Befestigung nachgewiesen wird, hier ist dann entweder ein Nachweis nach a) oder d) zusätzlich erforderlich.</p> <p>Rechnerischer Nachweis: Das rechnerische Verfahren ist generell nur bei linienförmig gelagerten Verglasungen der Kategorien A oder C anwendbar. Die Anwendungsgrenzen sind in der Norm angegeben. Es steht ein vereinfachtes Handrechenverfahren zu Verfügung, oder aber es darf eine Simulation des Stoßvorganges durchgeführt werden.</p>

■ Tab 13: **Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung (Teil II)**

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: linienförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen der Kategorien A und C nach DIN 18008-4 Anhang B.1										
Kat.	Typ	Lager	Breite [mm]		Höhe [mm]		Glasaufbau von der Angriffs- zur Absturzseite [mm]	Zeile		
A	MIG	Allseitig	500	1300	1000	2500	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	1		
			1000	2000	500	1300	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	2		
			900	2000	1000	3000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	3		
			1000	2500	900	2000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	4		
			1100	1500	2100	2500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	5		
			2100	2500	1100	1500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	6		
			900	2500	1000	4000	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	7		
			1000	4000	900	2500	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	8		
			300	500	1000	4000	4 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	9		
			300	500	1000	4000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/4 ESG	10		
	Einfach	Allseitig	500	1200	1000	2000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	11		
			500	2000	1000	1200	6 FG/0,76 PVB/6 FG	12		
			500	1500	1000	2500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	13		
			500	2500	1000	1500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	14		
			1000	2100	1000	3000	10 FG/0,76 PVB/10 FG	15		
			1000	3000	1000	2100	10 FG/0,76 PVB/10 FG	16		
			300	500	500	3000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	17		
C1 und C2	MIG	Allseitig	500	2000	500	1100	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	18		
			500	1500	500	1100	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/6 ESG	19		
	Einfach	Allseitig	Zweiseitig oben und unten	1000	bel.	500	1100	6 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	20	
				500	2000	500	1100	5 FG/0,76 PVB/5 FG	21	
				1000	bel.	500	800	6 FG/0,76 PVB/6 FG	22	
				800	bel.	500	1100	5 ESG/0,76 PVB/5 ESG	23	
		Zweiseitig links und rechts	Allseitig	Zweiseitig oben und unten	800	bel.	500	1100	8 FG/0,76 PVB/8 FG	24
					500	800	1000	1100	6 FG/0,76 PVB/6 FG	25
					500	1100	800	1100	6 ESG/0,76 PVB/6 ESG	26
					500	1100	800	1100	8 FG/1,52 PVB/8 FG	27
C3	MIG	Allseitig	500	1500	1000	3000	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	28		
			500	1300	1000	3000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/12 ESG	29		
	Einfach	Allseitig	500	1500	1000	3000	5 FG/0,76 PVB/5 FG	30		

Weitere Bedingungen:

- Eine Abweichung von der Rechteckform ist zulässig.
- Der Mindestglaseinstand bei zweiseitig linienförmig gelagerten Verglasungen beträgt 18 mm.
- Der Mindestglaseinstand bei allseitig linienförmig gelagerten Verglasungen beträgt 12 mm.
- Klemmleisten müssen aus Metall bestehen und hinreichend steif sein, der Verschraubungsabstand darf 300 mm nicht überschreiten. Das System muss hinsichtlich der Stoßsicherheit nach Teil 4, Anhang D.1 nachgewiesen sein.
- Bohrungen und Ausschnitte in der Verglasung sind unzulässig.
- Scheibenzwischenraum:  $12 \text{ mm} \leq \text{SZR} \leq 20 \text{ mm}$ .
- Glas und Foliendicken dürfen überschritten werden.
- Floatglas darf durch TVG ersetzt werden.
- Festigkeitsreduzierende Emailierungen sind unzulässig.

Im Scheibenzwischenraum der oben angegebenen Zweiseiben-Isoliergläser der Zeilen 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 18, 20 und 28 dürfen ESG- oder ESG-H-Scheiben angeordnet werden.

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

MIG = Mehrscheiben-Isolierverglasung; SZR = Scheibenzwischenraum; FG = Floatglas; ESG = Einscheiben-Sicherheitsglas; PVB = Polyvinylbutyral-Folie; bel. = beliebig

■ Tab 13: **Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit in Abhängigkeit der Verwendung (Teil III)**

Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: punktförmig gelagerte absturzsichernde Verglasungen der Kategorien A und C nach DIN 18008-4 Anhang B.2			
Kat.	VSG-Aufbau [mm] mit $d_{PVB} = 1,52$ mm	Max. Abstand benachbarter Punkthalter in x-Richtung [mm]	Max. Abstand benachbarter Punkthalter in y-Richtung [mm]
A	2 x 10 TVG	1200	1600
	2 x 8 ESG	1200	1600
	2 x 10 ESG	1600	1800
	2 x 10 ESG	800	2000
C	2 x 6 TVG	1200	700
	2 x 8 TVG	1600	800
	2 x 6 ESG	1200	700
	2 x 8 ESG	1600	800

Weitere Bedingungen:

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

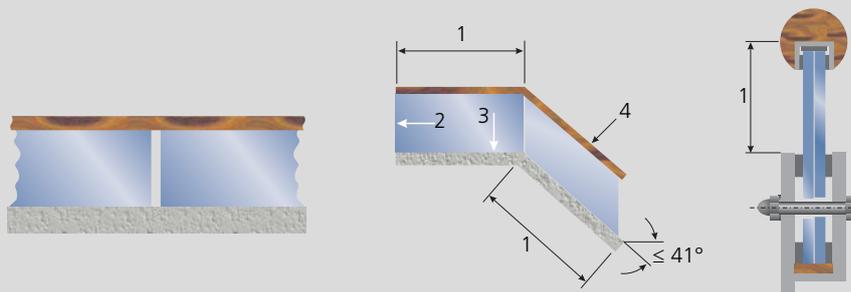
Anmerkung:

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

### Absturzsichernde Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit: absturzsichernde Verglasungen der Kategorie B nach DIN 18008-4 Anhang B.3

Bedingungen:

- Ebene Glasscheiben.
- Bohrungen und Ausschnitte in der Verglasung sind neben den Bohrungen am Fußpunkt unzulässig.
- Festigkeitsreduzierende Emaillierungen sind unzulässig.
- VSG aus 2 x 10 mm ESG oder 2 x 10 mm TVG mit  $d_{PVB} = 1,52$  mm.
- Abmessungen:  $500 \text{ mm} \leq b \leq 2000 \text{ mm}$ , freie Kragarmlänge  $\leq 1100 \text{ mm}$ .



Die Details bezüglich des Handlaufs und der Einspannkonstruktion sind der DIN 18008-4 zu entnehmen.

Anmerkung:

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.

## 7.2.9 Nachweis der Resttragfähigkeit

Der Nachweis der Resttragfähigkeit betrachtet einen möglichen Bruch von Glasschichten, der beim spröden Werkstoff Glas auch ohne Vorankündigung durch Verformungen auftreten kann. Das Risiko von herabfallenden Glasscherben oder aber das Verletzungsrisiko wird hierdurch minimiert. Die Vorgaben orientieren sich an langjährigen Erfahrungen und in der Praxis bewährten Konstruktionen.

Alle Normteile enthalten Vorgaben, die sich entweder auf konstruktive Vorgaben beziehen (z. B. zulässige Glasart oder Glasaufbau) oder aber zusätzliche rechnerische Nachweise für ein „Ausfallszenario“ erfordern. In Tabelle 14 sind diese Anforderungen getrennt nach den Normteilen zusammengefasst. Für eine linienförmige absturz sichernde Verglasung müssen dann z. B. die Forderungen der DIN 18008-2 und DIN 18008-4 erfüllt werden.

Bisher wurde nur ein Resttragfähigkeitsversuch für begehbbare Verglasungen in DIN 18008-5 definiert. Falls bei einer anderen Anwendung die konstruktiven Vorgaben nicht eingehalten werden, sind die Versuchsbedingungen mit den Obersten Baubehörden abzusprechen und eine Zustimmung im Einzelfall zu beantragen.

■ Tab 14: **Vorgaben der DIN 18008-5 zum Nachweis der Stoßsicherheit und der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung**

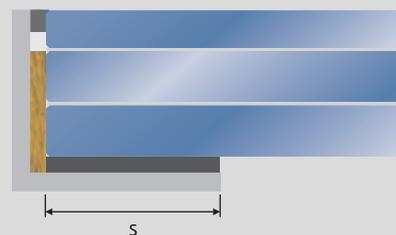
Normteil		Nachweis der Stoßsicherheit	
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbbare Verglasungen		Ausrutschen, Fall von Gegenständen, harter Stoß a) Bauteilversuche (siehe DIN 18008-5 Anhang A) b) Einhaltung von konstruktiven Randbedingungen (siehe DIN 18008-5 Anhang B)	
Begehbbare Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit nach DIN 18008-5			
Max. Länge [mm]	Max. Breite [mm]	VSG-Aufbau [mm] mit $d_{pVB} = 1,52 \text{ mm}$	Mindestauflagertiefe $s$ [mm]
1500	400	8 TVG / 10 FG / 10 FG	30
1500	750	8 TVG / 12 FG / 12 FG	30
1250	1250	8 TVG / 10 TVG / 10 TVG	35
1500	1500	8 TVG / 12 TVG / 12 TVG	35
2000	1400	8 TVG / 15 FG / 15 FG	35

Weitere Bedingungen:

- Für von der Rechteckform abweichende Verglasungen gelten die Abmessungen des umschließenden Rechtecks.
- Größere Scheiben dürfen verwendet werden, wenn diese durch kontinuierliche Zwischenstützungen unterteilt werden, sodass die oben genannten maximalen Abmessungen von jedem Feld eingehalten werden.
- Linienförmige Lagerung entsprechend Abbildung mit einem Schutz der Glaskanten gegen Stöße.
- FG darf auch durch TVG ersetzt werden. Die oberste Scheibe darf auch in ESG oder ESG-H ausgeführt werden. Nur die oberste Scheibe darf eine festigkeitsreduzierende Oberflächenbehandlung aufweisen
- Auflagerzwischenlagen: Silikon oder EPDM, dauerelastisch mit einer Shore-A-Härte von 60 bis 80,  $d = 5$  bis 10 mm.

Anmerkung:

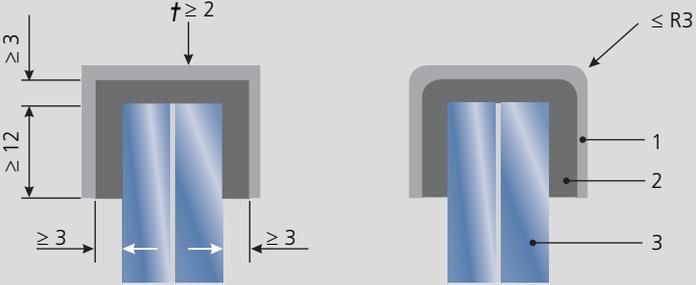
Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit müssen ebenfalls geführt werden.



■ Tab 15: **Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung (Teil I)**

Normteil	Rechnerischer Nachweis „Ausfallszenario“, Versuche und zusätzliche konstruktive Regeln																								
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	—																								
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p><b>Horizontalverglasungen:</b> Rechnerischer Nachweis Horizontale Isolierverglasung: Nachweis der unteren Scheibe für den Ausfall der oberen Scheibe. Konstruktive Vorgaben für Horizontalverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einfachverglasungen oder untere Scheibe von Isolierverglasungen nur VSG aus Floatglas oder VSG aus teilvorgespanntem Glas oder Drahtglas.</li> <li>■ Bohrungen oder Ausschnitte dürfen ausreichende Resttragfähigkeit nicht beeinträchtigen.</li> <li>■ VSG-Scheiben aus TVG dürfen Bohrungen im Bereich der Befestigung haben!</li> <li>■ VSG-Scheiben mit einer Stützweite von mehr als 1,2 m sind allseitig zu lagern. <math>d_{pVB} \geq 0,76</math> mm.</li> <li>■ bei Stützweite <math>L \leq 0,8</math> m auch <math>d_{pVB} = 0,38</math> mm zulässig</li> <li>■ Drahtglas nur bei <math>L \leq 0,7</math> m, Glaseinstand mindestens 15 mm, Kanten müssen abtrocknen können!</li> </ul> <p><b>Vertikalverglasungen (nur konstruktive Vorgaben):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einbauhöhe &gt; 4 m: grob brechende Glasarten müssen allseitig gelagert sein. ESG ist als ESG-H auszuführen (auch bei MIG).</li> </ul>																								
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p><b>Konstruktive Vorgaben für Horizontalverglasungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bei der Verwendung von Tellerhaltern ist nur eine VSG-Verglasung aus 2 x TVG (keine Isolierverglasung) zulässig.</li> <li>■ Die Mindestdicke der Einzelscheiben beträgt 6 mm.</li> <li>■ Die Mindestdicke der PVB-Folie beträgt <math>d = 1,52</math> mm.</li> <li>■ Ausschnitte zwischen den Haltern sind nicht zulässig.</li> <li>■ Der freie Rand darf höchstens 300 mm über die Halter auskragen.</li> <li>■ Eine Kombination von Tellerhaltern und linienförmiger Lagerung ist zulässig, die genauen Regelungen sind DIN 18008-3 zu entnehmen.</li> <li>■ Bei folgenden Systemen ist von einer ausreichenden Resttragfähigkeit auszugehen, unter der Voraussetzung, dass keine Zusatzanforderungen (z. B. Betretbarkeit zu Reinigungszwecken) zu erfüllen sind:</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="border: none;">Tellerdurchmesser [mm]</th> <th style="border: none;">Glasdicke TVG</th> <th style="border: none;">Stützweite Richtung 1 [mm]</th> <th style="border: none;">Stützweite Richtung 2 [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;">70</td> <td style="border: none;">2 x 6</td> <td style="border: none;">900</td> <td style="border: none;">750</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">60</td> <td style="border: none;">2 x 8</td> <td style="border: none;">950</td> <td style="border: none;">750</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">70</td> <td style="border: none;">2 x 8</td> <td style="border: none;">1100</td> <td style="border: none;">750</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">60</td> <td style="border: none;">2 x 10</td> <td style="border: none;">1000</td> <td style="border: none;">900</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">70</td> <td style="border: none;">2 x 10</td> <td style="border: none;">1400</td> <td style="border: none;">1000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Punktförmige Klemmungen sind im Überkopfbereich nur in Kombination mit einer linienförmigen Lagerung für Druckbelastung zulässig. Die Klemmhalter wirken auf Sog, der maximale lichte Abstand beträgt 300 mm, die Klemmfläche je Halter muss größer sein als 1000 mm<sup>2</sup> und der minimale Glaseinstand beträgt 25 mm. Die Mindestglasaufbauten und maximalen Abstände der hier dargestellten Tabelle gelten dann entsprechend. Für reine Klemmhalter als Horizontalverglasung gibt es keine Regelungen, sodass hier eine ZiE mit Resttragfähigkeitsversuchen notwendig wäre!</p> <p><b>Konstruktive Vorgaben für Vertikalverglasungen:</b> VSG aus ESG, ESG-H oder TVG (gebohrt oder geklemmt) Klemmhalter: ESG-H <math>d_{min} = 6</math> mm, MIG aus ESG-H, TVG, Floatglas oder VSG aus den zuvor genannten Produkten, VSG aus Floatglas Kombination aus linienförmig nach Teil 2 und punktförmig: Innenwinkel max. 120°</p>	Tellerdurchmesser [mm]	Glasdicke TVG	Stützweite Richtung 1 [mm]	Stützweite Richtung 2 [mm]	70	2 x 6	900	750	60	2 x 8	950	750	70	2 x 8	1100	750	60	2 x 10	1000	900	70	2 x 10	1400	1000
Tellerdurchmesser [mm]	Glasdicke TVG	Stützweite Richtung 1 [mm]	Stützweite Richtung 2 [mm]																						
70	2 x 6	900	750																						
60	2 x 8	950	750																						
70	2 x 8	1100	750																						
60	2 x 10	1000	900																						
70	2 x 10	1400	1000																						

■ Tab 15: **Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung (Teil II)**

Normteil	Rechnerischer Nachweis „Ausfallszenario“, Versuche und zusätzliche konstruktive Regeln
<p>Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen</p>	<p><b>Rechnerischer Nachweis (nur für Kategorie B):</b>            Außergewöhnliche Einwirkung im Sinne von DIN EN 1990 und DIN EN 1990/NA            Ausfall eines beliebigen Elementes der Glasbrüstung            a) Ungeschützte Kanten: Szenario „komplette Glasscheibe fällt aus“            b) Geschützte Kanten: Szenario „eine Schicht der VSG-Scheibe fällt aus“ Handlauf muss in der Lage sein, die Holmlasten auf die Nachbarelemente, Endpfosten oder die Verankerung am Gebäude zu übertragen.            Konstruktive Vorgaben:            Kategorien A und C: Zugängliche freie Glaskanten müssen durch einen mechanischen Schutz („Kantenschutzprofil“) oder angrenzende Bauteile (Wände, Decken, benachbarte Scheiben, Abstand kleiner 30 mm) geschützt werden. Bei durch Tellerhalter gelagerten Scheiben darf hierauf verzichtet werden, da diese eine gute Resttragfähigkeit gewährleisten. In DIN 18008-4 Anhang D ist ein Kantenschutz beschrieben, falls hiervon abgewichen wird, enthält DIN 18008-4 Anhang E ein Prüfverfahren zur Überprüfung der Funktionalität eines Kantenschutzes.            Die Anforderungen an den Kantenschutz können der DIN 18008-4 entnommen werden.</p> 
<p>Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen</p>	<p><b>Rechnerischer Nachweis:</b>            Außergewöhnliche Einwirkungskombination für den Fall, dass die obere Scheibe gebrochen ist.  <b>Resttragfähigkeitsnachweis:</b>            a) Bauteilversuche (siehe Teil 5, Anhang A)            b) Einhaltung von konstruktiven Randbedingungen (siehe Teil 5, Anhang B)            c) Konstruktive Maßnahmen (z. B. durchsturzsichernde Zusatzkonstruktion, die ein Herabfallen von Glassplittern auf Verkehrsflächen verhindern.</p>

### 7.2.10 Vorgehen bei der Bemessung

Anhand der Vorgehensweise in Tabelle 16 kann schrittweise eine Bemessung nach DIN 18008 erfolgen. Wie beschrieben beinhaltet diese Bemessung nicht die alleinige

Ermittlung der statisch erforderlichen Dicke, sondern auch Nachweise für die Stoßsicherheit und die Resttragfähigkeit.

■ Tab 16: Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008

	Vorgehen
<p>Die Anwendung ist beschrieben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lagerung</li> <li>■ Einbau</li> <li>■ Zusatzanforderungen (Absturzsicherung oder Betretbarkeit)</li> </ul>	<p>Festlegung der geltenden Normteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ DIN 18008-1 ist immer gültig.</li> <li>■ DIN 18008-2 ist anzuwenden bei linienförmiger Lagerung, DIN 18008-3 gilt bei punktförmiger oder kombinierter Lagerung aus linienförmig und punktförmig.</li> <li>■ Die weiteren Normteile sind dann bei Zusatzanforderungen wie z. B. Absturzsicherung oder Begehbarkeit zu beachten (DIN 18008-4 oder DIN 18008-5).</li> </ul>
<p>Wahl der Glasart und Auflagerbedingungen</p>	<p>Dimensionierung der Auflager und Wahl der Glasart nach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tabelle 3: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze</li> <li>■ Tabelle 13: Zusatzanforderungen für den Nachweis der Stoßsicherheit</li> <li>■ Tabelle 14: Konstruktive Regeln in Abhängigkeit der Einbauneigung für den Nachweis der Resttragfähigkeit</li> </ul>
<p>Belastung</p>	<p>Eigengewicht <math>g</math>, Schnee <math>s</math>, Wind <math>w</math> und Verkehrslasten nach Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke [13] Klimalast bei MIG nach DIN 18008-1: Die Lastansätze sind evtl. zu überprüfen (z. B. bei Verwendung in hohen geodätischen Höhen oder aber auch bei einer hohen Wärmeabsorption der Verglasung). Das vereinfachte Berechnungsverfahren nach DIN 18008-2 gilt nur bei rechteckigem 2-fach-MIG.</p>
<p>Möglichkeit A) Geometrisch lineare Berechnung der Spannungen und Verformungen</p>	<p>Lastaufteilung Bei monolithischen Scheiben: nicht notwendig Bei Verbundglasscheiben: a) ohne Verbund: Aufteilung der Belastung entsprechend der Einzelsteifigkeit der Scheiben b) mit Verbund: keine Lastaufteilung, da die Scheibe als Paket mit vollem Verbund berechnet wird. Bei Isolierglas-Scheiben: Grenzfallbetrachtung für ohne und vollen Verbund, Lastaufteilung nach DIN 18008-2 für rechteckige 2-fach-MIG oder sonst nach Feldmeier [8, 9]. Einwirkungskombinationen Für die einzelnen Lastanteile werden die Spannungen und Verformungen getrennt ermittelt und die Einwirkungskombinationen dann auf Basis der Spannungen und Verformungen berechnet. Falls es sich z. B. nur um Flächenlasten handelt, können auch vorab die Einwirkungskombinationen auf Basis der Belastungen berechnet werden. Bei nicht thermisch vorgespannten Glasscheiben müssen diese für die Einwirkungs-dauern ständig, mittel und kurz ermittelt werden. Beispielhaft für ein Verbundglas im Überkopfbereich für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (vgl. Kapitel 7.2.4 ff.): <math>E_d \text{ ständig} = 1,35 g</math> <math>E_d \text{ mittel} = 1,35 g + 1,5 s</math> <math>E_d \text{ kurz} = \max 1,35 g + 1,5 s + 1,5 \cdot 0,6 \cdot w_{\text{Druck}}</math> <math>= 1,35 g + 1,5 w_{\text{Druck}} + 1,5 \cdot 0,5 s</math></p>
<p>Möglichkeit B) Geometrisch nichtlineare Berechnung der Spannungen und Verformungen</p>	<p>Bei einer nichtlinearen Berechnung müssen die Spannungen und Verformungen immer für die Einwirkungskombination auf Basis der Belastungen berechnet werden, da eine lineare Überlagerung der Lasten hier nicht möglich ist.</p>
<p>Berechnung der Bauteilwiderstände Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit <math>E_d &lt; R_d</math></p>	<p><math>R_d</math> wird gemäß Tabelle 8 berechnet <math>E_d &lt; R_d</math></p>

■ Tab 16: **Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008 (Forts.)**

	Vorgehen
Berechnung des Grenzkriteriums und Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	<p><math>C_d</math> wird gemäß Tabelle 12 berechnet:  <math>E_d &lt; C_d</math></p> <p>Falls der Nachweis der Verformungen berechnet mit linearer Plattentheorie nicht erfüllt wird, kann für die entsprechende Einwirkungskombination ein nichtlinearer Nachweis geführt werden. Eine lineare Überlagerung der Einzelanteile ist hier nicht möglich, sondern die Spannungen und Verformungen sind bei gleichzeitigem Wirken aller Lastanteile zu berechnen. Bei MIG ist es sinnvoll, diesen Nachweis für das gesamte Scheibenpaket mit einer entsprechenden Software durchzuführen, da dann die Ermittlung der Klimalasten und die Lastkopplung auf Basis der nichtlinearen Berechnungstheorie erfolgen kann.</p>
Nachweis der Resttragfähigkeit	Falls neben der Einhaltung der konstruktiven Bedingungen aus Tabelle 15 noch ein rechnerischer Nachweis gefordert ist, ist dieser gesondert zu führen.
Nachweis der Stoßsicherheit	Falls die Konstruktion nicht durch nachgewiesene Glasaufbauten abgedeckt ist, muss ein Nachweis der Stoßsicherheit durch Versuche oder Berechnung geführt werden (vgl. Tabelle 13).

## 7.2.11 Literatur

[1]	DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln
[2]	Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV). DIBt 2006
[3]	Technische Regeln für die Bemessung und die Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen (TRPV). DIBt 2006
[4]	Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV). DIBt 2003
[5]	Anforderungen an begehbare Verglasungen, Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren. DIBt-Mitteilungen 2/2001
[6]	Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzsicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten. HVBG Februar 2001
[7]	BF-Merkblatt 009/2011: Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen. Bundesverband Flachglas
[8]	Feldmeier, F: Klimabelastung und Lastverteilung bei Mehrscheiben-Isolierglas. Stahlbau 06/2006
[9]	Feldmeier, F: Bemessung von Dreifach-Isolierglas. Stahlbau 03/2011
[10]	ETAG 002: Leitlinie für Europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
[11]	DIN EN 13022: Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasungen
[12]	DIN EN 1990:2010-12 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung DIN EN 1990/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter DIN EN 1990/NA/A1:2010-08 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Änderung A1
[13]	DIN EN 1991-1-1:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter DIN EN 1991-1-3:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter DIN EN 1991-1-4:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
[14]	Feldmann, M.; Kasper, R.; Langosch, K.: Glas für tragende Bauteile. Werner Verlag 2012
[15]	Kasper, R.; Pieplow, K.: DIN 18008 - Teil 1 und Teil 2 – Was ändert sich gegenüber der TRLV?
[16]	Kasper, R.; Pieplow, K.: DIN 18008 – Bemessungs- und Konstruktionsregeln für Bauprodukte aus Glas – Erfassung von Nutzlasten und Ausfallszenarien. Stahlbau 7/2012
[17]	Stahlbaukalender 2015: Der Eurocode – Structural Glass. Ernst & Sohn 2015
[18]	Feldmann, M.; Kasper, R.; Pieplow, K.: Bemessungsbeispiele nach DIN 18008. Ernst & Sohn 2016 (in Vorbereitung)

Abb. 2: Rechenbeispiel

Berechnung der Klimalasten für eine Dreifachisolierverglasung, 4-seitig linienförmig gelagert	
<b>Scheibenabmessung</b>	500 mm / 2000 mm
<b>Glasaufbau</b>	4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas
$\Delta p_{geo,So}$	$-7,2 \text{ kN/m}^2$
$\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}$	$-8,8 \text{ kN/m}^2$
<b>Volumen des SZR</b>	$V_{pr} = 0,5 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 0,016 \text{ m} = 0,016 \text{ m}^3$
<b>Seitenverhältnis</b>	$\frac{a}{b} = 500 \text{ mm} / 2000 \text{ mm} = 0,25$ => Tabellenwert $B_V = \frac{0,0676+0,0767}{2} = 0,0722$
<b>Volumenänderung [m<sup>3</sup> / kN/m<sup>2</sup>]</b>	$v_{p,4} = 0,0722 \cdot \frac{500^4}{70.000 \cdot 4^3} \cdot 500 \cdot 2000 / 1000^4 = 0,001007 \text{ m}^3 / (\text{kN/m}^2)$
<b>Relative Volumenänderung der Einzelscheiben</b>	$\alpha_1 = \frac{0,001007}{0,016} \cdot 100 = 6,29$ $\alpha_1 = \alpha_1^+ = \alpha_2 = \alpha_2^+$
<b>Isolierglasfaktoren <math>\varphi</math></b>	$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{1 + 6,29 + 6,29} = 0,074$
<b>Hilfswert <math>\beta</math></b>	$\beta = 1 - 0,074 \cdot 6,29 \cdot 0,074 \cdot 6,29 = 0,783$
<b>Druckdifferenzen in den Scheibenzwischenräumen</b>	$\Delta p_1 = \Delta p_2 = 0,074 \cdot \frac{1 + 0,074 \cdot 6,29}{0,783} \cdot \text{Isochorer Druck} = 0,138 \cdot \text{Isochorer Druck}$
	Die Druckdifferenzen bezogen auf die innere Scheibe wirken entgegengesetzt, so dass diese aus Klimalasten nicht beansprucht wird. Da das System symmetrisch ist, wird im Folgenden nur eine Scheibe betrachtet.
<b>Klima ständig <math>p_{geo,So,1}</math></b>	$0,138 \cdot \Delta p_{geo,So} = 0,138 \cdot 7,20 \text{ kN/m}^2 = 0,99 \text{ kN/m}^2$
<b>Klima mittel <math>p_{met+\Delta T,So,1}</math></b>	$0,138 \cdot (\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}) = 0,138 \cdot 8,80 \text{ kN/m}^2 = 1,21 \text{ kN/m}^2$
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
<b>TRLV</b>	<b>DIN 18008</b>
Klimalast $0,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,2 \text{ kN/m}^2$	$E_{d,mittel} = 1,35 \cdot 0,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,5 \cdot 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 3,15 \text{ kN/m}^2$
Berechnung der Spannungen (das System wirkt wie ein Einfeldträger)	
$a/b = 0,25 \Rightarrow k_\sigma = 0,75$	$\sigma_{max} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot p$
$\sigma_{Klimalast} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,0022 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 25,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{Ed,mittel} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00315 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 36,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
$\sigma_{zul,TRLV} = 18 \text{ N/mm}^2$	$R_{d,mittel,Float} = \frac{0,4 \cdot 45 \text{ N/mm}^2}{1,8} \cdot 1,8 = 18 \text{ N/mm}^2$
Nachweis $25,8 / 18,0 = 1,43 > 1,0$	Nachweis $36,9 / 18 = 2,05 > 1,0$
Weitere Hinweise zum verwendeten Verfahren, Tabellenwerte, usw. findet man in [14], [17] und [18].	

Abb. 3: Rechenbeispiel

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

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

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

Alle Horizontalverglasungen (Überkopfverglasungen) müssen nach Vorgaben der entsprechenden Glasbemessungsnorm DIN 18008-2 ausgeführt werden. In der Norm sind auch die zulässigen Glasarten aufgeführt.

Soll oder kann diese Norm 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 auf Anfrage 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.

Horizontalverglasungen 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: Selbstreinigendes Glas). 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 erhöht sich insbesondere bei größeren Scheibenzwischenräumen der  $U_g$ -Wert.

Die in den Typenlisten angegebenen Werte beziehen sich stets auf den vertikalen Einbau der Verglasung, das heißt 90° gegen die Horizontale.

Bitte erfragen Sie den  $U_g$ -Wert für die geneigte Verglasung unter Benennung des Neigungswinkels bei dem Hersteller.

---

## 8.2 Brüstungen/Umwehrungen

Für absturzsichernde Verglasung gelten zusätzliche Anforderungen, die in der DIN 18008-4 geregelt sind.

In der Norm werden Anforderungen für absturzsichernde Verglasung definiert, für die Kategorien A, B und C. Werden die beschriebenen Rand-

bedingungen von der Verglasung und der Halte- und Unterkonstruktion erfüllt, so entfällt die Verpflichtung zu einer Zustimmung im Einzelfall. Darüber hinaus werden in der DIN 18008-4 auch verschiedene Aufbauten beschrieben, die – sofern die Minimal- und Maximal-Ab-

messungen 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 liegen bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) vor.

Generell gilt für punktgehaltene Verglasungen die DIN 18008-3.

---

## 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. Solche Anwendungen dürfen grundsätzlich nur mit Verglasungssystemen mit dichtstofffreiem Falzgrund vorgenommen werden. Damit wird sichergestellt, dass zum Innenraum hin eine absolute Dichtheit erreicht wird. Aus diesem Grunde werden bei solchen Systemen die Glashalteleisten in der Regel von außen angebracht. In

jedem Fall ist dafür zu sorgen, dass ein gut funktionierender Dampfdruckausgleich des Glasfalzes nach außen erreicht wird. Vereinzelt kann es sogar dazu kommen, dass in den Eckbereichen des Glasfalzes eine zusätzliche Öffnung zu schaffen ist, um dem genüge zu tun. Weitere Detailinformationen sind den technischen Regeln zu entnehmen.

### 8.5.2 Thermische Belastungen

Außenverglasungen können viel Hitze durch Sonneneinstrahlung übertragen, solange die gesamte Scheibe gleichmäßig erwärmt wird und es die notwendige Zeit zur thermischen Ausdehnung gibt. Problematisch wird es jedoch, wenn nur stellenweise eine Aufheizung der Scheibe stattfindet. Dies ist der Fall, wenn sich Bäume oder nur teilweise heruntergelassene Rollos oder Jalousien vor einer Glasscheibe befinden. In solchen Fällen erhitzt besonders in der Übergangszeit die Energie der flach stehenden Sonne die Verglasung und dort, wo Schatten insbesondere nach kalten Nächten die Einstrahlung verhindert, bleibt die Scheibe kühler.

Bei normalem Floatglas darf der Temperaturunterschied zwischen erhitzten Stellen und solchen, die beschattet werden, in einer Scheibe maximal 40 K erreichen. Geht man beispielsweise von morgendlichen Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt aus, so gelingt es der Sonnenenergie, eine normale Scheibe schnell auf 40 - 50 °C zu erhitzen. Im Schattenbereich bleibt sie aber etwa etwas über 0 °C. Also ergibt sich rasch eine Differenz von mehr als 40 K, die einen Glasbruch hervorrufen kann.

Noch extremer verhält es sich bei in der Masse eingefärbten Gläsern. Hierbei, je nach Farbe und Intensität der Farbgebung, absorbiert die Scheibe zusätzlich noch einen großen Anteil an Sonnenenergie. Dabei sind Scheibenoberflächen-Temperaturen von 60 °C und mehr sehr schnell möglich. Deshalb muss in aller Regel beim Einsatz von in der Masse durchgefärbten Sonnenschutzgläsern Einscheiben-Sicherheitsglas verwendet werden. Dessen thermische Eigenschaften sind verbessert und lassen ein  $\Delta t$  von bis zu 200 K zu. Damit ist die Verglasung vor einem thermischen Bruchrisiko geschützt.

## 8.6 Selbstreinigendes Glas

Bei der Montage von selbstreinigendem Glas mit hydrophiler, eingebrannter Titanoxidschicht 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.

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

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

### 8.6.1 Richtige Nutzung von selbstreinigendem Glas

Auch Produkte mit selbstreinigender Beschichtung unterliegen der Wartung und Pflege, die durch den Nutzer erfolgt.

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

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

### 8.6.2 Selbstreinigende Gläser

#### 8.6.2.1 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.

#### 8.6.2.2 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.**

#### 8.6.2.3 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.

#### 8.6.2.4 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 Abdichtungen bei Fassaden als bei Fenstern gestellt.

Beim Ersatz von Silikonen durch Alternativwerkstoffe sollte in jedem Fall geprüft werden, ob die erforderliche Leistungsfähigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall erreicht wird. Dabei ist besonders zu berücksichtigen, dass im Fassadenbau größere Bewegungen an Fugen sowie evtl. höhere Belastungen durch direkte Bewitterung (UV-Strahlung,

Temperatur und Feuchtigkeit) als bei Fenstern zu erwarten sind.

Falls keine silikonfreien Alternativen möglich sind, ist der Einsatz von Silikon mit Kontaktmöglichkeit zur Glasbeschichtung mit dem Glashersteller abzustimmen. Solche Anwendungen können zu deutlicher Funktionsbeeinträchtigung im Kontaktbereich führen.

Um Funktionsbeeinträchtigungen zu minimieren, müssen zwei Punkte besonders beachtet werden:

■ Es muss strikt darauf geachtet werden, dass keine Verunreinigungen an den Händen auf die selbstreinigenden Glasoberflächen gelangen.

■ Es muss sichergestellt werden, dass silikonhaltige Fugen und Verklebungen nicht von Regenwasser beaufschlagt werden können.

Dies gilt insbesondere für einen Sonderfall des Fassadenbaus, die so genannten „geklebten Verglasungen“ (= structural sealant glazing), bei denen die Verbindungsfuge zwischen Glas und Rahmen statisch tragend und zusätzlich oft auch Dicht- und Dehnfuge ist.

In aller Regel muss deshalb bei Fassadenkonstruktionen die Konzeptionierung mit allen am System Beteiligten abgestimmt werden.

### 8.6.2.5 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 verringert.

### 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 durch den Einsatz von ESG reduziert werden.

### 10 Hinweise zur Produkthaftung und Garantie

Sofern einzelvertraglich nichts anderes vereinbart wurde, gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glasprodukten die unter 10.1 abgedruckte Richtlinie.

Die Messung von Farbabweichungen von Glaserzeugnissen erfolgt nach DIN 5033-1:2009-05 „Farbmessung - Teil 1: Grundbegriffe der Farbmessung“ und DIN 5033-7:2014-10 „Farbmessung - Teil 7: Messbedingungen

für Körperfarben“. Die Beurteilung der Zulässigkeit gemessener Farb-toleranzen erfolgt nach ISO 11479-2:2011-01 „Colour of façade“.

#### 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 übli-

chen 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 1: 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	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.:
	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
	Rückstände (punktförmig) im Scheibenzwischenraum (SZR):
	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
Rückstände (flächenförmig) im SZR:	max. 1 Stück $\leq 3 \text{ cm}^2$
Kratzer: Summe der Einzellängen:	max. 90 mm – Einzellänge: max. 30 mm
Haarkratzer:	nicht gehäuft erlaubt
H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc.:
	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 $< 2 \text{ mm } \emptyset$
Kratzer: Summe der Einzellängen:	max. 45 mm – Einzellänge: max. 15 mm
Haarkratzer:	nicht gehäuft erlaubt
	max. Anzahl der Zulässigkeiten wie in Zone R
R+H	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. von 0,5 bis $< 1,0 \text{ mm}$ 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  $3 \text{ mm}$  sein.

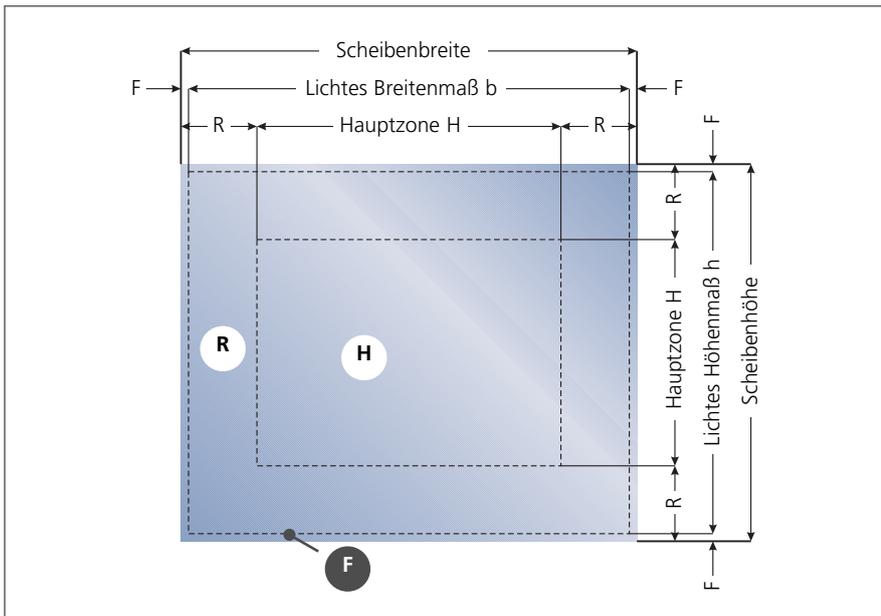
### Zulässigkeiten für Dreifach-Wärmedämmglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG):

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 teilvergespanntes 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  $0,3 \text{ mm}$  bezogen auf eine Messstrecke von  $300 \text{ mm}$  nicht überschreiten.
2. Die Verwerfung, bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas –, darf nicht größer als  $3 \text{ mm}$  pro  $1000 \text{ mm}$  Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nenndicke  $< 6 \text{ mm}$  können größere Verwerfungen auftreten.

Abb. 1: Zonen an einem Isolierglas



**F = Falzzone:**

der optisch abgedeckte Bereich im eingebauten Zustand (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen)

**R = Randzone:**

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

**H = Hauptzone:**

(strenge Beurteilung)

### 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 (angriffshemmende Verglasungen), sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

#### 10.1.4.1 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 Be-

schichtung 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

### 10.2 BF-Merkblatt für die Beurteilung von Sprossen im SZR

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von der Ad hoc Gruppe Sprossen beim Bundesverband Flachglas e.V.

© Bundesverband Flachglas e. V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Stand: 2013

#### 10.2.1 Einleitung

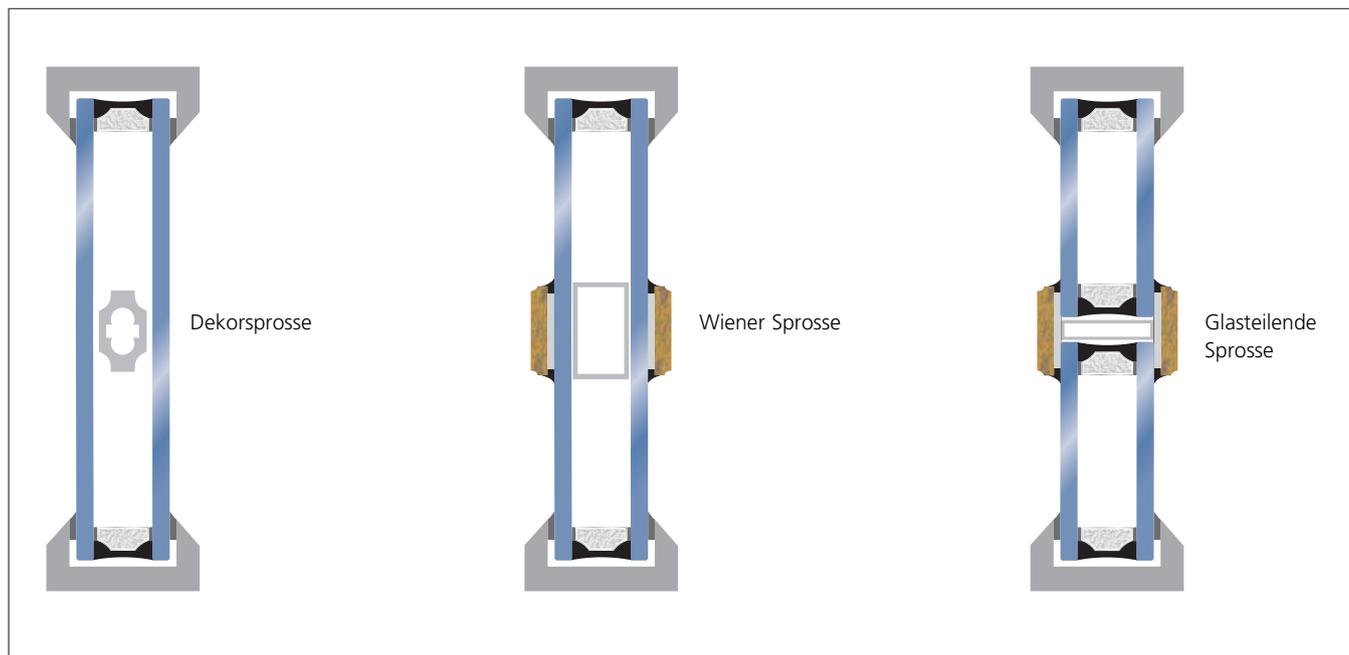
Fenster können mit Sprossen im Scheibenzwischenraum (SZR) hergestellt werden (z. B. aus gestalterischen Gründen und zur Stilerhaltung).

Bei Dekorsprossen ist weiterhin eine ebene Glasfläche und somit eine einfache Fensterreinigung gegeben. Nur bei Wiener Sprossen (Kastensprossen) werden innen und außen auf das Glas Sprossenprofile geklebt. Dadurch erzielt man den Eindruck, es würde sich um jeweils einzelne Scheiben handeln.

Eine glasteilende Sprosse verschlechtert die Energiebilanz des Fensters im Vergleich zu Sprossen im SZR (Wiener und Dekorsprosse) stärker. Glasteilende Sprossen werden in diesem Merkblatt nicht berücksichtigt. Zur individuellen Gestaltung von Fenstern werden Sprossen aus verschiedenen Materialien in unterschiedlichen Breiten, Geometrien und Oberflächenausführungen angeboten.

Dieses Merkblatt richtet sich an Architekten, Planer, Isolierglashersteller, Fensterbauer und Endverbraucher. Mit dem Merkblatt soll auf die spezifischen Merkmale von Fenstern mit Wiener und Dekorsprossen und im SZR hingewiesen werden.

Abb. 1: Sprossenarten



#### 10.2.2 Kriterien zur Beurteilung

Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel von 90° auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung entspricht. Die Betrachtung erfolgt grundsätzlich in einem Abstand von größer 2,0 m. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein, und es darf keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Sprossen einwirken. Geprüft wird bei

diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden.

(Analog zur „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas im Bauwesen“) Die Beurteilung hat bei freier Durchsicht auf neutralen Hintergrund zu geschehen. Der Gesamteindruck des Fensters ist entscheidend.

## 10.2.3 Farbtoleranzen

Die Sprossenoberflächen werden nach bestimmten Standards z. B. RAL für die Farbe hergestellt. Die Genauigkeit des Farbtons (visuell beurteilt) hängt von vielen Parametern ab, die in diesen Standards geregelt sind.

### Hinweis:

Zeitbedingte Farbtonabweichungen werden von diesem Merkblatt nicht geregelt, da diese vom Standort (z. B. UV-Strahlung) abhängig sind.

- Änderungen der Sprossenoberfläche auf Schmalseiten von Sprossen im SZR sind zulässig

Die Eigenfarbe und Beschichtung des Glases können die Farbwirkung der Sprossenoberfläche beeinflussen!

- Physikalisch bedingte Wärmerisse bei eloxierten Oberflächen sind zulässig

## 10.2.4 Ausführung

### ■ Verbindungen

Spaltbildende Verbindungen zum Abstandhalterrahmen stellen bei einigen Abstandhaltersystemen den Stand der Technik dar und sind deshalb zulässig.

### ■ Anbindung Sprosse an den Abstandhalterrahmen

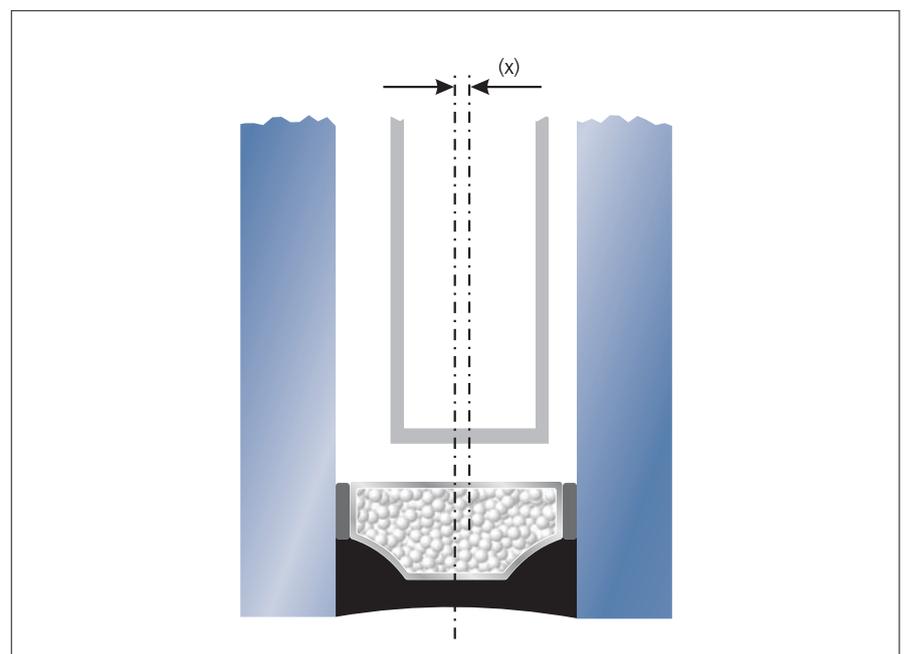
Sprossenmitte zu Abstandhaltermitte (x) max.  $\pm 1$  mm.

Der Scheibenzwischenraum muss deutlich größer sein als die Bauhöhe der Sprossen. Durch klimatische Einflüsse sowie Erschütterungen, manuell oder mechanisch angeregte Schwingungen, können zeitweilig bei Sprossenfenstern Klappergeräusche entstehen.

### ■ Parallelität und Lagetoleranz der Sprosse zum Abstandhalter

Die zulässige Abweichung (x) zur Solllage, ist im Auslieferungszustand des Isolierglases im Fenster sowie des Gesamteindruckes des Fensters einzuhalten. Bei Dreifach-Wärmedämmglas wird empfohlen, die Dekorsprossen auf den äußeren SZR zu begrenzen.

Abb. 2: Sprossenlage

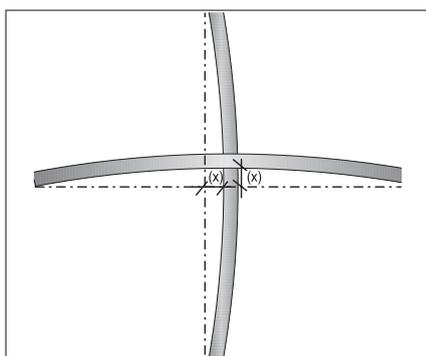


Die links genannten Toleranzen sind ohne Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen des Isolierglases im Fenster sowie des Gesamteindruckes des Fensters einzuhalten. Bei Dreifach-Wärmedämmglas wird empfohlen, die Dekorsprossen auf den äußeren SZR zu begrenzen.

### Weitere Informationen:

- Informationen über wärme- und schalltechnische Eigenschaften siehe BF-Merkblätter u. a. „Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas“, „Schallschutzglas“.

Abb. 3: Parallelität



### ■ Klima und Temperatureinfluss

Die Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Aus diesem Grund werden die oben genannten Toleranzen nur bei Raumtemperatur betrachtet.

## 10.3 Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

### Schwerpunkt: Transport, Lagerung und Einbau

Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf unter Mitwirkung von: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar | Fachverband Glas Fenster Fassade Baden-Württemberg, Karlsruhe | Verband der Fenster- und Fassadenhersteller, Frankfurt | FlachglasMarkenkreis GmbH, Gelsenkirchen | Gluske-BKV GmbH, Wuppertal | Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde | Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg | Pilkington Deutschland AG, Gladbeck | Schollglas, Barsinghausen | Glas Trösch GmbH, Nördlingen  
Stand: 2008

### 10.3.1 Einleitung

Ein Mehrscheiben-Isolierglas besteht aus mindestens zwei Glasscheiben, die über einen Randverbund miteinander verbunden sind, der den eingeschlossenen Scheibenzwischenraum gegen das Umfeld hermetisch abschließt.

Mehrscheiben-Isolierglas ist eine voll konfektionierte Komponente zur Verwendung im Bauwesen, mit durchgehend linienförmiger, mindestens zweiseitiger Lagerung [1]; [2].

Der Hersteller des Fensters oder der Fassade ist grundsätzlich für die

Funktionsfähigkeit seines Produktes bei bestimmungsgemäßem Gebrauch verantwortlich.

Diese Richtlinie setzt voraus, dass der Transport, die Lagerung und der Einbau nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.

### 10.3.2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für:

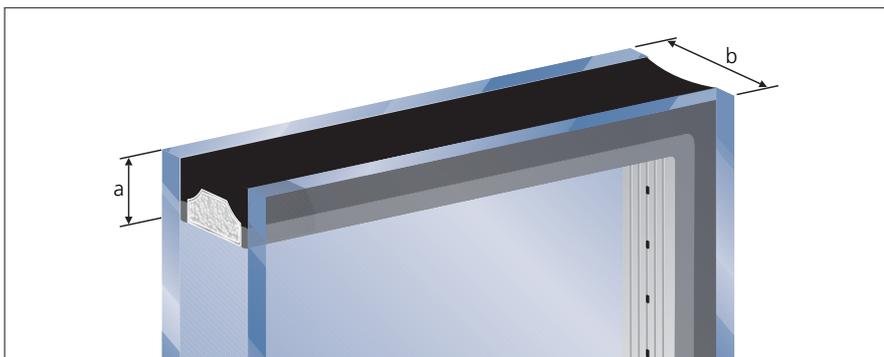
- Transport
- Lagerung
- Einbau

zur Verwendung von Mehrscheiben-Isolierglas nach EN 1279.

Diese Richtlinie beschreibt die notwendigen Maßnahmen, um die 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. 1: Isolierglas-Randverbund



Der Bereich „a“ (seitliche Glasrandabdeckung zur Wetterseite) ist die Höhe, die vom Glasrand bis an den Durchsichtbereich des Isolierglases verläuft. Unabhängig von Norm-Anforderungen an den Glaseinstand muss verhindert werden, dass im eingebauten Zustand natürliches Tageslicht auf die Bereiche „a“ oder „b“ einwirken kann. Gegebenenfalls ist das Mehrscheiben-Isolierglas mit einem „UV-beständigen Randverbund“ zu bestellen bzw. der Randverbund vor UV-Strahlung zu schützen.

### 10.3.3 Grundsätzliche Forderungen

Der Randverbund darf nicht beschädigt werden. Sein Schutz ist unbedingte Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Funktion. Sämtliche schädigenden Einflüsse sind zu vermeiden. Dies gilt ab dem Tag der Lieferung für Lagerung,

Transport und Einbau. Schädigende Einflüsse können unter anderem sein:

- Andauernde Wasserbildung auf dem Randverbund
- UV-Strahlung

- Außerplanmäßige mechanische Spannungen
- Unverträgliche Materialien
- Extreme Temperaturen

## 10.3.4 Transport, Lagerung und Handhabung

Üblich ist der Transport auf Gestellen oder mit Kisten.

### 10.3.4.1 Transport auf Gestellen

Die Glasscheiben sind auf den Gestellen für den Transport zu sichern. Dabei darf durch die

Sicherungseinrichtung kein unzulässiger Druck auf die Glasscheiben einwirken.



### 10.3.4.2 Transport mit Kisten

Für Kisten als Leichtverpackungen, die nicht für die Einwirkung von statischen oder dynamischen Lasten ausgelegt sind, ist im Einzelfall sorgfältig zu prüfen, wie die Handhabung der Kisten erfolgen kann oder z. B. Transportseile verwendet werden können.

Die Lagerung oder das Abstellen darf nur in vertikaler Lage auf geeigneten Gestellen oder Einrichtungen erfolgen. Wenn mehrere Scheiben gestapelt werden, sind Zwischenlagen (z. B. Zwischenpapier, Zwischenpuffer, Stapelscheiben) notwendig.

Generell ist Mehrscheiben-Isolierglas am Bau vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.

Mehrscheiben-Isoliergläser sind im Freien vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

## 10.3.5 Einbau

Jedes gelieferte Glaselement ist vor dem Einbau auf Beschädigung zu überprüfen. Beschädigte Elemente dürfen nicht verarbeitet werden.

Mehrscheiben-Isoliergläser sind im Regelfall ausfachende Elemente, d. h. ohne tragende Funktion. Ihr Eigengewicht und die auf sie einwirkenden äußeren Lasten müssen an den Rahmen oder die Glashaltekonstruktion weitergegeben werden. Ab-

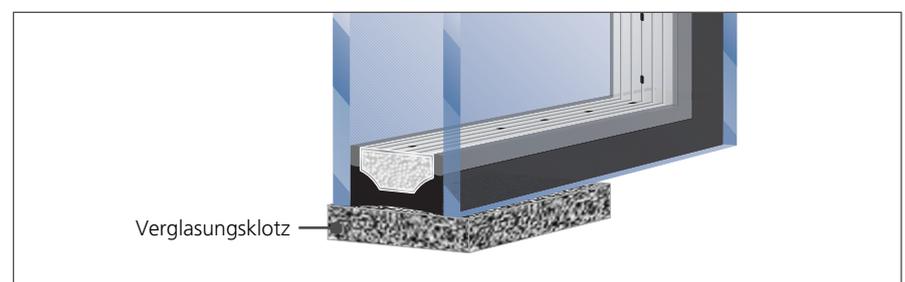
weichende Verglasungssysteme, wie z. B. punktförmig gehaltene oder geklebte Systeme, werden von dieser Richtlinie nicht erfasst. An sie werden ggf. weitergehende Anforderungen bezüglich der Randverbundkonstruktion gestellt.

## 10.3.6 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. 2: 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.

### 10.3.7 Mechanische Beanspruchungen

Im eingebauten Zustand wirken auf das Mehrscheiben-Isolierglas dynamische und Dauerlasten aus Wind, Schnee, Menschengedränge etc. ein. Diese Lasten werden in die Auflagerprofile (Rahmen) eingeleitet, wodurch eine Durchbiegung der Auflagerprofile und des Glasrandes erfolgt.

Diese Durchbiegung führt zu Scherkräften im Randverbund des Mehrscheiben-Isolierglases. Damit die dauerhafte Dichtheit des Randverbundes nicht gefährdet ist, sind folgende Begrenzungen zu beachten:

Die Durchbiegung des Mehrscheiben-Isolierglas-Randverbundes senkrecht zur Plattenebene im Bereich einer Kante darf bei maximaler Belastung nicht mehr als 1/200 der Glaskantenlänge betragen, jedoch max. 15 mm. Die Rahmen müssen dafür ausreichend bemessen sein.

### 10.3.8 Glasfalz, Abdichtung und Dampfausgleich

Es haben sich Verglasungssysteme bewährt, die den Glasfalzraum vom Raumklima trennen.

Für mitteleuropäische Verhältnisse erfolgt eine Glasfalzraum-Belüftung zur Wetterseite.

Der Luftaustausch von der Raumseite in den Glasfalzraum ist weitgehend zu verhindern.

### 10.2.9 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

## 10.4 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf

Beteiligte Firmen: Döring Glas GmbH & Co KG | Cricursa | Edgetech | HS München | Labor für Stahl- und Leichtmetallbau | FINIGLAS Veredelungs GmbH |

Flachglas Wernberg GmbH | Flintermann | Freericks Glasveredelung | glasid ag | Gretsch-Unitas GmbH | Guardian Thalheim GmbH | Hero Glas | Interpane |

Glasindustrie AG | IB KRAMER - Tragwerksplanung FEM-Berechnungen | RWTH Aachen | Ingenieurbüro Scheideler | Technische Beratung | Statik & Dynamik |

SCHOTT | Sencoglas Holding GmbH | Tambest | WMG Group Cork / Irland

Stand: 08/2011

### 10.4.1 Einleitung

Die Anwendung von Glas in der Gebäudehülle erfreut sich zunehmender Beliebtheit bei Planern und Bauherren gleichermaßen. Die Entwicklung des Baustoffs Glas in den letzten Dekaden hat gezeigt, dass der Anwendung kaum noch Grenzen gesetzt werden. Dem Planer und Bauherren kann ein großes Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Somit entstehen multifunktionale, geometrisch komplexe Fassaden, deren Umsetzung

nicht nur plane, sondern auch gebogene Verglasungen erfordert.

Die Realisierung der ersten Glasfassaden erfolgte nahezu ausschließlich mit planen Verglasungen. Auch die Forschung hat sich in den letzten Jahrzehnten überwiegend auf diese Verglasungsarten fokussiert. Die Anwendung von gebogenem Glas war eher selten. Durch die Fortentwicklung der Produktionsprozesse und der weiteren Verede-

lungstechniken, z. B. Funktionsbeschichtungen für Wärmedämmung und Sonnenschutz, wurden die Anwendungsbereiche von planem und gebogenem Glas größer.

Dieser Leitfaden soll nun dem Anwender (Architekten, Planer, Ausführenden) eine Orientierung bei der Verwendung von gebogenem Glas, sowohl in der Planungs- und Entwurfsphase als auch bei der Ausführung bieten und ihm notwen-

dige Hinweise bei wichtigen Fragestellungen geben. Es werden baurechtliche Grundlagen beschrieben und Hinweise für die Glasbemessung sowie für die Verglasung gegeben. Des Weiteren werden die Grundlagen

### 10.4.2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für thermisch gebogenes Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken).

### 10.4.3 Herstellung und Geometrie

Seit Beginn des modernen Glasbiegens für die Anwendung als Architekturglas – Mitte des 19. Jahrhunderts in England – hat sich das Herstellungsprinzip warm gebogener Gläser nicht wesentlich verändert. In der Regel kommt das in Abb. 1 dargestellte Prinzip des Schwerkraftbiegens zur Anwendung. Hierbei wird der plane Floatglas-Rohling auf eine Biegeform aufgelegt und in einem Biegeofen auf 550 bis 620 °C erwärmt. Nach dem Erreichen des Erweichungsbereiches sinkt der Rohling infolge der Schwerkraft in die Biegeform ein oder legt sich im Falle einer konvexen Biegeform über diese. Die anschließende Abkühlphase entscheidet über die Eigenschaften des Endproduktes.

Zur Herstellung von gebogenem Floatglas muss der Abkühlprozess sehr langsam erfolgen, in der Regel mehrere Stunden, um ein nahezu eigenspannungsfreies und schneidbares Endprodukt zu erhalten.

Demgegenüber erhält man durch schnelles Abkühlen ein thermisch teil- oder vollvorgespanntes gebogenes Glas. Der Herstellprozess thermisch vorgespannter, gebogener Gläser hat sich durch die Weiterentwicklung der Maschinenteknik verändert. Moderne Biegeöfen zur Herstellung thermisch vor-

für die Beurteilung der visuellen Qualität von gebogenem Glas erläutert und Angaben zu möglichen Toleranzen gemacht. Darüber hinaus werden auch Hinweise zum Transport und zum Einbau gegeben.

Für spezielle Anwendungen, z. B. im Schiffsbau, als Yachtglas oder im Möbelbau, ist bezüglich der möglichen Produkte und Toleranzen sowie

gespannter Gläser arbeiten mit beweglichen Biegeformen, die den erwärmten Rohling von beiden Seiten in die gewünschte Form bringen und auch während des Vorspannens in dieser halten. Das Biegen und Abkühlen erfolgt hier in derselben Ofeneinheit.

So einfach das Prinzip des Glasbiegens an sich ist, so schwierig und anspruchsvoll ist die praktische Umsetzung. Das Gelingen eines Biegeprozesses hängt von vielen Parametern ab. Neben den geometrischen Randbedingungen haben auch Beschichtungen und das verwendete Basisglas (z. B. Eisenoxidarmes Glas „Weißglas“) einen wesentlichen Einfluss auf die entscheidenden Produktionsphasen des Aufheizens und Abkühlens. Natürlich sind auch die Erfahrung des Biegebetriebes und die technischen Eigenschaften der eingesetzten Biegeöfen von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Endproduktes.

Die Umsetzbarkeit der gewünschten Biegegeometrie mit dem gewählten Glasaufbau – eventuell mit Beschichtung – sind daher auch herstellerabhängig, weshalb grundsätzliche Angaben zu möglichen Biegeradien und Glasaufbauten nur eingeschränkt möglich sind. Prinzipiell lässt sich jedoch sagen, dass aufwändige

Bei über diesen Leitfaden hinausgehenden Fragen bzw. im Einzelfall sollte Rücksprache mit den Herstellern bzw. Fachplanungsbüros gehalten werden.

der visuellen Qualität, etc. mit den Herstellern dieser Produkte Rücksprache zu halten.

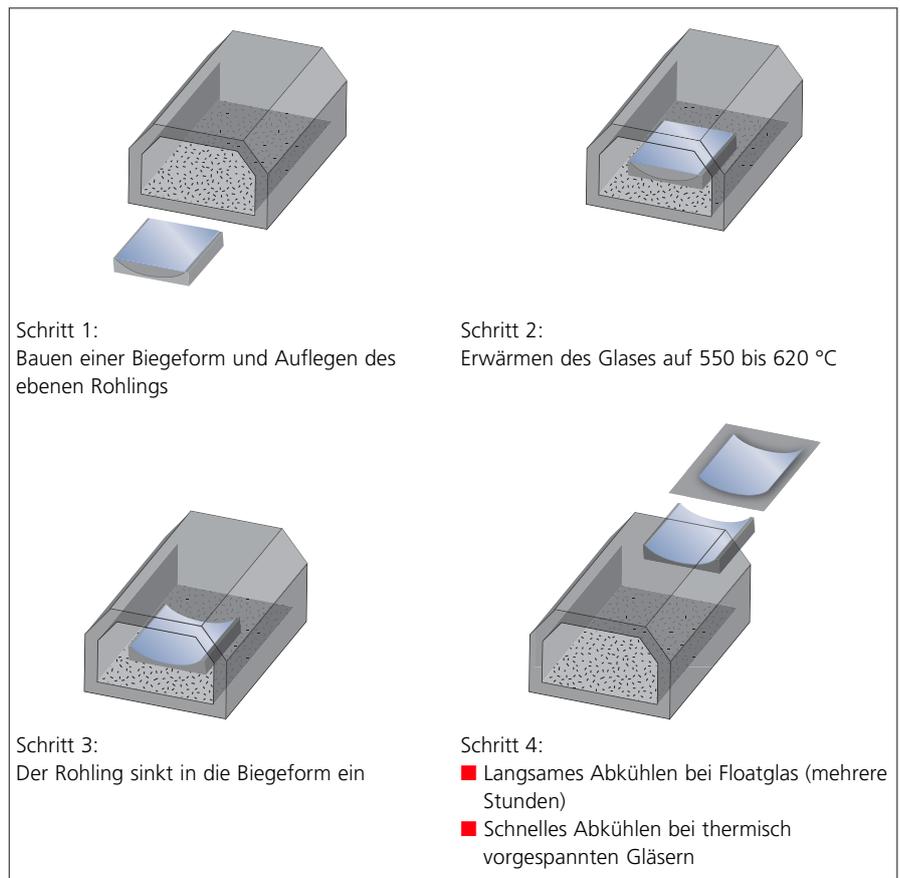
Geometrien, wie sphärische Biegungen, in der Regel nur als Floatglas möglich sind.

Wird gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (VG oder VSG) benötigt, können die Einzelscheiben beim Floatbiegeprozess gemeinsam auf die Biegeform gelegt werden. Hierdurch sind die Toleranzen der Einzelscheiben meist deutlich geringer, als bei VSG aus thermisch vorgespanntem gebogenem Glas, da die Scheiben in diesem Fall nur einzeln hergestellt werden können.



Bei der Herstellung gebogener Scheiben wird grundsätzlich zwischen schwach gebogenen Verglasungen mit einem Krümmungsradius über zwei Metern und stark gebogenen Gläsern mit kleineren Krümmungsradien unterschieden. Zudem wird zwischen einachsig (zylindrisch) gebogenem Glas und doppelachsig (sphärisch) gebogenem Glas differenziert. Das Verfahren der thermischen Biegung erlaubt die Umsetzung sehr kleiner Biegeradien. Die exakten Werte sind herstellerabhängig, jedoch können Radien bis zu 100 mm möglich sein, bei Glasdicken über 10 mm bis etwa 300 mm.

Abb. 1: Prinzipielle Herstellungsschritte



### 10.4.4 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften

#### 10.4.4.1 Allgemeines

Grundsätzlich ist zwischen Regelwerken bzw. Normen für die Produkte (Eigenschaften) und für die Anwendung zu unterscheiden. Während in Produktnormen Vorschriften zur Herstellung und Angaben zu den technischen Eigenschaften von Produkten gemacht werden, behandeln auf die Anwendung bezogene Normen und Richtlinien konstruktive Anforderungen und beschreiben die

erforderlichen Nachweise zur Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit eines Bauproduktes oder einer Bauart in einer baulichen Anlage.

Produktnormen finden bundesweit einheitlich Eingang in die Bauregellisten (BRL) A, B und C, die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Übereinstimmung mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der

Länder bekannt gemacht werden. Normen und Richtlinien für die Anwendung werden dagegen in jedem Bundesland in den jeweiligen Listen der technischen Baubestimmungen separat bekannt gemacht. Hier kann also nicht von einer bundesweit einheitlichen Regelung ausgegangen werden, sondern es ist im jeweiligen Bundesland zu prüfen, welche Bestimmungen aktuell gültig sind.

#### 10.4.4.2 Thermisch gebogenes Glas

Thermisch gebogenes Glas ist nicht in den Bauregellisten A, B und C enthalten. Somit handelt es sich hierbei im baurechtlichen Sinne um ein nicht geregeltes Bauprodukt. In diesem Fall kann die Verwendbarkeit nur über eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) oder durch eine Europäisch Technische Zulassung (European Technical Approval – ETA)

nachgewiesen werden. Liegt keiner der genannten Verwendbarkeitsnachweise vor, so ist die Beantragung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bei der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes oder einer von dort gegebenenfalls autorisierten Stelle erforderlich.

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

brauchstauglichkeitsnachweise prinzipiell auch für gebogene Vertikalverglasungen.

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

Für gebogenes Glas ist eine AbZ erforderlich, in welcher die Produkteigenschaften und der Anwendungsbereich angegeben werden. Gebogene Vertikalverglasungen (ohne gegen Absturz sichernde Funktion) können dann ohne Weiteres nach den TRLV bemessen werden. Umfasst der Anwendungsbereich der allgemeinen

bauaufsichtlichen Zulassung die TRLV, so kann das gebogene Glas auch zur Herstellung absturzsichernder Verglasungen nach den TRAV verwendet werden. Hinsichtlich des Verwendbarkeits- bzw. Anwendbarkeitsnachweises gelten dann zusätzlich die Bestimmungen der BRL A Teil 2 bzw. Teil 3. Danach ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (AbP) vorzusehen.

In der zukünftigen Glasbemessungsnorm DIN 18008, werden Konstruktionen mit gebogenen Gläsern nicht geregelt. Auch die Anwendung gebogener, linienförmig gelagerter Vertikalverglasungen, die derzeit in den TRLV geregelt sind, werden darin

nicht mehr beschrieben. Die Anwendung des Bauproduktes „gebogenes Glas“ ist dann nur über eine Zulassung (AbZ oder ETA) oder eine ZiE möglich.

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

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

### 10.4.5 Bauprodukte

#### 10.4.5.1 Allgemeines

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

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

#### 10.4.5.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float)

Das Ausgangsprodukt für gebogenes Floatglas (gb-Float) wird in EN 572-2 beschrieben. Demnach ist Floatglas ein planes, durchsichtiges, klares oder gefärbtes Kalk-Natronsilicatglas mit parallelen und feuerpolierten Ober-

flächen, hergestellt durch kontinuierliches Aufgießen und Fließen über ein Metallbad.

Darüber hinaus sind auch andere Basisglaserzeugnisse nach EN 572,

z. B. Ornamentglas, Drahtglas, Drahtspiegelglas, Profilbauglas, als gebogenes Produkt herstellbar. Hier ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen. Die Normen für diese Produkte beziehen sich ebenfalls nur auf planes Glas.

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

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

„Gebogenem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheiben-Sicher-

heitsglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorliegen sind. Unabhängig davon können die Informa-

tionen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas angewandt werden.“

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

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

„Gebogenem teilvorgespanntem Kalknatronglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben.

Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes

teilvergespanntes Kalknatronglas angewandt werden.“

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

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

Die Produktnorm EN 14449 beschreibt nur planes VG und VSG. Für die Anwendung in Deutschland muss VSG aber zusätzlich den Anforderungen nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.14 entsprechen. Somit ist VSG ein Bauprodukt mit Zwischenfolien aus

Polyvinyl-Butyral (PVB) nach BRL oder aus anderen Zwischenschichten, deren Verwendbarkeit nachgewiesen ist. Welche Zwischenschicht, außer PVB, für gebogenes VSG verwendet werden darf, ist der entsprechenden AbZ zu entnehmen.

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

### 10.4.5.6 Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas (gb-MIG)

Die Produktnorm EN 1279 ist eingeschränkt für gebogenes MIG anzuwenden. Im Teil 1 der EN 1279 wird in Abschnitt 4.6 folgendes formuliert:

„Einheiten mit einem Biegeradius > 1000 mm stimmen mit dieser Norm überein, ohne die zusätzlichen Prüfungen für gebogene Prüfkörper durchlaufen zu haben. Einheiten mit

einem Biegeradius von 1000 mm oder weniger stimmen mit dieser Norm überein, wenn zusätzlich gebogene Prüfkörper mit dem gleichen oder kleineren Biegeradius den Anforderungen zur Wasserdampfdiffusion in EN 1279-2 entsprechen. Die Prüfkörper sollten mit der Biegeachse parallel zur längsten Seite gebogen sein.“

Grundsätzlich kann auch 3-fach-Isolierglas als gebogene Verglasung ausgeführt werden. Allerdings ist hier bezüglich der Machbarkeiten (Größe, Glasaufbauten, Glasarten, technische Werte, etc.) und Toleranzen mit den Herstellern Rücksprache zu halten.

### 10.4.5.7 Gestaltung mit gebogenem Glas

Grundsätzlich ist die Gestaltung von gebogenem Glas mit z. B. Emailierungen, Sieb- oder Digitaldruck, bedruckten Folien, Sandstrahlung, Fusing, Teilbeschichtungen möglich.

Daraus resultierende Eigenschaften sind individuell von Fall zu Fall zu bestimmen und die Machbarkeiten und Toleranzen mit den Herstellern zu klären.

## 10.4.6 Bauphysik

### 10.4.6.1 Allgemeines

Die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) formuliert Vorgaben, die den Energieverbrauch von Gebäuden verringern und den Einsatz von erneuerbaren Energien erhöhen soll. Auf europäischer Ebene werden hierzu in

der EPBD Mindestanforderungen gestellt, die in den einzelnen Mitgliedsstaaten entsprechend geändert oder angepasst werden können. Das bedeutet, dass u.a. Anforderungen an den zulässigen Primärenergiebedarf eines Gebäudes gestellt werden.

Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die die nationale Umsetzung der EU Richtlinie darstellt, werden an das Bauteil Fenster und Fassade, u.a. Anforderungen an die Wärmedämmung und den sommerlichen Wärmeschutz gestellt.

### 10.4.6.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz

Die genannten Anforderungen müssen von gebogenen und planen Verglasungen gleichermaßen erfüllt werden. Zum Einsatz kommen hier möglicherweise Wärmedämm- und Sonnenschutzbeschichtungen. Neben den funktionalen Anforderungen sind vor allem bei Sonnenschutzbeschichtungen auch die ästhetischen Anforderungen (z. B. Reflexion des beschichteten Glases, Farbgebung durch die Beschichtung oder auch Glassubstrat) wichtig.

Für die Festlegung der optischen Eigenschaften sollte vor allem bei größeren Objekten von Anfang an mit Mustern in Bauteilgröße gearbeitet werden, um die zu erwartende optische Qualität mit dem Hersteller abstimmen zu können. Eine erste Produktfestlegung kann aber auch mit sogenannten "Handmustern" mit in der Regel einer Größe von 200 x 300 mm erfolgen.

Welche Beschichtungsmöglichkeiten hier in Abhängigkeit der Geometrie,

des Glasaufbaus, der Größe, etc. gegeben sind, muss im Einzelfall mit dem Hersteller des gebogenen Glases geklärt werden. Eine pauschale Festlegung auf erreichbare  $U_g$ -Werte,  $g$ -Werte, etc. ist aufgrund der Vielzahl der zuvor genannten Parameter nicht möglich. Die Angabe von  $U_g$ -Werten sowie der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennwerte erfolgt in der Regel für plane Verglasungen mit gleichem Glasaufbau. Die Ermittlung erfolgt nach EN 673 und EN 410.

### 10.4.6.3 Schallschutz

Die Messung des Schalldämmwertes erfolgt nach EN ISO 140 und die Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes nach EN ISO 717. Die Messung wird an planen Ver-

glasungen der Größe 1,23 x 1,48 m durchgeführt.

Die Übertragbarkeit auf gebogene Verglasungen ist nur bedingt möglich, da die abstrahlende Oberfläche grö-

ßer ist als bei in der Größe vergleichbaren, planen Scheiben. Hier ist eine Prüfung bei einem geeigneten Prüfinstitut zu empfehlen.

## 10.4.7 Sicherheit mit Glas

### 10.4.7.1 Sondersicherheitsverglasungen

Anforderungen an die Durchwurf-, Durchbruch-, Durchschuss- und Sprengwirkungshemmung müssen sowohl von planen als auch gebogenen Verglasungen erfüllt werden.

Ob jede der genannten Anforderungen – unter Berücksichtigung der Fenster- und Fassadenkonstruktion – erfüllt werden kann und die Übertragbarkeit von Prüfverfahren für plane

Verglasungen möglich ist, muss im Einzelfall mit dem Hersteller bzw. einem Prüfinstitut geklärt werden.

### 10.4.7.2 Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheit bedeutet, dass unter der üblichen und angemessenen Nutzung einer Verglasung das Unfallrisiko abgeschätzt und durch bauliche Maßnahmen angepasst wird. Gemeint ist die Sicherheit von Verglasungen, die an Verkehrs- bzw. Aufenthaltsflächen angrenzen, d. h.

das Bauteil Glas darf durch die Einwirkung zwar brechen, aber herabfallende Bruchstücke dürfen nicht zu gefährlichen Verletzungen führen.

Die Verantwortung zur Minimierung des Unfallrisikos obliegt dem Auftraggeber, Bauherren, etc. Die sicherheitsrelevanten Anforderungen

sind durch den Planer zu stellen bzw. vorab zu prüfen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Die Sicherheitsanforderungen müssen bei entsprechender Anwendung auch von gebogenen Verglasungen erfüllt werden.

#### 10.4.7.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse

Die Forderung nach Verkehrssicherheit lässt sich für den Glasbereich mit einem funktionierenden Verglasungssystem und der Verwendung von Sicherheitsglas erfüllen.

Es sind die Arbeitsstättenverordnung (Arb-StättV) und die Berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGR) zu beachten.

Allgemein wird auf die Schrift BGI/GUV-I 669 der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung verwiesen. Gemäß dieser Schrift erfüllen folgende Glasarten die Sicherheitsanforderungen und können als Sicherheitsglas verwendet werden:

- ESG und ESG-H
- VSG sowie
- lichtdurchlässige Kunststoffe mit vergleichbaren Sicherheitseigenschaften.

### 10.4.8 Visuelle Qualität

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

### 10.4.9 Toleranzen

Die nachfolgend genannten Toleranzen gelten für zylindrisch gebogenes Glas. Die Toleranzen der Tabelle 1 sind für eine maximale Kantenlänge von 4000 mm und einen maximalen Biegewinkel von 90° festgelegt.

Bei darüber hinausgehenden Abmessungen ist mit dem Hersteller

Gemeint sind hier allerdings plane Verglasungen. Gebogenes Glas kann gegebenenfalls als Sicherheitsglas verwendet werden, wenn der Nachweis der geforderten Eigenschaften erbracht wird. Bei ESG ist dies u. a. das Bruchbild sowie bei VSG die Eigenschaften der Zwischenlage nach BRL und gegebenenfalls Resttragfähigkeit. Diese Eigenschaften müssen mit einer AbZ oder im Rahmen einer ZiE bescheinigt werden.

Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht.

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

Bei UVV/GUV-Vorschriften ist gegebenenfalls im Einzelfall mit dem Versicherungsträger bezüglich der Verwendung der Produkte Rücksprache zu halten. Es muss also sichergestellt sein, dass die Glaskonstruktion für die vorgesehene Anwendung geeignet ist. Jeder einzelne Einsatzbereich muss die Anforderungen an die Sicherheit erfüllen.

- die Eigenreflexion des Basisglases
- Beschichtungen
- Biegeradius
- Große Biegewinkel (z. B. über 90°)
- Tangentiale Übergänge (s. Abb. 7)
- Glasdicke

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

im Schiffsbau als Yachtglas oder im Möbelbau, sind die Toleranzen mit dem Hersteller zu vereinbaren.

Alle angegebenen Toleranzen beziehen sich auf die Glaskanten.

■ Tab 1: Toleranzen

	Glasdicke (T)	Floatglas	ESG	VG/VSG*	2-fach Isolierglas	
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	≤ 12 mm	± 2	± 2	± 2	± 2	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	> 12mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	≤ 12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	> 12mm	± 4	± 4	± 4	± 4	mm
		± 3 mm/m		± 3 mm/m		
Konturtreue (PC)**	-	Absolutwert: min. 2 mm, max. 4 mm		Absolutwert: min. 2 mm, max. 5 mm		
Geradheit der Höhenkante (RB)	≤ 12 mm	± 2	± 2	± 2	± 2	mm je lfm.
Geradheit der Höhenkante (RB)	> 12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
Verwindung (V) ***	-	± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
Kantenversatz (d)**** ≤ 5 m <sup>2</sup>	-	-	-	± 2	± 3	mm
Kantenversatz (d)**** > 5 m <sup>2</sup>	-	-	-	± 3	± 4	mm
Lage der Lochbohrung	-	-	EN 12150	EN 12150	-	mm
Glasdickentoleranz	-	EN 572	EN 572	-	-	mm

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

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

\*\*\* Bezogen auf die längsten Kanten der Verglasungseinheit.

\*\*\*\* Bezogen auf die Höhen- und Abwicklungskante; die Angabe ist für alle Kantenbearbeitungen gültig; der Versatz für Lochbohrungen bei VG und VSG richtet sich nach dieser Toleranz.

## ■ Örtliche Verwerfung

Die Angaben der Produktnormen für planes ESG und TVG können nicht unbedingt auf gebogenes Glas über-

tragen werden, da diese u. a. von der Glasgröße, der Geometrie sowie der Glasdicken abhängig sind.

Im Einzelfall sind diese Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen.

## ■ Konturtreue (PC)

Konturtreue bezeichnet die Genauigkeit einer Biegung. Alle Kanten der Kontur werden um 3 mm nach innen/außen versetzt. Die Biegekantur darf nicht mehr als dieses Maß von der Soll-Kontur abweichen (s. Abb. 2). Bei der Prüfung der Konturtreue darf das Glas innerhalb dieser Soll-Kontur gemittelt werden.

Abb. 2: Schematische Darstellung Konturtreue (PC)

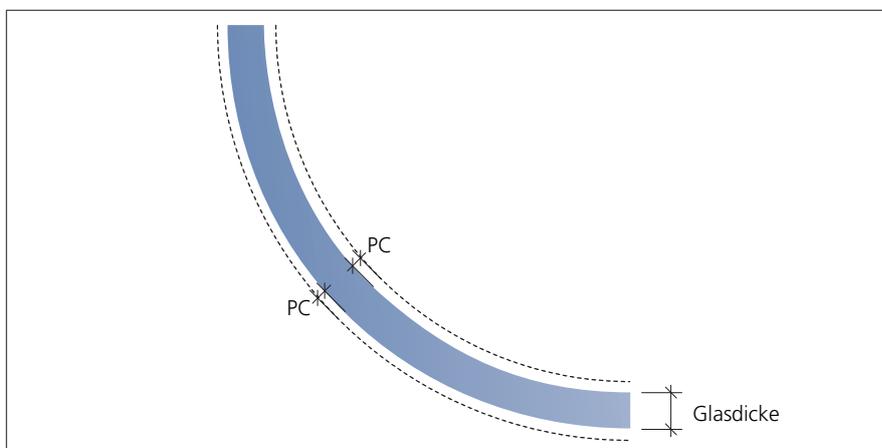
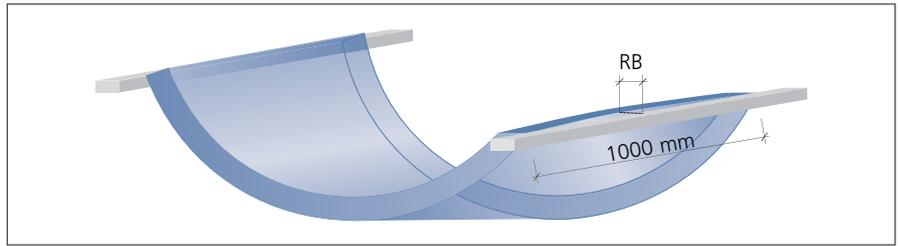


Abb. 3: Geradheit der Höhenkante (RB)



## ■ Verwindung (V)

Verwindung beschreibt die Genauigkeit der Parallelität der Höhenkanten im gebogenen Zustand. Die Verwindung darf bei gebogenem Glas max. +/- 3 mm je lfm. (gerade Kante) betragen (s. Abb. 4). Hierfür muss das Glas mit den Höhenkanten auf eine plane Oberfläche gelegt und dann geprüft werden (konvexe Lage bzw. N-Lage).

Abb. 4: Schematische Darstellung Verwindung (V)

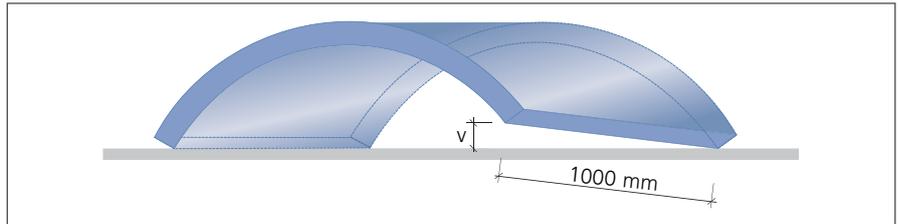


Abb. 5: Kantenversatz bei VSG (d)

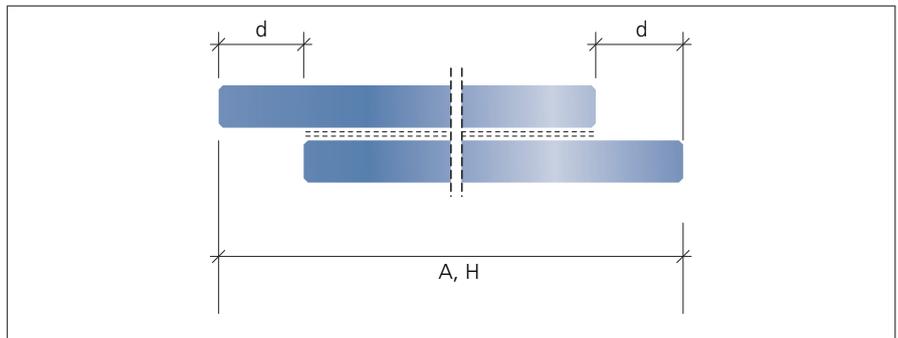
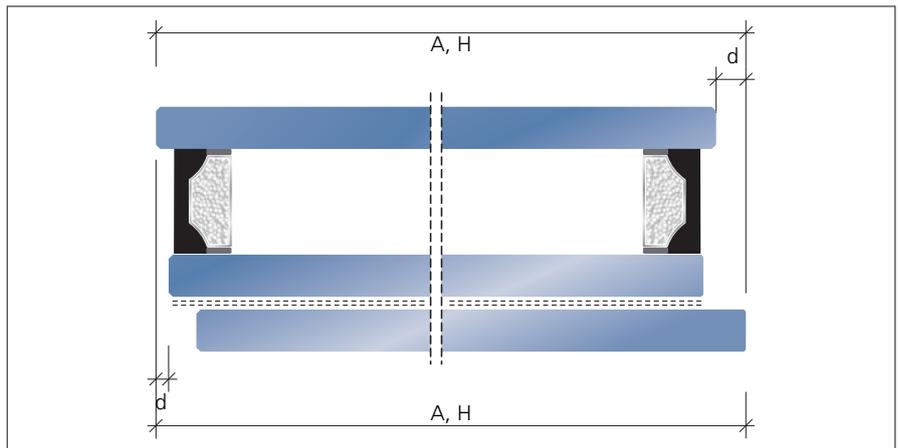


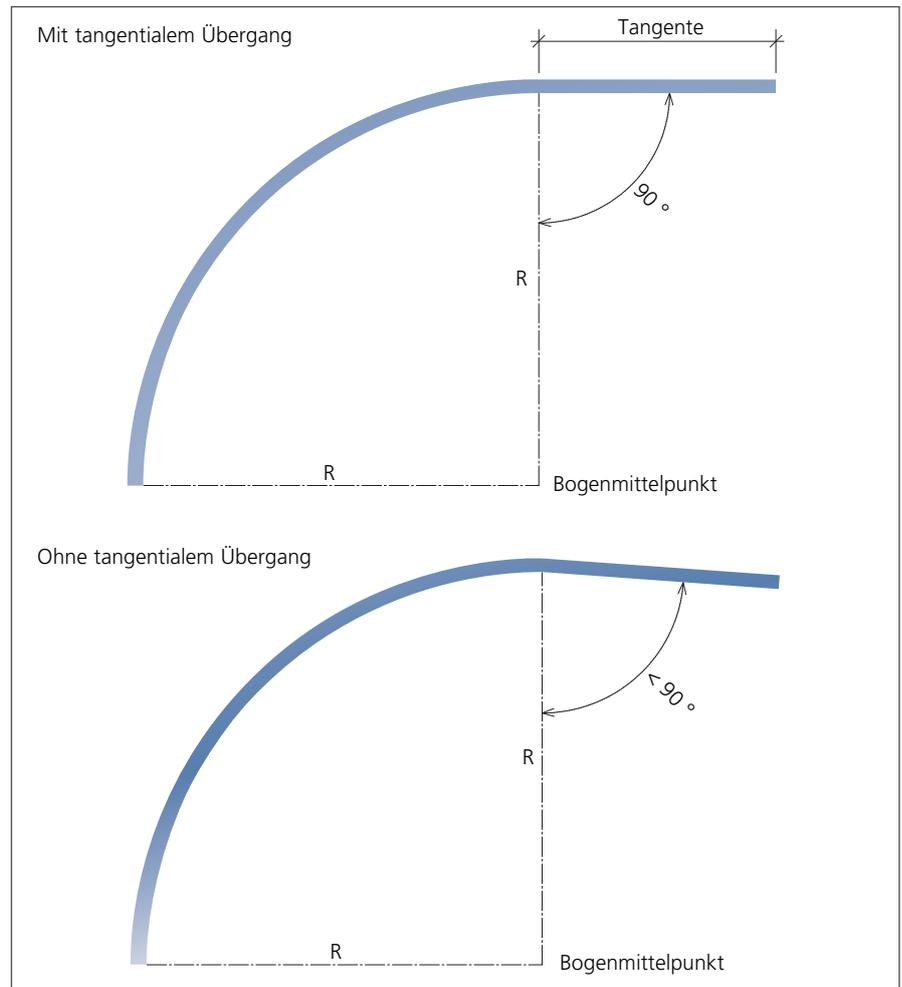
Abb. 6: Kantenversatz bei Isolierglas (d)



## ■ Tangentiale Übergänge

Eine Tangente ist eine Gerade, die eine gegebene Kurve in einem bestimmten Punkt berührt. Die Tangente steht senkrecht zum zugehörigen Radius. Ohne einen tangentialen Übergang ist das Glas geknickt! Dies ist zwar technisch möglich, jedoch nicht empfehlenswert. Am Knickpunkt entstehen größere Toleranzen als an einem tangentialen Übergang.

Abb. 7: Tangentiale Übergänge



### 10.4.10 Bemessung

#### 10.4.10.1 Statische Besonderheiten im Vergleich zu ebenen Glasscheiben

##### Schalentragwirkung des gebogenen Glases

Die Berechnung der Spannungen und Verformungen bei gebogenen Glastafeln sind mit einem geeigneten Finite-Elemente-Modell nach der Schalentheorie durchzuführen. Dieses

muss in der Lage sein, die Geometrie der Scheibe, insbesondere die Krümmung, darzustellen. Eine vereinfachte Berechnung der gebogenen Glastafeln als plane Glastafel führt zwangsläufig zu falschen Spannungen und Verformungen.

Bei der Festlegung der notwendigen Glasdicke kann sich die Krümmung, je nach Lagerungsbedingung bei Einfachverglasungen (monolithisch, VG und VSG), günstig auswirken, da die Schalentragwirkung berücksichtigt werden kann.

#### 10.4.10.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern

Bei Isolierglasscheiben ist die Berücksichtigung der Glaskrümmung zwingend notwendig, da es durch die höhere Biegesteifigkeit zu sehr hohen klimatischen Lasten (inneren Lasten) kommen kann. Der Vorteil durch die Schalentragwirkung der gebogenen Einzelgläser ist bei der Ausführung als Isolierglas nicht so

groß wie in der Anwendung als Einfachglas.

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

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

Die Belastung des Isolierglas-Randverbundes ist durch die höheren Klimalasten bei gebogenem Isolier-

## Hinweise zur Produkthaftung und Garantie

glas im Vergleich zu planem Isolierglas größer. Die Ausbildung des Randverbundes ist entsprechend durchzuführen.

### 10.4.10.3 Berechnungsgrundlagen

#### Charakteristische Biegezugfestigkeiten

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

Bei der Verwendung eines gebogenen Glases ohne AbZ sollten, in Abstimmung mit der obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen

Das kann wiederum Auswirkungen auf die Randverbundbreite bzw. den

erforderlichen Glaseinstand haben. Dies ist bereits bei der Planung und Konstruktion zu beachten.

■ Tab 2: Charakteristische Biegezugfestigkeiten in Anlehnung an [4]

Glasart	fk (N/mm <sup>2</sup> )	
	Glasfläche	Glaskante
Gebogenes Floatglas (gb-Float)	40	32
Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	55	55
Gebogenes vorgespanntes Glas (gb-ESG)	105	105

Bundeslandes, die, der Bemessung zu Grunde liegenden charakteristischen Biegezugfestigkeiten des jeweiligen Herstellers, ermittelt bei einem Prüfinstitut, bestätigt werden.

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

Die Versuche sollten mit auf das Objekt übertragbaren Probekörpern durchgeführt werden. Die Versuchsplanung

und -durchführung ist bereits bei der Zeitplanung und Kostenkalkulation im Rahmen der Planungsphase zu berücksichtigen. Für eine Vorbemessung können die charakteristischen Biegezugfestigkeiten  $f_k$  nach Tabelle 2 verwendet werden. Auf Basis des globalen Sicherheitskonzeptes der TRLV [1] können die zulässigen Biegezugspannungen ingenieurmäßig mit einem Sicherheitsbeiwert in Anlehnung an die TRLV ermittelt werden. Im Einzelfall ist dieses Vorgehen mit der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes abzustimmen.

### 10.4.10.4 Gebrauchstauglichkeit

#### 10.4.10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung

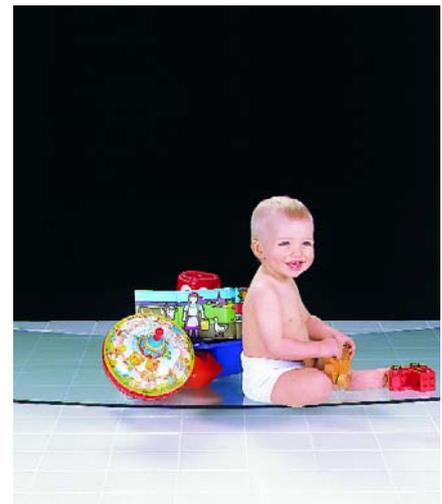
Die Durchbiegung der gebogenen Verglasung ist so zu beschränken, dass ein Herausrutschen aus den

Glasauflagern sicher verhindert wird und die Gebrauchstauglichkeitskriterien erfüllt werden.

#### 10.4.10.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion

Die Vorgaben für plane Verglasungen sind nicht auf gebogene Verglasungen zu übertragen, da geringe Verformungen der Unterkonstruktion wesentlich größere Auswirkungen auf

gebogene Scheiben haben, als bei vergleichbaren ebenen Glasscheiben. Daher ist das Verhalten der Unterkonstruktion bei der statischen Bemessung unbedingt zu berücksichtigen.



### 10.4.11 Lagerung und Transport

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

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

Beim Manipulieren und Einsetzen dürfen der Randverbund und die Glaskanten nicht beschädigt werden, da auch kleine Kantenbeschädi-

gungen der Scheiben, die nicht sofort erkennbar sind, möglicherweise die Ursache für späteren Glasbruch sein können.

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

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

Der Transport schwerer Verglasungseinheiten muss so durchgeführt werden, dass alle Einzelscheiben gleich-

mäßig gehalten werden. Das kurzzeitige Anheben der Verglasungseinheit an nur einer Scheibe zum Manipulieren und Einsetzen ist möglich und sollte mit geeigneter Ausrüstung erfolgen.

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

### 10.4.12 Verglasung

#### 10.4.12.1 Allgemeines

Die für plane Verglasungen formulierten Verglasungsrichtlinien sind im Grundsatz auch für gebogene Verglasungen anzuwenden. Aufgrund des besonderen Verhaltens von gebogenem Glas sind ergänzende Hinweise der Hersteller zu beachten.

#### 10.4.12.2 Konstruktive Hinweise

Aufgrund seiner hohen Steifigkeit sind die Toleranzen des gebogenen Glases (s. Kap. 10.4.9) bei der Konstruktion unbedingt zu berücksichtigen, um einen zwängungsfreien Einbau und Lagerung sicherzustellen. Die zwängungsfreie Lagerung ist erforderlich, um Glasbruch oder, bei Verwendung von gebogenem Mehrscheiben-Isolierglas, auch Überbean-

spruchungen des Randverbundes zu vermeiden. Zudem können nicht zwängungsfreie Lagerungen zu optischen Beeinträchtigungen führen. Die Unterkonstruktion muss den besonderen Anforderungen für gebogene Verglasungen entsprechen. Hierzu sind ausreichend dimensionierte Falze bei Rahmen- oder Fassadenkonstruktionen erforderlich.

#### 10.4.12.3 Erforderliche Falzbreite

Mindestens erforderliche Falzbreite = (Gesamtglasdicke + Toleranz aus Konturtreue) + 6 mm

Glasdicken sind als Nennmaße zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Vorgaben der DIN 18545 [6] zu beachten.

Zusätzlich sind Toleranzen der Unterkonstruktion zu berücksichtigen.

Es wird die Ausführung von Fenster- und Fassadensystemen mit Nassversiegelung empfohlen.

Die Hersteller von gebogenem Glas sollten frühzeitig in die Planung mit einbezogen werden, um die Besonderheiten der gebogenen Gläser konstruktiv mit berücksichtigen zu können. Dies ist im Besonderen auch für den Einsatz im konstruktiven Glasbau notwendig.

### 10.4.13 Klotzung

Die Grundprinzipien der Klotzung sind in [7] beschrieben. Die Klotzung muss die Last der Verglasungseinheit sicher in die Unterkonstruktion einleiten. Die Verglasungseinheiten über-

nehmen in der Regel keine Lasten aus der Konstruktion. Sollen planmäßig Lasten aus der Konstruktion übernommen werden, ist dies in der statisch-konstruktiven Planung zu

berücksichtigen. Es sollte auch Rücksprache mit dem Glashersteller oder Systemgeber gehalten werden. Bei allen Systemen mit gebogenen Gläsern ist der umlaufende

## Hinweise zur Produkthaftung und Garantie

Dampfdruckausgleich sowie eine dauerhafte Entwässerung sicherzustellen. Die Klotzung selbst ist eine Planungsaufgabe und sollte vor der Ausführung der Montage erfolgen.

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

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

Bei System 2 wirken Glasgewicht und Windlast verteilt auf den Glasrand (s. Abb. 9). Dies muss bei der Auflagerung besonders berücksichtigt werden. Die Ausführungen stellen lediglich eine Auswahl möglicher Situationen dar. Bei anderen wie z. B. sphärischer Biegung, eingelassenen Profilen im Isolierglasrandverbund oder einer Anwendung im konstruktiven Glasbau ist immer Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Für gebogene Verglasungen werden zusätzlich folgende Klotzempfehlungen gegeben:

Die Tragklotzung muss so ausgeführt werden, dass sich die Verglasung im Gleichgewicht befindet und nicht kippen kann. Dazu müssen die

Tragklötze so angeordnet werden, dass die Verbindung der beiden Mittelpunkte der Verglasungsklötze die Schwerpunktlinie der Verglasung schneiden. Am Schwerpunkt wird das Eigengewicht der Verglasung in die Konstruktion abgetragen.

Die Lage ist abhängig von der Geometrie, der Größe und dem Glasaufbau. Die Lage der Tragklötze muss bei der Bemessung der Unterkonstruktion berücksichtigt werden.

Abb. 8: Anordnung der Klotzung bei System 1

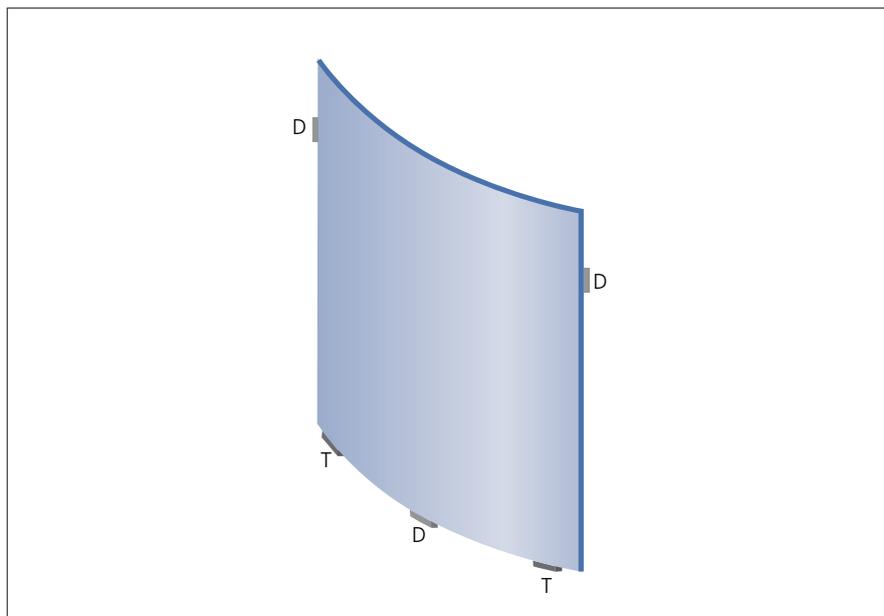
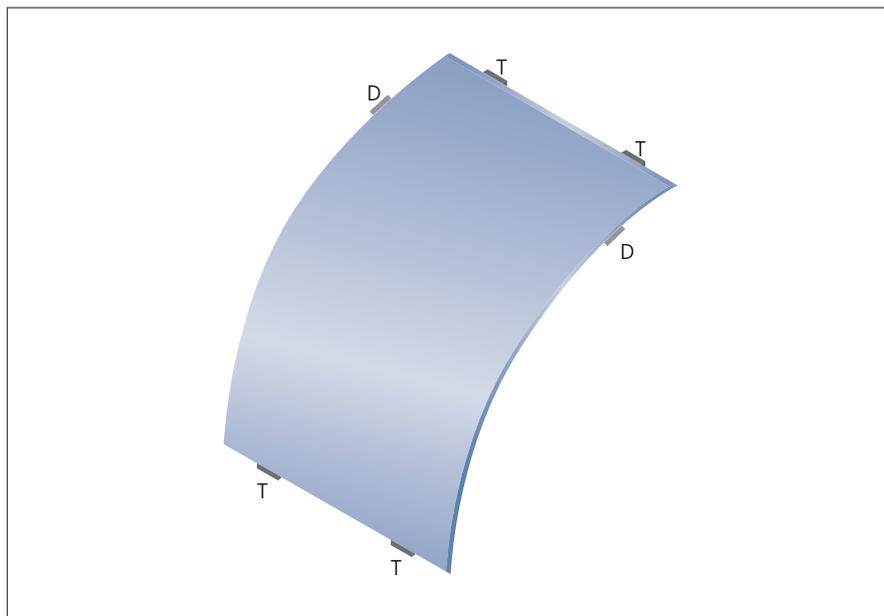


Abb. 9: Anordnung der Klotzung bei System 2



### 10.4.13.1 Definitionen

**T** = Tragklotz, leitet das Gewicht der Verglasungseinheit ab. Klötze bestehend aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte und einer tragfähigen Unterlage.

**D** = Distanzklotz, sichert den Abstand zwischen Glaskante und Falzgrund. Klötze ebenfalls aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte. Das Gewicht wird nur von

den Tragklötzen aufgenommen. Der Abstand zur Glasecke sollte dem Regelabstand von 100 mm entsprechen.

## 10.4.14 Aufmaß

Um das gewünschte Endprodukt herzustellen, ist bei gebogenem Glas ein äußerst genaues Aufmaß und die Angabe unterschiedlicher Informationen zu Abmessungen, etc. sehr wichtig.

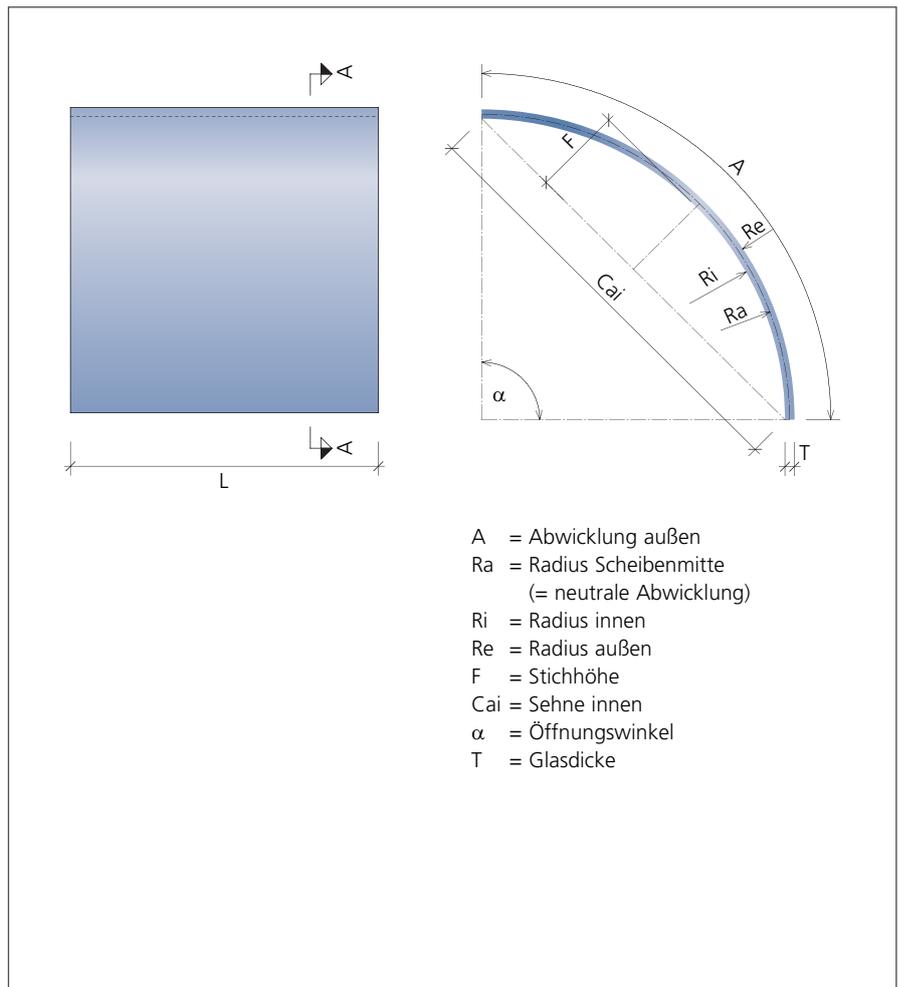
Bei zylindrisch gebogenen Gläsern sind, unabhängig von der geplanten Glasart, zur Ermittlung einer technisch machbaren und kostengünstigen Lösung unbedingt die nachstehend aufgeführten Parameter anzugeben.

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

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

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

Abb. 10: Aufmaß



## 10.4.15 Literatur

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

### 10.4.16 Ansprechpartner in den Bundesländern zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

#### **BADEN-WÜRTTEMBERG**

Dipl.-Ing. Steffen Schneider  
Regierungspräsidium Tübingen  
Referat 27, Landesstelle für  
Bautechnik  
Konrad-Adenauer-Str. 20  
72072 Tübingen  
Tel: +49 (0) 711 126-1995  
steffen.schneider@rpt.bwl.de

#### **BAYERN**

BOR Dipl.-Ing. Hubertus Wambsganz  
Oberste Baubehörde im Bayerischen  
Staatsministerium des Innern  
Franz-Josef-Strauß-Ring 4  
80539 München  
Tel: +49 (0) 89 2192 3369  
hubertus.wambsganz@stmi.bayern.de

#### **BERLIN**

Dr.-Ing. Gerhard Espich  
Senatsverwaltung für  
Stadtentwicklung  
Württembergische Straße 6  
10707 Berlin  
Tel: +49 (0) 30 90139-4375  
gerhard.espich@senstadt.berlin.de

#### **BRANDENBURG**

Dr.-Ing. Frank Gellner  
Landesamt für Bauen und Verkehr  
Außenstelle Cottbus  
Gulbener Straße 24, 03046 Cottbus  
Tel: +49 (0) 3342 4266 3500  
frank.gellner@LBV.Brandenburg.de

Dipl.-Ing. Türk Schellenberg  
Landesamt für Bauen und Verkehr  
Außenstelle Cottbus  
Gulbener Straße 24, 03046 Cottbus  
Tel: +49 (0) 3342 4266 3501  
tuerk.schellenberg@LBV.Brandenburg.de

#### **BREMEN**

Dipl.-Ing. Peter Habedank  
Der Senator für Umwelt, Bau,  
Verkehr und Europa  
Contrescarpe 72, 28195 Bremen  
Tel: +49 (0) 421 361-5263  
peter.habedank@bau.bremen.de

#### **HAMBURG**

Herr Oliver Brune  
Behörde für Stadtentwicklung und  
Umwelt  
Stadthausbrücke 8, 20355 Hamburg  
Tel: +49 (0) 40 42840 - 2204  
oliver.brune@bsu.hamburg.de

Frau Martina Menze  
Behörde für Stadtentwicklung und  
Umwelt  
Stadthausbrücke 8, 20355 Hamburg  
Tel: +49 (0) 40 42840 - 2212  
martina.menze@bsu.hamburg.de

Herr Martin Rücker  
Behörde für Stadtentwicklung und  
Umwelt  
Stadthausbrücke 8, 20355 Hamburg  
Tel: +49 (0) 40 42840 - 2275  
martin.ruecker@bsu.hamburg.de

#### **HESSEN**

BD Dr.-Ing. Dieter Pohlmann  
Hessisches Ministerium für  
Wirtschaft, Verkehr und  
Landesentwicklung  
Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden  
Tel: +49 (0) 611 815-2959  
dieter.Pohlmann@hmvwl.hessen.de

Dipl.-Ing. Brigitte Schneider  
Hessisches Ministerium für  
Wirtschaft, Verkehr und  
Landesentwicklung  
Kaiser-Friedrich-Ring 75  
65185 Wiesbaden  
Tel: +49 (0) 611 815-2954  
brigitte.schneider@hmvwl.hessen.de

#### **MECKLENBURG-VORPOMMERN**

Z. Zt. N N  
Ministerium für Verkehr, Bau und  
Landesentwicklung  
Mecklenburg-Vorpommern  
Schloßstraße 6-8, 19053 Schwerin  
Tel: +49 (0) 385 588-0 (Zentrale)  
poststelle@vm.mv-regierung.de

#### **NIEDERSACHSEN**

Herr Dipl.-Ing. Holger Winkler  
Niedersächsisches Ministerium für  
Soziales, Frauen, Familie, Gesundheit  
und Integration  
Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2  
30159 Hannover  
Tel: +49 (0) 511 120 -2921  
holger.winkler@ms.niedersachsen.de

#### **NORDRHEIN-WESTFALEN**

Dipl.-Ing. Andreas Plietz  
Ministerium für Wirtschaft, Energie,  
Bauen, Wohnen und Verkehr des  
Landes Nordrhein-Westfalen  
Referat X A 4 Bautechnik, Bauphysik  
Jürgensplatz 1, 40219 Düsseldorf  
Tel: +49 (0) 211 3843-6219  
andreas.plietz@mwebwv.nrw.de

#### **RHEINLAND-PFALZ**

Dipl.-Ing. Hermann Hoegner  
Ministerium der Finanzen des Landes  
Rheinland-Pfalz  
Kaiser-Friedrich-Straße 5  
55116 Mainz  
Tel: +49 (0) 6131 164-277  
hermann.hoegner@fm.rlp.de

#### **SAARLAND**

Dipl.-Ing. Robert Becker  
Ministerium für Umwelt, Energie  
und Verkehr  
- Oberste Bauaufsicht -  
Keplerstraße 18, 66117 Saarbrücken  
Tel: +49 (0) 681 501-4231  
r.becker@umwelt.saarland.de

#### **SACHSEN**

Herr Frank Christian Kutzer  
Landesstelle für Bautechnik  
Braustraße 2, 04013 Leipzig  
Tel: +49 (0) 341 9773929  
frankchristian.kutzer@ldl.sachsen.de

## SACHSEN-ANHALT

Herr Rolf Schneider  
 Ministerium für Landesentwicklung  
 und Verkehr des Landes Sachsen-  
 Anhalt  
 Turmschanzenstraße 30  
 39114 Magdeburg  
 Tel: +49 (0) 391 567-3548  
 r-schneider@mlv.sachsen-anhalt.de

## SCHLESWIG-HOLSTEIN

Herr Gerhard Behrendt  
 Innenministerium des Landes  
 Schleswig-Holstein  
 Düsternbrooker Weg 92  
 24105 Kiel  
 Tel: +49 (0) 431 988-3330  
 gerhard.behrendt@im.landsh.de

## THÜRINGEN

Dr.-Ing. Helmut Bietz  
 Thüringer Ministerium für Bau,  
 Landesentwicklung und Verkehr  
 Abteilung 2  
 Steigerstraße 24, 99096 Erfurt  
 Tel: +49 (0) 361 37-91 222  
 helmut.bietz@tmbvl.thueringen.de  
  
 Fachliche Anfragen/Beiträge:  
 Herr Reinhard Sommer  
 Thüringer Landesverwaltungsamt  
 Weimarplatz 4, 99423 Weimar  
 Tel: +49 (0) 361 3773-7962  
 reinhard.sommer@tlvwa.thueringen.de

### 10.4.17 Normen, Regelwerke und Richtlinien

<b>EN ISO 140- 3:</b>	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen
<b>EN 356:</b>	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
<b>EN 357:</b>	Glas im Bauwesen – Brandschutzverglasungen aus durchsichtigen oder durchscheinenden Glasprodukten – Klassifizierung des Feuerwiderstandes
<b>EN 410:</b>	Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen
<b>EN 572:</b>	Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilikatglas
<b>EN 673:</b>	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren
<b>EN ISO 717-1:</b>	Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung
<b>DIN 1055:</b>	Einwirkungen auf Tragwerke
<b>EN 1063:</b>	Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss
<b>EN 1096:</b>	Glas im Bauwesen – Beschichtetes Glas Hochbau – Fugendichtstoffe – Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen
<b>EN 12150:</b>	Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
<b>EN 1863:</b>	Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas
<b>EN ISO 12543:</b>	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
<b>EN 14179:</b>	Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
<b>EN 14449:</b>	Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas
<b>DIN 18008:</b>	Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln
<b>DIN 18032:</b>	Sporthallen – Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung
<b>DIN 18361:</b>	Verglasungsarbeiten
<b>EN 20140:</b>	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen
<b>BF Richtlinien</b>	Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten und siebbedruckten Gläsern Materialverträglichkeit rund um das Isolierglas Kompass für geklebte Fenster Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas

<b>Merkblätter VFF</b>		Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen
		Einsatzempfehlungen für Sicherheitsglas im Bauwesen
		Glasstöße und Ganzglasecken in Fenster und Fassaden
<b>Technische Richtlinien BIV</b>	Schrift 1	Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen
	Schrift 3	Klotzung von Verglasungseinheiten
	Schrift 8	Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Verkehrsbereichen
	Schrift 9	Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau
	Schrift 10	Fachliche Begriffe aus dem Berufsbereich des Glaserhandwerks
	Schrift 14	Glas im Bauwesen – Einteilung der Glaserzeugnisse
	Schrift 17	Verglasen mit Isolierglas Schrift 18 Absturzsichernde Verglasungen nach TRAV
	Schrift 19	Linien- und punktförmig gelagerte Verglasungen
Schrift 20	Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren	
<b>Merkblätter GUV</b>		GUV-SI 8027 Mehr Sicherheit bei Glasbruch
		GUV-VS 2 Kindertageseinrichtungen
		BGI/GUV-I 669 Glastüren, Glaswände
		GUV-VS 1 Schulen
		GUV-VC 9 Kassen

### 10.4.18 Weiterführende Literatur

- Runkel, H.-W., Scheideler, E.: Gebogenes Glas – Herstellung und Statik. Sonderdruck aus Glaswelt 6 und 8/2000, Gentner-Verlag, Stuttgart
- Feldmeier, F.: Klimabelastung und Lastverteilung bei Isolierglas. Stahlbau 75 (2006), Heft 6, Ernst & Sohn, Berlin
- Bucak, Ö., Schuler C.: Gebogenes Glas. Kapitel 6, Glas im konstruktiven Ingenieurbau, Stahlbau Kalender (2008), Beuth-Verlag, Berlin
- Elstner, M., Schäfer, S.: Herausforderung gebogene Gläser. Glas + Rahmen, Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf, 09/2010
- Ensslen, F.: Gebogenes Glas – Herausforderungen für Anwender. Glaswelt, Genter-Verlag, Stuttgart, 10/2010

## 10.5 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Wärmedämmglas

Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf | Deutsche Hutchinson GmbH, Eschborn | E C I European Chemical Industries Ltd., Essen | Fenzi S.p.A., I-Tribiano | Flachglas MarkenKreis GmbH, Gelsenkirchen | Glas-Fandel GmbH & Co. KG, 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

### 10.5.1 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 eingeführt 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.

### 10.5.2 Dreifach-Wärmedämmgläser

#### 10.5.2.1 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.

#### 10.5.2.2 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.

#### 10.5.2.3 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:

- $U_f = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

- $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

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

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



### 10.5.2.4 Erreichbare g-Werte

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

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.

### 10.5.2.5 Bilanz-U-Werte

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

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

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

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

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

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

Kapitel 10.5.2.3) 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

### 10.5.2.6 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 10.4.2.3 und 10.4.2.5) ändern sich dann entsprechend.

## 10.5.3 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit

### 10.5.3.1 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 Fenster sind Scheibenzwischenräume von 2 x

12 mm als technisch sinnvolles Maß anzusehen. Kleinere Scheibenzwischenräume führen (bei Verwendung von Argon als Füllgas) zu höheren  $U_g$ -Werten; größere Scheibenzwischenräume zu stärkeren Belastungen für Glas und Randverbund.

### 10.5.3.2 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.

### 10.5.3.3 Glasdimensionierung

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

### 10.5.3.4 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.

### 10.5.3.5 Sonderfunktionen

Die Erfahrungswerte von zweischeibigen Isoliergläsern können nicht ohne Weiteres auf Dreifach-Wärmedämm-

gläser übertragen werden. Kombinationen mit Sonderfunktionen wie Sicherheit (Überkopfverglasungen,

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

#### 10.5.3.5.1 Sicherheit (Überkopfverglasungen, Absturzsicherung)

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

damit die allgemein für „Mehrscheiben-Isoliergläser“ formulierten Anforderungen ebenso für Dreischeiben- wie für Zweischeiben-Isoliergläser.

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

#### 10.5.3.5.2 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.

#### 10.5.3.5.3 Sonnenschutz

Sonnenschutzeigenschaften lassen sich mit den Wärmedämmeigenschaften der Dreifach-Wärmedämm-

gläser kombinieren. Gegenüber zweischeibigen Sonnenschutz-Isoliergläsern verändern sich dadurch

die licht- und strahlungsphysikalischen Eigenschaften.

### 10.5.4 Verglasungsvorschriften

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

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

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

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

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

### 10.5.4.1 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.

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.

### 10.5.4.2 Vergrößerter Glaseinstand

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

menden Rahmensystemen als akzeptabel anzusehen (Forschungsvorhaben HIWIN Teilprojekt B: Untersuchungen zur Glasbruchgefahr durch erhöhten Glaseinstand,

Abschlussbericht April 2003, ift Rosenheim und Passivhaus Institut Darmstadt).

## 10.5.5 Weitere Merkmale

### 10.5.5.1 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.

### 10.5.5.2 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.

## 10.5.5.3 Optische Qualität

### 10.5.5.3.1 Eigenfarbe

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

nisse, 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.

### 10.5.5.3.2 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.

## 10.6 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

Stand: 2010

### 10.6.1 Geltungsbereich

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

**10.6.1.2** 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.

**10.6.1.3** Weitere Richtlinien und Normen

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

### 10.6.2 Prüfgrundsätze

Vorbemerkungen

■ Geräusche, die durch das Öffnen bzw. Kippen von Fenstern und durch Fahrbewegungen entstehen, sind technisch bedingt und stellen keinen Mangel dar

■ Beurteilungskriterien gelten nur für waage- und lotrecht ausgerichtete Anlagen

■ Der Bereich Lamellenabstand zum Abstandhalter ist kein visuelles Kriterium

■ Abnutzungserscheinungen sind nicht Gegenstand der visuellen Qualität.

#### 10.6.2.1 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 Spanschnüre) erfolgt eine Beur-

teilung der Lamellenprofile bezüglich der Oberfläche und der seitlichen Halterungen.

## 10.6.2.2 Foliensysteme - Plisseesysteme

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

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

## 10.6.2.3 Prüfkriterien

**10.6.2.3.1** Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung von innen laut nachfolgender Tabelle 1 entspricht. Die Betrachtung von außen erfolgt grundsätzlich in einem Abstand von größer 2,0 m. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Lamellen bzw. Folien einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Die Verglasungen innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. Die Prüfungsvoraussetzungen gelten für die obere und untere Endlage. Ein nur teilweise geschlossenes System kann nicht bewertet werden, da hier keine Funktion im Sinne der Anforderungen von Sonnen-, Sicht- und Blendschutz besteht.

**10.6.2.3.2** 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. 1:

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

## 10.6.2.4 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. 1: Betrachtungsflächen

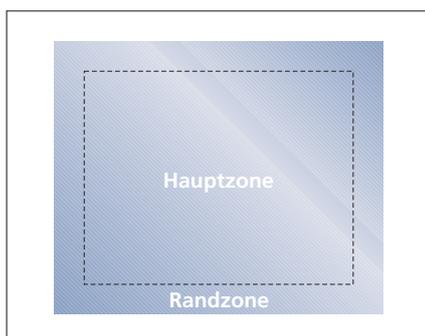
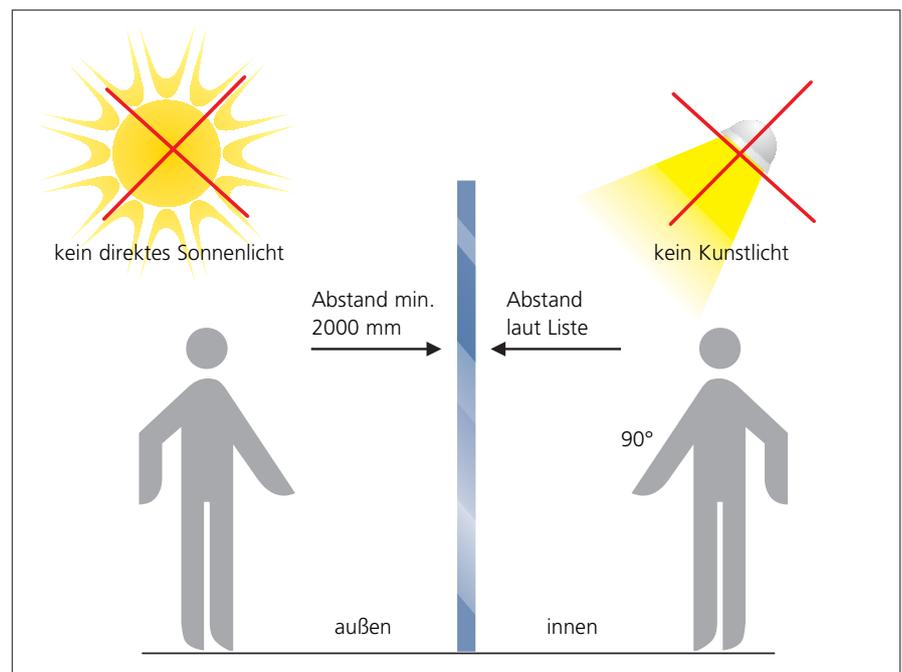


Abb. 2:



## 10.6.3 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen

### 10.6.3.1 Erkennbare Oberflächenabweichungen

**10.6.3.1.1** Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Runterfahren kann technisch bedingter Abrieb im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugsschnüre und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände bzw. Verfärbungen erfolgt nach den Tabellen 2, 3, 4, und 5.

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

Zulässig sind pro m<sup>2</sup> Fläche  
 Randzone: max. 4 Stück  $\varnothing \leq 3$  mm  
 Hauptzone: max. 2 Stück  $\varnothing \leq 2$  mm

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

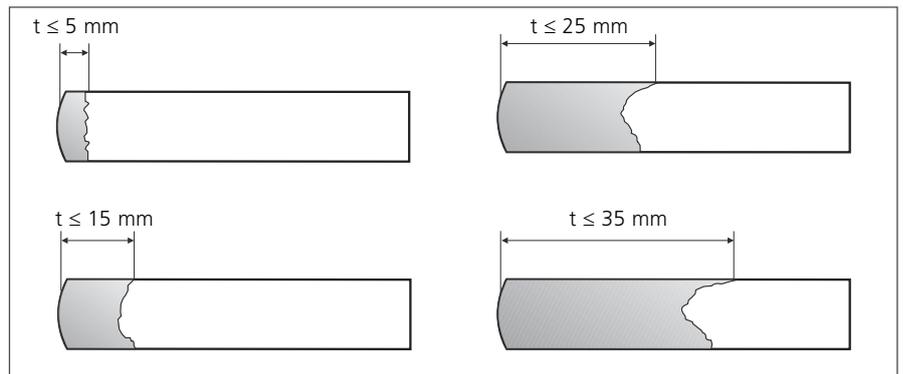
Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

■ Tab. 2:

Beurteilungskriterium	Beurteilung
Verfärbung der Lamellenenden durch Abrieb	nach Tabelle 5
Abriebspuren im SZR bedingt zulässig	nach Tabelle 5
Rückstände: bedingt zulässig z. B. Butyl auf den Lamellen	nach Tabelle 5

© ift Rosenheim

■ Tab. 3: Beispiele



© ift Rosenheim

■ Tab. 4:

Farbe der Lamelle Farbe der Verschmutzung	Kontrast
	0 - 20 %
	20 - 40 %
	40 - 60 %
	60 - 80 %
	80 - 100 %

© ift Rosenheim

■ Tab. 5:

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

### 10.6.3.2 Zulässiger Lamellenversatz

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

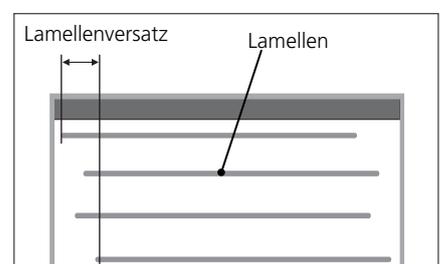
■ Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Richtlinie keine Gültigkeit.

■ Tab. 6:

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

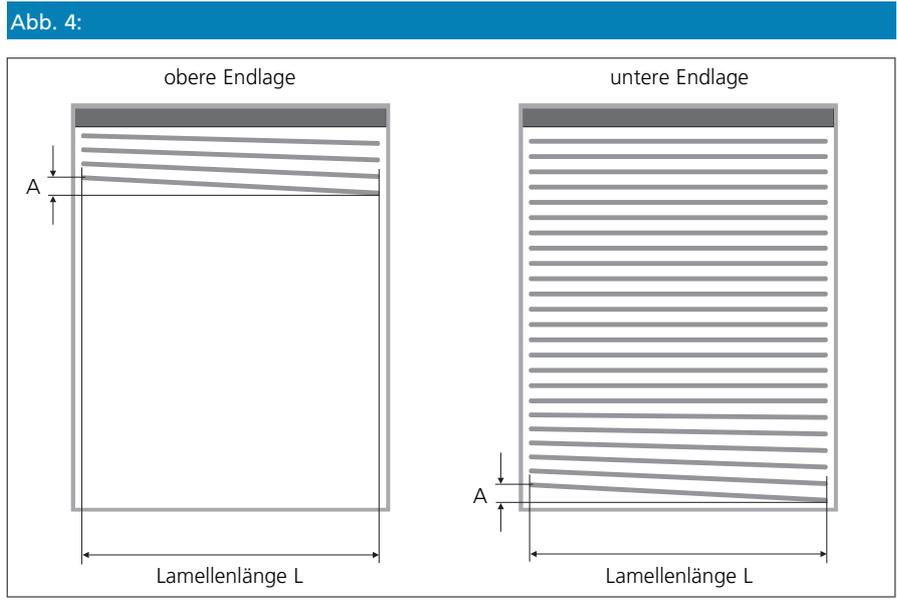
Maße in mm

Abb. 3: Lamellenversatz



### 10.6.3.3 Abweichung von der Rechtwinkligkeit/ Schiefhang

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



### 10.6.3.4 Zulässige Abweichung von der Form

#### 10.6.3.4.1 Zulässige Verdrehung/ Verzerrung

■ Tab. 7:

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

#### 10.6.3.4.2 Zulässige Durchbiegung

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

■ Tab. 8:

Durchbiegung D (EN 13120):  Endstab: 4 mm Lamelle (gemessen in geschlossener Behangstellung)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Länge der Lamellen in m</th> <th>Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>L \leq 1,5</math></td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><math>1,5 &lt; L \leq 2,5</math></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><math>2,5 &lt; L \leq 3,5</math></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>L &gt; 3,5</math></td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Länge der Lamellen in m	Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm	$L \leq 1,5$	5	$1,5 < L \leq 2,5$	10	$2,5 < L \leq 3,5$	15	$L > 3,5$	20
Länge der Lamellen in m	Höchstwerte der Durchbiegung von Lamellen in mm										
$L \leq 1,5$	5										
$1,5 < L \leq 2,5$	10										
$2,5 < L \leq 3,5$	15										
$L > 3,5$	20										
Säbelförmigkeit Lamelle C (EN 13120): 	$L = \text{Länge der Lamelle}$ $C = \frac{1}{2} L^2$										

### 10.6.3.5 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.

### 10.6.3.6 Minimaler Schließwinkel

Der Schließwinkel von Lamellensystemen muss der Systembeschreibung entsprechen.

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

### 10.6.3.7 Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

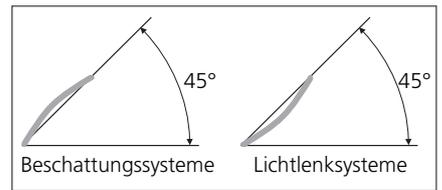
- solange diese auf vor angegebene Toleranzen der Einzelbauteile zurückzuführen sind,

- die sonstigen Toleranzen der Jalousien eingehalten werden

Ungleichmäßige Lichtdurchscheinungen können unter anderen entstehen durch:

- ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen
- Schließwinkeltoleranzen

Abb.5:



### 10.6.3.8 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 9 betragen.

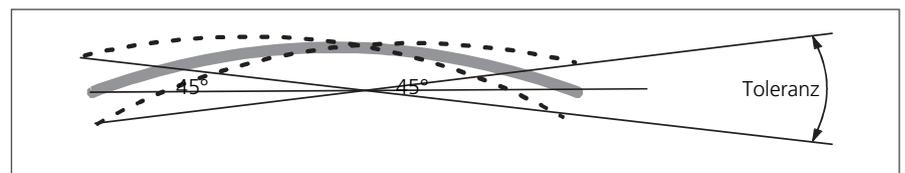
■ Tab. 9:

Systeme	bis zu einer Höhe von	ab einer Höhe von	Toleranz
Beschattungssysteme	1000 mm		$\pm 8^\circ$
		1001 mm	$\pm 12^\circ$
Lichtlenksysteme	1000 mm		$\pm 10^\circ$
		1001 mm	$\pm 12^\circ$

### 10.6.3.9 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. 6:



■ Tab. 10:

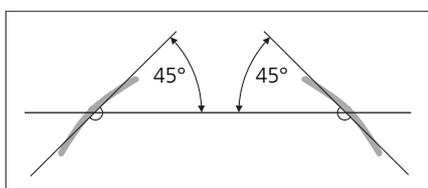
Scheibenhöhe ab	bis	Toleranz
	1000	$\pm 7^\circ$
1001	2000	$\pm 8^\circ$
2001	3000	$\pm 9^\circ$
3000		$\pm 10^\circ$

Maße in mm

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

Die Schwenkbarkeit der Lamellen richtet sich nach DIN 18 073 und muss mindestens  $90^\circ$  um die Längsachse betragen.

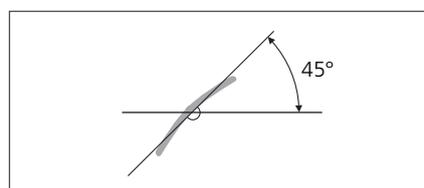
Abb. 7:



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

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

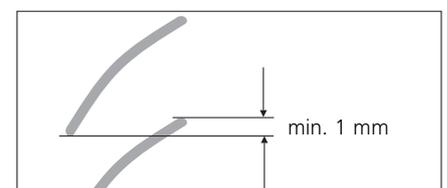
Abb. 8:



### 10.6.3.12 Überdeckung der Lamellen

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

Abb. 9:



## 10.6.3.10 Lamellenschluss

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

## 10.6.4 Rollosysteme und Plisseesysteme

### 10.6.4.1 Erkennbare Oberflächenfehler

(die zu beurteilende Behangfläche richtet sich nach Punkt 10.6.2.3)

■ Tab. 11:

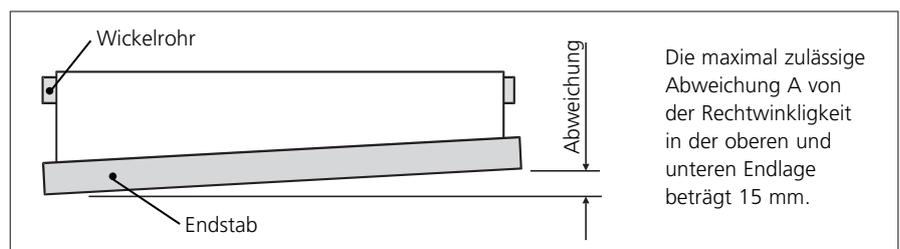
	1. Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Prägefehler, Rückstände Beschichtungsfehler etc. Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ , max. 4 Stck. à $\leq 3 \text{ mm}$ Scheibenfläche $\leq 1 \text{ m}^2$ , max. 4 Stck. / $\text{m}^2$ à $\leq 3 \text{ mm}$
	2. Kratzer Summe der Einzellängen max. 90 mm Einzellänge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

### 10.6.4.2 Abweichung von der Rechtwinkligkeit

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden in folgenden Positionen beurteilt

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

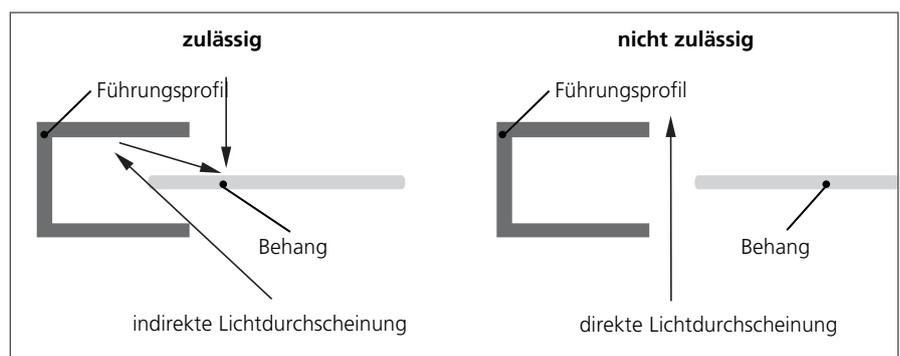
Abb. 10:



### 10.6.4.3 Wellen- und Faltenbildung

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

Abb. 11:



### 10.6.4.4 Lichtdurchscheinungen

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

## 10.6.4.5 Einrollungen von freien Behangkanten

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

Eine Einrollung von freien Behangkanten ist erlaubt wenn:

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

Abb. 12:

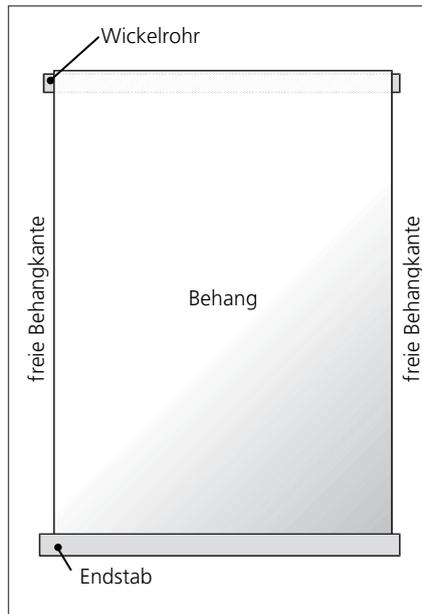
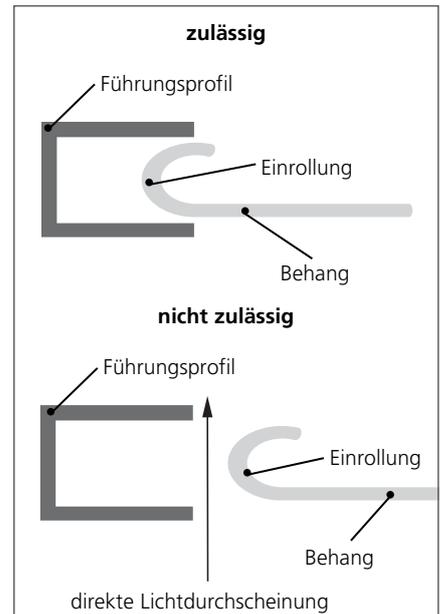


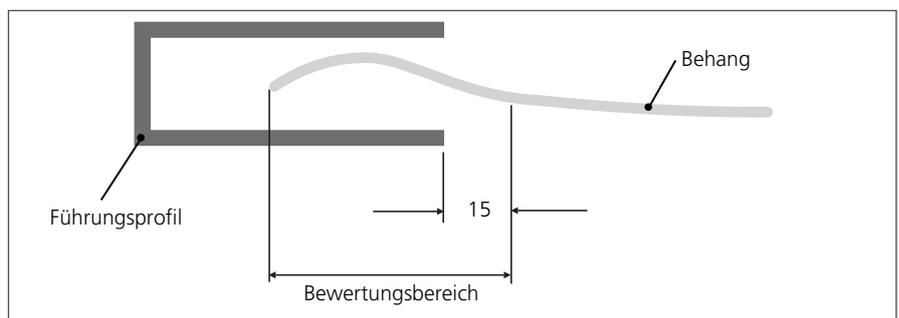
Abb. 13:



## 10.6.4.6 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. 14:

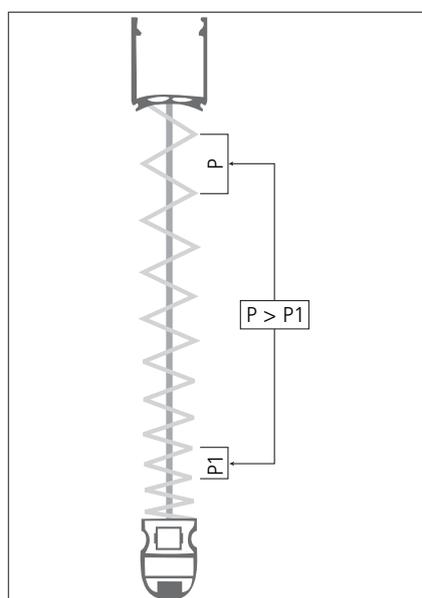


## 10.6.4.7 Plisseesysteme

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

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

Abb. 15:



### 10.6.5 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 grundsätzlich

davon ausgegangen werden, dass außer der visuellen Qualität ebenso die wesentlichen Merkmale des Produkts zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Ein Gleichlauf von mehreren Elementen kann nicht gewährleistet werden.

### 10.6.6 Besondere Hinweise

**10.6.6.1** 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.

**10.6.6.2** 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.

**10.6.6.3** 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.

## 10.7 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

Stand: 2010

### 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.

### 10.7.1 Geltungsbereich

**10.7.1.1** 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.

**10.7.1.2** 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.

**10.7.1.3** Diese Richtlinie gilt nur für Räume mit normaler Raumtemperatur und Luftfeuchte.

Sie gilt nicht für Schwimmbäder, spezielle Feuchträume und Räume mit über dem Maß der üblichen hinausgehenden Belastungen und Anforderungen. Hier gelten die besonderen Vorschriften für Schwimmbäder und Nassräume. Es gelten die allgemein gültigen Richtlinien und Regelwerke, die Bauregelliste (Deutsches Institut für Bautechnik), die von den Verbänden für fachgerechte Verglasung in der jeweils neuesten Fassung herausgegeben werden. Insbesondere gelten:

- VOB/C ATV DIN 18 361; „Verglasungsarbeiten“
- DIN/ÖN/EN-Normen „Verglasungsarbeiten“
- Richtlinien der Isolierglashersteller
- Die anerkannten Regeln der Technik
- Relevante Teile der DIN V 18 073 „Rollläden, Markisen, Rolltore und sonstige Abschlüsse im Bauwesen – Begriffe, Anforderungen“
- Die Systembeschreibung der Rahmenhersteller

### 10.7.2 Verglasung von integrierten Systemen im Mehrscheiben-Isolierglas

#### 10.7.2.1 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.

#### 10.7.2.2 Glasfalzausbildung

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

#### 10.7.2.3 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.

### 10.7.3 Lagerung, Transport, Einbau, Prüfung

#### 10.7.3.1 Funktionsprüfung

Lagerung, Transport und Manipulation (vertikal und horizontal) sind systembezogen und nach den Vorgaben des Herstellers durchzuführen. Die Isolierglaseinheiten mit iSiM sind in der Regel lot- und fluchtgerecht einzubauen.

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

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.

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

Jedes iSiM ist im Zuge der Bauabwicklung gegebenenfalls mehrfach auf seine Funktion hin zu überprüfen. Dies schließt neben einer Überprüfung der Elemente an sich auch die herstellerspezifische Funktionsprüfung des iSiM ein.

#### 10.7.3.2 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.

### 10.7.4 Kabelverbindung

#### 10.7.4.1 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.

#### 10.7.4.2 Zubehör

Zulässig sind nur vom Systemhersteller freigegebene Elektro- und Zubehörkomponenten.

### 10.7.5 Fensterkontakte und -übergänge

#### 10.7.5.1 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 größere Falztiefe. Es wird

empfohlen, vor der Planung und Ausführung beim Hersteller anzufragen.



## 10.8 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet vom BF Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf und dem FKG Fachverband Konstruktiver

Glasbau e.V. · Aachener Straße 1019a · 50858 Köln

Stand: März 2014

### 10.8.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von keramischen Farben als Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden.

Diese Richtlinie gilt nicht für farbiges Glas nach EN 16477 oder anderweitig bedruckte Gläser. Bauordnungsrechtliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht behandelt.

Die im Abschnitt der 3. „Prüfung“ genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben.

### 10.8.2 Verfahren/Hinweise/Begriffe

#### 10.8.2.1 Allgemeines

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

Die Farben sind so gewählt, dass sie sich bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 600 – 620 °C innerhalb weniger Minuten mit der Oberfläche verbinden. Dieses Temperaturfenster ist sehr eng und insbe-

Auch so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet.

Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

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

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung

sondere bei unterschiedlich großen Scheiben und verschiedenen Farben nicht immer exakt reproduzierbar einzuhalten.

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

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragsarten vollflächig oder teilflächig emailliert werden. Die Emaillierung wird in der Regel auf die

■ Kantenqualität sowie Farbfreiheit der Kante (für freistehende Kanten wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Kante ausgegangen.)

■ Weiterverarbeitung der Monoscheiben z. B. zu Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) oder VG/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie

■ Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

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

von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder mehr) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Witterungsseite) werden spezielle Farben verwendet.

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

Bei vollflächiger Emaillierung mit transluzenten Farben ist eine Wolkenbildung möglich. Diese Merkmale können bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei trans-

luzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann. Bei der Verwendung von metallischen Farben, ist darauf zu achten, dass diese nicht Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Anwendung dieser Farben ist mit dem Hersteller abzustimmen.

### 10.8.2.2 Verfahren

#### 10.8.2.2.1 Rollercoating-Verfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgeföhren, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige homogene vollflächige Farbverteilung gewährleistet. Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze aus der Nähe zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen“ jedoch von

#### 10.8.2.2.2 Gießverfahren

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

#### 10.8.2.2.3 Siebdruckverfahren

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

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten zum u. a. Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes zu beachten.

der Vorderseite (durch das Glas betrachtet) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtsbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Es kann ein so genannter „Sternenhimmel“ (sehr kleine Fehlstellen) in der Emaille entstehen.

Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch die Möglichkeit, dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Anwendungen für den Durchsichtsbereich sind unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen.

gewählter Farbe deckend oder durchscheinend.

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

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

U. a. EN 1096 und/oder die zuvor genannten Richtlinien für Glas im Bauwesen. Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt.

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

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

eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

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

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

### 10.8.2.2.4 Digitaldruckverfahren

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

Eine hohe Druckauflösung bis zu 360 dpi ist derzeit möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungs-technisch nicht vermeidbar.

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

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

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

### 10.8.3 Prüfung

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

Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

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

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

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

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

■ Tab. 1: Fehlerarten/Toleranzen für emaillierte Gläser

Fehlerart	Toleranz
Zulässige punktförmige Stellen im Email*	Ø 0,5 – 1,0 mm max. 3 Stück/m <sup>2</sup> , mit Abstand ≤ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge
Wolken **	unzulässig
Wasserflecken	unzulässig
Farbüberschlag an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, sonst nicht. Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante: ■ Im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig ■ Im Gießverfahren zulässig ■ Im Siebdruckverfahren nicht zulässig ■ Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nähe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.
Unbedruckter Glasrand	Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig
Email-Lagetoleranz (a) s. Abb. 1 ***	Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm Scheibengröße ≤ 3000 mm: ± 3,0 mm Scheibengröße > 3000 mm: ± 4,0 mm
Toleranz der Abmessungen bei Teilemaillierung (b) s. Abb. 1	Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich: ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 1	in Abhängigkeit der Größe Kantenlänge der Druckfläche: Toleranzbereich: ≤ 30 mm ± 0,8 mm ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 500 mm ± 1,2 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 2000 mm ± 2,5 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von ΔE ≤ 5 mm (Float) bzw. ΔE ≤ 4 mm (Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel 10.8.4).

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

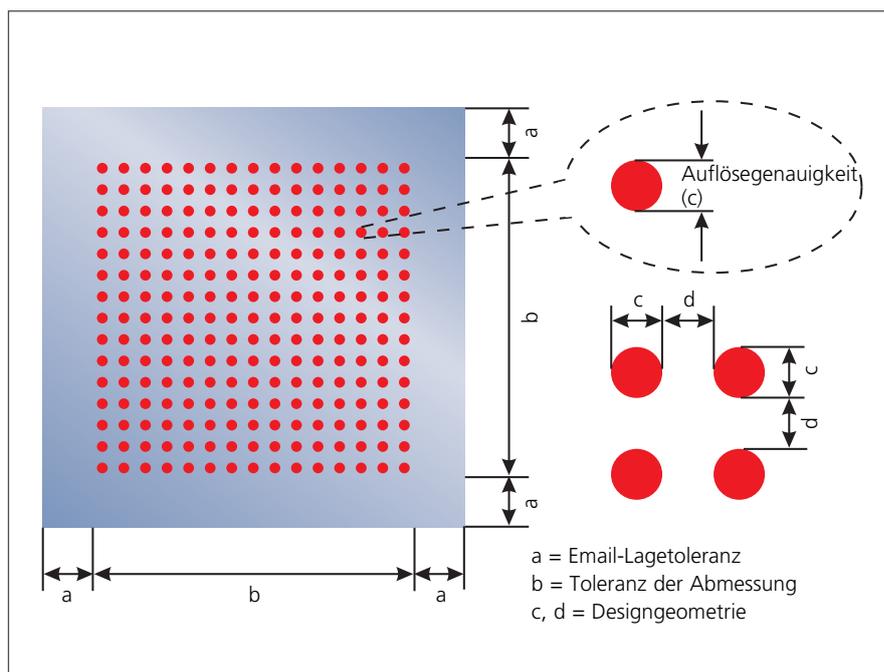
\*\* Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflächen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moiré-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.

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

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

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

Abb. 1: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern



## 10.8.4 Beurteilung des Farbeindrucks

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

Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln

vorherrschend, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

### 10.8.4.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eisenarme Gläser usw.) abhängt, führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emaillierung (Emaillierung Position 2). Zusätzlich kann die-

ses Glas mit unterschiedlichen Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein

wie z. B. bei Strukturgläsern. Farbabweichungen bei der Emaillierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farbherstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

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

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden.

Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes (Fläche, Glaskörper) auf die Farbe auf treffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Einfallswinkel. Die auf die Farbe auftreffenden „Spektralfarben“ werden von der Farbe (Farbpigmenten) teilweise reflektiert bzw. absorbiert.

Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, die durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Ober-

fläche, Glaskörper) auf die Farbe auf treffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle und Ort der Betrachtung sowie Hintergrund unterschiedlich.

### 10.8.4.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farb-

unterschied deutlich wahrgenommen wird, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen.

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

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

Entsprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand, Umgebungsfarbe, Farbneutralität und Reflexionsgrad der Oberfläche sind die Toleranzwerte nur als Orientierung zu verwenden.

Alle Umstände sollten vor Ort, beim entsprechenden Objekt individuell

bewertet werden – insbesondere das Objekt in seiner spezifischen Umgebung.

Farben werden zur Fertigungskontrolle im CIE L\*a\*b\*-System objektiv dargestellt, wobei die normierte Bezugslichtart D65 und ein Beobachtungswinkel von 10° zugrunde gelegt werden.

Die angestrebte Lage im a, b Farbkoordinatensystem, wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit, unterliegen fertigungsbedingt geringen Schwankungen. Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen.

Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben

- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe in Abstimmung mit dem Kunden. Dafür zu Grunde liegende Messwerte sind mit glasspezifischen Farbmessgeräten und unter gleichen Bedingungen zu bestimmen (gleiches Farbsystem, gleiche Lichtart, gleiche Geometrie, gleicher Beobachter). Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Rohstoffverfügbarkeit usw.)

- Herstellung eines 1:1 Produktionsmusters und Freigabe durch den Kunden

- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen

- Die Bestellung von großen Mengen einer gleichen Farbe innerhalb eines Auftrags sollte einmal und nicht in Teil-Bestellungen erfolgen.

### 10.8.5 Sonstige Hinweise

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

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

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

Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig.

Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe eingesetzt oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt normgerecht.

Emaillierte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

## 10.9 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern

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

Baurechtliche Aspekte werden in dieser Richtlinie nicht behandelt.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktiven und

visuellen Anforderungen bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Aufgaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität (für freistehende Kanten wird eine matt geschliffene Kante empfohlen. Bei gesäumten oder bei Schnittkanten wird von gerahmter Ausführung ausgegangen.)

■ Weiterverarbeitung der sandgestrahlten Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisoliervlas (MIG) oder Verbundglas (VG) bzw. Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

■ Position der mattierten Oberfläche

■ Optional: Ausführung der sandgestrahlten Oberfläche mit Griffschutz

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

### 10.9.1 Verfahren / Hinweise / Begriffe

#### ■ Vollflächig und teilflächig sandgestrahlte Gläser

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

Die sandgestrahlte Seite sollte immer die von der Bewitterung abgewandte Seite (Position zwei oder größer) sein. Ausnahmen sind nur nach vorheriger Rücksprache mit dem Hersteller

zulässig. Anwendungen im Durchsichtsbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem Hersteller abgestimmt werden. Bei vollflächiger Sandstrahlung ist eine Wolkenbildung möglich, die bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar wird.

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

#### ■ Griffschutz

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

### 10.9.2 Beurteilung allgemein

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

Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 1,50 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem

Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei Tageslicht bei bedecktem Himmel, ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Mattierung im sicht-

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

# Hinweise zur Produkthaftung und Garantie

■ Tab. 1: Fehlerarten/Toleranzen für sandgestrahlte Gläser

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

\* Bemessungsgrundlage ist die Fläche der Glas-scheibe. Bei kleineren Formaten (< 0,67 m<sup>2</sup>) sind 2 Fehlstellen zulässig.

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

Abb. 1: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei teilmattierten Flächen

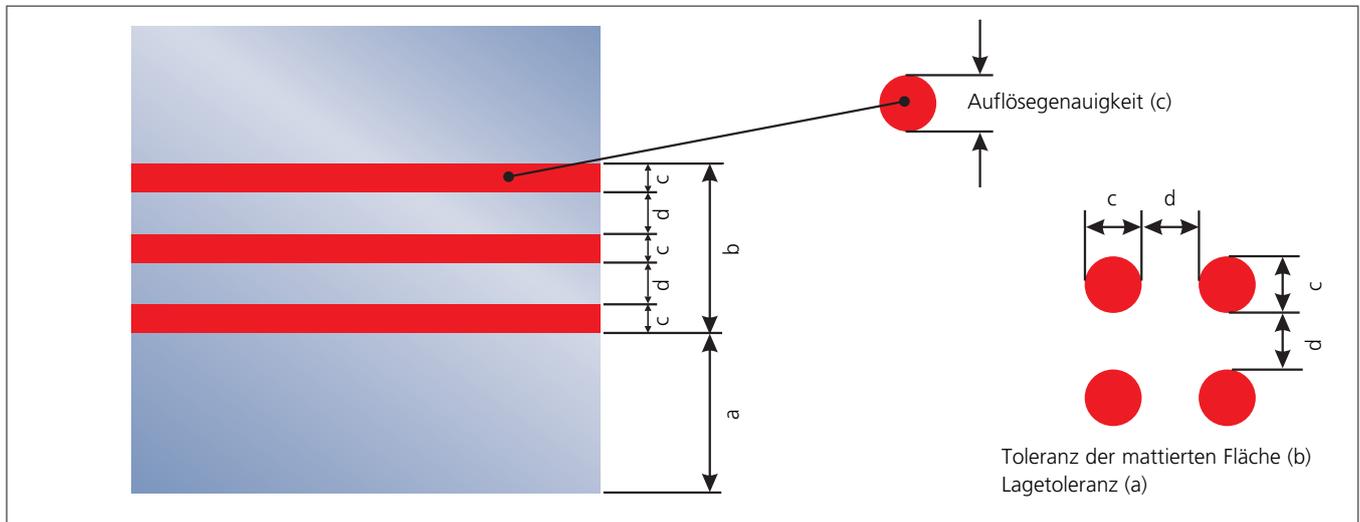
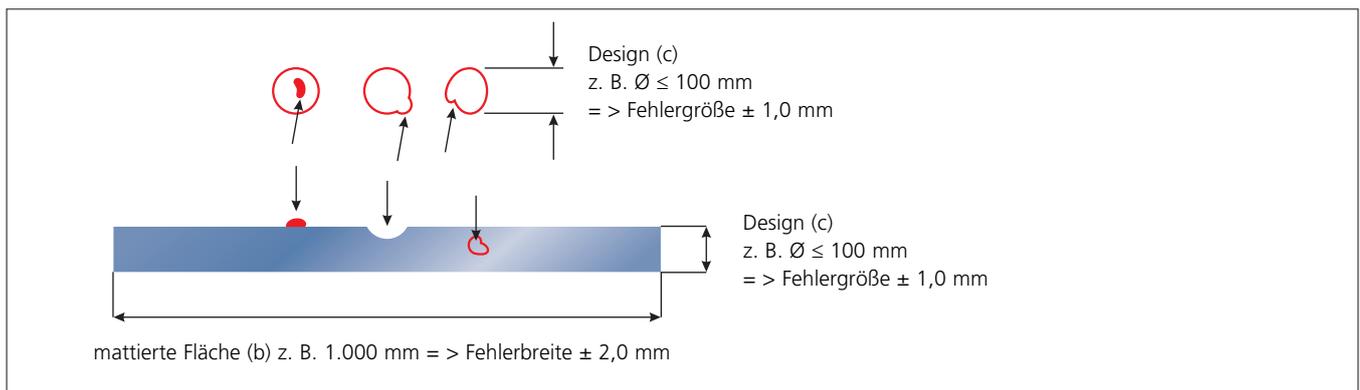


Abb. 2: Geometrie des Designs - Designfehler



### 10.9.3 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen oder Abweichungen des visuellen Eindrucks der sandgestrahlten Fläche im Fall von Nachbestellungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können.

Unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen kann ein erkennbarer Unterschied zwischen zwei sandgestrahlten Glasscheiben vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „weniger störend“ eingestuft werden kann.

#### 10.9.3.1 Art des Basisglases

Das verwendete Basisglas ist in der Regel Floatglas, d. h. die Oberfläche ist sehr plan und es kommt zu einem hohen Anteil gerichteter Lichtstrahlung.

Zusätzlich kann dieses Glas mit verschiedensten Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhen der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Strukturgläsern.

Dazu kommt die sogenannte Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eisenoxidarme Gläser usw.) abhängig ist.

#### 10.9.3.2 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, Glasoberfläche,

Glaskörper) auf die Sandstrahlung auftreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 - 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Einfallswinkel. Die auf die Sandstrahlung auftreffenden „Spektralfarben“ werden von der Sandstrahlung teilweise gestreut.

Die nicht sandgestrahlte Oberfläche reflektiert einen Teil des auftretenden Lichtes mehr oder weniger je nach

Dadurch erscheint die Sandstrahlung je nach Lichtquelle unterschiedlich.

#### 10.9.3.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Einflussgrößen sind der Betrachtungswinkel, die Größen des Objektes und vor allem auch die Art, wie

nahe zwei zu vergleichende Objekte zueinander angeordnet sind.

### 10.9.4 Sonstige Hinweise

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

- EN 12 150 für Einscheiben-Sicherheitsglas
- EN 1863 für teilvorgespanntes Glas
- EN 14 179 für heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas
- Sandgestrahlte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

- Die Reinigung mit abrasiven Mitteln, wie z. B. Stahlwolle, holzhaltigem Papier, Mikrofaser-tüchern, etc. kann zu Strukturveränderungen der sandgestrahlten Oberfläche führen und ist nicht zulässig. Die besonderen Reinigungs- und Pflegeempfehlungen sind generell beim Hersteller anzufordern.

### 10.10 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von VG und VSG

DIN ISO 12543-6:1998

#### 10.10.1 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.

#### 10.10.2 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

#### 10.10.3 Definition

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

##### 10.10.3.1 Punktförmige Fehler

Diese Fehlerart umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

##### 10.10.3.2 Lineare Fehler

Diese Fehlerart umfasst Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

##### 10.10.3.3 Andere Fehler

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



### 10.10.3.4 Undurchsichtige Flecken

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

### 10.10.3.5 Blasen

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

### 10.10.3.6 Fremdkörper

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

### 10.10.3.7 Kratzer oder Schleifspuren

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

### 10.10.3.8 Kerben

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

### 10.10.3.9 Falten

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

### 10.10.3.10 Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen

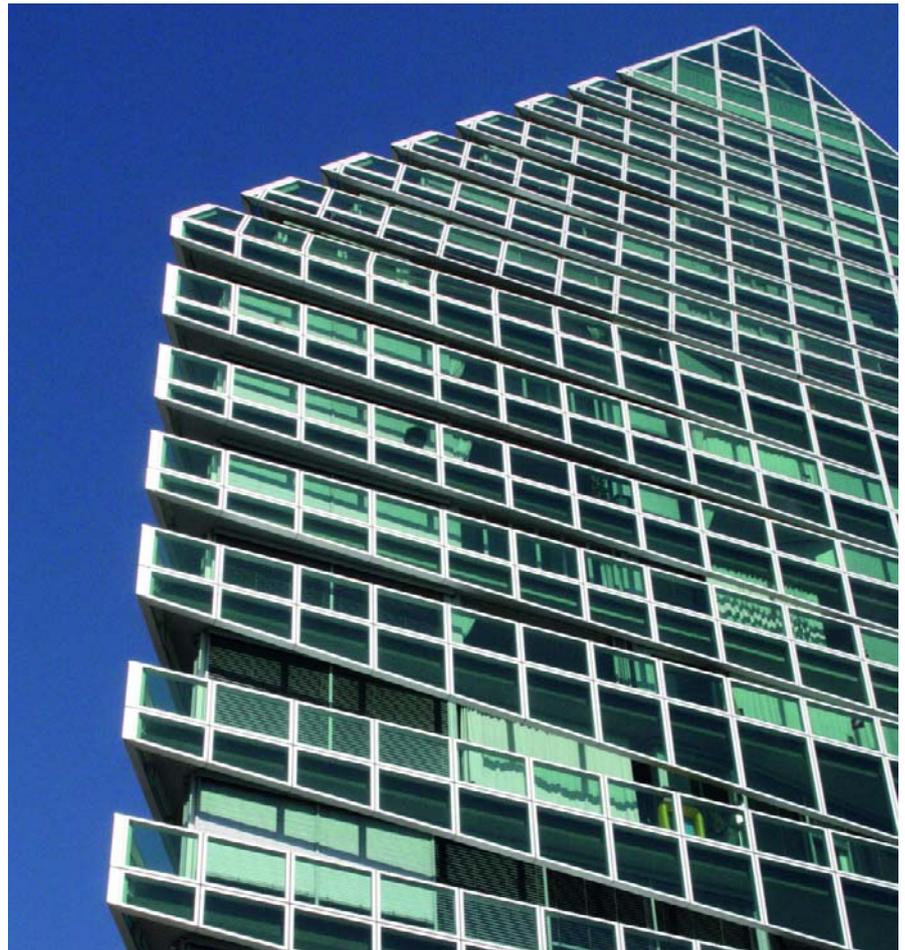
Optische Verzerrungen in der Zwischenschicht, die durch Herstellungsfehler in der Zwischenschicht hervorgerufen wurden und nach der Herstellung sichtbar sind.

## 10.10.4 Fehler in der Oberfläche

### 10.10.4.1 Punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 10.1.2 angegebenen Prüfverfahren hängt die Zulässigkeit von punktförmigen Fehlern von Folgendem ab:

- Größe des Fehlers
- Häufigkeit des Fehlers
- Größe der Scheibe
- Anzahl der Scheiben als Bestandteile des Verbundglases



Dies wird in der Tabelle 1 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 dreischiebigem Verbundglas, auf 150 mm bei vierschiebigem Verbundglas und auf 100 mm bei fünf- oder mehrscheibigem Verbundglas. Die Anzahl der zugelassenen Fehler in Tabelle 1 ist zu erhöhen um 1 für einzelne Zwischenschichten, die dicker als 2 mm ist.

■ Tab. 1: Zulässige punktförmige Fehler in der Sichtfläche

Fehlergröße d [mm]		0,5 < d ≤ 1,0	1,0 < d ≤ 3,0			
Scheibengröße A in m <sup>2</sup>		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>

### 10.10.4.2 Lineare Fehler in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in Abschnitt 10.1.2 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Fehler erlaubt wie in Tabelle 2 angegeben.

Lineare Fehler von weniger als 30 mm Länge sind erlaubt.

■ Tab. 2: Zulässige lineare Fehler in der Sichtfläche

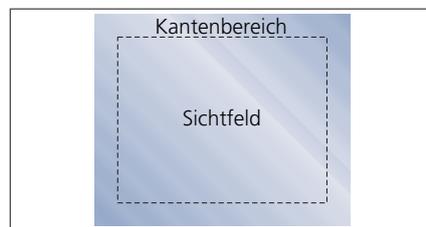
Scheibengröße	Anzahl der erlaubten Fehler mit 30 mm Länge
≤ 5 m <sup>2</sup>	Nicht erlaubt
5 bis 8 m <sup>2</sup>	1
≤ 8 m <sup>2</sup>	2

### 10.10.5 Fehler in der Kantenfläche bei gerahmten Rändern

Wenn geprüft nach dem Prüfverfahren von Abschnitt 10.1.2, 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. 1:



### 10.10.6 Kerben

Kerben sind nicht zulässig.

### 10.10.7 Falten und Streifen

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht erlaubt.

### 10.10.8 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. 2: Nach EN ISO 12543-5

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

## 10.10.9 Dickentoleranzen

■ Tab. 3: 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

## 10.10.10 Größentoleranzen

Sichtkanten sind bei Bestellung vorzugeben, um eine bestmögliche Kantenqualität zu erreichen, die produktionsbedingte Abstellkante bleibt jedoch erkennbar, sowie Folienreste im Saumbereich. Ist keine Sichtkante vorgegeben, sind Folienrückstände an der Kante erlaubt.

Bei Außenverglasungen mit freier Bewitterung der Glaskanten können durch die hygroskopische Eigenschaft der PVB-Folie in der Randzone von 15 mm Veränderungen des Farbeindrucks produktspezifisch je nach Umgebungsbedingungen auftreten. Diese Veränderungen sind



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

## 10.10.11 Prüfverfahren

Das zu betrachtende Verbundglas wird senkrecht vor und parallel zu einem matt-grauem Hintergrund aufgestellt und diffusem Tageslicht oder gleichwertigem Licht ausgesetzt. Der Betrachter befindet sich in einem Abstand von 2 m von der Scheibe und betrachtet sie im Winkel von 90°

(wobei sich der matte Hintergrund auf der anderen Seite der Glasscheibe befindet). Fehler, die bei dieser Betrachtungsweise störend sind, müssen gekennzeichnet werden. Anschließend erfolgt die Beurteilung nach Spezifikation. Für Außenverglasungen mit freier Bewitterung der

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

## 10.10.12 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.

## 10.10.13 VSG mit Stufen

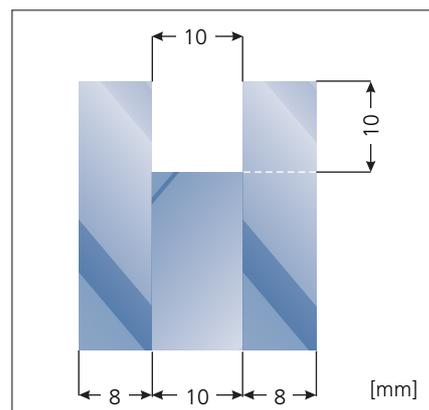
Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Bei zweischiebigen VSG-Elementen ist dies generell durchführbar und zu vereinbaren.

Glasstärke der Mittelscheibe ist bzw. die Stufentiefe gleich den Glasdicken der Mittelscheiben ist. Bei allen anderen Stufengrößen muss eine Vereinbarung über den Folienrückschnitt erfolgen.

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

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

Abb. 2:



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.

---

### 10.11 Zugesicherte Eigenschaften

Die aufgeführten technischen Daten/Werte beziehen sich auf mittlere Angaben von verschiedenen Basisglasherstellern oder wurden im Rahmen einer Prüfung von einem unabhängigen Prüfinstitut nach den jeweils gültigen Normen ermittelt. Die Funktionswerte beziehen sich auf Prüfstücke in den für die Prüfung vorgesehenen Abmessungen.

Eine weitergehende Garantie für technische Werte wird nicht über-

nommen, insbesondere, wenn Prüfungen mit anderen Einbausituationen durchgeführt werden oder wenn Nachmessungen am Bau erfolgen. Für die zugesicherten Eigenschaften sind ausschließlich die Hersteller-Angaben in der jeweiligen Leistungserklärung nach erfolgter Lieferung maßgeblich. Die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen sind gemäß den anzuwendenden Normen ermittelt und berechnet.

Innenliegende Sprossen im Scheibenzwischenraum verändern den Wärmedurchgangskoeffizienten sowie das Schalldämm-Maß.

**Alle genannten Werte sind Standard-Nennwerte und unterliegen den entsprechenden Produkttoleranzen nach EN-Norm, Bauregelliste (BRL) und den verwendeten Basisgläsern.**

---

### 10.12 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.

---

### 10.13 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 Glasscheibe können durch Chemikalien eintreten, die in Baumaterialien und Reinigungsmitteln enthalten sind.

Insbesondere bei Langzeiteinwirkungen führen solche Chemikalien zu bleibenden Verätzungen.

#### ■ Wasserschäden

Auch die Langzeiteinwirkung von Wasser kann zu Oberflächenschäden führen, insbesondere dann, wenn vor der Baureinigung lange Zeit eine starke Verschmutzung auf die Scheiben eingewirkt hat. (Mörtel, Gips, u. ä.).

## 10.14 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 **TERMO-BIT Silence** ist überwiegend asymmetrisch. Die Einbauposition der dickeren Scheibe ist für die Funktion des Schallschutzes im Normalfall unerheblich. Lediglich bei möglichem streifendem Schalleinfall, (z. B. in den obersten Etagen eines Hochhauses) sollte die dünnere Scheibe nach außen verglast werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die dünnere Scheibe noch dick genug ist, die auftretenden Windlasten aufzunehmen. Ansonsten sollte aus statischen und optischen Gründen die dickere Scheibe außen angebracht werden.

Die gute Schalldämmung von **TERMO-BIT Silence** kann nur dann voll zur Geltung kommen, wenn das gesamte Fensterelement eine hohe Dichtigkeit aufweist und die Anschlussbauteile schalldämmend ausgelegt sind.

### ■ Sonnenschutzglas

Um ein optisch einwandfreies Erscheinungsbild zu erhalten, sollte die Gegenscheibe dünner sein als die Sonnenschutzscheibe. Draht-, Drahtornament- und Drahtspiegelglas darf nicht als innere Scheibe hinter Sonnenschutzscheiben verwendet werden.

### ■ Sicherheitsglas

Sicherheitsglas hat einen speziellen Glasaufbau, verbunden mit einem erhöhten Flächengewicht. Deshalb ist bei der Verglasung zusätzlich zu beachten:

- Verwendung von geprüften Klötzen mit einer Shore-A-Härte von 60° bis 70°, bei

denen die Verträglichkeit mit dem Folienverbund sichergestellt sein muss.

- Dichtstofffreier Falzgrund.
- Die Glashalteleisten sind raumseitig anzubringen.
- Bei Holzfenstern sollten bei DIN-Sicherheitsgläsern die Glashalteleisten geschraubt sein.

Mit zunehmender Glasdicke nimmt die Eigenfärbung (Grünstich) der einzelnen Scheiben zu. Dieser Effekt kann vermindert werden durch die Verwendung von Sondergläsern, die eine geringere Einfärbung haben.

**Alarmglas (ESG, VSG):** Bei der Bestellung von Alarmglas ist die Lage des Anschlusses sowie die Ansichtsseite anzugeben. Hierbei sind die Handhabungs- und Einbauvorschriften der Hersteller zu beachten.

### ■ 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 Funktionszustand 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 Baustoffausscheidungen sofort zu entfernen, da sonst

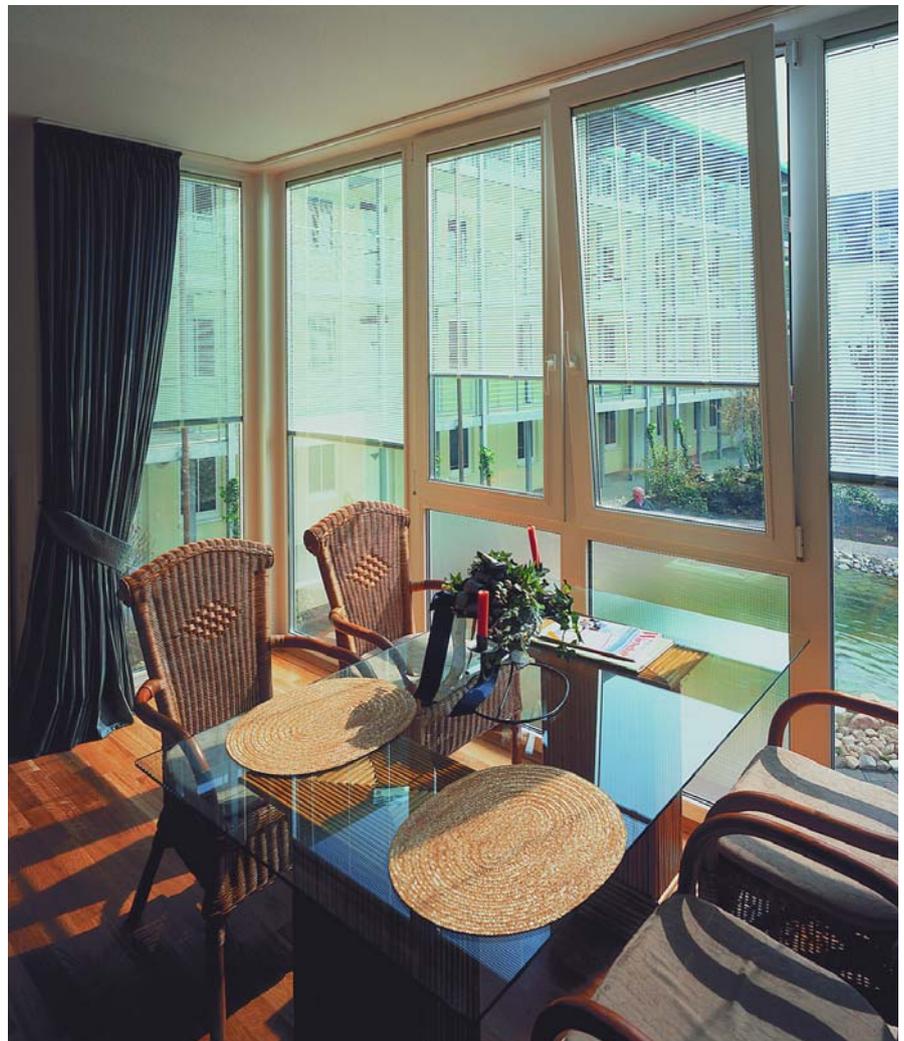
eine chemische Verätzung der Glasoberfläche eintritt, die zur Erblindung des Glases führen kann.

Überflüssiges Glättmittel beim Versiegeln muss sofort entfernt werden. Für metalloxidbeschichtete Gläser (z. B. Antelio oder Stopsol) gelten die speziellen Reinigungsvorschriften der Hersteller.

### 12 Zusatzfunktionen im Isolierglas

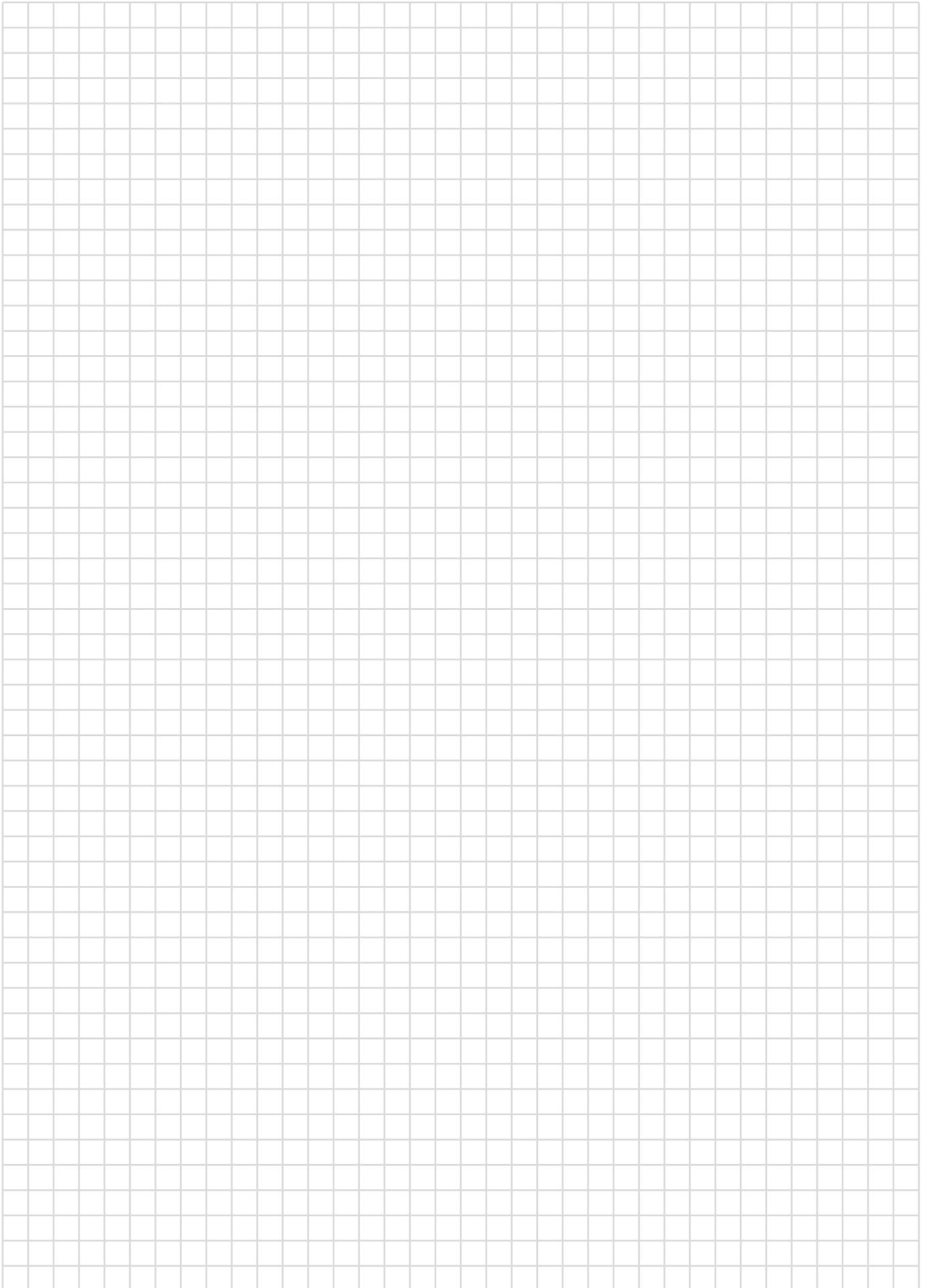
#### 12.1 ISO-ROLL & ISO-SHADOW

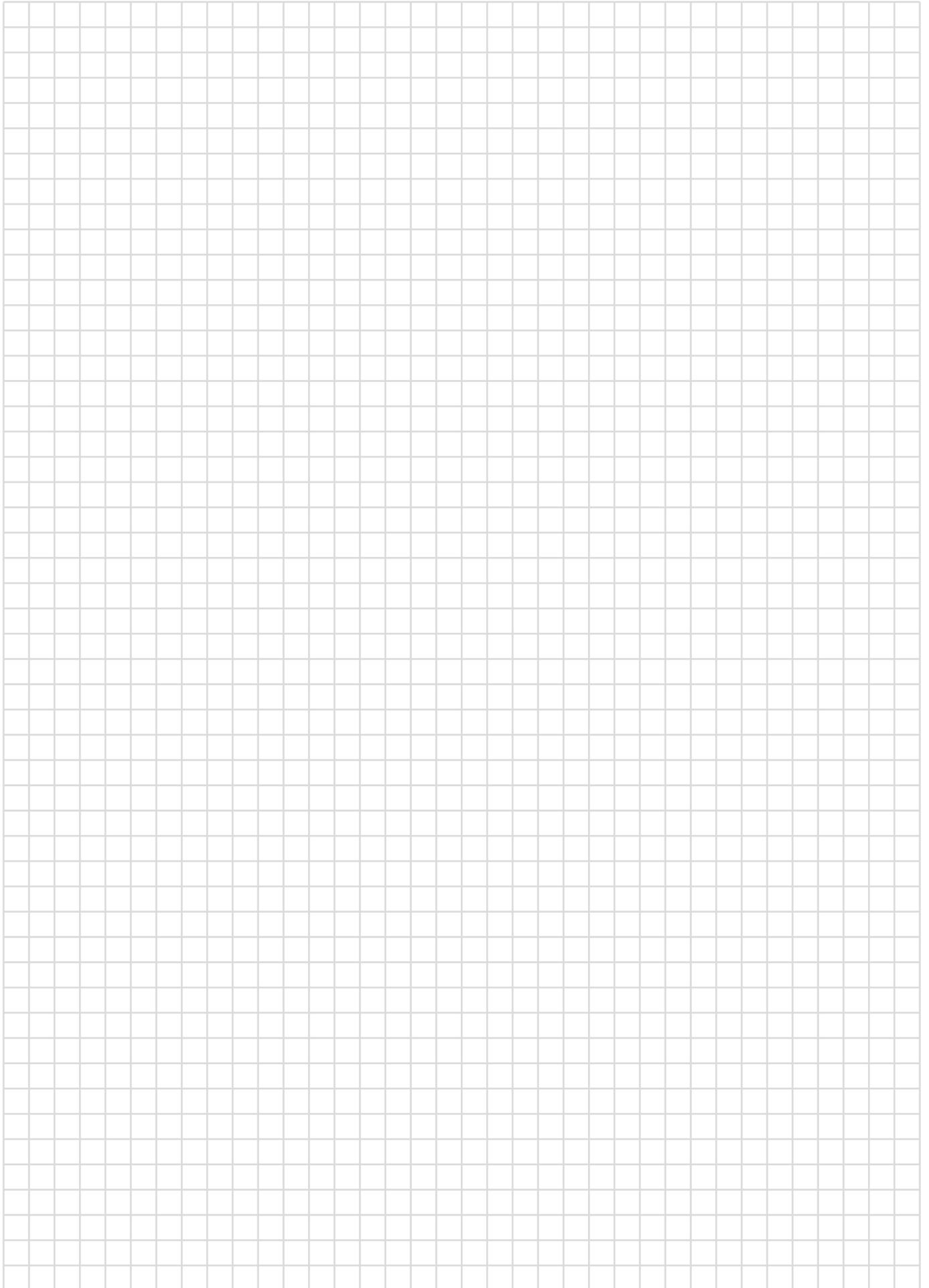
Mit **ISO-SHADOW** Jalousie-Systemen und **ISO-ROLL** Folien-Systemen haben Sie jetzt die Möglichkeit, einfallende Sonnenstrahlen individuell zu beeinflussen und Wärme abzuhalten, um optimale Licht- und Temperaturverhältnisse ohne Blendwirkung in Ihrer Umgebung zu schaffen. Bei Innenanwendung bieten sie die ideale Möglichkeit, Räume optisch anspruchsvoll miteinander zu verbinden oder zu trennen.



#### Fotonachweis

Sofern nicht separat gekennzeichnet, stammen sämtliche Abbildungen aus Archiven von: Glas Fandel, BF und mkt.





- A** Abdichtung 5, 27, 29, 32, 40, 41, 44, 48, 74, 84, 118  
 Absorption ..... 26, 67  
 Abstandhalter ..... 24, 32, 35, 39, 45, 79, 81, 105  
 Absturzsicherung ..... 49, 50, 53, 54, 58, ..... 61, 64, 67, 72, 103  
 Adhäsionsverhalten ..... 36  
 Alarmglas ..... 11, 37, 129  
 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ..... 21, 50, ..... 52, 58, 59, 72, 86, 87, 88, 90, 94  
 Angriffshemmung ..... 76, 78, 103  
 Anisotropien ..... 79  
 Aufmaß ..... 97  
 Außenflächenbeschädigung ..... 79  
 Außenkondensation ..... 104  
 Aussteifung ..... 38, 49
- B** Ballwurfsicherheit ..... 72  
 Basisglas ..... 12, 13, 25, 52, 85, 87, ..... 90, 102, 119, 121, 123, 128  
 Bauprodukte ..... 55, 86, 87, 88  
 Bauphysik ..... 38, 82, 88  
 Bauregelliste ..... 12, 21, 38, 86, 112, 128  
 Beanspruchungsgruppen ..... 33, 34, 39, 40, 41, 84  
 Bearbeitungen ..... 16, 17, 19, 25  
 Behänge ..... 105, 107, 111  
 Bemessung nach DIN 18008 ..... 49, 66, 67  
 Beschichtetes Glas ..... 26, 76, 78, 89, 102, 103, 105  
 Beschichtungsebenen ..... 103  
 Beschläge ..... 32, 34, 73, 129, 130  
 Besondere bauliche Gegebenheiten ..... 75  
 Betrachtungsflächen ..... 105, 106  
 Biegezugfestigkeit ..... 94  
 Biegezugspannung ..... 87, 94  
 Bleiverglasung ..... 129  
 Blendschutz ..... 106  
 Bohrungen ..... 19, 20, 21, 30, 40, 52, 53, ..... 62, 63, 65, 91, 114, 118, 122  
 Brandschutz ..... 38, 48, 76, 103  
 Brüstungen ..... 54, 58, 66, 72
- D** Dachverglasungen ..... 45  
 Dampfdruckausgleich ..... 27-30, 34, 38, 40, 73, ..... 83, 96, 103, 104, 113  
 Digitaldruck-Verfahren ..... 88, 115, 117, 118  
 Dichtprofile ..... 27, 30, 35, 40, 130  
 Dickentoleranzen ..... 22, 23, 25, 30, 91, 127  
 DIN-Normen ..... 4, 12, 16, 25, 27, 28, 29, 36, ..... 38, 39, 40, 41, 44, 49-72, 76, 79, ..... 87, 95, 102, 105, 109, 113, 124  
 Drahtglas ..... 15, 16, 75, 76, 87, 103, 129  
 Drahtspiegelglas ..... 15, 16, 87, 129  
 Dreifach-Isolierglas ..... 10, 23, 28, 53, 54, ..... 57, 77, 79, 81, 100-105  
 Dreistoff-System ..... 47
- Durchbiegungen ..... 14, 15, 16, 49, 52, ..... 60, 84, 94, 108, 109  
 Durchbruchhemmung ..... 89, 103  
 Durchschusshemmung ..... 89, 103  
 Durchwurfhemmung ..... 89, 103
- E** Eckabschnitt ..... 17, 18  
 Eckausschnitt ..... 17, 18  
 Eigenfarbe ..... 78, 81, 105, 119, 123  
 Einbau von Isolierglas ..... 26, 40, 41, 82, ..... 83, 85, 95, 113  
 Einbaupfehlungen ..... 112  
 Einfachglas ..... 27, 93, 96  
 Einscheiben-Sicherheitsglas ESG ..... 12, 13, 21, 23, ..... 25, 57, 72, 73, 75, 76, 77, 87, 90, 91, ..... 94, 103, 115, 120, 121, 123, 128, 129  
 Einscheiben-Sicherheitsglas, heißgelagert ..... 12, 21, ..... 23, 90, 115, 120, 121, 123  
 Einschlüsse ..... 14, 15, 77, 107, 110, 125  
 Einrollungen ..... 111  
 Einwirkungen ..... 34, 38, 40, 41, 52, 56, 57, 60, 83, ..... 89, 95, 103, 111, 120, 123, 127, 128  
 Elektrochromes Glas ..... 74  
 Emailierte Gläser ..... 115-120  
 Energieeinsparverordnung EnEV ..... 88, 100  
 EN-Normen ..... 5, 16, 24, 120, 124  
 ESG-H ..... 12, 21, 23, 90, 115, 120, 121, 123
- F** Falten ..... 106, 110, 111, 124, 125, 126  
 Falzbelüftung ..... 38  
 Falzbreite ..... 27, 95  
 Falzraum ..... 26-31, 40, 41, 83, 84, 104, 113  
 Falzonen ..... 76, 78  
 Farben ..... 75, 115-120  
 Farbfolie ..... 127  
 Farbtoleranzen ..... 76, 81  
 Farbunterschiede bei Beschichtungen ..... 78  
 Fassadensysteme ..... 74, 95  
 Fehler ..... 12, 14, 15, 48, 90, 107, ..... 110, 118, 122, 124-127  
 Festmaßbeschichtung ..... 23  
 Floatglas ..... 12, 13, 21, 22, 23, 25, 52, ..... 56, 57, 59, 62, 73, 77, 85, ..... 86, 87, 94, 103, 118, 121, 123  
 Folien ..... 28, 35, 48, 75, 88, 105, 112, 127, 128  
 Folien-Systeme im Isolierglas ..... 106, 130  
 Fugendimensionierung ..... 46
- G** Garantie ..... 3, 4, 26, 75, 76, 128, 128, 130  
 Gasfüllungen ..... 101  
 Gebogenes Glas ..... 49, 84, 85, 86, 87, 90, 91  
 Gebrauchstauglichkeit ..... 31, 48, 52, 55, 60-63, 86, 94  
 Gelebte Fenster ..... 31, 99, 113  
 Geltungsbereiche ..... 3, 76, 82, 85, 105, 112, 115  
 Geneigter Glaseinbau ..... 71
- Generelle Verwerfung ..... 21  
 Gesamtenergiedurchlassgrad g-Wert ..... 89, 102, 103  
 Gestelle ..... 26, 83  
 Gewährleistung ..... 3, 36, 112  
 Gewölbtes Isolierglas ..... 129  
 Gießharz ..... 28  
 Gießverfahren ..... 116, 118  
 Girlanden-Effekt ..... 45  
 Glasbruch ..... 26, 28, 31, 54, 55, 57, 72, ..... 73, 82, 95, 104, 128, 129  
 Glasdicken ..... 21, 22, 26, 78, 86, 91, 95, 127, 129  
 Glasdicken-Bemessung ..... 49  
 Glasdickengrenzabmaße ..... 12  
 Glasdimensionierung ..... 103  
 Glaseinstand, vergrößert ..... 104  
 Glasfalz ..... 27, 28, 30, 40, 45, 73, 84, 113  
 Glaskanten ..... 19, 25, 26, 28, 32, 57, 72, 77, 79, ..... 83, 84, 90, 94-96, 104, 127, 128  
 Glaskombinationen ..... 129  
 Glasreinigung ..... 73, 74, 79, 130  
 Glasstoß ..... 26, 38, 45, 113  
 Glasüberstand ..... 23  
 Grenzabmaß ..... 12, 13, 25  
 Griffschutz ..... 121  
 Großbutzen ..... 129  
 Größentoleranzen ..... 127  
 Großflächige Scheiben ..... 27, 28  
 Gussasphaltverlegung ..... 75  
 Gussglas ..... 14, 15, 59, 76, 77, 87, 103, 116, 121, 129
- H** Haltbarkeit ..... 44, 102, 115  
 Heat-Soak-Test ..... 52  
 Heizkörper ..... 75  
 Höhenlagen, Einfluss auf Isolierglas ..... 26
- I** Innenbeschattung ..... 75  
 Innenliegende Sprossen ..... 128  
 Integrierte Systeme ..... 112  
 Interferenzerscheinungen ..... 79  
 Isolierglasaufbau ..... 32  
 Isolierglaseffekt ..... 79, 104  
 Isolierglas-Randverbund ..... 22, 45, 46, 79, 84, 93, 95  
 ISO-Normen ..... 9, 10, 24, 38, 76, 89, 99, 124, 126
- J** Jalousie ..... 73, 109  
 Jalousie-Systeme im Isolierglas ..... 106, 130
- K** Kabelverbindung ..... 114  
 Kantenbearbeitung ..... 16, 17, 19, 32, 35, 87, ..... 88, 90, 91, 115, 124  
 Kantenversatz ..... 53, 91, 92  
 Kennzeichnung ..... 32, 36, 120  
 Klebstoffsystem ..... 33  
 Klimatische Bedingungen ..... 34  
 Klimatische Belastung ..... 56, 57, 73, 93  
 Klotzfixierung ..... 45, 48

- Klotzung ..... 27, 28, 29, 30, 32, 34, 40, ..... 52, 83, 95, 96, 104, 113
- Kondensation ..... 79, 83, 104
- Konstruktionsregeln ..... 52, 68, 99
- Konturtreue ..... 91, 95
- K** Kratzer ..... 77, 107, 110, 118, 124, 125
- L** Lagerungen ..... 26, 27, 29, 32, 34, 49, ..... 51, 52, 53, 60, 65, 67, 82, ..... 83, 95, 109, 113, 120, 123
- Lamellensysteme ..... 105-109
- Lamellenversatz ..... 107
- Lastabtragung ..... 28, 33, 34, 38, 46
- Leitfäden ..... 49, 84, 100
- Lichtart ..... 78, 119, 120, 123
- Lichtdurchscheinungen ..... 108, 109, 110, 111
- Lichtreflexion ..... 119, 123
- Lichttransmission ..... 78
- Linienförmige Lagerung ..... 31, 34, 40, 49-54, 57-65, ..... 67, 82, 86, 87, 103, 118
- Lochbohrungen ..... 19, 21, 91
- Low-E ..... 101
- M** Maßtoleranzen ..... 24
- Materialverträglichkeit ..... 32, 44ff., 72, 103
- Mechanische Beanspruchung ..... 31, 33, 34, 71, 84, 102
- Mehrscheiben-Isolierglas ..... 12, 22, 26, 27, 29, 41, ..... 44, 45, 50, 54, 62, 71, 72, 75, 79, 82, 83, ..... 84, 88, 95, 103, 105, 112, 113, 115, 128, 129
- Merkblätter ..... 10, 31, 49, 80, 84, 105, 115
- Messingverglasung ..... 129
- Metalloxidbeschichtung ..... 130
- Migration ..... 44-48
- Mindestglasdicken ..... 22
- Mobiliar ..... 75
- N** Nachweise ..... 54-57, 61-66, 72, 86, 87
- Nassverglasung ..... 74, 75
- Neigungswinkel ..... 72
- Nenndicke ..... 12, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 25, 77
- Nennwert ..... 128
- Normative Verweisungen ..... 12, 124
- Normen ..... 4, 5, 10, 11, 12, 25, 32, 34, 36, ..... 37, 38, 40, 49, 52, 55, 57, 59, 76, ..... 79, 84, 99, 103, 105, 113, 120, 124
- O** Oberflächenbeschädigung ..... 128
- Oberflächenabweichungen ..... 107
- Oberflächenbeschaffenheit ..... 14, 15, 16
- Oberflächenfehler ..... 110
- Oberflächentemperatur ..... 38
- Önormen ..... 5, 7, 8
- Örtliche Verwerfung ..... 22, 91
- Ornamentglas ..... 14, 15, 59, 76, 77, 87, ..... 103, 116, 121, 129
- P** Physikalische Merkmale ..... 79
- Plakate ..... 75
- Plisseesysteme ..... 105, 106, 110, 111, 112
- Primärdichtstoff ..... 35
- Produkthaftung ..... 76ff.
- Profilverschiebung ..... 45
- Prüfungen ..... 30, 34, 36, 40, 47, 48, 76, 88, 89, ..... 91, 105, 113, 117, 125, 126, 128
- Punktgehaltene Verglasung ..... 72
- PVB-Folie ..... 52, 65, 127
- Q** Qualität ..... 12, 16, 17, 22, 24, 28, 36, ..... 76, 77, 79, 80, 85, 90, 104, ..... 105, 112, 115, 121, 124, 127
- R** Rahmendurchbiegung ..... 49
- Randausschnitt ..... 17, 18
- Randentschichtung ..... 23
- Randverbund ..... 22, 23, 26, 28, 29, 31, 32, ..... 34, 38, 39, 45, 46, 71, 77, 79, ..... 82-84, 93-96, 101-105, 113, 114
- Rechtwinkligkeit ..... 13, 14, 15, 79, 108, 110
- Regelwerke ..... 11, 32, 34, 36, 49, 50, 84, 86, 99, 112
- Reinigung von Glas ..... 73, 74, 79, 123, 130
- Reparaturfähigkeit ..... 36
- Resttragfähigkeit ..... 50-57, 64-68, 72, 90
- Richtlinien ..... 3, 10, 22, 29, 31, 40, 41, 46, ..... 73, 76, 78-84, 86, 88, 90, 95, 99, 100, ..... 103-107, 112, 113, 115, 117, 121, 124
- Rollercoating-Verfahren ..... 116, 117, 118
- Rollo-Systeme ..... 110
- Rosenheimer Tabelle ..... 39
- Rückenüberdeckung ..... 32, 102
- Rückschnitt ..... 13, 127
- S** Sandgestrahltes Glas ..... 14, 121, 122, 123
- Schalldämmung ..... 129
- Schallschutz ..... 26, 81, 89, 129
- Scheibenformate ..... 27, 78, 102
- Scheibenreinigung ..... 130
- Scheibenzwischenraum ..... 22, 26-28, 45, 52, 56, ..... 58, 62, 72, 76, 77, 79-82, 95, ..... 101-103, 105, 107, 112, 128, 129
- Schiebefenster ..... 29, 75
- Schiebetüren ..... 75
- Schiefhang ..... 108
- Schlagschatten ..... 72
- Schleifen ..... 23
- Schließwinkel ..... 108, 109
- Schließwinkeltoleranzen ..... 109
- Schrägbruch ..... 13, 16
- Sekundärdichtstoff ..... 32, 35, 39
- Selbstreinigung ..... 73, 74
- Senklochbohrungen ..... 21
- Sicherheit ..... 21, 28, 35, 57, 71, 75, ..... 89, 90, 103, 105, 129
- Siebdruckverfahren ..... 116-118
- Silikonöl ..... 73, 74
- Silikonprofile ..... 38, 72, 74
- Sonderabmaße ..... 17-19
- Sonderformen ..... 17, 23, 25
- Sondertoleranzen ..... 12, 17
- Sonderverglasungen ..... 38, 76, 78, 89
- Sonneneinstrahlung ..... 26, 73, 75, 83, 95
- Sonnenschutz ..... 35, 39, 73, 75, 84, 89, ..... 103, 105, 116, 119, 123, 129
- Spannungen ..... 46, 54, 57, 58, 67, 68, ..... 82, 93, 94, 104, 128
- Spezielle Anwendungen ..... 71, 85
- Spezielle Beschichtungen ..... 102
- Spezielle Glaskombinationen ..... 129
- Spiegelrohrglas ..... 14, 15
- Sprengwirkungshemmung ..... 89, 103
- Sprossen ..... 79, 80, 81, 105, 128, 129
- Stahlfaden-Verbundglas ..... 129
- Standardtoleranzen ..... 12, 16
- Stoßfugenversiegelung ..... 45
- Stoßsicherheit ..... 50, 53, 55, 61-68, 87
- Strukturverlauf ..... 14, 129
- Stufenisolierglas ..... 23, 72
- Stumpfer Stoß ..... 75
- Systembeschreibungen ..... 4, 32, 36, 48, 108, 113
- T** Tangentiale Übergänge ..... 90, 91, 93
- Tauwasser ..... 38, 79
- Technische Regeln ..... 4, 11, 40, 82
- Teilsicherheitskonzept ..... 55, 57
- Teilvorgespanntes Glas TVG ..... 12, 21, 25, 52, 57, ..... 59, 62-65, 76, 77, 88, 91, ..... 94, 115, 120, 121, 123
- Thermische Belastung ..... 71, 73
- Thermische Vorspannung ..... 22, 52, 53, 57, 58, ..... 67, 85, 86, 87, 115
- Thermisch gebogenes Glas ..... 84-86
- Tiefenlagen, Einfluss auf Isolierglas ..... 26
- Toleranzen ..... 12, 13, 16-25, 30, 52, 76, ..... 79, 81, 85, 88, 90, 91, 93, 95, ..... 108, 109, 115-122, 127, 128
- Tragfähigkeit ..... 50-67, 72, 90
- Transmission ..... 78
- Transport ..... 26, 27, 32, 82, 83, 85, 95, 113, 120, 123
- Traufpunkt ..... 45, 46
- TRAV ..... 50, 61, 86, 87, 103
- TRLV ..... 50, 54-59, 86, 87, 93, 94, 103
- Trockenverglasung ..... 30, 74
- TRPV ..... 50

- U** Überkopfverglasung . . . . . 57, 71, 103  
 Umwehungen . . . . . 72  
 UV-Strahlung . . . . . 32, 71, 74, 81, 82  
 U-Wert . . . . . 38, 101, 102
- V** Verätzungen . . . . . 128, 130  
 Verbundglas . . . . . 24, 25, 57, 58, 67, 76, 77, 85,  
 . . . . . 88, 103, 115, 117, 121, 124-129  
 Verbund-Sicherheitsglas VSG . 12, 13, 21, 24, 25, 26,  
 . . . . . 28, 53-59, 63-66, 77, 85, 88, 90-93,  
 . . . . . 103, 115, 117, 120, 121, 124, 127, 128  
 Verdrehung . . . . . 108  
 Verformungen . . . 55, 57, 58, 60, 67, 68, 93, 94, 128  
 Verglasung, linienförmig gelagert . 31, 34, 40, 49-54,  
 . . . . . 57-67, 82, 86, 87, 103, 118  
 Verglasungsklötze . . . . . 35, 45, 46, 48, 83, 96, 104  
 Verglasungssysteme . . . . . 3, 29, 30, 31, 39, 41,  
 . . . . . 71, 73, 83, 84, 113  
 Verglasungsvorschriften . . . . . 41, 103  
 Vergrößerter Glaseinstand . . . . . 104  
 Verkehrssicherheit . . . . . 89  
 Verklebung von Isolierglas . . . . . 31, 34, 38, 74  
 Verklotzung . . . . . 27, 40  
 Versatzmaß . . . . . 23, 24  
 Versattoleranzen . . . . . 24  
 Verschiebetoleranz . . . . . 25  
 Versiegelung . . . . . 27, 29, 41, 45, 46 , 71, 95  
 Verträglichkeiten . . . . . 31, 32, 35, 36, 38, 44, 47,  
 . . . . . 48, 72, 75, 103, 104, 113, 129  
 Verwerfungen . . . . . 14, 15, 16, 21, 22, 25, 77, 91  
 Verwindung . . . . . 26, 34, 49, 91, 92  
 Verzerrung . . . . . 104, 108, 125  
 Visuelle Qualität . . . . 23, 24, 28, 76-80, 85, 90, 104,  
 . . . . . 105, 112, 115, 121, 123, 124, 127
- W** Walzverfahren . . . . . 115  
 Wärmebrücke . . . . . 38  
 Wärmedämmung . . . . . 84, 88, 89, 104, 116, 129  
 Wärmedurchgang . . . . . 104, 128  
 Wärmeschutz . . . . . 35, 88  
 Wasserschäden . . . . . 128  
 Wechselwirkungen . . . . . 29, 44-47  
 Weichmacher . . . . . 44, 45  
 Wellenbildung . . . . . 106, 110  
 Werterhaltung . . . . . 130  
 Wetterfuge . . . . . 38  
 Wiener Sprossen . . . . . 80  
 Windlast . . . . . 41, 58, 60, 96, 129  
 Winkligkeit . . . . . 13-16, 79, 108
- Z** Zulässigkeiten . . . . . 54, 76, 77, 90, 105, 107, 125  
 Zuschnitt . . . . . 13, 16  
 Zuschnitttoleranzen . . . . . 25  
 Zustimmung im Einzelfall (ZiE) . . 52, 64, 65, 71, 72,  
 . . . . . 86, 87, 90, 94, 98, 99



**Glas Fandel  
GmbH & Co. KG**

Saarstraße 26  
D-54634 Bitburg

Telefon: +49 (0)6561-6008-0  
Telefax: +49 (0)6561-6008-48

Internet: [www.glas-fandel.de](http://www.glas-fandel.de)  
Mail: [info@glas-fandel.de](mailto:info@glas-fandel.de)

