

## ***Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen***

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.0 Einleitung</b> .....	2	<b>8.0 Visuelle Qualität</b> .....	8
<b>2.0 Geltungsbereich</b> .....	3	<b>9.0 Toleranzen</b> .....	9
<b>3.0 Herstellung und Geometrie</b> .....	3	<b>10.0 Bemessung</b> .....	13
<b>4.0 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften</b> .....	5	10.1 Statische Besonderheiten im Ver- gleich zu ebenen Glasscheiben ....	13
4.1 Allgemeines .....	5	10.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern .....	13
4.2 Thermisch gebogenes Glas .....	5	10.3 Berechnungsgrundlagen .....	13
<b>5.0 Bauprodukte</b> .....	6	10.4 Gebrauchstauglichkeit .....	14
5.1 Allgemeines .....	6	10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung .....	14
5.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float) ...	6	10.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion .....	14
5.3 Gebogenes Einscheiben-Sicher- heitsglas (gb-ESG) .....	6	<b>11.0 Lagerung und Transport</b> .....	14
5.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG) .....	6	<b>12.0 Verglasung</b> .....	15
5.5 Gebogenes Verbund- und Verbund- Sicherheitsglas (gb-VG, gb-VSG) ..	6	12.1 Allgemeines .....	15
5.6 Gebogenes Mehrscheiben-Isolier- glas (gb-MIG) .....	6	12.2 Konstruktive Hinweise .....	15
5.7 Gestaltung mit gebogenem Glas ..	7	12.3 Erforderliche Falzbreite .....	15
<b>6.0 Bauphysik</b> .....	7	<b>13.0 Klotzung</b> .....	15
6.1 Allgemeines .....	7	13.1 Definitionen .....	16
6.2 Wärmedämmung und Sonnen- schutz .....	7	<b>14.0 Aufmaß</b> .....	17
6.3 Schallschutz .....	7	<b>15.0 Literatur</b> .....	17
<b>7.0 Sicherheit mit Glas</b> .....	8	<b>16.0 Ansprechpartner in den Bundes- ländern zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE)</b> ...	18
7.1 Sondersicherheitsverglasungen ...	8	<b>17.0 Normen, Regelwerke und Richtlinien</b> .....	19
7.2 Verkehrssicherheit .....	8	<b>18.0 Weiterführende Literatur</b> .....	20
7.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse .....	8		

## 1.0 Einleitung

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

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

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

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

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

## 2.0 Geltungsbereich

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

*Für spezielle Anwendungen, z. B. im Schiffsbau, als Yachtglas oder im Möbelbau, ist bezüglich der möglichen Produkte und Toleranzen sowie der visuellen Qualität, etc. mit den Herstellern dieser Produkte Rücksprache zu halten.*

## 3.0 Herstellung und Geometrie

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

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

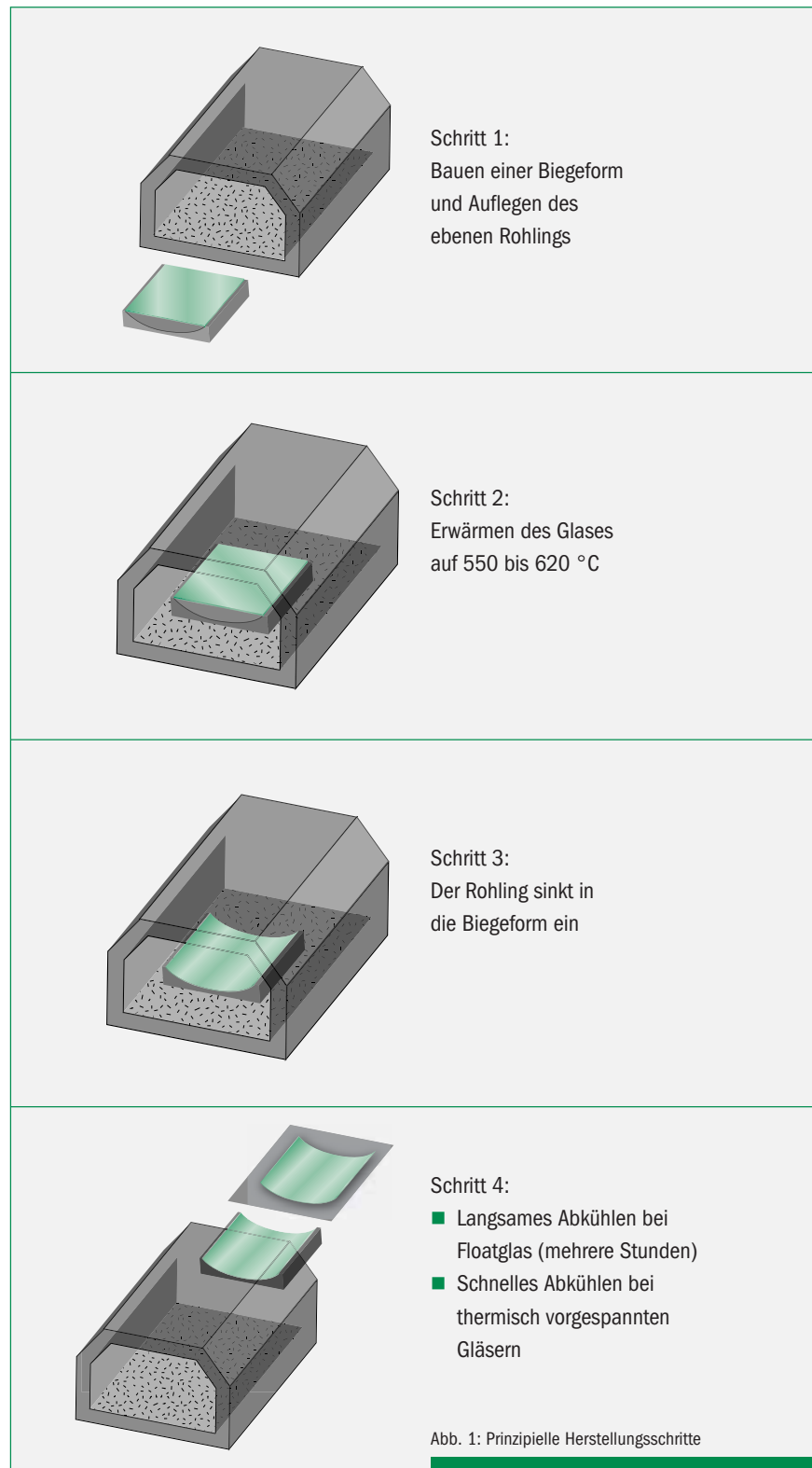
Demgegenüber erhält man durch schnelles Abkühlen ein thermisch teil- oder vollvorgespanntes gebogenes Glas. Der Herstellungsprozess thermisch vorgespannter, gebogener Gläser hat sich durch die Weiterentwicklung der Maschinenteknik verändert. Moderne Biegeöfen zur Herstellung thermisch vorgespannter Gläser arbeiten mit beweglichen Biegeformen, die den erwärmten Rohling von beiden Seiten in die gewünschte Form bringen und auch während des Vorspannens in dieser halten. Das Biegen und Abkühlen erfolgt hier in derselben Ofeneinheit.

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

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

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

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



## 4.0 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften

### 4.1 Allgemeines

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

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

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

### 4.2 Thermisch gebogenes Glas

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

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

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

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

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

In der zukünftigen Glasbemessungsnorm DIN 18008, werden Konstruktionen mit gebogenen Gläsern nicht geregelt. Auch

die Anwendung gebogener, linienförmig gelagerter Vertikalverglasungen, die derzeit in den TRLV geregelt sind, werden darin nicht mehr beschrieben. Die Anwendung des Bauproduktes „gebogenes Glas“ ist dann nur über eine Zulassung (AbZ oder ETA) oder eine ZiE möglich.

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

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

## 5.0 Bauprodukte

### 5.1 Allgemeines

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

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

### 5.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die Produktnorm EN 14449 beschreibt nur planes VG und VSG.

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

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

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

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

*„Einheiten mit einem Biegeradius > 1000 mm stimmen mit dieser Norm überein, ohne die zusätzlichen Prüfungen für gebogene Prüfkörper durchlau-*

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

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

### 5.7 Gestaltung mit gebogenem Glas

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

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

## 6.0 Bauphysik

### 6.1 Allgemeines

Die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) formuliert Vorgaben, die den Energieverbrauch von Gebäuden verringern und den Einsatz von erneuerbaren Energien erhöhen soll. Auf europäischer Ebene werden hierzu in der EPBD Mindestanforderungen gestellt, die in den einzelnen Mitgliedsstaaten entsprechend geändert oder angepasst werden können. Das bedeutet, dass u.a. Anforderungen an den zulässigen Primärenergiebedarf eines Gebäudes gestellt werden. Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die die nationale Umsetzung der EU Richtlinie darstellt, werden an das Bauteil Fenster und Fassade, u.a. Anforderungen an die Wärmedämmung und den sommerlichen Wärmeschutz gestellt.

### 6.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz

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

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

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

### 6.3 Schallschutz

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

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

## 7.0 Sicherheit mit Glas

### 7.1 Sondersicherheitsverglasungen

Anforderungen an die Durchwurf-, Durchbruch-, Durchschuss- und Sprengwirkungshemmung müssen sowohl von planen als auch gebogenen Verglasungen erfüllt werden. Ob jede der genannten Anforderungen – unter Berücksichtigung der Fenster- und Fassadenkonstruktion – erfüllt werden kann und die Übertragbarkeit von Prüfverfahren für plane Verglasungen möglich ist, muss im Einzelfall mit dem Hersteller bzw. einem Prüfinstitut geklärt werden.

### 7.2 Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheit bedeutet, dass unter der üblichen und angemessenen Nutzung einer Verglasung das Unfallrisiko abgeschätzt und durch bauliche Maßnahmen angepasst wird.

Gemeint ist die Sicherheit von Verglasungen, die an Verkehrs- bzw. Aufenthaltsflächen angrenzen, d. h. das Bauteil Glas darf durch die Einwirkung zwar brechen, aber herabfallende Bruchstücke dürfen nicht zu gefährlichen Verletzungen führen.

Die Verantwortung zur Minimierung des Unfallrisikos obliegt dem Auftraggeber, Bauherrn, etc.. Die sicherheitsrelevanten Anforderungen sind durch den Planer zu stellen bzw. vorab zu prüfen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

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

### 7.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse

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

Es sind die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und die Berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGR) zu beachten.

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

- ESG und ESG-H
  - VSG sowie
  - lichtdurchlässige Kunststoffe mit vergleichbaren Sicherheitseigenschaften.
- Gemeint sind hier allerdings plane Verglasungen.
- Gebogenes Glas kann gegebenenfalls als Sicherheitsglas verwendet werden, wenn der Nachweis der geforderten Eigenschaften erbracht wird.

Bei ESG ist dies u. a. das Bruchbild sowie bei VSG die Eigenschaften der Zwischenlage nach BRL und gegebenenfalls Resttragfähigkeit. Diese Eigenschaften müssen mit einer AbZ oder im Rahmen einer ZIE bescheinigt werden.

Bei UVV/GUV Vorschriften ist gegebenenfalls im Einzelfall mit dem Versicherungsträger bezüglich der Verwendung der Produkte Rücksprache zu halten.

Es muss also sichergestellt sein, dass die Glaskonstruktion für die vorgesehene Anwendung geeignet ist. Jeder einzelne Einsatzbereich muss die Anforderungen an die Sicherheit erfüllen.

## 8.0 Visuelle Qualität

Grundsätzlich gilt die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ [3]. Zusätzlich in den in Abschnitt 3 der Richtlinie genannten Fehlerzulässigkeiten sind bei gebogenem Glas Einbrände, Beschichtungsfehler und Flächenabdrücke zulässig.

Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung und aus einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen und aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht.

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

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

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



## 9.0 Toleranzen

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

Bei darüber hinausgehenden Abmessungen ist mit dem Hersteller Rücksprache zu halten. Die angegebenen Toleranzen sind für alle Kantenbearbeitungen anzuwenden. Die Qualität der Kantenbearbeitung ist mindestens gesäumt. Alle anderen Kantenbearbeitungen sind vor Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren.

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

Alle angegebenen Toleranzen beziehen sich auf die Glaskanten.

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

\* Bei VG/VSG ist die Glasdicke die Summe der Einzelglasdicken ohne Zwischenlage.

Die Toleranzen gelten für VG/VSG aus Floatglas, ESG oder TVG.

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

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

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

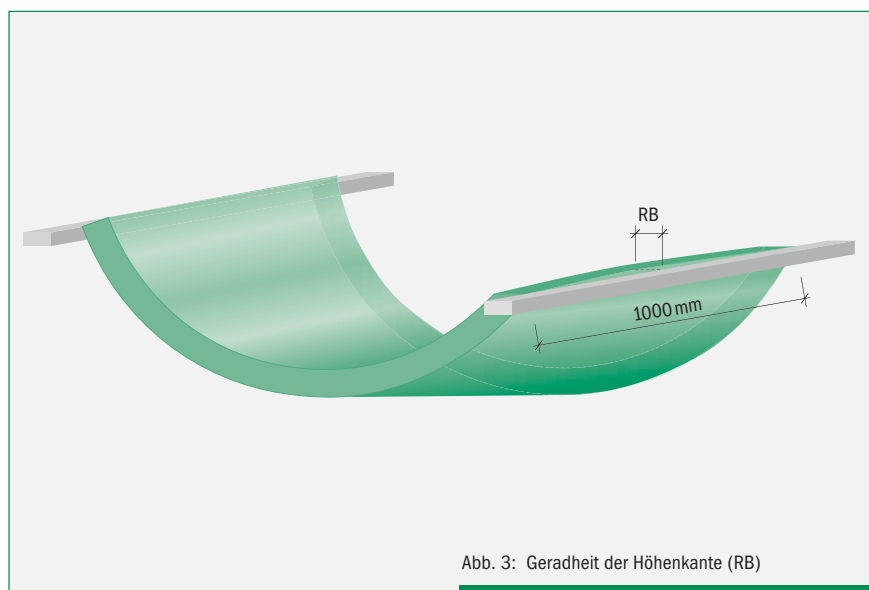
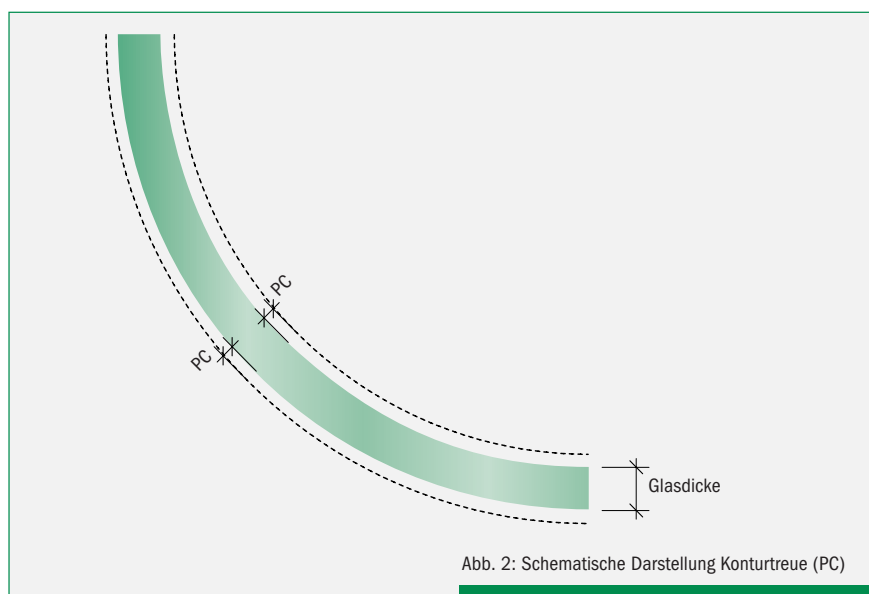
Tabelle 1: Toleranzen

## Örtliche Verwerfung

Die Angaben der Produktnormen für planes ESG und TVG können nicht unbedingt auf gebogenes Glas übertragen werden, da diese u. a. von der Glasgröße, der Geometrie sowie der Glasdicken abhängig sind. Im Einzelfall sind diese Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen.

## Konturtreue (PC)

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



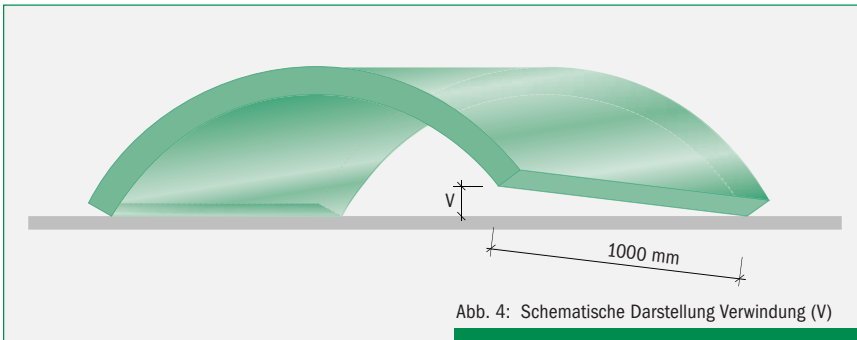


Abb. 4: Schematische Darstellung Verwindung (V)

**Verwindung (V)**

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

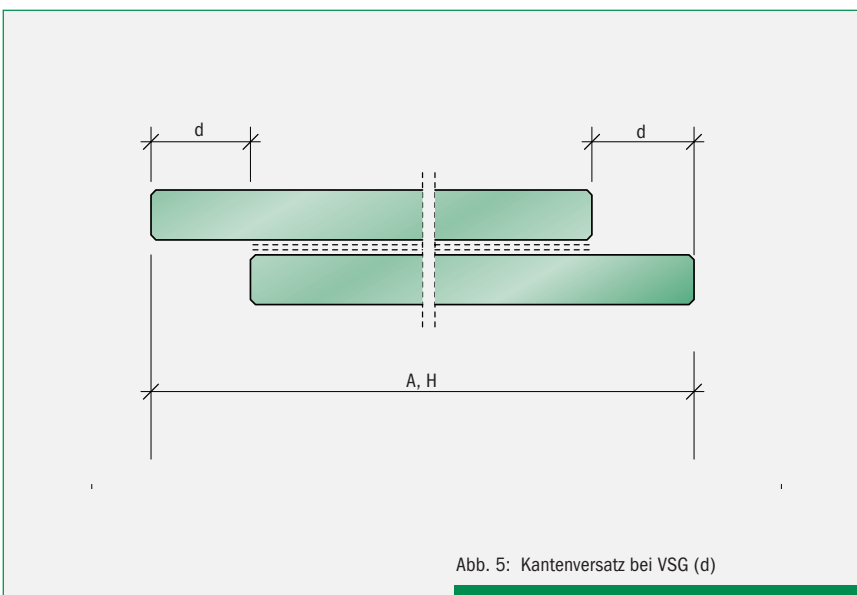


Abb. 5: Kantenversatz bei VSG (d)

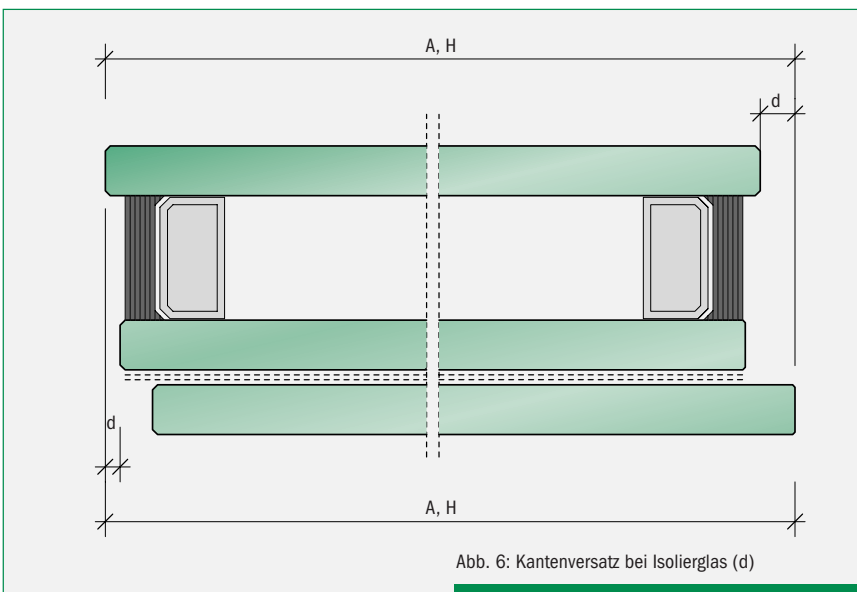
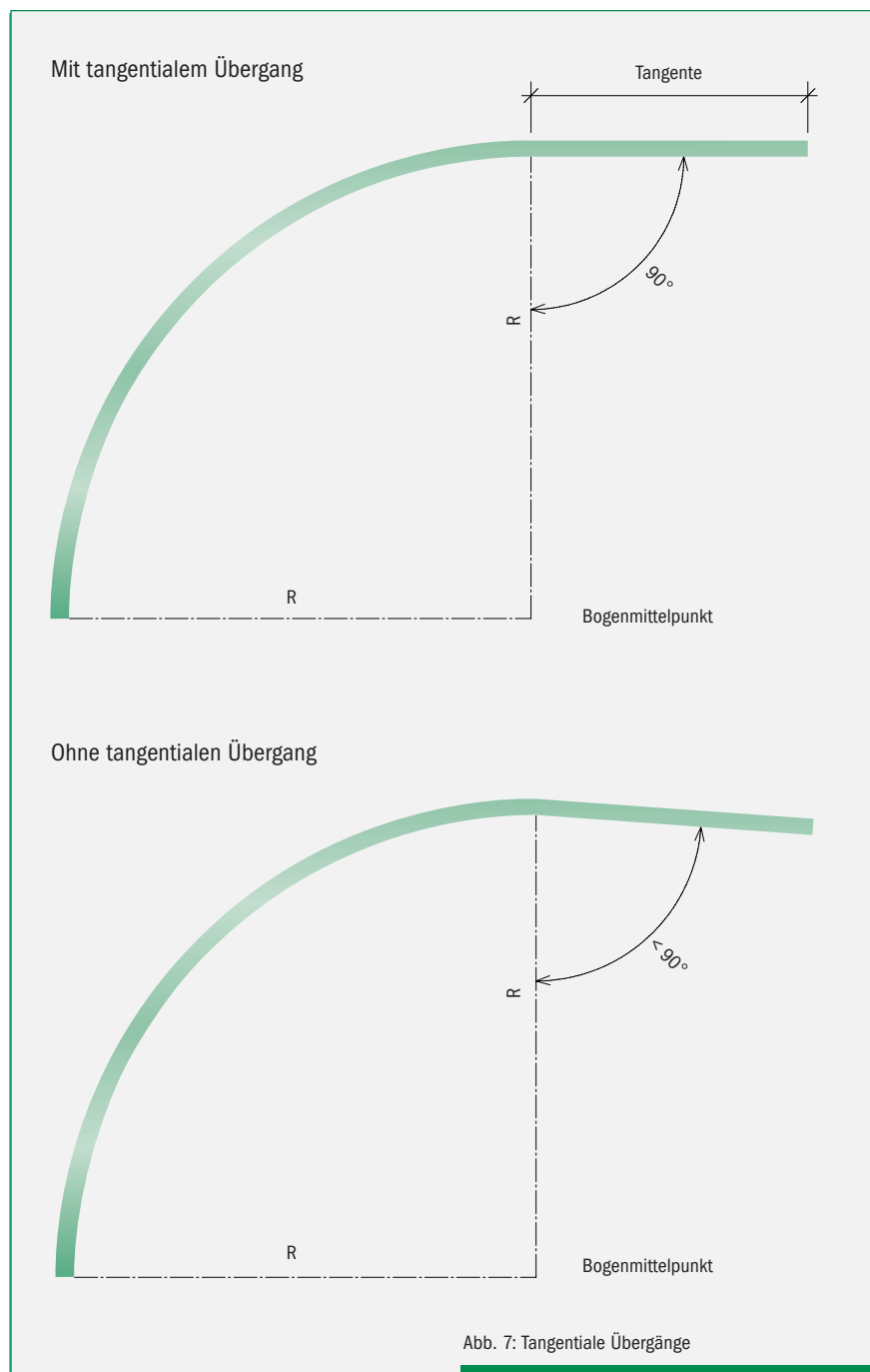


Abb. 6: Kantenversatz bei Isolierglas (d)

## Tangentiale Übergänge

Eine Tangente ist eine Gerade, die eine gegebene Kurve in einem bestimmten Punkt berührt. Die Tangente steht senkrecht zum zugehörigen Radius.

Ohne einen tangentialen Übergang ist das Glas geknickt! Dies ist zwar technisch möglich, jedoch nicht empfehlenswert. Am Knickpunkt entstehen größere Toleranzen als an einem tangentialen Übergang.



## 10.0 Bemessung

### 10.1 Statische Besonderheiten im Vergleich zu ebenen Glasscheiben

#### **Schalentragwirkung des gebogenen Glases**

Die Berechnung der Spannungen und Verformungen bei gebogenen Glastafeln sind mit einem geeigneten Finite-Elemente-Modell nach der Schalentheorie durchzuführen. Dieses muss in der Lage sein, die Geometrie der Scheibe, insbesondere die Krümmung, darzustellen.

Eine vereinfachte Berechnung der gebogenen Glastafeln als plane Glastafel führt zwangsläufig zu falschen Spannungen und Verformungen.

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

### 10.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern

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

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

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

Die Belastung des Isolierglas-Randverbundes ist durch die höheren Klimalasten bei gebogenem Isolierglas im Vergleich zu planem Isolierglas größer. Die Ausbildung des Randverbundes ist entsprechend durchzuführen. Das kann wiederum Auswirkungen auf die Randverbundbreite bzw. den erforderlichen Glaseinstand haben. Dies ist bereits bei der Planung und Konstruktion zu beachten.

### 10.3 Berechnungsgrundlagen

#### **Charakteristische Biegezugfestigkeiten**

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

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

Grundlage hierfür ist eine fundierte statistische Auswertung von Versuchen mit entsprechend ausreichend großer Probenzahl (z. B. 20 Stück).

Eine Beschreibung der Versuchsdurchführung erfolgt in [4] und [5].

Die Versuche sollten mit auf das Objekt übertragbaren Probekörpern durchgeführt werden. Die Versuchsplanung und -durchführung ist bereits bei der Zeitplanung und Kostenkalkulation im Rahmen der Planungsphase zu berücksichtigen.

Für eine Vorbemessung können die charakteristischen Biegezugfestigkeiten  $f_k$  nach Tabelle 2 verwendet werden. Auf Basis des globalen Sicherheitskonzeptes der TRLV [1] können die zulässigen Biegezugspannungen ingenieurmäßig mit einem Sicherheitsbeiwert in Anlehnung an die TRLV ermittelt werden.

Im Einzelfall ist dieses Vorgehen mit der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes abzustimmen.

## 10.4 Gebrauchstauglichkeit

### 10.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung

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

### 10.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion

Die Vorgaben für plane Verglasungen sind nicht auf gebogene Verglasungen zu übertragen, da geringe Verformungen der Unterkonstruktion wesentlich größere Auswirkungen auf gebogene Scheiben haben, als bei vergleichbaren ebenen Glasscheiben. Daher ist das Verhalten der Unterkonstruktion bei der statischen Bemessung unbedingt zu berücksichtigen.

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

Tabelle 2: Charakteristische Biegezugfestigkeiten in Anlehnung an [4]

## 11.0 Lagerung und Transport

Die Verglasungseinheiten müssen entsprechend ihrer Geometrie spannungsarm stehend gelagert und transportiert werden. Die Vorgaben des Herstellers sind zu beachten.

Die Unterlagen und Abstützungen gegen Kippen dürfen keine Beschädigungen des Isolierglas-Randverbundes oder des Glases hervorrufen.

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

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

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

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

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

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

## 12.0 Verglasung

### 12.1 Allgemeines

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

### 12.2 Konstruktive Hinweise

Aufgrund seiner hohen Steifigkeit sind die Toleranzen des gebogenen Glases (s. Kap. 9) bei der Konstruktion unbedingt zu berücksichtigen, um einen zwängungsfreien Einbau und Lagerung sicherzustellen.

Die zwängungsfreie Lagerung ist erforderlich, um Glasbruch oder, bei Verwendung von gebogenem Mehrscheiben-Isolierglas, auch Überbeanspruchungen des Randverbundes zu vermeiden. Zudem können nicht zwängungsfreie Lagerungen zu optischen Beeinträchtigungen führen.

Die Unterkonstruktion muss den besonderen Anforderungen für gebogene Verglasungen entsprechen. Hierzu sind ausreichend dimensionierte Falze bei Rahmen- oder Fassadenkonstruktionen erforderlich.

### 12.3 Erforderliche Falzbreite

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

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

Zusätzlich sind Toleranzen der Unterkonstruktion zu berücksichtigen.

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

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

## 13.0 Klotzung

Die Grundprinzipien der Klotzung sind in [7] beschrieben. Die Klotzung muss die Last der Verglasungseinheit sicher in die Unterkonstruktion einleiten. Die Verglasungseinheiten übernehmen in der Regel keine Lasten aus der Konstruktion. Sollen planmäßige Lasten aus der Konstruktion übernommen werden, ist dies in der statisch-konstruktiven Planung zu berücksichtigen. Es sollte auch Rücksprache mit dem Glashersteller oder Systemgeber gehalten werden.

Bei allen Systemen mit gebogenen Gläsern ist der umlaufende Dampfdruckausgleich sowie eine dauerhafte Entwässerung sicher zu stellen. Die Klotzung selbst ist eine Planungsaufgabe und sollte vor der Ausführung der Montage erfolgen.

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

Gebogenes Einfachglas oder Isolierglaseinheiten im senkrechten Einbau müssen wie plane Scheiben geklotzt werden. Bei System 1 wird das Glasgewicht auf die untere gebogene Glaskante über die Tragklötze an die Rahmenkonstruktion und dann weiter an die Haltekonstruktion abgeleitet (s. Abb. 8).

Bei abweichenden Einbausituationen, z.B. geneigte Verglasungen, ist der Hersteller bzw. Planer zu kontaktieren.

Bei System 2 wirken Glasgewicht und Windlast verteilt auf den Glasrand (s. Abb. 9).

Dies muss bei der Auflagerung besonders berücksichtigt werden. Die Ausführungen stellen lediglich eine Auswahl möglicher Situationen dar. Bei anderen wie z.B. sphärischer Biegung, eingelassenen Profilen im Isolierglasrandverbund oder einer Anwendung im konstruktiven Glasbau ist immer Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Für gebogene Verglasungen werden zusätzlich folgende Klotzempfehlungen gegeben:

Die Tragklotzung muss so ausgeführt werden, dass sich die Verglasung im Gleichgewicht befindet und nicht kippen kann. Dazu müssen die Tragklötze so angeordnet werden, dass die Verbindung der beiden Mittelpunkte der Verglasungsklötze die Schwerpunktlinie der Verglasung schneiden. Am Schwerpunkt wird das Eigengewicht der Verglasung in die Konstruktion abgetragen.

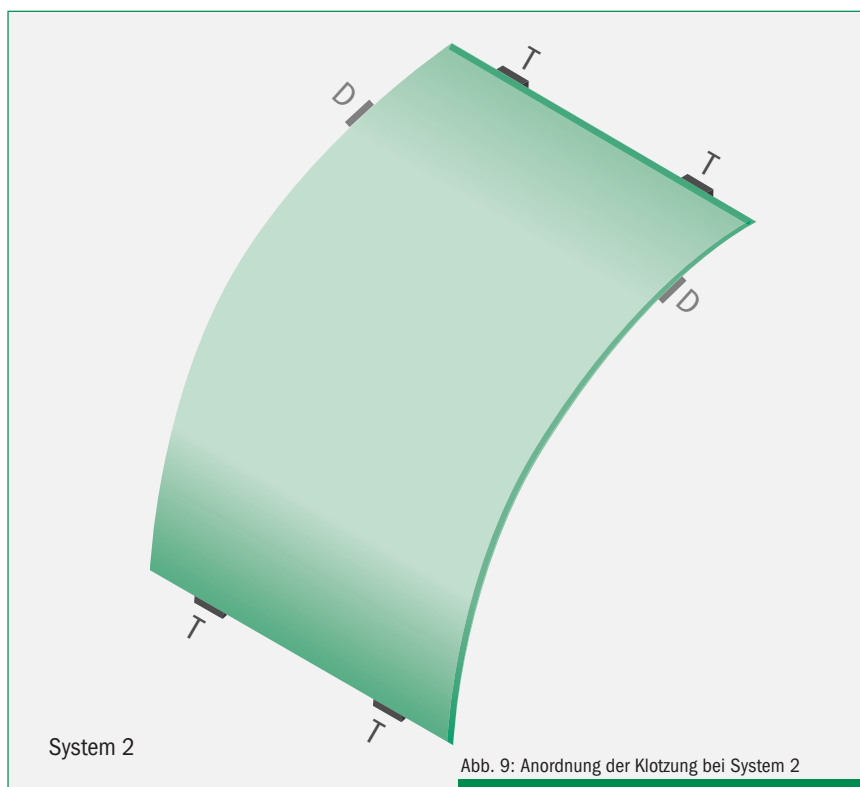
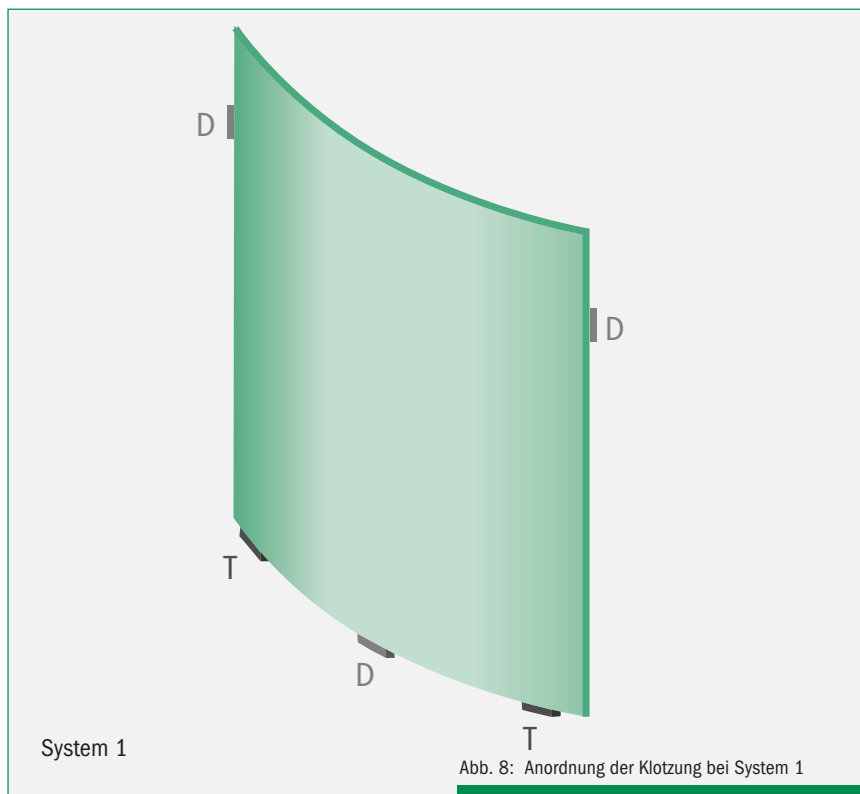
Die Lage ist abhängig von der Geometrie, der Größe und dem Glasaufbau.

Die Lage der Tragklötze muss bei der Bemessung der Unterkonstruktion berücksichtigt werden.

### 13.1 Definitionen

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

D = Distanzklotz, sichert den Abstand zwischen Glaskante und Falzgrund. Klötze ebenfalls aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte. Das Gewicht wird nur von den Tragklötzen aufgenommen. Der Abstand zur Glasecke sollte dem Regelabstand von 100 mm entsprechen.





## 14.0 Aufmaß

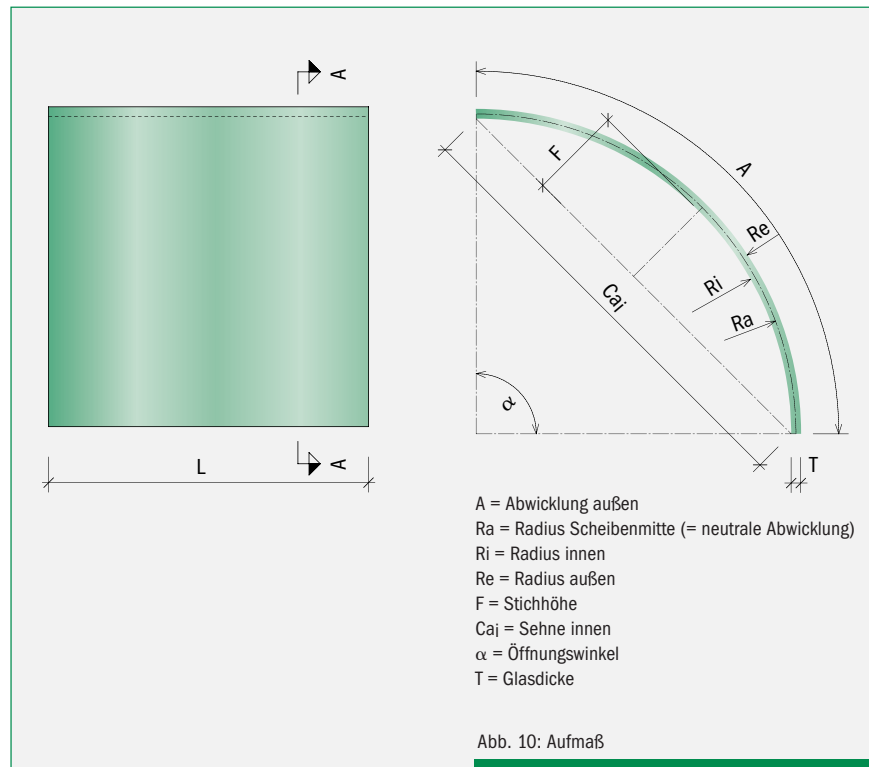
Um das gewünschte Endprodukt herzustellen, ist bei gebogenem Glas ein äußerst genaues Aufmaß und die Angabe unterschiedlicher Informationen zu Abmessungen, etc. sehr wichtig.

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

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

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

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



## 15.0 Literatur

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

## 16.0 Ansprechpartner in den Bundesländern zur Erlan- gung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

Stand: 08.12.2010

### **Baden-Württemberg**

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

### **Bayern**

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

### **Berlin**

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

### **Brandenburg**

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

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

### **Bremen**

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

### **Hamburg**

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

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

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

### **Hessen**

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

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

### **Mecklenburg-Vorpommern**

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

### **Niedersachsen**

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

### **Nordrhein-Westfalen**

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

### **Rheinland-Pfalz**

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

### **Saarland**

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

### **Sachsen**

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

### **Sachsen-Anhalt**

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

### **Schleswig-Holstein**

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

### **Thüringen**

Dr.-Ing. Helmut Bietz  
Thüringer Ministerium für Bau,  
Landesentwicklung und Verkehr  
Abteilung 2  
Steigerstraße 24, 99096 Erfurt  
Tel: +49 (0) 361 37-91 222  
helmut.bietz@tmbvlv.thueringen.de

Fachliche Anfragen/Beiträge:

Herr Reinhard Sommer  
Thüringer Landesverwaltungsamt  
Weimarplatz 4, 99423 Weimar  
Tel: +49 (0) 361 3773-7962  
reinhard.sommer@tlvwa.thueringen.de

## **17.0 Normen, Regelwerke und Richtlinien**

EN ISO 140- 3: Akustik – Messung der  
Schalldämmung in Gebäuden und von  
Bauteilen – Teil 3: Messung der Luftschall-  
dämmung von Bauteilen in Prüfständen

EN 356: Glas im Bauwesen – Sicherheits-  
sonderverglasung – Prüfverfahren und  
Klasseneinteilung des Widerstandes ge-  
gen manuellen Angriff

EN 357: Glas im Bauwesen – Brand-  
schutzverglasungen aus durchsichtigen  
oder durchscheinenden Glasprodukten –  
Klassifizierung des Feuerwiderstandes

EN 410: Glas im Bauwesen – Bestimmung  
der lichttechnischen und strahlungsphysi-  
kalischen Kenngrößen von Verglasungen

EN 572: Glas im Bauwesen – Basis-  
erzeugnisse aus Kalk-Natronsilikatglas

EN 673: Glas im Bauwesen – Bestim-  
mung des Wärmedurchgangskoeffizienten  
(U-Wert) – Berechnungsverfahren

EN ISO 717-1: Akustik – Bewertung der  
Schalldämmung in Gebäuden und von  
Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung

DIN 1055: Einwirkungen auf Tragwerke

EN 1063: Glas im Bauwesen – Sicher-  
heitssonderverglasung – Prüfverfahren  
und Klasseneinteilung für den Widerstand  
gegen Beschuss

EN 1096: Glas im Bauwesen – Beschich-  
tetes Glas Hochbau – Fugendichtstoffe –  
Einteilung und Anforderungen von Dich-  
tungsmassen

EN 12150: Glas im Bauwesen – Ther-  
misch vorgespanntes Kalknatron Einschei-  
bensicherheitsglas

EN 1863: Glas im Bauwesen – Teilvorge-  
spanntes Kalknatronglas

EN ISO 12543: Glas im Bauwesen – Ver-  
bundglas und Verbund-Sicherheitsglas

EN 14179: Glas im Bauwesen – Heißgela-  
gertes thermisch vorgespanntes Kalkna-  
tron-Einscheibensicherheitsglas

EN 14449: Glas im Bauwesen – Verbund-  
glas und Verbund-Sicherheitsglas

DIN 18008: Glas im Bauwesen – Bemes-  
sungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18032: Sporthallen – Hallen und  
Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung

DIN 18361: Verglasungsarbeiten

EN 20140: Akustik – Messung der Schall-  
dämmung in Gebäuden und von Bauteilen

### **BF Richtlinien**

- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen  
Qualität von Glas für das Bauwesen
- Richtlinie zur Beurteilung der visuellen  
Qualität von emaillierten und sieb-  
bedruckten Gläsern
- Materialverträglichkeit rund um das  
Isolierglas
- Kompass für geklebte Fenster
- Richtlinie zum Umgang mit Mehr-  
scheiben-Isolierglas

### **Merkblätter des Verbandes Fenster und Fassade e.V.**

- Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen
- Einsatzempfehlungen für Sicherheitsglas im Bauwesen
- Glasstöße und Ganzglastecken in Fenstern und Fassaden

### **Technischen Richtlinien des Bundesinnungsverbands des Glaserhandwerks, Hadamar**

- Schrift 1 Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen
- Schrift 3 Klotzung von Verglasungseinheiten
- Schrift 8 Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Verkehrsbereichen
- Schrift 9 Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau
- Schrift 10 Fachliche Begriffe aus dem Berufsbereich des Glaserhandwerks

Schrift 14 Glas im Bauwesen – Einteilung der Glaserzeugnisse

Schrift 17 Verglasen mit Isolierglas

Schrift 18 Absturzsichernde Verglasungen nach TRAV

Schrift 19 Linien- und punktförmig gelagerte Verglasungen

Schrift 20 Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren

### **Merkblätter der gesetzlichen Unfallversicherung**

- GUV-SI 8027 Mehr Sicherheit bei Glasbruch
- GUV-VS 2 Kindertageseinrichtungen
- BGI/GUV-I 669 Glastüren, Glaswände
- GUV-VS 1 Schulen
- GUV-VC 9 Kassen

## **18.0 Weiterführende Literatur**

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

**Dieses Merkblatt wurde erarbeitet von:** Bundesverband Flachglas e.V., · Mülheimer Straße 1 · D-53840 Troisdorf · Telefon: 0 22 41 / 87 27-0 · Telefax: 0 22 41 / 87 27-10 · info@bundesverband-flachglas.de · Internet: www.bundesverband-flachglas.de

**Beteiligte Firmen:** Döring Glas GmbH & Co KG, Cricursa, Edgetech, HS München, Labor für Stahl- und Leichtmetallbau, FINIGLAS Veredelungs GmbH, Flachglas Wernberg GmbH, Flintermann, Freericks Glasveredelung, glasid ag, Gretsch-Unitas GmbH, Guardian Thalheim GmbH, Hero Glas, Interpane Glasindustrie AG, IB KRAMER - Tragwerksplanung FEM-Berechnungen, RWTH Aachen, Ingenieurbüro Scheideler, Technische Beratung, Statik & Dynamik, SCHOTT, Sencoglas Holding GmbH, Tambest, WMG Group Cork / Irland

© **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  
Telefon (02241) 8727-0  
Telefax (02241) 8727-10  
info@bundesverband-flachglas.de