

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2
2.0 Konstruktionsregeln in Abhängigkeit der Anwendung	5
3.0 Übersicht über die zu führenden Nachweise	8
4.0 Teilsicherheitskonzept	9
5.0 Einwirkungen und ihre Einwirkungsdauer	10
6.0 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	11
7.0 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	15
8.0 Nachweis der Resttragfähigkeit bei Verglasungen ohne Zusatzanforderungen	16
9.0 Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit bei Verglasungen mit Zusatzanforderungen	17
10.0 Vorgehen bei der Bemessung	22
11.0 Literatur	24
Rechenbeispiele	25

1.0 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 und in den Grenzen der technischen und baurechtlichen Möglichkeiten einzusetzen und ihre Verwendbarkeit nachzuweisen. Dieser Leitfaden ersetzt nicht das Lesen der Normen.

Die DIN 18008 hat sich in den letzten 10 Jahren als Regelwerk im Glasbau etabliert. Aufgrund von technischen Weiterentwicklungen, wie z. B. der Erteilung von allgemeinen Bauartgenehmigungen für gebogene Verglasungen oder dem EuGH-Urteil, welches eine Nachregelung von europäisch genormten Produkten untersagt, wurden im Rahmen der 5-jährigen Aktualitätsüberprüfungen die Teile 1 und 2 der DIN 18008 überarbeitet. Zusätzlich wurde die DIN 18008-6 „Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbarer Verglasungen und an durchsturzsichernde Verglasungen“ veröffentlicht. Die Normteile 3 bis 5 befinden sich derzeit in der Überarbeitung, so dass die Begrifflichkeiten, welche sich aus der Überarbeitung der Teile 1 und 2 ergeben, derzeit nicht konsistent sind.

Folgende Teile der DIN 18008 liegen vor:

- Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen
- Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen
- Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen
- Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
- Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
- Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen

DIN 18008-1 ist die Grundlage für alle weiteren Normteile. Prinzipiell können mit Hilfe dieses Teiles der Norm Glaskonstruktionen wie z. B. befahrbare Gläser oder aber auch Aquarien bemessen werden. Da jedoch alle weiteren Normteile diese Anwendungsbereiche nicht erfassen, gelten diese bauaufsichtlich als „nicht geregelt“ im Rahmen der DIN 18008. Diese Einschränkung bezieht sich insbesondere auf die angegebenen konstruktiven Randbedingungen wie Mindestglasaufbauten und Lagerungsbedingungen. Für eine ingenieurmäßige Betrachtung kann die DIN 18008 jedoch für beliebige Konstruktionen herangezogen werden.

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

bereich (absturzsichernd, begehbar oder betretbar) weitere Zusatzanforderungen in den **Teilen 4, 5 und 6** festgelegt.

DIN 18008 regelt die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit, Stoß- und Resttragfähigkeit. Stoß- und Resttragfähigkeit werden durch die Einhaltung von konstruktiven Regeln oder durch Versuche sichergestellt.

Das Sicherheitsniveau berücksichtigt die Schadensfolgeklassen der DIN EN 1990. Hierdurch ist auch eine Abgrenzung zur DIN EN 16612 [7] möglich, mit der eine Bemessung nur von ausfachenden, linienförmig gelagerten und ausschließlich durch Eigengewicht, Wind und Schnee beanspruchten Glasscheiben für Verglasungen mit einer Schadensfolge kleiner als in der DIN EN 1990 definiert, möglich ist. In Deutschland gilt jedoch ausschließlich die DIN 18008.

Abbildung 1 gibt eine Übersicht über das Entwurfs- und Bemessungsprinzip von Glasbauteilen. Zunächst sind in Abhängigkeit der Bauart (Lagerung, Einbausituation, Zusatzanforderungen) Mindestbedingungen in Bezug auf Lagerung und Glasaufbau einzuhalten. Im nächsten Schritt erfolgen die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und Gebrauchstauglichkeit (GZG), welche ausschließlich rechnerisch geführt werden können. In Abhängigkeit der Anforderungen sind darüber hinaus Nachweise der Resttragfähigkeit und Stoßsicherheit zu führen. Die DIN 18008 legt hier fest, ob diese durch die Einhaltung von konstruktiven Vorgaben, durch Rechnung oder aber ausschließlich durch Versuche geführt werden können.

Eine Bemessung von **gebogenen Glasscheiben** ist prinzipiell mit den in den allgemeinen Bauartgenehmigungen (aBG) 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 [9].

Linienförmig gelagerte, durch Verklebung am Tragsystem gehaltene Verglasungen (structural glazing) 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 [12, 13] sind alle konstruktiven Randbedingungen, die die Konstruktion betreffen, nicht übertragbar. Hier sind im Rahmen der Ausführung besondere Betrachtungen notwendig.

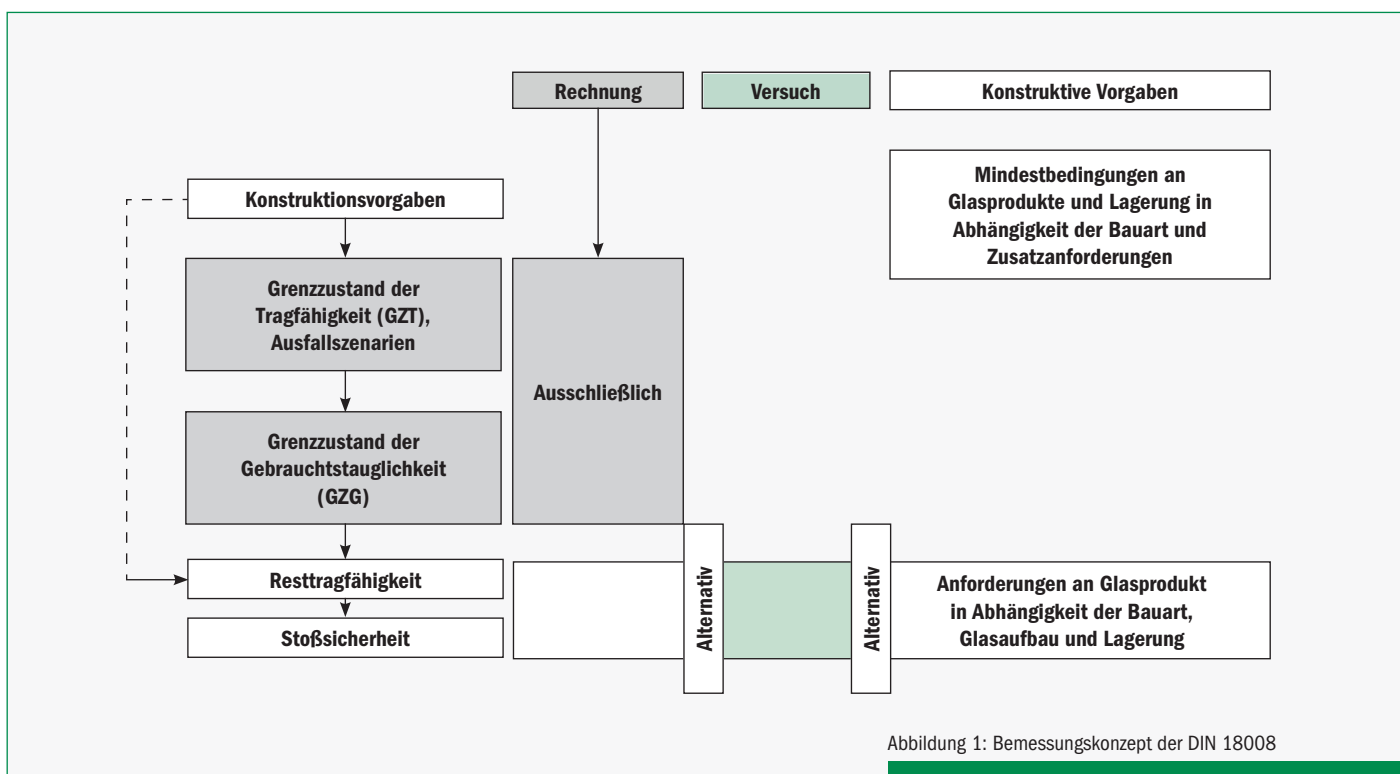


Abbildung 1: Bemessungskonzept der DIN 18008

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Normteil	Wesentliche Inhalte
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	<p>Teil 1 enthält Berechnungsvorgaben und Konstruktionsbedingungen, die für alle weiteren Normteile gelten. Zu den Berechnungsvorgaben gehören z. B. auch die Lastansätze für Mehrscheiben-Isolierglas.</p> <p>Definition von</p> <ul style="list-style-type: none"> – Horizontalverglasung ($> \pm 10^\circ$ bezogen auf die Vertikale) – Vertikalverglasung ($\leq \pm 10^\circ$ bezogen auf die Vertikale) – Überkopfverglasung (Horizontalverglasung mit Verkehrsfläche/Zugänglichkeit für Personen unterhalb der Verglasung) – Resttragfähigkeit (Fähigkeit einer Verglasungskonstruktion im Falle eines festgelegten Zerstörungszustandes unter definierten äußeren Einflüssen (Last, Temperatur, usw.) über einen ausreichenden Zeitraum standsicher/tragfähig zu bleiben) <p>Diese Definitionen gelten 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.</p> <p>Abweichend zur DIN 18008-1:2010 wurde der Anwendungsbereich auf die Nennglasdicken 2 bis 25 mm und nichttragende sowie bewegliche Glastrennwände erweitert.</p> <p>Durch den Anhang B „Versuchstechnische Nachweise zur Sicherstellung bauartspezifischer Anforderungen“ wird eine bisherige Regelungslücke geschlossen. Hierdurch ist jetzt ein allgemeiner Resttragfähigkeitsversuch definiert. Der Nachweis der Resttragfähigkeit kann jedoch weiterhin durch die Einhaltung von konstruktiven Randbedingungen und die Wahl einer Glasart mit gesicherten Eigenschaften (siehe DIN 18008-1, Anhang B.1) geführt werden.</p> <p>Neu ist die Definition sicheres Bruchverhalten: „Bei einem Bruch werden die Bruchstücke zusammengehalten und zerfallen nicht oder ein Zerfall erfolgt in eine große Anzahl kleiner Bruchstücke“. Aufgrund von gesetzlichen Schutzmaßnahmen für die Verkehrssicherheit kann diese Anforderung zum Tragen kommen.</p>
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</p> <p>Lagerung allgemein: Mindestens zwei Seiten sind mit mechanischen Verbindungsmitteln gegen positive (z. B. Winddruck) und negative (z. B. Windsog) Lasten durchgehend und linienförmig gelagert.</p> <p>Vertikalverglasungen mit einer durchgehenden linienförmigen Lagerung an mindestens einer Seite mit ausreichender Einspanntiefe zur Sicherstellung einer Einspannung gelten auch als linienförmig gelagert.</p> <p>Berechnungsverfahren für Isolierglas: 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 [10, 11] oder geeignete Software zurückgegriffen werden.</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfachverglasung</p> <p>Mögliche Lagerungsarten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tellerhalter mit zylindrischen Glasbohrungen 2. Klemmhalter am Rand oder Ecke ohne Bohrung 3. Kombination aus 1. und 2. auch mit linienförmiger Lagerung. <p>Die zulässigen Glasarten leiten sich aus der Einbauneigung und der Art der Lagerung ab. Auch hier steht das Gefährdungsrisiko infolge Glasbruch im Vordergrund (siehe Tabelle 13).</p>
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</p> <p>Die absturzsichernden Verglasungen werden in die Kategorien A, B und C eingeordnet. Diese Kategorien beziehen sich auf die Konstruktionsart (siehe Tabelle 3).</p>
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</p> <p>Beanspruchung: planmäßiger Personenverkehr mit einer lotrechten Nutzlast von höchstens 5 kN/m^2 (z. B. Treppen, Podeste, Stege, Abdeckungen von Lichtschächten)</p> <p>Weitere Betrachtungen sind für Verglasungen notwendig, welche befahren werden oder welche hohen Dauerlasten ausgesetzt sind.</p>
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen	<p>Bauart: ebene, ausfachende Einfach- und Isolierverglasungen</p> <p>Es wird unterschieden zwischen „betretbaren“ und „durchsturzsicheren“ Verglasungen, wobei letztere nur in der Nähe von Flächen liegen, welche zu Instandhaltungsmaßnahmen betreten werden und die Gefahr besteht, dass man auf diese Verglasungen stürzt.</p> <p>Der Arbeitsschutz ist nicht Bestandteil dieser Norm.</p> <p>Betretbare Verglasungen: Betretung von einer Person unter der Mitnahme von Gegenständen Masse $m \leq 4 \text{ kg}$ oder wassergefüllter Kunststoffeimer mit einem Fassungsvermögen von 10 l.</p>
Tabelle 1: Wesentliche Inhalte der DIN 18008	

In Tabelle 1 sind die Anwendungsbereiche der einzelnen Normteile zusammengestellt und Tabelle 2 enthält die wichtigsten Definitionen und Abkürzungen. Als Leitfaden für die Bemessung dient das Ablaufschema in Tabelle 17.

2.0 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 bis 6) zu erfüllen sind.

Diese Konstruktionsgrundsätze, die teils über die allgemeinen Regeln des Glaserhandwerks und die Anforderungen der Produktnormen hinausgehen, sind in Tabelle 3 getrennt nach den Normteilen zusammengefasst.

Weitere konstruktive Vorgaben beziehen sich auf die Einbausituation (Überkopf- oder Vertikalverglasungen) und zielen auf eine ausreichende Resttragfähigkeit ab. Die Forderungen hierzu sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Zusammenstellungen von Bezeichnungen und Abkürzungen	
AbP	Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
abZ/aBG	Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung
C _d	Gebrauchstauglichkeitskriterium (ehemals Durchbiegung)
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
ED	Einwirkungsdauer
E _d	Einwirkungskombinationen
ESG	Einscheibensicherheitsglas
ESG-H	Heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas
ESG-HF	Heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas mit Fremdüberwachung und Zuverlässigkeitsklasse RC2, z. B. RAL-GZ 525
FG	Floatglas
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
h	Durchbiegung
Kategorie A, B und C	Definitionen aus DIN 18008-4 zur Klassifizierung absturzsichernder Verglasungen
L	Länge in Haupttragrichtung
MIG	Mehrscheiben-Isolierglas
PVB-Folie	Polyvinylbutyral-Folie
R _d	Bauteilwiderstand
s	Sehnenlänge
SZR	Scheibenzwischenraum
TVG	Teilvorgespanntes Glas
VG	Verbundglas
VSG	Verbundsicherheitsglas
ZiE/vBg	Zustimmung im Einzelfall / vorhabenbezogene Bauartgenehmigung

Tabelle 2: Abkürzungen und Definitionen

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

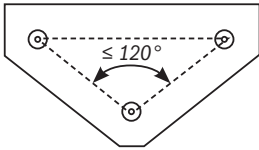
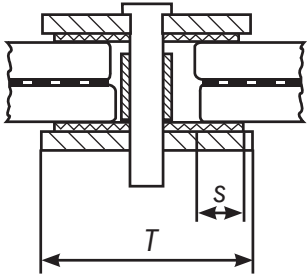
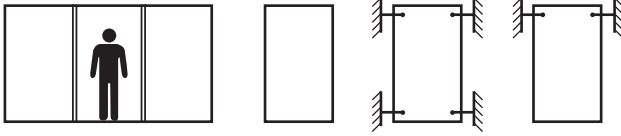

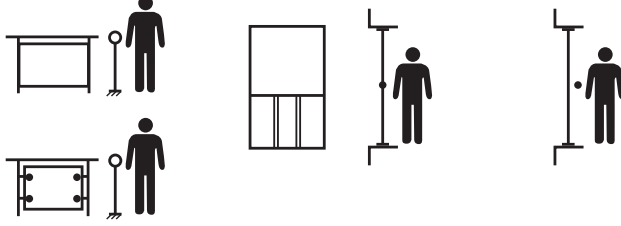
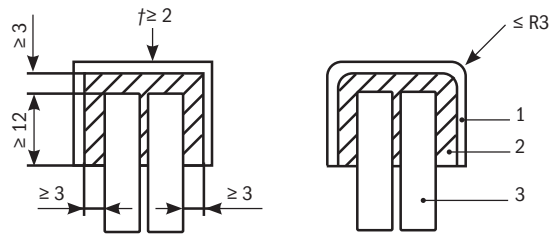
Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾			
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	<p>Anforderungen an die Konstruktion bzw. die Geometrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Lagerung unter Vermeidung lokaler Spannungsspitzen. ■ Ausgleich von Toleranzen. ■ Ecken und Ausschnitte müssen ausgerundet werden. ■ Durchgehende Glasbohrungen und Ausschnitte sind nur bei thermisch vorgespannten Gläsern zulässig. ■ Breite von Stegen zwischen Bohrungen und Ausschnitten muss mindestens 80 mm betragen, sonst sind die Festigkeitswerte von nicht thermisch vorgespanntem Basisglas zu verwenden. ■ Zulässige Glasdicken: 2 bis 25 mm. ■ Zwischenlagen müssen für die Anwendung dauerhaft sein. ■ Zwangsbeanspruchungen sind zu vermeiden oder aber rechnerisch zu berücksichtigen. 	<p>Anforderungen an die Glasprodukte, die über die Produktnormen hinausgehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Die zulässige Kantenverletzung bei ESG und TVG beträgt maximal 15 % bezogen auf die Scheibendicke. ■ Die typischen Bruchbilder müssen auch an Scheiben in Bauteilgröße nachgewiesen werden. 		
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Anforderungen an die linienförmige Lagerung allgemein (nicht anwendbar auf einseitige Einspannung):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Mindestglaseinstand ≥ 10 mm, wenn nichts anderes festgelegt ist (z. B. zum UV-Schutz des Isolierglasrandverbundes). ■ Wirksamkeit auf Druck und Sog. ■ Zulässige Durchbiegung der Unterkonstruktion $\leq L/200$ bezogen auf aufgelagerte Scheibenkante oder Rücksprache mit dem Glashersteller. ■ Fachgerechte Klotzung. <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Glasarten für Überkopferverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einfachverglasungen oder untere Scheibe von Isolierverglasungen nur VSG aus Floatglas oder VSG aus teilvorgespanntem Glas oder Drahtglas. ■ Bei VSG aus mehr als zwei Glasscheiben müssen die unteren beiden Glasscheiben aus grobbrechenden Glasarten bestehen. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Glasarten für Vertikalverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einbauhöhe > 4 m: grob brechende Glasarten müssen allseitig gelagert sein, monolithische Glasarten im Isolierglasrandverbund gelten hier durch den Randverbund als allseitig gelagert. ■ Monolithisches ESG als Einfachverglasung oder als äußere Scheibe eines MIG ist nur bis zu einer Einbauhöhe von 4 m über Verkehrsflächen zulässig. ■ Monolithisches ESG gemäß Anhang C (reduzierte Versagenswahrscheinlichkeit nach Heat-Soak-Test, z.B. ESG-HF) darf ohne Begrenzung der Einbauhöhe verwendet werden. </td> </tr> </table>		<p>Glasarten für Überkopferverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einfachverglasungen oder untere Scheibe von Isolierverglasungen nur VSG aus Floatglas oder VSG aus teilvorgespanntem Glas oder Drahtglas. ■ Bei VSG aus mehr als zwei Glasscheiben müssen die unteren beiden Glasscheiben aus grobbrechenden Glasarten bestehen. 	<p>Glasarten für Vertikalverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einbauhöhe > 4 m: grob brechende Glasarten müssen allseitig gelagert sein, monolithische Glasarten im Isolierglasrandverbund gelten hier durch den Randverbund als allseitig gelagert. ■ Monolithisches ESG als Einfachverglasung oder als äußere Scheibe eines MIG ist nur bis zu einer Einbauhöhe von 4 m über Verkehrsflächen zulässig. ■ Monolithisches ESG gemäß Anhang C (reduzierte Versagenswahrscheinlichkeit nach Heat-Soak-Test, z.B. ESG-HF) darf ohne Begrenzung der Einbauhöhe verwendet werden.
<p>Glasarten für Überkopferverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einfachverglasungen oder untere Scheibe von Isolierverglasungen nur VSG aus Floatglas oder VSG aus teilvorgespanntem Glas oder Drahtglas. ■ Bei VSG aus mehr als zwei Glasscheiben müssen die unteren beiden Glasscheiben aus grobbrechenden Glasarten bestehen. 	<p>Glasarten für Vertikalverglasungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einbauhöhe > 4 m: grob brechende Glasarten müssen allseitig gelagert sein, monolithische Glasarten im Isolierglasrandverbund gelten hier durch den Randverbund als allseitig gelagert. ■ Monolithisches ESG als Einfachverglasung oder als äußere Scheibe eines MIG ist nur bis zu einer Einbauhöhe von 4 m über Verkehrsflächen zulässig. ■ Monolithisches ESG gemäß Anhang C (reduzierte Versagenswahrscheinlichkeit nach Heat-Soak-Test, z.B. ESG-HF) darf ohne Begrenzung der Einbauhöhe verwendet werden. 			
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>Bauprodukte:</p> <p>Anforderungen an Verbundsicherheitsglas: zulässige Abweichung Glasdicken bei VSG Faktor 1,7, $d_{pVB} = 0,76$ mm. Glaskanten: Einzelscheiben müssen mindestens gesäumt, Kanten von Floatglas geschliffen werden.</p> <p>Punkthaltermaterial: Stahl, Aluminium oder nicht rostender Stahl (bauaufsichtlich verwendbar). Korrosionsbelastung ist bei der Planung zu berücksichtigen.</p> <p>Tellerhalter (immer mit Bohrung):</p> <p>Glasart: Es muss immer Verbundsicherheitsglas aus einem thermisch vorgespannten Glas verwendet werden. Monolithische Scheiben oder Isolierglas-Scheiben sind nicht zulässig.</p> <p>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). Die Mindestbreite von Stegen zwischen Bohrungen und Rand beträgt mindestens 80 mm, eine Unterschreitung ist hier nicht zulässig.</p> <p>Punkthalteranzahl: mindestens drei Halter bei ausschließlich punktförmig gelagerten Scheiben.</p> <p>Mindestabmessung Tellerhalter T = 50 mm.</p> <p>Mindestglaseinstand s = 12 mm auch im verformten Zustand.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Klemmhalter:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Klemmfläche 1000 mm², Einstand s = 25 mm. ■ Mindestdicke der Zwischenlage muss gewährleisten, dass es zu keinem Stahl-Glas-Kontakt kommt. ■ Schrauben sind gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern. ■ Bei Horizontalverglasungen sind Klemmhalter nur zur Sogsicherung verwendbar, wenn die Scheiben auf ein Linienlager gemäß DIN 18008-2 aufgelegt sind. <p>Eine Kombination aus Klemmhaltern und Punkthaltern bzw. eine Kombination mit linienförmigen Lagerungen entsprechend Teil 2 ist zulässig.</p>			

Tabelle 3: Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Teil I)

Normteil	Konstruktionsgrundsätze ¹⁾
<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 2fach-VSG möglich: 4 mm + 6 mm, 5 mm + 8 mm, 6 mm + 10 mm, usw.</p> <p>Beschreibung der Kategorie und zulässige Glasarten:</p> <p>Bei Kategorie A handelt es sich um raumhohe Verglasungen ohne lastabtragenden Holm.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einfachverglasungen müssen aus VSG bestehen. ■ Für die stoßzugewandte Seite eines MIG darf nur VSG, ESG oder VG aus ESG verwendet werden. ■ Mindestens eine Scheibe eines MIG muss ein VSG sein. ■ Bei einem Dreifach-Isolierglas darf sich hinter der angriffsseitigen ESG-Scheibe eine grob brechende Glasart befinden, wenn beim Pendelschlagversuch die angriffsseitige ESG-Scheibe nicht zu Bruch geht.  <p>Verglasungen der Kategorie B sind am Fußpunkt eingespannte Glasbrüstungen. Die einzelnen Scheiben sind durch einen Handlauf verbunden. Der Handlauf kann auf der oberen Scheibenkante 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 Kategorie C werden nur ausfachend unterhalb oder hinter einem lastabtragenden Holm verwendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Allseitig linienförmig gelagerte Scheiben der Kategorien C1 und C2 dürfen als Mono-ESG ausgeführt werden, sonst ist VSG zwingend erforderlich. ■ Bei Mehrscheiben-Isolierglas der Kategorien C1 und C2 gelten für die stoßzugewandte Seite die gleichen Regeln wie bei Kategorie A, für die anderen Scheiben dürfen alle nach Teil 2 und Teil 3 zulässigen Glasprodukte verwendet werden. ■ Kategorie C3 ist hinsichtlich der zulässigen Produkte wie eine Verglasung der Kategorie A zu behandeln, das gleiche gilt für die Zulässigkeit von grob brechenden Glasarten bei einem Dreifach-Isolierglas.  <p>Kategorie C1 Kategorie C2 Kategorie C3</p>
	<p>Kategorien A und C: Zugängliche freie Glaskanten müssen durch einen mechanischen Schutz („Kantenschutzprofil“) oder angrenzende Bauteile (Wände, Decken, benachbarte Scheiben, Abstand ≤ 30 mm) geschützt werden. Bei durch Tellerhalter gelagerten Scheiben darf hierauf verzichtet werden, da diese eine gute Resttragfähigkeit gewährleisten. In DIN 18008-4 Anhang D ist ein Kantenschutz beschrieben, falls hiervon abgewichen wird, enthält DIN 18008-4 Anhang E ein Prüfverfahren zur Überprüfung der Funktionalität eines Kantenschutzes.</p> <p>Die Anforderungen an den Kantenschutz können der DIN 18008-4 entnommen werden.</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.</p>
<p>Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen</p>	<p>Die Auswahl der Bauprodukte erfolgt entsprechend der Vorgaben der Teile 2 und 3. Abweichend dazu ist die Verwendung von Drahtglas nicht zulässig. Das oberste Einfachglas von MIG ist entweder in ESG oder VSG auszuführen.</p>
<p>¹⁾ Die DIN 18008 ist das maßgebende Regelwerk. Für die Planung und Bemessung sollte diese immer herangezogen werden.</p>	
<p style="text-align: right;">Tabelle 3: Konstruktionsgrundsätze getrennt nach Normteilen (Teil II)</p>	

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

3.0 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 (siehe Abbildung 1).

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 6) und der **Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** (siehe Abschnitt 7) werden auf Grundlage des Teilsicherheitskonzeptes geführt (siehe Kapitel 4).

Anmerkung: Für die Anwendung des Teilsicherheitskonzeptes sind DIN EN 1990 [14] und DIN EN 1991 [15] und die zugehörigen nationalen Anhänge erforderlich.

Der Baustoff Glas erfordert aufgrund der Sprödigkeit des Materials einen **Nachweis der Resttragfähigkeit** (siehe Kapitel 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.

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.

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.

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.

4.0 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 γ_M berücksichtigt („Bauteilwiderstände R_d “). Die Unsicherheiten auf der Lastseite und die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Schnee, Wind oder weiteren Beanspruchungen werden über Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q sowie Kombinationsbeiwerte Ψ berücksichtigt („Einwirkungskombinationen E_d “). Die Vorgaben zur Berechnung der Bauteilwiderstände finden sich in den Bemessungsnormen für die einzelnen Baustoffe (hier die DIN 18008 für Glas), und die Kombinationsregeln zur Berechnung der Einwirkungskombination E_d sind im Basisdokument der DIN EN 1990 [14] enthalten.

Für eine Horizontalverglasung (VSG aus 2 x Floatglas) sind die relevanten Einwirkungskombinationen in Tabelle 17 beispielhaft angegeben. Weitere Beispiele finden sich in [17, 18] für verschiedene Anwendungen.

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

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

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

Einwirkung	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klimalast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort und infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	0,6	0,5	0
Schnee > 1000 m ü. NN	0,7	0,5	0,2
Schnee < 1000 m ü. NN	0,5	0,2	0
Wind	0,6	0,2	0
Montagezwängungen	1,0	1,0	1,0
Holm- und Personenlasten	0,7	0,5	0,3

Tabelle 4: Kombinationsbeiwerte entsprechend DIN 18008 [1] und 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	$\gamma_{GA} = 1,0$	$\gamma_{GA} = 1,0$

Tabelle 5: Teilsicherheitsbeiwerte entsprechend DIN EN 1990 [12]

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

5.0 Einwirkungen und ihre Einwirkungsdauer

Die Einwirkungen von Bauteilen sind in der DIN EN 1991 und dem zugehörigen nationalen Anhang [15] geregelt. Diesem Regelwerk kann man die Wind- und Schneelasten sowie Nutzlasten (z. B. für begehbare Scheiben oder absturzsichernde Verglasungen) entnehmen. Wie diese Einwirkungen entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit zu kombinieren sind, regelt dann DIN EN 1990 [14].

Den Einwirkungen sind Einwirkungsdauern (ED) zugeordnet, da hiervon die Beanspruchbarkeit eines nicht vorgespannten Glases abhängt. Dies bedeutet jedoch auch, dass bei einem nicht vorgespannten Glas die maßgebenden Einwirkungskombinationen für die Einwirkungsdauern ständig, mittel und kurz zu bestimmen sind und auch dann drei Nachweise (für jede Einwirkungsdauer) erforderlich werden.

Die festgelegten Einwirkungsdauern stehen in einem direkten Bezug zum Bruchmechanismus von nicht vorgespanntem Glas. Eine mittlere Beanspruchungsdauer beträgt hierbei ca. 27 Tage und eine kurze Beanspruchungsdauer 5 Minuten (Tabelle 6).

Bei Mehrscheibenisolierverglasung 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 Ψ berücksichtigt dann die Verformbarkeit der Glasscheiben, so dass sich die wirksame Klimalast zu $p_0 \times \Psi$ 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 sind für die Grenzfälle „Sommer“ und „Winter“ in Tabelle 7 angegeben. Die Beanspruchung 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 Einwirkungsdauer zugeordnet werden. Die Lastansätze müssen hier gegebenenfalls überprüft werden, da z. B. bei 3-fach-MIG oder hochabsorbierenden Beschichtungen durchaus von einer höheren Temperaturdifferenz ausgegangen werden kann; das Gleiche gilt auch für Scheiben, die in hohen geodätischen Höhen eingebaut werden. Die wirksame Klimabeanspruchung und die vorhandene Lastkopplung der äußeren Beanspruchungen aus Wind und Schnee können mit dem in DIN 18008-2 vorgegebenen Verfahren für rechteckige Zweifach-Isolierverglasungen berechnet werden. Für rechteckige Dreifach-Isolierverglasungen sind die Formeln z. B. in [16] 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.

Einwirkung	Einwirkungsdauer
Eigengewicht	Ständig
Klimalast infolge Höhenänderung zwischen Herstell- und Einbauort	Ständig
Klimalast infolge Temperaturänderung und Luftdruckänderung	Mittel
Schnee	Mittel
Wind	Kurz
Nutzlasten (horizontal und vertikal)	Kurz

Tabelle 6: Zuordnung der Einwirkungsdauern

Einwirkungskombination	Temperaturdifferenz ΔT	Änderung des atmosphärischen Luftdrucks ΔP_{met}	Ortshöhendifferenz ΔH
„Sommer“	20 K	- 2,0 kN/m ²	+ 600 m
„Winter“	- 25 K	4,0 kN/m ²	- 300 m

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

Tabelle 7: Klimatische Beanspruchungen

6.0 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nach DIN 18008-1 bzw. DIN EN 1990 lautet das Nachweisformat im Grenzzustand der Tragfähigkeit $E_d \leq R_d$.

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 Einwirkungsauern „ständig“, „mittel“ und „kurz“ berücksichtigt werden. Für eine Biegebeanspruchung von thermisch nicht vorgespannten Glaskanten ist eine Abminderung des Bauteilwiderstandes erforderlich. Unabhängig vom Werkstoff ist der Bauteilwiderstand bei 2 mm Dicke der einzelnen Glasscheibe durch größere Material-Teilsicherheitsbeiwerte abzumindern. Bei Verbund- und Verbundsicherheitsglas darf er aufgrund der erhöhten Redundanz um 10 % erhöht werden.

Bei Verwendung von Verbundglas-Produkten mit einem im Rahmen einer aBG nachgewiesenem Schubverbund gelten die Regeln nach aBG.

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 Niveau der nicht mehr gültigen TRLV [8] für viele Anwendungsgebiete gehalten wird und keine dickeren oder höherfesten Glasscheiben notwendig werden.

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

Auf Basis des Bauteilwiderstandes R_d werden auch rechnerische Nachweise für Ausfallszenarien in Abhängigkeit der Anwendung gefordert (siehe Tabelle 8).

Beispielhaft sind in Tabelle 10 Bauteilwiderstände für ESG und TVG angegeben, Tabelle 11 bezieht sich auf Floatglas und unterscheidet hier unterschiedliche Einwirkungsauern.

Neben dem Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit im intakten Zustand sind in Abhängigkeit der Einbausituation und der Zusatzanforderungen Nachweise für die außergewöhnliche Bemessungssituation zu führen. Diese berücksichtigt den Ausfall einzelner Glasschichten.

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Definition des Tragfähigkeitskriteriums R_d , Bauteilwiderstand	
	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: $k_{mod,ständig} = 0,25$ $k_{mod,mittel} = 0,4$ $k_{mod,kurz} = 0,7$
	$\gamma_M = 1,5$ (im Allgemeinen) $\gamma_M = 1,6$ (bei 2 mm Dicke der einzelnen Glasscheibe)	$\gamma_M = 1,8$ (im Allgemeinen) $\gamma_M = 1,9$ (bei 2 mm Dicke der einzelnen Glasscheibe)
Erhöhungsfaktor für VSG und VG = 1,1		
Berechnung von Glasplatten: Die positiven Effekte einer geometrischen Nichtlinearität (wie z. B. bei Glasplatten) dürfen berücksichtigt werden. Da sich die vorliegenden Normteile alle auf Platten beziehen, liegt eine geometrisch lineare Betrachtung immer auf der sicheren Seite, nichtlineare Ansätze können herangezogen werden, wenn z. B. die Verformungsgrenzen überschritten werden. 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. 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 Für horizontale Isolierverglasungen wird zusätzlich zum Nachweis für den intakten Zustand (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) ein Nachweis für die außergewöhnliche Bemessungssituation „Ausfallszenario“ gefordert. Die oberste Glasschicht wird dabei als gebrochen angenommen. Für kleinformatiges MIG ist unter folgenden Randbedingungen ein Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit mit einer geringeren Schadensfolge unter Einhaltung der folgenden Randbedingungen zulässig: <ul style="list-style-type: none"> ■ MIG bis 0,4 m² ■ MIG bis 2,0 m² mit folgenden Mindestdicken <ol style="list-style-type: none"> a) 4 mm bei monolithischen Einfachgläsern b) 3 mm bei monolithischen Einfachgläsern aus TVG oder ESG c) Verbundsicherheitsglas aus 2 mm Einfachgläsern d) 2 mm bei monolithischen Einfachgläsern aus TVG oder ESG im Scheibenzwischenraum von Dreifach-Isolierglas Abbildung 2 zeigt die prinzipielle Vorgehensweise für die Nachweisführung, welche im Falle einer Spannungsüberschreitung beim Standardnachweis im GZT zum Tragen kommt. Nachweisstufe 1: Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Klimalastranteile werden mit 1,0 angesetzt. Falls dieser Nachweis nicht geführt werden kann, besteht die Möglichkeit die Nachweisstufe 2 anzuwenden. Diese geht von einem Bruch der schwächsten Glasscheibe aus. Nachweisstufe 2a: Nachweis der noch intakten Glasscheibe im GZT. Nachweisstufe 2b: Falls Nachweisstufe 2a erfüllt ist, wird der Spannungsnachweis für das Gesamtsystem mit der Einwirkungskombination im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ($\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$) und einer reduzierten Sicherheit auf der Materialseite $\gamma_{M,FG} = 1,2$ geführt. Bei diesem Vorgehen ist mit einem erhöhten Bruchrisiko zu rechnen, der formelle Nachweis nach DIN 18008 ist jedoch erfüllt.	
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 Nutzungskategorien (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).	
Tabelle 8: Vorgaben der DIN 18008 für die Nachweise im GZT (Teil I)		

<p>Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen</p>	<p>Rechnerischer Nachweis "Ausfallszenario" (nur für Kategorie 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.</p>
<p>Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen</p>	<p>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 mm x 50 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. Rechnerischer Nachweis "Ausfallszenario": Außergewöhnliche Einwirkungskombination für das Szenario "Ausfalls der oberen Scheibe".</p>
<p>Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen</p>	<p>Betretbare Verglasung: Abweichend von den Nutzlasten gemäß DIN EN 1991-1-1/NA ist eine Einzellast $Q_k = 1,5$ kN mit einer Aufstandsfläche von 10 cm x 10 cm an ungünstigster Stelle anzusetzen. Eine Überlagerung mit Wind und Schnee ist nicht notwendig. Falls eine Betretung bei Schneereignissen erfolgt, werden Schnee und Nutzlast mit einem Kombinationsbeiwert = 1,0 überlagert. Durchsturzsichere Verglasung: Es werden keine Nutzlasten angesetzt. Bei Isolierverglasungen ist das Ausfallszenario entsprechend DIN 18008-2 zu betrachten.</p>

Tabelle 8: Vorgaben der DIN 18008 für die Nachweise im GZT (Teil II)

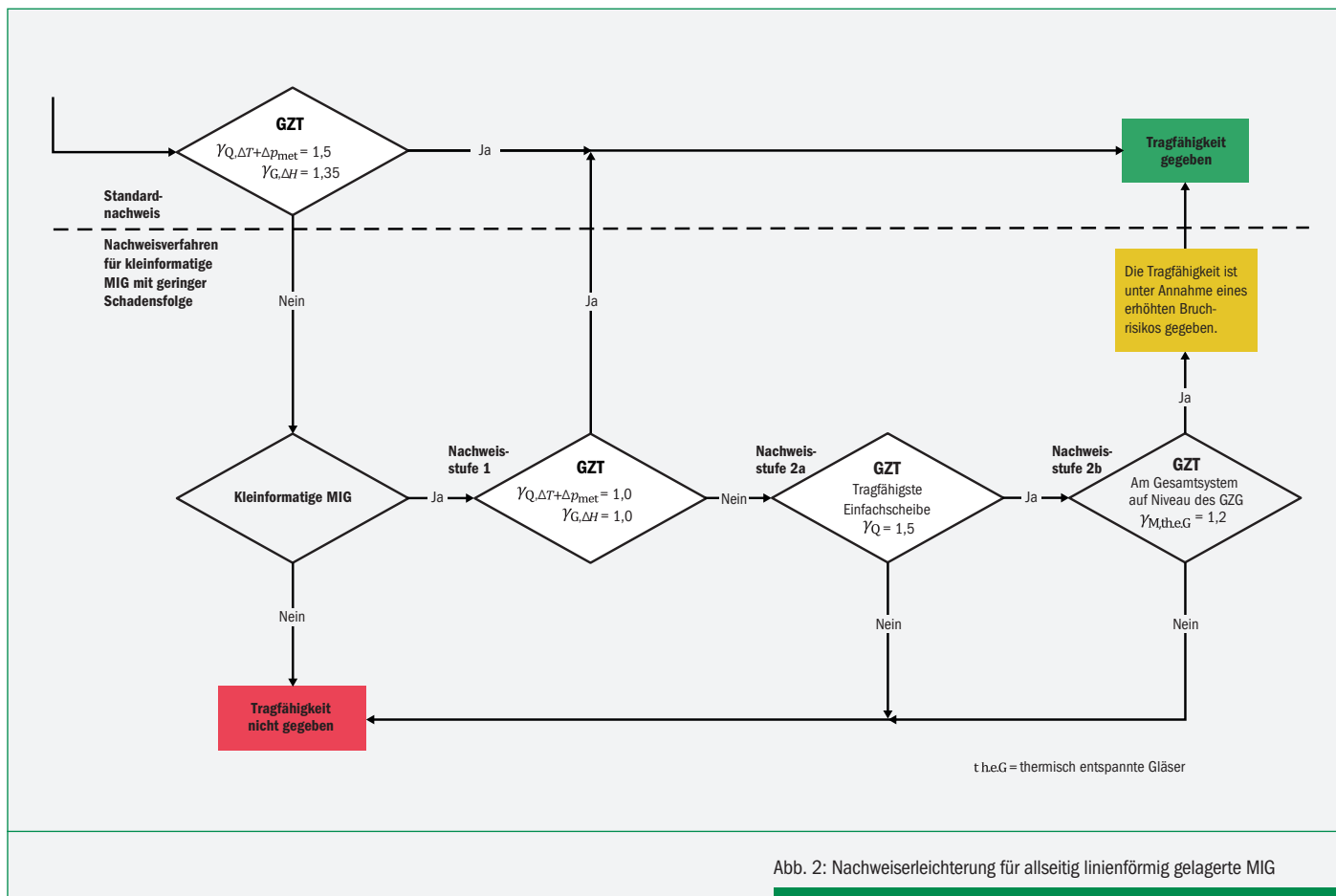


Abb. 2: Nachweiserleichterung für allseitig linienförmig gelagerte MIG

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Produkt	Regelwerke	Charakteristische Festigkeit f_k
Floatglas	DIN EN 572-1	45 N/mm ²
TVG	DIN EN 1863-1	70 N/mm ²
TVG emailliert	Emaille auf Zugseite; DIN EN 1863-1	45 N/mm ²
ESG	DIN EN 12150-1	120 N/mm ²
ESG emailliert	DIN EN 12150-1	90 N/mm ²
Ornamentglas	DIN EN 1279-5, Anhang A	33 N/mm ²

Tabelle 9: Charakteristische Festigkeiten entsprechend der Produktnormen

	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	$\frac{120}{1,5} \cdot 1,1 = 88 \text{ N/mm}^2$	$\frac{70}{1,5} \cdot 1,1 = 51,3 \text{ N/mm}^2$

Tabelle 10: Beispiel: Bauteilwiderstände R_d für ESG und TVG (ab 3 mm Dicke der einzelnen Scheibe)

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

Anmerkung 1: Die Werte gelten nur für allseitig linienförmig gelagerte Verglasungen. Bei einer Kombination von Linienlagerung und Klemmaltern müssen die Werte mit $k_c = 1,0$ berechnet werden.
 Anmerkung 2: Diese Werte gelten auch für die Verwendung von Floatglas als MIG.

Tabelle 11: Beispiel: Bauteilwiderstände R_d für Floatglas mit $k_c = 1,8$ (ab 3 mm Dicke der einzelnen Scheibe)

7.0 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 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 Verglasungen gilt $L/200$ (siehe Tabelle 12). Weitere Ausführungen sind dem BF-Merkblatt 021/2017 [21] zu entnehmen.

Normteil	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	Definition des Gebrauchstauglichkeitskriteriums C_d als Verformungsnachweis
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Allgemein: $C_d = L/100$ (evtl. höhere Anforderungen der Isolierglas-Hersteller sind zu beachten)</p> <p>Alternativ bei Vertikalverglasungen: Nachweis, dass durch die Sehnenverkürzung eine Mindestauflagerbreite von 5 mm nicht unterschritten wird.</p> <p>Näherungsformel zur Berechnung der Sehnenverkürzung: $\Delta s \approx \frac{8}{3} \frac{h^2}{L}$ h = Durchbiegung L = Länge in Haupttragrichtung der Scheibe</p> <p>Berechnung der Durchbiegung: Hier wird auf die Ausführungen in Tabelle 8 und Tabelle 15 hingewiesen.</p> <p>Kleinformatige MIG: $C_d = L/65$</p>
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>$C_d = L/100$</p> <p>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).</p> <p>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	Alle Glasschichten dürfen als intakt für diesen Nachweis angenommen werden. $C_d = L/200$
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen	$C_d = L/100$
Tabelle 12: Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit in Abhängigkeit der Lagerung und der Verwendung	

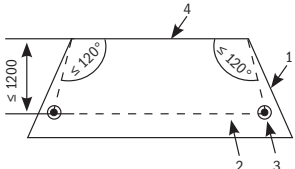
Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

8.0 Nachweis der Resttragfähigkeit bei Verglasungen ohne Zusatzanforderungen

Für beliebige Konstruktionen kann unter Einhaltung der Konstruktionsgrundsätze nach Tabelle 3 der **Resttragfähigkeitsnachweis durch Versuche** gemäß DIN 18008-1, Anhang B 1 nachgewiesen werden.

Falls die zusätzlichen Regeln nach Tabelle 13 eingehalten werden, dann gilt der Nachweis der Resttragfähigkeit als erfüllt. Alternativ können auch konstruktive Maßnahmen wie beispielsweise dauerhaft tragfähige kleinmaschige Netze mit höchstens 40 mm Maschenweite Verkehrsflächen vor eventuell herabfallenden Glasscherben schützen.

Im Rahmen der zu betrachtenden Ausfallszenarien (siehe Tabelle 8) im GZT werden strenggenommen auch Ausfallszenarien betrachtet. Diese ersetzen jedoch nicht die hier genannten Konstruktionsregeln.

Normteil																									
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	<p>Allgemein gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Verglasungen sind an mindestens zwei sich gegenüberliegenden Rändern zu lagern. ■ Es dürfen ausschließlich die Glasarten gemäß Tabelle 3 verwendet werden. ■ VSG erfüllt die Anforderungen gemäß DIN 18008-1, Anhang B.2. ■ Die Resttragfähigkeit darf nicht durch Bohrungen oder Ausschnitte beeinträchtigt werden. <p>Zusätzlich gilt bei Überkopferverglasungen aus VSG:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ VSG aus TVG darf Bohrungen zur Befestigung von Klemmleisten aufweisen. ■ VSG mit einer Stützweite von mehr als 1,2 m ist allseitig zu lagern. ■ Foliennendicke bei PVB $d = 0,76$ mm, bei allseitiger Lagerung mit einer maximalen Spannweite von 0,8 m darf auf $d = 0,38$ mm verringert werden. ■ Maximale zulässige Auskragung: 30 % der Auflagerlänge bzw. 300 mm. ■ Maximaler Kantensatz bei Tropfkante: 30 mm. <p>Zusätzlich gilt bei Überkopferverglasungen aus Drahtglas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Zulässig bis zu einer Spannweite von 0,7 m mit einem Glaseinstand von 15 mm. 																								
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	<p>Allgemein gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Es dürfen ausschließlich die Glasarten gemäß Tabelle 3 verwendet werden. ■ VSG erfüllt die Anforderungen gemäß DIN 18008-1, Anhang B.2. <p>Horizontalverglasungen Lagerung durch Tellerhalter:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ VSG aus gleich dicken TVG-Scheiben (Mindestdicke 2×6 mm TVG) mit einer PVB-Folie $d = 1,52$ mm. ■ Der von den Tellerhaltern eingeschlossene Bereich darf nicht durch Bohrungen oder Ausschnitte geschwächt werden. ■ Der freie Glasrand darf maximal 300 mm auskragen. <p>Bei folgenden Systemen ist von einer ausreichenden Resttragfähigkeit auszugehen:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tellerdurchmesser (mm)</th> <th>Glasdicke TVG</th> <th>Stützweite Richtung 1 (mm)</th> <th>Stützweite Richtung 2 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>70</td> <td>2 x 6</td> <td>900</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>2 x 8</td> <td>950</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>2 x 8</td> <td>1100</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>2 x 10</td> <td>1000</td> <td>900</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>2 x 10</td> <td>1400</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kombination von Lagerungsarten: Eine Kombination von Linien- und Punktlager ist gemäß Abbildung zulässig:</p>  <p>Linienförmige Lagerung mit punktförmiger Klemmung: Punktförmige Klemmungen sind im Überkopfbereich nur in Kombination mit einer linienförmigen Lagerung für Druckbelastung zulässig. Die Klemmhalter wirken auf Sog, der maximale lichte Abstand beträgt 300 mm, die Klemmfläche je Halter muss größer sein als 1000 mm² und der minimale Glaseinstand beträgt 25 mm. Die Mindestglasaufbauten und maximalen Abstände der hier dargestellten Tabelle gelten dann entsprechend.</p> <p>Vertikalverglasungen allgemein: Glasarten: VSG aus ESG, ESG-HF oder TVG (gebohrt oder geklemmt).</p> <p>Vertikalverglasungen gelagert mit Klemmhaltern: VSG aus ESG, ESG-HF oder TVG (gebohrt oder geklemmt). Klemmhalter: ESG-HF $d_{\min} = 6$ mm, MIG aus ESG-HF, TVG, Floatglas oder VSG aus den zuvor genannten Produkten, VSG aus Floatglas.</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																						
Tabelle 13: Vorgaben der DIN 18008 zum Nachweis der Resttragfähigkeit für Verglasungen ohne Zusatzanforderungen																									

9.0 Nachweis der Stoß- und Resttragfähigkeit für Konstruktionen mit Zusatzanforderungen

Ein Nachweis der Stoßsicherheit ist nur bei absturzsichernden, begehbaren und zu Instandhaltungszwecken betretbaren Verglasungen erforderlich. Er erfasst z. B. den Anprall einer Person gegen eine Verglasung (z. B. Absturzsicherung) oder aber das Stürzen einer Person auf einer Verglasung (z. B. Begehrbarkeit). Bei absturzsichernden, betretbaren und durchsturzsicheren 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. DIN 18008-5 und -6 fordern zusätzlich einen Nachweis der Resttragfähigkeit. Die Vorgehensweisen entsprechend DIN 18008-4 bis DIN 18008-6 sind in den Tabellen 14, 15 und 16 zusammengestellt.

Normteil	Nachweis der Stoßsicherheit
<p>Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen</p>	<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 oder 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 der Stoßsicherheit:</p> <p>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>
<p>Tabelle 14: Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit (Teil I)</p>	

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

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								
Zweiseitig links und rechts										
C3	MIG	Allseitig	500	1500	1000	3000	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	28		
			500	1300	1000	3000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/12 ESG	29		
	Einfach	Allseitig	500	1500	1000	3000	5 FG/0,76 PVB/5 FG	30		

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

Weitere Bedingungen:

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

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

Anmerkung:

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

Tabelle 14: Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit (Teil II)

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:

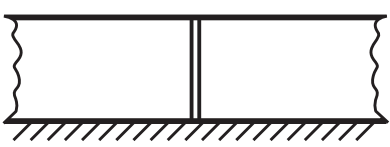
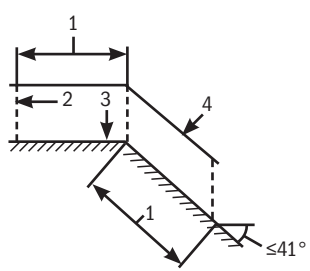
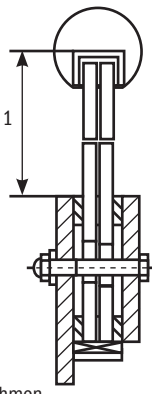
- Festigkeitsreduzierende Emaillierungen sind unzulässig.
- Die oben angegebenen Stützenraster werden eingehalten, die Größe der Scheiben ist nicht beschränkt.
- Tellerhalter nach Teil 3 mit $D_{min} = 50$ mm, bei Achsabständen der Halter größer als 1200 mm $D_{min} = 70$ mm.
- Nachweis der Stoßsicherheit 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 mm $\leq b \leq 2000$ mm, freie Kragarmlänge ≤ 1100 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.

Tabelle 14: Vorgaben der DIN 18008-4 zum Nachweis der Stoßsicherheit (Teil III)

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

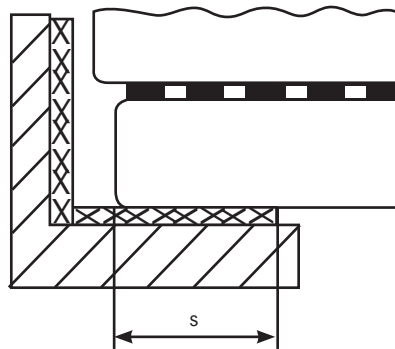
Normteil	Nachweis der Stoß- und Resttragfähigkeit
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	Ausrutschen, Fall von Gegenständen, harter Stoß a) Bauteilversuche (siehe DIN 18008-5 Anhang A) b) Einhaltung von konstruktiven Randbedingungen (siehe DIN 18008-5 Anhang B)

Begehbare Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit nach DIN 18008-5

Max. Länge (mm)	Max. Breite (mm)	VSG-Aufbau (mm) mit $d_{PVG} = 1,52$ mm	Mindestauflagertiefe s (mm)
1500	400	8 TVG / 10 FG / 10 FG	30
1500	750	8 TVG / 12 FG / 12 FG	30
1250	1250	8 TVG / 10 TVG / 10 TVG	35
1500	1500	8 TVG / 12 TVG / 12 TVG	35
2000	1400	8 TVG / 15 FG / 15 FG	35

Weitere Bedingungen:

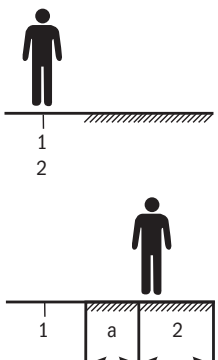
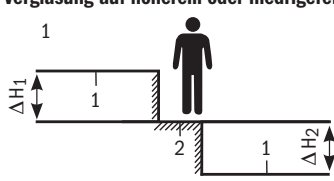
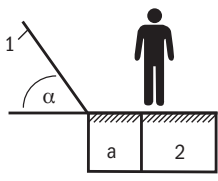
- Für von der Rechteckform abweichende Verglasungen gelten die Abmessungen des umschließenden Rechtecks.
- Größere Scheiben dürfen verwendet werden, wenn diese durch kontinuierliche Zwischenstützungen unterteilt werden, sodass die oben genannten maximalen Abmessungen von jedem Feld eingehalten werden.
- Linienförmige Lagerung entsprechend Abbildung mit einem Schutz der Glaskanten gegen Stöße.
- FG darf auch durch TVG ersetzt werden. Die oberste Scheibe darf auch in ESG oder ESG-HF 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.

Tabelle 15: Vorgaben der DIN 18008-5 zum Nachweis der Stoßsicherheit und der Resttragfähigkeit in Abhängigkeit der Verwendung

Normteil	
<p>Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturz sichere Verglasungen</p>	<p>Die Konstruktionsvorgaben gemäß Abschnitt 8.0 sind einzuhalten.</p> <p>Betretbare Verglasungen: Verglasungen, die für Instandhaltungsmaßnahmen, zu denen auch Reinigungsmaßnahmen zählen, betreten werden.</p> <p>Durchsturz sichere Verglasungen: Verglasungen, die aufgrund der konstruktiven Bedingungen bzw. bestimmungsgemäß nicht betreten werden, die jedoch in der Nähe von Flächen liegen, welche für Instandhaltungsmaßnahmen betreten werden können.</p>
<p>Verglasung auf dem gleichen Niveau wie Arbeitsfläche oder Verkehrsweg:</p>	
	<p>Betretbar</p> <p>Für $a < 2,0 \text{ m}$ durchsturz sicher Für $a \geq 2,0 \text{ m}$ keine Anforderungen</p>
<p>Verglasung auf höherem oder niedrigerem Niveau als Arbeitsfläche oder Verkehrsweg:</p>	
	<p>Für $\Delta H_1 < 0,9 \text{ m}$ durchsturz sicher Für $\Delta H_1 \geq 0,9 \text{ m}$ keine Anforderungen Für $\Delta H_2 \leq 0,3 \text{ m}$ durchsturz sicher Für $\Delta H_2 > 0,3 \text{ m}$ nicht Gegenstand der Norm</p>
<p>Geneigte Verglasung neben Arbeitsfläche oder Verkehrsweg:</p>	
	<p>Für $a < 2,0 \text{ m}$ durchsturz sicher $0^\circ < \alpha \leq 100^\circ$ Für $a \geq 2,0 \text{ m}$ keine Anforderungen</p>
<p>Nachweis der Stoß- und Resttragfähigkeit</p>	
<p>Ausrutschen und Fall von Gegenständen, weicher Stoß a) Experimenteller Nachweis nach Teil 6, Anhang A b) Rechnerischer Nachweis nach Teil 6, Anhang B (nur zulässig für allseitig linienförmig gelagerte Verglasungen bis zu einer Abmessung von 2,0 x 4,0 m)</p>	
<p>Tabelle 16: Vorgaben der DIN 18008-6 zum Nachweis der Stoßsicherheit und der Resttragfähigkeit</p>	

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

10.0 Vorgehen bei der Bemessung

Anhand der Vorgehensweise in Tabelle 17 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.

	Vorgehen
Die Anwendung ist beschrieben: <ul style="list-style-type: none"> ■ Lagerung ■ Einbau ■ Zusatzanforderungen 	Festlegung der geltenden Normteile: <ul style="list-style-type: none"> ■ DIN 18008-1 ist immer gültig. ■ DIN 18008-2 ist anzuwenden bei linienförmiger Lagerung, DIN 18008-3 gilt bei punktförmiger oder kombinierter Lagerung aus linienförmig und punktförmig. ■ Die weiteren Normteile sind dann bei Zusatzanforderungen zu beachten.
Wahl der Glasart und Auflagerbedingungen	Dimensionierung der Auflager und Wahl der Glasart nach <ul style="list-style-type: none"> ■ Tabelle 3: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze ■ Tabelle 13: Vorgaben zum Nachweis der Resttragfähigkeit für Verglasungen ohne Zusatzanforderungen ■ Tabellen 14 - 16: Vorgaben zum Nachweis der Stoßsicherheit/Resttragfähigkeit für Verglasungen mit Zusatzanforderungen.
Belastung	Eigengewicht g , Schnee s , Wind w und Verkehrslasten nach Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke [15] 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.
Möglichkeit A) Geometrisch lineare Berechnung der Spannungen und Verformungen	<p>Lastaufteilung</p> <p>Bei monolithischen Scheiben: nicht notwendig.</p> <p>Bei Verbundglasscheiben:</p> <p>a) ohne Verbund: Aufteilung der Belastung entsprechend der Einzelsteifigkeit der Scheiben</p> <p>b) mit Verbund: keine Lastaufteilung, da die Scheibe als Paket mit vollem Verbund berechnet wird.</p> <p>Bei Isolierglas-Scheiben:</p> <p>Grenzfallbetrachtung für ohne und vollen Verbund, Lastaufteilung nach DIN 18008-2 für rechteckige 2-fach-MIG oder sonst nach Feldmeier [10, 11].</p> <p>Einwirkungskombinationen</p> <p>Für die einzelnen Lastanteile werden die Spannungen und Verformungen getrennt ermittelt und die Einwirkungskombinationen dann auf Basis der Spannungen und Verformungen berechnet. Falls es sich z. B. nur um Flächenlasten handelt, können auch vorab die Einwirkungskombinationen auf Basis der Belastungen berechnet werden.</p> <p>Bei nicht thermisch vorgespannten Glasscheiben müssen diese für die Einwirkungs-dauern ständig, mittel und kurz ermittelt werden. Beispielhaft für ein Verbundglas im Überkopfbereich für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (vgl. Kapitel 4 ff.):</p> $E_d \text{ ständig} = 1,35 g$ $E_d \text{ mittel} = 1,35 g + 1,5 s$ $E_d \text{ kurz} = \max(1,35 g + 1,5 s + 1,5 \cdot 0,6 \cdot W_{\text{Druck}}, 1,35 g + 1,5 W_{\text{Druck}} + 1,5 \cdot 0,5 s)$
Tabelle 17: Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008 (Teil I)	

	Vorgehen
Möglichkeit B) Geometrisch nichtlineare Berechnung der Spannungen und Verformungen	Bei einer nichtlinearen Berechnung müssen die Spannungen und Verformungen immer für die Einwirkungskombination auf Basis der Belastungen berechnet werden, da eine lineare Überlagerung der Lasten hier nicht möglich ist.
Berechnung der Bauteil- widerstände	R_d wird gemäß Tabelle 8 berechnet
Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit $E_d < R_d$	$E_d < R_d$
Berechnung des Grenzkriteriums und Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	<p>C_d wird gemäß Tabelle 12 berechnet:</p> <p>$E_d < C_d$</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 Klimlasten und die Lastkopplung auf Basis der nichtlinearen Berechnungstheorie erfolgen kann.</p>
Nachweis der Resttragfähigkeit und der Stoßsicherheit	Gemäß den Abschnitten 8 und 9 müssen Nachweise der Resttragfähigkeit und Stoßsicherheit geführt werden.
Tabelle 17: Vorgehen bei der Bemessung nach DIN 18008 (Teil II)	

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

11.0 Literatur

- [1] DIN 18008-1:2020-05 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen
- [2] DIN 18008-2:2020-05 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen
- [3] DIN 18008-3:2013-07 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen
- [4] DIN 18008-4:2013-07 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
- [5] DIN 18008-5:2013-07 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
- [6] DIN 18008-6:2018-02 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen
- [7] DIN EN 16612:2019-12 Glas im Bauwesen – Bestimmung des Belastungswiderstandes von Glasscheiben durch Berechnung
- [8] Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV). DIBt 2006
- [9] BF-Merkblatt 009/2011: Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen. Bundesverband Flachglas
- [10] Feldmeier, F: Klimabelastung und Lastverteilung bei Mehrscheiben-Isolierglas. Stahlbau 06/2006
- [11] Feldmeier, F: Bemessung von Dreifach-Isolierglas. Stahlbau 03/2011
- [12] ETAG 002: Leitlinie für Europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
- [13] DIN EN 13022: Glas im Bauwesen – Geklebte Verglasungen
- [14] 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
- [15] 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
- [16] Feldmann, M.; Kasper, R.; Langosch, K.: Glas für tragende Bauteile. Werner Verlag 2012
- [17] Kasper, R.; Pieplow, K.: DIN 18008 - Teil 1 und Teil 2 – Was ändert sich gegenüber der TRLV?
- [18] Kasper, R.; Pieplow, K.: DIN 18008 – Bemessungs- und Konstruktionsregeln für Bauprodukte aus Glas – Erfassung von Nutzlasten und Ausfallszenarien. Stahlbau 7/2012
- [19] Stahlbaukalender 2015: Der Eurocode – Structural Glass. Ernst & Sohn 2015
- [20] Feldmann, M.; Kasper, R.; Pieplow, K.: Bemessungsbeispiele nach DIN 18008. Ernst & Sohn 2016 (in Vorbereitung)
- [21] BF-Merkblatt 021/2017: "Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser". Bundesverband Flachglas

Rechenbeispiel

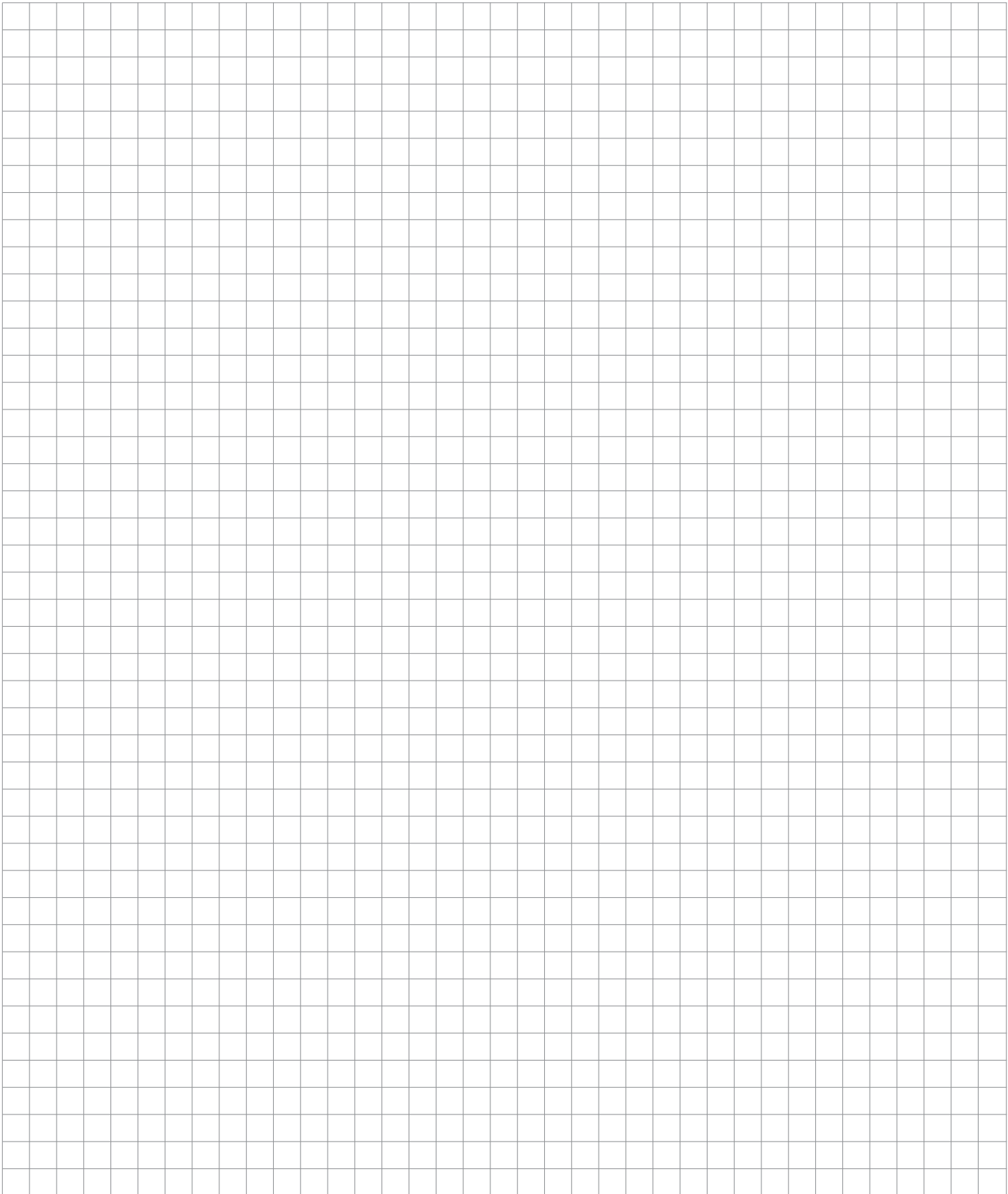
Berechnung der Klimalasten für eine Dreifachisolierverglasung, 4-seitig linienförmig gelagert	
Scheibenabmessung	500 mm / 2000 mm
Glasaufbau	4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas
$\Delta p_{geo,So}$	$-7,2 \text{ kN/m}^2$
$\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}$	$-8,8 \text{ kN/m}^2$
Volumen des SZR	$V_{pr} = 0,5 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 0,016 \text{ m} = 0,016 \text{ m}^3$
Seitenverhältnis	$\frac{a}{b} = 500 \text{ mm} / 2000 \text{ mm} = 0,25$ => Tabellenwert $B_V = \frac{0,0676+0,0767}{2} = 0,0722$
Volumenänderung [m³ / kN/m²]	$v_{p,4} = 0,0722 \cdot \frac{500^4}{70.000 \cdot 4^3} \cdot 500 \cdot 2000 / 1000^4 = 0,001007 \text{ m}^3/(\text{kN/m}^2)$
Relative Volumenänderung der Einzelscheiben	$\alpha_1 = \frac{0,001007}{0,016} \cdot 100 = 6,29$ $\alpha_1 = \alpha_1^+ = \alpha_2 = \alpha_2^+$
Isolierglasfaktoren φ	$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{1 + 6,29 + 6,29} = 0,074$
Hilfswert β	$\beta = 1 - 0,074 \cdot 6,29 \cdot 0,074 \cdot 6,29 = 0,783$
Druckdifferenzen in den Scheibenzwischenräumen	$\Delta p_1 = \Delta p_2 = 0,074 \cdot \frac{1 + 0,074 \cdot 6,29}{0,783} \cdot \text{Isochorer Druck} = \mathbf{0,138} \cdot \text{Isochorer Druck}$
	Die Druckdifferenzen bezogen auf die innere Scheibe wirken entgegengesetzt, so dass diese aus Klimalasten nicht beansprucht wird. Da das System symmetrisch ist, wird im Folgenden nur eine Scheibe betrachtet.
Klima ständig $p_{geo,So,1}$	$0,138 \cdot \Delta p_{geo,So} = 0,138 \cdot 7,20 \text{ kN/m}^2 = 0,99 \text{ kN/m}^2$
Klima mittel $p_{met+\Delta T,So,1}$	$0,138 \cdot (\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}) = 0,138 \cdot 8,80 \text{ kN/m}^2 = 1,21 \text{ kN/m}^2$
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
TRLV	DIN 18008
Klimalast $0,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,2 \text{ kN/m}^2$	$E_{d,mittel} = 1,35 \cdot 0,99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,5 \cdot 1,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 3,15 \text{ kN/m}^2$
Berechnung der Spannungen (das System wirkt wie ein Einfeldträger)	
$a/b = 0,25 \Rightarrow k_\sigma = 0,75$	$\sigma_{max} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot p$
$\sigma_{Klimalast} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,0022 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 25,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{Ed,mittel} = 0,75 \cdot \left(\frac{500 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00315 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 36,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
$\sigma_{zul,TRLV} = 18 \text{ N/mm}^2$	$R_{d,mittel,Float} = \frac{0,4 \cdot 45 \text{ N/mm}^2}{1,8} \cdot 1,8 = 18 \text{ N/mm}^2$
Nachweis $25,8 / 18,0 = 1,43 > 1,0$	Nachweis $36,9 / 18 = 2,05 > 1,0$

Weitere Hinweise zum verwendeten Verfahren, Tabellenwerte, usw. findet man in [16], [19] und [20].

Leitfaden zur Glasbemessung nach DIN 18008

Rechenbeispiel

Berechnung der Klimalasten für eine Dreifachisolierverglasung, 4-seitig linienförmig gelagert	
Scheibenabmessung	850 mm / 2000 mm
Glasaufbau	4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas – 16 mm SZR – 4 mm Floatglas
$\Delta p_{geo,So}$	-7,2 kN/m ²
$\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}$	-8,8 kN/m ²
Volumen des SZR	$V_{pr} = 0,85 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 0,016 \text{ m} = 0,0272 \text{ m}^3$
Seitenverhältnis	$\frac{a}{b} = 850 \text{ mm} / 2000 \text{ mm} = 0,425$ => Tabellenwert $B_V = 0,0587 - \frac{(0,0587-0,0501)}{0,1} \cdot 0,025 = 0,0566$
Volumenänderung [m ³ / kN/m ²]	$v_{p,4} = 0,0566 \cdot \frac{850^4}{70.000 \cdot 4^3} \cdot 850 \cdot 2000 / 1000^4 = 0,0112 \text{ m}^3 / (\text{kN/m}^2)$
Relative Volumenänderung der Einzelscheiben	$\alpha_1 = \frac{0,0112}{0,0272} \cdot 100 = 41,2$ $\alpha_1 = \alpha_1^+ = \alpha_2 = \alpha_2^+$
Isolierglasfaktoren φ	$\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{1}{1 + 41,2 + 41,2} = 0,012$
Hilfswert β	$\beta = 1 - 0,012 \cdot 41,2 \cdot 0,012 \cdot 41,2 = 0,756$
Druckdifferenzen in den Scheibenzwischenräumen	$\Delta p_1 = \Delta p_2 = 0,012 \cdot \frac{1 + 0,012 \cdot 41,2}{0,756} \cdot \text{Isochorer Druck} = 0,024 \cdot \text{Isochorer Druck}$
	Die Druckdifferenzen bezogen auf die innere Scheibe wirken entgegengesetzt, so dass diese aus Klimalasten nicht beansprucht wird. Da das System symmetrisch ist, wird im Folgenden nur eine Scheibe betrachtet.
Klima ständig $p_{geo,So,1}$	$0,024 \cdot \Delta p_{geo,So} = 0,024 \cdot 7,20 \text{ kN/m}^2 = 0,17 \text{ kN/m}^2$
Klima mittel $p_{met+\Delta T,So,1}$	$0,024 \cdot (\Delta p_{met,So} + \Delta p_{\Delta T,So}) = 0,024 \cdot 8,80 \text{ kN/m}^2 = 0,21 \text{ kN/m}^2$
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
TRLV	DIN 18008
Klimalast $0,17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,38 \text{ kN/m}^2$	$E_{d,mittel} = 1,35 \cdot 0,17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 1,5 \cdot 0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,54 \text{ kN/m}^2$
Berechnung der Spannungen	
$b/a = 2,35 \Rightarrow k_\sigma = 0,603 + \frac{(0,711-0,603)}{1,0} \cdot 0,35 = 0,64$	$\sigma_{max} = 0,64 \cdot \left(\frac{850 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot p$
$\sigma_{Klimalast} = 0,64 \cdot \left(\frac{850 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00038 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 11,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\sigma_{Ed,mittel} = 0,64 \cdot \left(\frac{850 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}\right)^2 \cdot 0,00054 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 15,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
$\sigma_{zul,TRLV} = 18 \text{ N/mm}^2$	$R_{d,mittel,Float} = \frac{0,4 \cdot 45 \text{ N/mm}^2}{1,8} \cdot 1,8 = 18 \text{ N/mm}^2$
Nachweis $11,0 / 18,0 = 0,61 < 1,0$	Nachweis $15,6 / 18 = 0,87 < 1,0$
Weitere Hinweise zum verwendeten Verfahren, Tabellenwerte, usw. findet man in [16], [19] und [20].	



Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von: Arbeitskreis 'Glasbemessung' beim Bundesverband Flachglas e.V. · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf
mit Unterstützung von Prof. Dr.-Ing. Ruth Kasper, TH Köln.

© **Bundesverband Flachglas e. V.** Einem Nachdruck wird nach Rückfrage gerne zugestimmt. Ohne ausdrückliche Genehmigung ist es jedoch nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.



Bundesverband Flachglas e.V.
Mülheimer Straße 1
53840 Troisdorf