

# Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV)

- Schlussfassung August 2006 -

## 1 Geltungsbereich

- 1.1 Die Technischen Regeln gelten für Verglasungen, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten durchgehend linienförmig gelagert sind<sup>1</sup>. Je nach ihrer Neigung zur Vertikalen werden sie eingeteilt in
  - Überkopfverglasungen: Neigung > 10°
  - Vertikalverglasungen: Neigung ≤ 10°
- 1.2 Baurechtliche Anforderungen an den Brand-, Schall- und Wärmeschutz sowie Anforderungen anderer Stellen bleiben von diesen Technischen Regeln unberührt.
- 1.3 Die Technischen Regeln gelten nicht für
  - geklebte Fassadenelemente,
  - Verglasungen, die planmäßig zur Aussteifung herangezogen werden,
  - gekrümmte Überkopfverglasungen.
- 1.4 Für begehbare und für bedingt (z. B. zu Reinigungszwecken) betretbare Verglasungen, die nicht dem Abschnitt 3.4 dieser Regeln entsprechen, und für Verglasungen, die gegen Absturz sichern, sind zusätzliche Anforderungen zu berücksichtigen.
- 1.5 Die Bestimmungen für Überkopfverglasungen gelten auch für Vertikalverglasungen, sofern diese nicht nur kurzzeitigen veränderlichen Einwirkungen wie z. B. Windeinwirkungen unterliegen. Dazu zählen z. B. Shed-Verglasungen, bei denen eine Belastung durch Schneeanhäufung möglich ist.

## 2 Bauprodukte

- 2.1 Als Glaserzeugnisse dürfen verwendet werden:
  - a) Spiegelglas (SPG) nach Bauregelliste A (BRL A) Teil 1, lfd. Nr. 11.1,
  - b) Gussglas (Drahtglas, Ornamentglas, Drahtornamentglas) nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.2,
  - c) Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.4.1 aus Glas nach a) oder b),
  - d) Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-H) nach BRL A Teil 1, lfd. Nr. 11.4.2 aus ESG nach c), welches aus SPG nach a) hergestellt wurde,
  - e) Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung,
  - f) Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus Gläsern nach a) bis d) mit Zwischenfolien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) nach Bauregelliste A Teil 1, lfd. Nr. 11.8 oder aus anderen Gläsern und/oder mit anderen Zwischenschichten, deren Verwendbarkeit nachgewiesen ist<sup>2</sup>,
  - g) Verbundglas (VG) aus Gläsern nach a) bis e) mit sonstigen Zwischenschichten.

Bei Verwendung von Bauprodukten aus Glas mit CE-Kennzeichnung nach harmonisierten Normen sind die hierfür gegebenenfalls festgelegten aktuellen bauaufsichtlichen Bestimmungen der Liste der Technischen Baubestimmungen und der Bauregelliste zu beachten.

- 2.2 Für Glas nach den Abschnitten 2.1 a) bis 2.1 d) ist ein Elastizitätsmodul von  $E = 70.000 \text{ N/mm}^2$ , eine Querdehnungszahl von  $\mu = 0,23$  und ein thermischer Längenausdehnungskoeffizient von  $\alpha = 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  anzunehmen.
- 2.3 ESG-Scheiben und ESG-H-Scheiben sind auf Kantenverletzungen zu prüfen. ESG-Scheiben mit Kantenverletzungen, die tiefer als 15 % der Scheibendicke ins Glasvolumen eingreifen,

---

<sup>1</sup> Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Einscheiben-Sicherheitsglas gilt DIN 18516-4:1990-02.

<sup>2</sup> Z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

dürfen nicht eingebaut werden. ESG-H-Scheiben mit Kantenverletzungen, die tiefer als 5 % der Scheibendicke ins Glasvolumen eingreifen, dürfen nicht eingebaut werden.

### **3 Anwendungsbedingungen**

#### **3.1 Allgemeines**

- 3.1.1 Der Glaseinstand ist so zu wählen, dass die Standsicherheit der Verglasung langfristig sichergestellt ist. Als Grundlage hierfür ist DIN 18545-1:1992-02 oder DIN 18516-4:1990-02, Abschnitte 3.3.2 und 3.3.3 heranzuziehen.
- 3.1.2 Die Durchbiegung der Auflagerprofile darf nicht mehr als 1/200 der aufzulagernden Scheibenlänge, höchstens jedoch 15 mm betragen. Bei der Ermittlung der Schnittgrößen der Glasscheiben kann näherungsweise eine kontinuierliche starre Auflagerung vorausgesetzt werden.
- 3.1.3 Die linienförmige Lagerung muss beidseitig normal zur Scheibenebene wirksam sein. Dies ist durch hinreichend steife Abdeckprofile oder entsprechende mechanische Befestigungen sicherzustellen.
- 3.1.4 Unter Last- und Temperatureinwirkung darf kein Kontakt zwischen Glas und harten Werkstoffen (z. B. Metall, Glas) auftreten.
- 3.1.5 Ein Verrutschen der Scheiben ist durch Distanzklötze zu verhindern. Der Abstand zwischen Falzgrund und Scheibenrand muss unter Beachtung der Grenzabmaße von Unterkonstruktion und Verglasung so groß sein, dass ein Dampfdruckausgleich möglich ist.
- 3.1.6 Kanten von Drahtglas dürfen nicht ständig der Feuchtigkeit ausgesetzt sein. Freie Kanten dürfen der Bewitterung ausgesetzt sein, wenn die Abtrocknung nicht behindert wird.

#### **3.2 Zusätzliche Regelungen für Überkopfverglasungen**

- 3.2.1 Für Einfachverglasungen und für die untere Scheibe von Isolierverglasungen darf nur Drahtglas oder VSG aus SPG oder VSG aus teilvorgespanntem Glas (TVG) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwendet werden.
- 3.2.2 VSG-Scheiben aus SPG und/oder aus TVG mit einer Stützweite größer 1,20 m sind allseitig linienförmig zu lagern. Dabei darf das Seitenverhältnis nicht größer als 3:1 sein.
- 3.2.3 Bei VSG als Einfachverglasung oder als untere Scheibe von Isolierverglasungen muss die Nennstärke der PVB-Folien mindestens 0,76 mm betragen. Abweichend davon ist eine Dicke der PVB-Folie von 0,38 mm bei allseitiger linienförmiger Lagerung und einer Stützweite in Haupttragrichtung von nicht mehr als 0,80 m zulässig.
- 3.2.4 Bei zweiseitig linienförmig gelagerten Verglasungen sind ausschließlich Dichtstoffe nach DIN 18545-2 Gruppe E, außerdem für geschraubte Andruckprofile (Pressleisten) auch vorgefertigte Dichtprofile nach DIN 7863 Gruppen A bis D zulässig.
- 3.2.5 Drahtglas ist nur bei einer Stützweite in Haupttragrichtung bis zu 0,7 m zulässig. Der Glaseinstand von Drahtglas muss mindestens 15 mm betragen.
- 3.2.6 Von den Anwendungsbedingungen der Abschnitte 3.1 und 3.2.1 bis 3.2.5 abweichende Überkopfverglasungen dürfen verwendet werden, wenn durch geeignete Maßnahmen das Herabfallen größerer Glasteile auf Verkehrsflächen verhindert wird. Dies kann z. B. durch ausreichend tragfähige und dauerhafte Netze mit einer Maschenweite  $\leq 40$  mm erreicht werden.
- 3.2.7 Bohrungen und Ausschnitte in den Scheiben sind nicht zulässig. Abweichend hiervon darf die Verglasung bei der Verwendung von VSG aus TVG zur Befestigung von durchgehenden Klemmleisten durchbohrt sein. Der Randabstand und der Abstand der Bohrungen untereinander muss mindestens 80 mm betragen.
- 3.2.8 Der freie Rand von VSG darf – parallel und senkrecht zur Lagerung - maximal 30 % der Auflagerlänge, höchstens jedoch 300 mm über den von den linienförmigen Lagerungen aufgespannten Bereich auskragen. Die Auskragung einer Scheibe eines VSG über den Verbundbereich hinaus (z. B. Tropfkanten bei Überkopfverglasungen) darf maximal 30 mm betragen.

3.2.9 Die in Abschnitt 3.1.3 geforderte linienförmige Lagerung der Verglasung darf in abhebende Richtung (Sogbelastung) auch durch eine punktförmige Randklemmung ersetzt werden. Die Abstände der Randklemmhalter dürfen nicht größer als 300 mm, die Klemmfläche jeweils nicht kleiner als 1000 mm<sup>2</sup> und die Glaseinstandtiefe nicht kleiner als 25 mm sein.

### **3.3 Zusätzliche Regelungen für Vertikalverglasungen**

3.3.1 Einfachverglasungen aus SPG, Ornamentglas oder VG müssen allseitig linienförmig gelagert sein.

3.3.2 Die Verwendung von (nicht heißgelagertem) monolithischem ESG nach Abschnitt 2.1 c) ist nur in Einbausituationen unterhalb vier Metern Einbauhöhe, in denen Personen nicht direkt unter die Verglasung treten können, zulässig. In allen anderen Einbausituationen, auch für Außenscheiben von Mehrscheiben-Isolierverglasungen, muss an Stelle von monolithischem ESG nach Abschnitt 2.1 c) (heißgelagertes) monolithisches ESG-H nach Abschnitt 2.1 d) verwendet werden.

3.3.3 Bohrungen und Ausschnitte sind nur in vorgespannten Scheiben (d. h. ESG, ESG-H, TVG) oder VSG zulässig.

### **3.4 Zusätzliche Regelungen für begehbare Verglasungen**

3.4.1 Die Regelungen gelten für die nachfolgend beschriebenen begehbaren Verglasungen mit einer allseitigen, durchgehend linienförmigen Auflagerung zur Verwendung als Treppenstufe oder als Podest-Elemente. Sie dürfen weder befahren noch hohen Dauerlasten ausgesetzt werden oder aufgrund der Nutzungsbedingungen einer erhöhten Stoßgefahr unterworfen sein.

3.4.2 Die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der begehbaren Verglasungen und deren Stützkonstruktionen sind für die Einwirkungen, die sich aus den bauaufsichtlich bekannt gemachten Technischen Baubestimmungen ergeben, rechnerisch nachzuweisen. Zusätzlich ist der Lastfall "Eigengewicht + Einzellast" (Aufstandsfläche 100 mm x 100 mm) in ungünstigster Laststellung zu untersuchen. Die Größe der Einzellast beträgt 1,5 kN in Bereichen, die mit einer gleichmäßig verteilten lotrechten Verkehrslast von maximal 3,5 kN/m<sup>2</sup> zu beaufschlagen sind. In Bereichen mit höherer lotrechter Verkehrslast beträgt die anzusetzende Einzellast 2,0 kN. Verkehrslasten über 5,0 kN/m<sup>2</sup> sind nicht zulässig.

3.4.3 Es darf nur VSG aus mindestens drei Scheiben verwendet werden. Die oberste Scheibe muss mindestens 10 mm dick sein und aus ESG oder TVG bestehen. Die beiden untersten Scheiben müssen mindestens 12 mm dick sein und aus SPG oder TVG bestehen. Die maximale Länge beträgt 1500 mm, die maximale Breite 400 mm. Der Glaseinstand muss mindestens 30 mm betragen. Die Mindestnennstärke der PVB-Folie je Zwischenschicht beträgt 1,52 mm. Die Verglasungen sind in Scheibenebene durch geeignete mechanische Halterungen in ihrer Lage zu sichern. Die Kanten der Verglasungen müssen durch die Stützkonstruktion oder angrenzende Scheiben geschützt sein. Für Verglasungen, die von der Rechteckform abweichen, gelten die Abmessungen des umschriebenen Rechtecks. Bohrungen oder Ausnehmungen sind nicht zulässig. Die Oberflächen der Verglasungen müssen ausreichend rutschsicher sein.

3.4.4 Die Spannungsnachweise für die Verglasungen sind unter der Annahme zu führen, dass die oberste Scheibe des VSG nicht mitträgt.

3.4.5 Die in den Verglasungen auftretenden Spannungen – auch solche, die sich aus den Einwirkungen nach Abschnitt 3.4.2 ergeben - dürfen die in Tabelle 2 genannten zulässigen Spannungen nicht überschreiten. Für TVG gelten die Werte der entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

3.4.6 Die Durchbiegung einer vollständig intakten Verglasung darf unter den nach Abschnitt 3.4.2 anzusetzenden Einwirkungen 1/200 der Stützweite nicht überschreiten.

3.4.7 Bei den Spannungs- und Durchbiegungsnachweisen von VSG darf ein günstig wirkender Schubverbund zwischen den Einzelscheiben nicht berücksichtigt werden.

## 4 Einwirkungen

- 4.1 Es sind die Einwirkungen, die sich aus den bauaufsichtlich bekannt gemachten Technischen Baubestimmungen ergeben, zu berücksichtigen.
- 4.2 Bei Isolierverglasungen ist zusätzlich die Wirkung von Druckdifferenzen  $p_0$  zu berücksichtigen, die sich aus der Veränderung der Temperatur  $\Delta T$  und des meteorologischen Luftdruckes  $\Delta p_{\text{met}}$  sowie aus der Differenz  $\Delta H$  der Ortshöhe zwischen Herstellungs- und Einbauort ergeben. Als Herstellungsort gilt der Ort der endgültigen Scheibenabdichtung.

Es sind die beiden Einwirkungskombinationen nach Tabelle 1 zu berücksichtigen.

**Tabelle 1:** Rechenwerte für klimatische Einwirkungen\* und den resultierenden isochoren Druck  $p_0$

Einwirkungskombination	$\Delta T$ in K	$\Delta p_{\text{met}}$ in kN/m <sup>2</sup>	$\Delta H$ in m	$p_0$ in kN/m <sup>2</sup>
Sommer	+ 20	- 2	+ 600	+ 16
Winter	- 25	+ 4	- 300	- 16

\* Erläuterungen hierzu siehe Anhang B1.

In Tabelle 1 ist

$\Delta T$  Temperaturdifferenz zwischen Herstellung und Gebrauch,

$\Delta p_{\text{met}}$  Differenz des meteorologischen Luftdrucks am Einbauort und bei der Herstellung,

$\Delta H$  Differenz der Ortshöhe zwischen Einbauort und Herstellungsort,

$p_0$  aus  $\Delta T$ ,  $\Delta p_{\text{met}}$  und  $\Delta H$  resultierender isochorer Druck (siehe Gleichung A5 in Anhang A).

Falls die Differenz der Ortshöhen  $\Delta H$  bekannt ist, so ist statt der Rechenwerte nach Tabelle 1 der tatsächliche Wert zu berücksichtigen.

Voraussetzung für den Ansatz der Rechenwerte für die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  nach Tabelle 1 ist die Verwendung von Isolierglas, das einen Gesamtabsorptionsgrad von weniger als 30 % aufweist und nicht durch andere Bauteile oder Sonnenschutzeinrichtungen aufgeheizt wird.

Ist - aufgrund außergewöhnlicher Einbaubedingungen - mit ungünstigeren Temperaturbedingungen zu rechnen, so sind zusätzlich die Werte  $\Delta T$  oder  $\Delta p_0$  nach Tabelle B1 aus Anhang B zu verwenden.

- 4.3 Für ebene Isolierverglasungen mit allseitig gelagerten, rechteckigen Scheiben ist in Anhang A ein Berechnungsverfahren für den Nachweis der Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 angegeben. Die Anwendung vergleichbarer Verfahren ist zulässig.

## 5 Standsicherheits- und Durchbiegungsnachweise

### 5.1 Allgemeines

- 5.1.1 Die Glasscheiben sind für die Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 unter Beachtung aller beanspruchungserhöhenden Einflüsse (Bohrungen, Ausschnitte) zu bemessen. Bei Isolierverglasungen ist die Kopplung der Einzelscheiben über das eingeschlossene Gasvolumen zu berücksichtigen. Das besondere Tragverhalten gekrümmter Scheiben (Schalenwirkung) ist gegebenenfalls zu berücksichtigen.

- 5.1.2 Bei Standsicherheits- und Durchbiegungsnachweisen von VSG- oder VG-Einfachverglasungen darf ein günstig wirkender Schubverbund der Scheiben nicht berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Schubkopplung von Isolierverglasungen über den Randverbund.

Bei Vertikalverglasungen aus Isolierglas mit VSG oder VG ist bei diesen Nachweisen für veränderliche Einwirkungen zusätzlich der Grenzstand des vollen Schubverbunds zu berücksichtigen.

### 5.2 Spannungsnachweis

- 5.2.1 Bei der Bemessung für die Einwirkungen nach Abschnitt 4.1 gelten die zulässigen Biegezugspannungen nach Tabelle 2. Bei der Bemessung für die Überlagerung der Einwirkungen

nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 dürfen die zulässigen Biegezugspannungen nach Tabelle 2 im Allgemeinen um 15 % und bei Vertikalverglasungen mit Scheiben aus SPG und Glasflächen bis zu 1,6 m<sup>2</sup> im Besonderen um 25 % erhöht werden.

5.2.2 Die untere Scheibe einer Überkopfverglasung aus Isolierglas ist außer für den Fall der planmäßigen Einwirkungen nach den Abschnitten 4.1 und 4.2 auch für den Fall des Versagens der oberen Scheibe mit deren Belastung zu bemessen.

**Tabelle 2:** Zulässige Biegezugspannungen in N/mm<sup>2</sup>

Glassorte	Überkopfverglasung	Vertikalverglasung
ESG aus SPG	50	50
ESG aus Gussglas	37	37
Emailliertes ESG aus SPG*	30	30
SPG	12	18
Gussglas	8	10
VSG aus SPG	15 (25**)	22,5

\* Emaille auf der Zugseite

\*\* Nur für die untere Scheibe einer Überkopfverglasung aus Isolierglas beim Lastfall "Versagen der oberen Scheibe" zulässig.

### 5.3 Durchbiegungsnachweis

5.3.1 Die Durchbiegungen der Glasscheiben dürfen an ungünstigster Stelle nicht größer als die Werte nach Tabelle 3 sein.

**Tabelle 3:** Durchbiegungsbegrenzungen

Lagerung	Überkopfverglasung	Vertikalverglasung
vierseitig	1/100 der Scheibenstützweite in Haupttragrichtung	keine Anforderung**
zwei- und dreiseitig	Einfachverglasung: 1/100 der Scheibenstützweite in Haupttragrichtung	1/100 der freien Kante*
	Scheiben der Isolierverglasung: 1/200 der freien Kante	1/100 der freien Kante**

\* Auf die Einhaltung dieser Begrenzung kann verzichtet werden, sofern nachgewiesen wird, dass unter Last ein Glaseinstand von 5 mm nicht unterschritten wird.

\*\* Durchbiegungsbegrenzungen des Isolierglasherstellers sind zu beachten.

5.3.2 Bei der Bemessung der unteren Scheibe einer Überkopfverglasung aus Isolierglas nach Abschnitt 5.2.2 ist ein Durchbiegungsnachweis nicht erforderlich.

### 5.4 Nachweiserleichterungen für Vertikalverglasungen

Allseitig gelagerte Isolierverglasungen, bei denen folgende Bedingungen eingehalten sind

- Glaserzeugnis: SPG, TVG oder ESG
- Fläche: ≤ 1,6 m<sup>2</sup>
- Scheibendicke: ≥ 4 mm
- Differenz der Scheibendicken: ≤ 4 mm
- Scheibenzwischenraum: ≤ 16 mm
- Windlast w: ≤ 0,8 kN/m<sup>2</sup>

können für Einbauhöhen bis 20 m über Gelände bei normalen Produktions- und Einbaubedingungen (Ansatz der Rechenwerte nach Tabelle 1) ohne weiteren Nachweis verwendet werden.

Unterschreitet die Länge der kürzeren Kante den Wert von 500 mm, so erhöht sich jedoch bei Scheiben aus SPG das Bruchrisiko infolge von Klimaeinwirkungen.

## Anhang A: Berechnungsverfahren für Isolierglas

Für Isolierverglasungen mit allseitig gelagerten rechteckigen Glasscheiben können der Lastabtragungsanteil der äußeren und inneren Scheibe und die Einwirkungen infolge klimatischer Veränderungen bei kleinen Deformationen wie folgt berücksichtigt werden:

- Berechnung der Anteile  $\delta_a$  und  $\delta_i$  der Einzelscheiben an der Gesamtbiegesteifigkeit

$$\delta_a = \frac{d_a^3}{d_a^3 + d_i^3} \quad (\text{A1})$$

$$\delta_i = \frac{d_i^3}{d_a^3 + d_i^3} = 1 - \delta_a \quad (\text{A2})$$

- Berechnung der charakteristischen Kantenlänge  $a^*$

$$a^* = 28,9 \cdot \sqrt[4]{\frac{d_{SZR} \cdot d_a^3 \cdot d_i^3}{(d_a^3 + d_i^3) B_V}} \quad (\text{A3})$$

Der Beiwert  $B_V$  ist in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis  $a/b$  in Tabelle A1 angegeben.

**Tabelle A1:** Beiwert  $B_V$  (\*)

$a/b$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$B_V$	0,0194	0,0237	0,0288	0,0350	0,0421	0,0501	0,0587	0,0676	0,0767	0,0857

\* Die Werte wurden auf der Basis der Kirchhoffschen Plattentheorie für  $\mu = 0,23$  berechnet, Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Werte für  $a^*$  sind für gebräuchliche Isolierglasaufbauten in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis  $a/b$  in Tabelle A3 zusammengestellt.

- Berechnung des Faktors  $\varphi$

$$\varphi = \frac{1}{1 + (a / a^*)^4} \quad (\text{A4})$$

- Ermittlung des isochoren Druckes  $p_0$

Der isochore Druck  $p_0$  im Scheibenzwischenraum (Druck bei gleichbleibendem Volumen) ergibt sich wie folgt aus den klimatischen Veränderungen:

$$p_0 = c_1 \cdot \Delta T - \Delta p_{\text{met}} + c_2 \cdot \Delta H \quad (\text{A5})$$

mit  $c_1 = 0,34 \text{ kPa/K}$

und  $c_2 = 0,012 \text{ kPa/m}$

- Verteilung der Einwirkungen

Die Verteilung der Einwirkungen und der Wirkung des isochoren Druckes auf die äußere und innere Scheibe kann entsprechend den Angaben von Tabelle A2 erfolgen.

**Tabelle A2:** Verteilung der Einwirkungen\*

Lastangriff auf	Einwirkung	Lastanteil auf äußere Scheibe	Lastanteil auf innere Scheibe
äußere Scheibe	Wind $w_a$	$(\delta_a + \varphi \delta_i) \cdot w_a$	$(1 - \varphi) \delta_i \cdot w_a$

	Schnee $s$	$(\delta_a + \varphi\delta_i) \cdot s$	$(1 - \varphi)\delta_i \cdot s$
innere Scheibe	Wind $w_i$	$(1 - \varphi)\delta_a \cdot w_i$	$(\varphi\delta_a + \delta_i) \cdot w_i$
beide Scheiben	Isochorer Druck $p_0$	$-\varphi \cdot p_0$	$+\varphi \cdot p_0$

\* Vorzeichenregelung siehe Anhang B2

In den Gleichungen A1 bis A5 ist

- $a$  kleinere Kantenlänge der Isolierverglasung in mm
- $b$  größere Kantenlänge der Isolierverglasung in mm
- $d_{\text{SZR}}$  Abstand zwischen den Scheiben (Scheibenzwischenraum) in mm
- $d_a$  Dicke der äußeren Scheibe in mm
- $d_i$  Dicke der inneren Scheibe in mm

Anmerkung: Bei VSG und VG mit den Einzelscheiben (1, 2 ...) ist als Glasdicke die Ersatzdicke  $d^*$  wie folgt zu berücksichtigen:

- voller Verbund:  $d^* = d_1 + d_2 + \dots$
- ohne Verbund:  $d^* = \sqrt[3]{d_1^3 + d_2^3 + \dots}$

**Tabelle A3:** Anteil der Einzelscheiben an der Gesamtsteifigkeit eines Zweischeiben-Isolierglases und charakteristische Kantenlänge  $a^*$  in mm für den Scheibenabstand  $d_{\text{SZR}} = 10; 12; 14$  und  $16$  mm und für ein Seitenverhältnis von  $a/b = 0,33; 0,50; 0,67$  und  $1,0$ .

$d_{\text{SZR}}$ in mm	Glasdicke in mm		Steifigkeitsanteil		$a^*$ in mm			
	$d_i$	$d_a$	$\delta_i$	$\delta_a$	0,33	0,50	0,67	1,00
10	4	4	50 %	50 %	243	259	279	328
	4	6	23 %	77 %	270	288	311	365
	4	8	11 %	89 %	280	299	322	379
	4	10	6 %	94 %	284	303	326	384
	6	6	50 %	50 %	329	351	378	444
	6	8	30 %	70 %	358	382	411	484
	6	10	18 %	82 %	373	397	428	503
	8	8	50 %	50 %	408	435	469	551
	8	10	34 %	66 %	438	466	503	591
	10	10	50 %	50 %	483	514	554	652

Fortsetzung Tabelle A3

12	4	4	50 %	50 %	254	271	292	343
	4	6	23 %	77 %	283	302	325	382
	4	8	11 %	89 %	293	313	337	396
	4	10	6 %	94 %	297	317	341	402
	6	6	50 %	50 %	344	367	395	465
	6	8	30 %	70 %	375	400	430	507
	6	10	18 %	82 %	390	415	448	527
	8	8	50 %	50 %	427	455	490	577
	8	10	34 %	66 %	458	488	526	619
	10	10	50 %	50 %	505	538	580	682
14	4	4	50 %	50 %	264	281	303	357
	4	6	23 %	77 %	294	314	338	397
	4	8	11 %	89 %	305	325	350	412
	4	10	6 %	94 %	309	329	355	418
	6	6	50 %	50 %	358	381	411	483
	6	8	30 %	70 %	390	415	447	526
	6	10	18 %	82 %	405	432	465	547
	8	8	50 %	50 %	444	473	510	600
	8	10	34 %	66 %	476	507	547	643
	10	10	50 %	50 %	525	559	603	709
16	4	4	50 %	50 %	273	291	313	369
	4	6	23 %	77 %	304	324	349	411
	4	8	11 %	89 %	315	336	362	426
	4	10	6 %	94 %	320	341	367	432
	6	6	50 %	50 %	370	394	425	500
	6	8	30 %	70 %	403	429	463	544
	6	10	18 %	82 %	419	446	481	566
	8	8	50 %	50 %	459	489	527	620
	8	10	34 %	66 %	492	525	565	665
	10	10	50 %	50 %	543	578	623	733

## Anhang B: Erläuterungen

### B1: Erläuterungen zu den Mindestwerten für klimatische Einwirkungen

Bei der Festlegung der Klimawerte in Tabelle 1 wurde von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- Einwirkungskombination Sommer
  - Einbaubedingungen:  
Einstrahlung 800 W/m<sup>2</sup> unter Einstrahlwinkel 45°;  
Absorption der Scheibe 30 %;  
Lufttemperatur innen und außen 28 °C;  
mittlerer Luftdruck 1010 hPa;  
Wärmeübergangswiderstand innen und außen 0,12 m<sup>2</sup>K/W;  
resultierende Temperatur im Scheibenzwischenraum ca. +39 °C.
  - Produktionsbedingungen:  
Herstellung im Winter bei + 19 °C und einem hohen Luftdruck von 1030 hPa.
- Einwirkungskombination Winter
  - Einbaubedingungen:  
keine Einstrahlung;

$U_g$ -Wert des Glases 1,8 W/m<sup>2</sup>K;  
 Lufttemperatur innen 19 °C und außen –10 °C;  
 hoher Luftdruck 1030 hPa;  
 Wärmeübergangswiderstand innen 0,13 m<sup>2</sup>K/W und außen 0,04 m<sup>2</sup>K/W;  
 resultierende Temperatur im Scheibenzwischenraum ca. +2 °C.

- Produktionsbedingungen:  
 Herstellung im Sommer bei + 27 °C und einem niedrigen Luftdruck von 990 hPa.

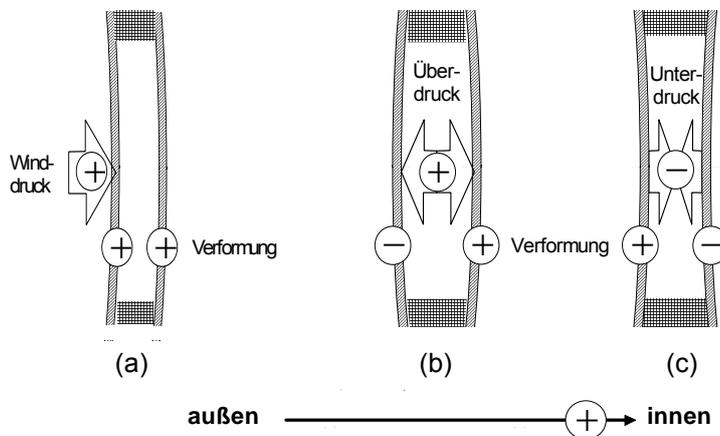
Eventuell vorhandenen besonderen Temperaturbedingungen am Einbauort kann mit den in Tabelle B1 angegebenen zusätzlichen Werten für  $\Delta T$  und  $\Delta p_0$  Rechnung getragen werden.

**Tabelle B1:** Zusätzliche Werte für  $\Delta T$  und  $\Delta p_0$  zur Berücksichtigung besonderer Temperaturbedingungen am Einbauort

Einwirkungskombination	Ursache für erhöhte Temperaturdifferenz	$\Delta T$ in K	$\Delta p_0$ in kN/m <sup>2</sup>
Sommer	Absorption zwischen 30 % und 50 %	+ 9	+ 3
	innenliegender Sonnenschutz (ventiliert)	+ 9	+ 3
	Absorption größer 50 %	+ 18	+ 6
	innenliegender Sonnenschutz (nicht ventiliert)	+ 18	+ 6
	dahinterliegende Wärmedämmung (Paneel)	+ 35	+ 12
Winter	unbeheiztes Gebäude	- 12	- 4

**B2: Erläuterungen zur Vorzeichenregelung**

Das positive Vorzeichen wird in Richtung der "Hauptlast" gewählt, z. B. bei einer Vertikalverglasung in Richtung des Winddrucks auf die äußere Scheibe (siehe Bild B2). Der Richtungspfeil zeigt damit von "außen" nach "innen". Diese Regelung bleibt auch erhalten, wenn andere Lasten dominieren, z. B. Windsog oder bei Isolierglas der Innendruck.



**Bild B2:** Vorzeichen der Einwirkungen und Vorzeichen der Verformung bei einer Vertikalverglasung (dargestellt ist der verformte Zustand):

- (a) Winddruck auf die äußere Scheibe positiv, damit auch die Durchbiegung nach "innen" positiv
- (b) Überdruck im Scheibenzwischenraum (positiv) bewirkt Ausbauchung der Innenscheibe nach innen (positiv) und Ausbauchung der Außenscheibe nach außen (negativ)
- (c) Bei Unterdruck im Scheibenzwischenraum ergeben sich die Vorzeichen entsprechend.