

DIN 18008-3**DIN**

ICS 81.040.20

**Glas im Bauwesen –
Bemessungs- und Konstruktionsregeln –
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen**

Glass in Building –
Design and construction rules –
Part 3: Point fixed glazing

Verre dans la construction –
Règles de calcul et de la construction –
Partie 3: Fixé en forme de point

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN 18008-3:2013-07

Inhalt	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	5
3.1 Begriffe	5
3.2 Symbole und Einheiten	5
4 Bauprodukte	5
5 Anwendungsbedingungen und Konstruktion	5
6 Zusätzliche Regelungen für Horizontalverglasungen	7
6.1 Lagerung durch Tellerhalter	7
6.2 Kombination von Lagerungsarten	9
6.3 Linienförmige Lagerung mit punktförmiger Klemmung	9
7 Zusätzliche Regelungen für Vertikalverglasungen	9
8 Einwirkungen und Nachweise	10
Anhang A (informativ) Werkstoffe	11
A.1 Allgemeines	11
A.2 Rechnerische materialbezogene Kennwerte	11
Anhang B (informativ) Verifizierung im Bohrungsbereich von Finite-Elemente-Modellen	12
B.1 Allgemeines	12
B.2 Diskretisierung im Bohrungsbereich	12
Anhang C (informativ) Vereinfachtes Verfahren für den Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit von punktgstützten Verglasungen	14
C.1 Allgemeines	14
C.2 Formelzeichen	14
C.3 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	15
C.3.1 Nachweis im Punkthalterbereich	15
C.3.2 Nachweis im Feldbereich	17
C.3.3 Berechnung von VSG	17
C.4 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	17
Anhang D (normativ) Versuchstechnische Nachweise für Glshalter und Zwischenmaterialien („Prüfvorschrift Punkthalter“)	18
D.1 Allgemeines	18
D.2 Formelzeichen	18
D.3 Ermittlung der Tragfähigkeit	18
D.4 Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit	20
D.5 Ermittlung der Steifigkeitswerte	20
D.6 Dokumentation	21
Literaturhinweise	22

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom NA 005-09-25 AA „Bemessungs- und Konstruktionsregeln für Bauprodukte aus Glas“ erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 18008, *Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln*, besteht aus folgenden Teilen:

- *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*
- *Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen (in Vorbereitung)*
- *Sonderkonstruktionen (in Vorbereitung)*

DIN 18008-3:2013-07

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Verwendung von punktförmig gelagerten Verglasungen. Dabei werden Punkthalter unterschieden in Tellerhalter, die durch Glasbohrungen geführt werden, und Klemmhalter, die ohne Bohrungen am Rand bzw. an den Ecken der Verglasung angeordnet werden.

Diese Norm gilt nur für Verglasungskonstruktionen, bei denen alle Glasscheiben ausschließlich durch mechanische Halterungen formschlüssig gelagert sind.

Diese Norm gilt ausschließlich für ausfachende Verglasungen nach DIN 18008-1:2010-12, 3.1.1.

Diese Norm behandelt die Verwendung von Tellerhaltern mit zylindrischen Glasbohrungen (keine konischen Bohrungen), die die gesamte Glasdicke umgreifen.

Für Verglasungen, die gegen Absturz sichern, für begehbare oder an zu Instandsetzungsmaßnahmen betretbare Verglasungen gelten zusätzliche Anforderungen nach DIN 18008-4 bis DIN 18008-6.

Hinsichtlich der Unterscheidung in Horizontal- und Vertikalverglasung gelten die Bestimmungen nach DIN 18008-2 sinngemäß.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1259-1, *Glas — Teil 1: Begriffe für Glasarten und Glasgruppen*

DIN 1259-2, *Glas — Teil 2: Begriffe für Glaserzeugnisse*

DIN 18008-1:2010-12, *Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln — Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen*

DIN 18008-2, *Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln — Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen*

DIN 53505, *Prüfung von Kautschuk und Elastomeren — Härteprüfung nach Shore A und Shore D*

DIN EN 573-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 3: Chemische Zusammensetzung und Erzeugnisformen*

DIN EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1990/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN ISO 8930, *Allgemeine Grundsätze für die Zuverlässigkeit von Tragwerken — Verzeichnis der gleichbedeutenden Begriffe*

ISO 6707-1, *Building and civil engineering — Vocabulary — Part 1: General terms*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 6707-1, DIN ISO 8930, DIN 1259-1, DIN 1259-2, DIN EN 1990, DIN EN 1990/NA und DIN 18008-1.

3.2 Symbole und Einheiten

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
<i>T</i>	Tellerdurchmesser	mm
<i>s</i>	Glaseinstand	mm

4 Bauprodukte

4.1 Es dürfen die Glaserzeugnisse nach DIN 18008-1 verwendet werden, sofern nicht für bestimmte Anwendungen im Folgenden Einschränkungen angegeben werden.

4.2 Die Glasdicken von zu Verbundsicherheitsglas (VSG) verbundenen Glasscheiben dürfen höchstens um den Faktor 1,7 voneinander abweichen. Zudem muss die in DIN 18008-1:2010-12, Abschnitt 9, geforderte Resttragfähigkeit sichergestellt werden. Das gilt z. B. bei Verwendung einer Zwischenfolie aus Polyvinylbutyral (PVB) mit einer Dicke von mindestens 0,76 mm und bei Einhaltung der in diesem Teil der Norm genannten konstruktiven Randbedingungen als erfüllt.

4.3 Die Kanten der Bohrungen im Glas sind in der Qualität „Geschliffene Kante“ oder höherwertig entsprechend der in Bezug genommenen Produktnorm für vorgespannte Glasprodukte auszuführen. Die Ränder von Bohrungen sind unter einem Winkel von 45° mit einer Fase von 0,5 mm bis 1,0 mm (kurze Schenkellänge) auf beiden Seiten der Scheibe zu säumen. Ein Kantenversatz infolge zweiseitiger Bearbeitung darf nicht größer als 0,5 mm sein.

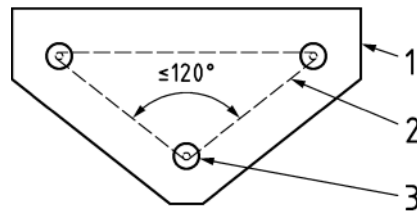
4.4 Die Kanten der Einzelscheiben müssen mindestens gesäumt sein. Die Kanten von Floatglas (FG) müssen geschliffen sein.

4.5 Die Punkthalter müssen aus Stahl, Aluminium oder nichtrostendem Stahl bestehen und müssen bauaufsichtlich verwendbar sein. In Abhängigkeit von der jeweiligen Korrosionsbelastung ist ein geeignetes Material oder Korrosionsschutzsystem zu wählen.

5 Anwendungsbedingungen und Konstruktion

5.1 Eine Punktlagerung muss grundsätzlich in beiden Richtungen senkrecht zur Scheibenebene wirksam sein. Ausschließlich punktgelagerte Verglasungen sind durch mindestens drei Punkthalter zu lagern. Bei einer nur durch drei Punkthalter gelagerten Verglasung darf der größte eingeschlossene Winkel des von den drei Punkthaltern aufgespannten Dreiecks 120° (siehe Bild 1) nicht überschreiten.

DIN 18008-3:2013-07



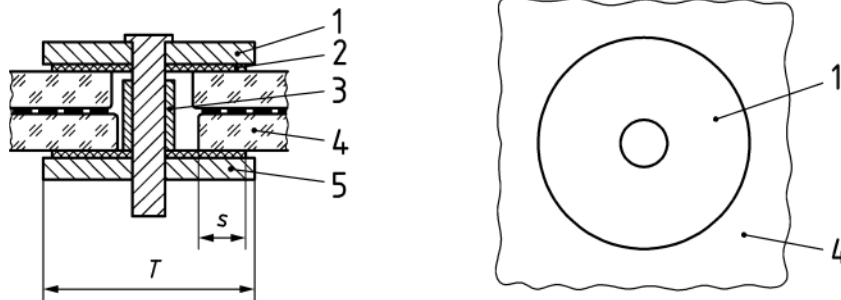
Legende

- 1 Glasrand
- 2 Begrenzung der Innenfläche
- 3 Tellerhalter mit Bohrloch

Bild 1 — Prinzipdarstellung der Winkeldefinition

5.2 Eine Kombination von linien- und punktförmigen Lagerungen ist zulässig (z. B. bei einer linienförmig aufgelagerten Verglasung mit punktförmiger Soghalterung).

5.3 Durch Bohrungen im Glas geführte Tellerhalter müssen beidseitig Teller mit einem Durchmesser T von mindestens 50 mm aufweisen. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen (z. B. Wahl entsprechender Hüsendurchmesser) muss auch im verformten Zustand ein Glaseinstand s aller Scheiben der VSG-Verglasung von mindestens 12 mm sichergestellt sein.



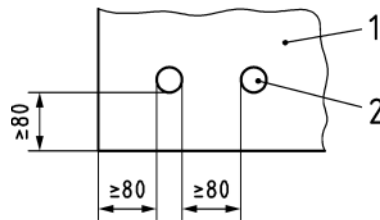
Legende

- 1 Klemmteller
- 2 Zwischenlage
- 3 Hülse
- 4 Glas
- 5 Klemmteller
- T Tellerdurchmesser
- s Glaseinstand

Bild 2 — Prinzipdarstellung des Tellerhalters

5.4 Bohrlöcher für Tellerhalter sind so anzuordnen, dass sowohl zum freien Rand als auch zu benachbarten lastabtragenden Bohrungen eine Glasbreite von mindestens 80 mm erhalten bleibt.

Maße in Millimeter

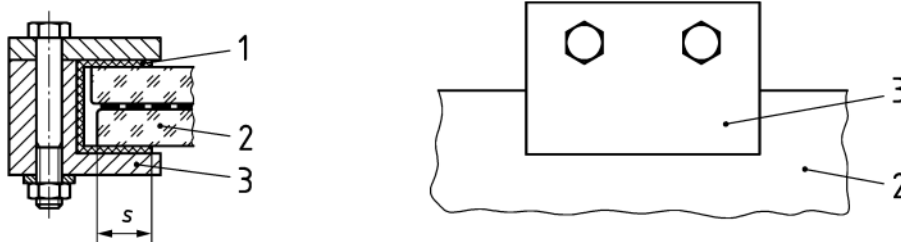
**Legende**

- 1 Glas
- 2 Bohrloch für Tellerhalter

Bild 3 — Rand- und Bohrlochabstände

5.5 Bei Klemmhaltern muss die glasüberdeckende Klemmfläche mindestens $1\,000\text{ mm}^2$ groß sein und der Glaseinstand s mindestens 25 mm betragen.

5.6 Ein geringerer Glaseinstand und kleinere Klemmflächen sind zulässig, wenn nachgewiesen ist, dass ein Glaseinstand von mindestens 8 mm auch unter Annahme ungünstigster Fertigungs- und Montagetoleranzen und unter Berücksichtigung der Sehnungsverkürzung im verformten Zustand im Grenzzustand der Tragfähigkeit sichergestellt ist. Hierbei ist die Summe der (beidseitigen) Sehnungsverkürzung nur einer Seite zuzurechnen.

**Legende**

- 1 Zwischenlage
- 2 Glas
- 3 Klemmhalter
- s Glaseinstand

Bild 4 — Prinzipdarstellung des Klemmhalters

5.7 Die Dicke der Zwischenlage ist so zu wählen, dass es zu keinem Kontakt des Glases mit den Metallteilen des Halters kommt.

5.8 Die Verglasungskonstruktionen sind so zu gestalten, dass die Glasscheiben unter Berücksichtigung baupraktischer Toleranzen zwängungsarm montiert werden können und es unter Betriebsbedingungen (Lasteinwirkung, Temperatur, Nachgiebigkeit der tragenden Konstruktion) nicht zum Kontakt der Glasscheiben mit anderen Glasscheiben oder sonstigen harten Bauteilen kommen kann.

5.9 Zur Befestigung der Verglasung dienende Schraubverbindungen sind durch geeignete Maßnahmen gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern.

6 Zusätzliche Regelungen für Horizontalverglasungen

6.1 Lagerung durch Tellerhalter

6.1.1 Es dürfen nur Einfachverglasungen verwendet werden. Für Einfachverglasungen ist Verbundsicherheitsglas (VSG) aus teilvorgespanntem Glas (TVG) aus gleich dicken Glasscheiben

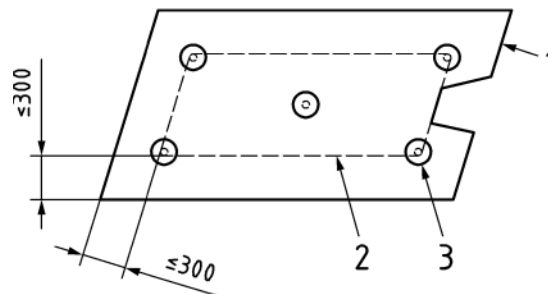
DIN 18008-3:2013-07

(mindestens 2 x 6 mm) zu verwenden. Zudem muss die in DIN 18008-1:2010-12, Abschnitt 9, geforderte Resttragfähigkeit sichergestellt werden. Das gilt z. B. bei Verwendung einer Zwischenfolie aus PVB mit einer Dicke von mindestens 1,52 mm und bei Einhaltung der nachfolgenden konstruktiven Randbedingungen im Abschnitt 6 als erfüllt.

6.1.2 Der von den äußeren Tellerhaltern eingeschlossene Innenbereich darf, außer durch Bohrungen für Tellerhalter, nicht durch sonstige Bohrungen, Öffnungen oder Ausschnitte geschwächt sein.

6.1.3 Der freie Glasrand darf nach Bild 5 über die von den Glashalterungen begrenzte Innenfläche auskragen.

Maße in Millimeter

**Legende**

- 1 Glasrand
- 2 Begrenzung der Innenfläche
- 3 Tellerhalter mit Bohrloch

Bild 5 — Innenfläche bei Horizontalverglasungen

6.1.4 Für die in Tabelle 2 angegebenen Tellerdurchmesser, Glasaufbauten und maximalen Stützweiten gilt der Nachweis ausreichender Resttragfähigkeit als erbracht. Die statischen Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit bleiben davon unberührt.

Tabelle 2 — Glasaufbauten mit nachgewiesener Resttragfähigkeit bei rechtwinkligem Stützraster

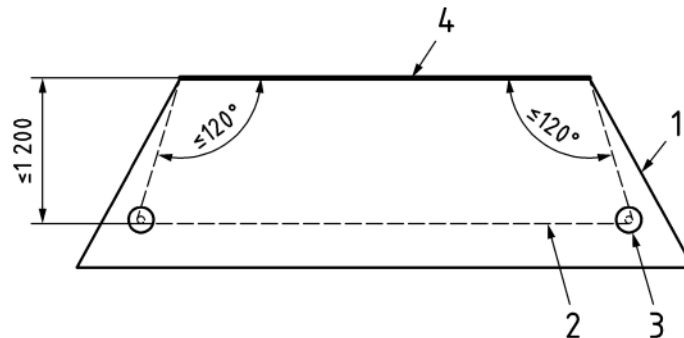
Tellerdurchmesser	TVG Glasdicke	Stützweite in Richtung 1	Stützweite in Richtung 2
mm	mm min.	mm max.	mm max.
70	2 × 6	900	750
60	2 × 8	950	750
70	2 × 8	1 100	750
60	2 × 10	1 000	900
70	2 × 10	1 400	1 000

6.1.5 Bei von der Rechteckform abweichender Punkthalteranordnung ist das umschließende Rechteck bei der Bezugnahme auf Tabelle 2 maßgebend.

6.2 Kombination von Lagerungsarten

6.2.1 Bei Kombination aus linienförmiger Lagerung nach DIN 18008-2 und punktförmiger Lagerung dürfen die durch Linien- und Punktlager aufgespannten Innenwinkel höchstens 120° betragen. Weiterhin beträgt der Abstand von Linien- zu Punktlager max. 1 200 mm.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Glasrand
- 2 Begrenzung der Innenfläche
- 3 Tellerhalter mit Bohrloch
- 4 Linienlager

Bild 6 — Prinzipdarstellung der Kombination Linien- und Punktlager

6.3 Linienförmige Lagerung mit punktförmiger Klemmung

Wird das Eigengewicht der Scheibe durch eine linienförmige Lagerung nach DIN 18008-2 abgetragen, darf die linienförmige Lagerung in abhebender Richtung (Sogbelastung) durch eine punktförmige Randklemmung oder Tellerhalter, nach Bild 2 (Klemmteller, Pos. 1), ersetzt werden. Die lichten Abstände der Klemmhalter dürfen nicht größer als 300 mm, die Klemmfläche darf jeweils nicht kleiner als $1\,000\text{ mm}^2$ und die Glaseinstandtiefe s darf nicht kleiner als 25 mm sein. Wegen der Resttragfähigkeit der Verglasung sind die Punkthalterabstände und Glasdicken nach Tabelle 2 einzuhalten.

7 Zusätzliche Regelungen für Vertikalverglasungen

7.1 Für Vertikalverglasung dürfen folgende Glaserzeugnisse verwendet werden:

- VSG aus ESG, ESG-H oder TVG (jeweils gebohrt oder geklemmt)

Für Vertikalverglasungen, die durch Klemmhalter gelagert sind, dürfen außerdem folgende Glaserzeugnisse verwendet werden:

- ESG-H mit minimaler Scheibennenddicke von 6 mm;
- VSG aus FG;
- Mehrscheibenisolierverglasung aus ESG-H, TVG, FG oder VSG aus vorgenannten Glaserzeugnissen.

7.2 Bei Kombination aus linienförmiger Lagerung nach Teil 2 dieser Norm und punktförmiger Lagerung dürfen die durch Linien- und Punktlager aufgespannten Innenwinkel höchstens 120° betragen.

DIN 18008-3:2013-07

8 Einwirkungen und Nachweise

8.1 Es sind die Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN 18008-1 zu führen.

8.2 Die Durchbiegung der Glasscheiben ist zu begrenzen. Als Bemessungswert des Gebrauchstauglichkeitskriteriums ist $1/100$ der maßgebenden Stützweite anzusetzen.

8.3 Ein geeignetes Berechnungsverfahren für die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von punktgestützten Gläsern ist die Finite-Elemente-Methode (FEM). Das FEM-Modell muss die auftretenden Beanspruchungen auf der sicheren Seite liegend erfassen. Üblicherweise ist für gebohrte, punktgestützte Gläser ein detailliertes Rechenmodell notwendig, das mindestens den Anforderungen nach Anhang B genügt. Kennwerte für Werkstoffe können Anhang A entnommen werden.

8.4 Bei Finite-Element-Berechnungen ist grundsätzlich eine Konvergenzuntersuchung zur Verifizierung der Eignung des gewählten Netzes erforderlich. Für den Bereich von Bohrungen kann dies z. B. durch den Vergleich mit einer Referenzlösung erfolgen, siehe Anhang B.

8.5 Die mit Anhang D dieser Norm ermittelten Steifigkeiten eines Punkthalters dürfen in der Berechnung angesetzt werden. Dies gilt auch für die Ermittlung der Auflagerreaktionen aus Temperaturzwängungen.

8.6 Im Rechenmodell dürfen zwischen Glas und Zwischenlagen keine günstig wirkenden Zugnormal- und Schubkräfte (durch Reibung) angesetzt werden.

8.7 Sofern nicht besondere konstruktive Vorkehrungen getroffen werden (z. B. Anordnung von Pendel-Verbindungen), darf der Übergang zwischen Verglasung und Unterkonstruktion nicht als (in der Scheibenebene) frei verschiebbar angesetzt werden. Die Anordnung eines Langloches in der Unterkonstruktion ist nicht ausreichend. Gegebenenfalls sind die Grenzfälle „statisch verschieblich“ und „statisch nicht verschieblich“ zu untersuchen.

8.8 Wenn der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit der Glashalter nicht auf Basis anderer technischer Baubestimmungen geführt wird, kann die charakteristische Tragfähigkeit der Glashalter nach Anhang D ermittelt werden.

Anhang A (informativ)

Werkstoffe

A.1 Allgemeines

A.1.1 Zur Vermeidung eines Kontakts zwischen Glas und Stahl werden Trennmaterialien verwendet. Hierfür haben sich Elastomere (Silikon, EPDM, Chloropren-Kautschuk) und Thermoplaste (Polysulfon (PSU), Polyamid (PA6), Polyetheretherketon (PEEK), Polyoxymethylen (POM)) bewährt. Zum Ausgleich eines Scheibenversatzes kommen bei VSG außerdem Vergussmörtel zum Einsatz, siehe [1].

A.1.2 Bei einer numerischen Simulation des Tragverhaltens von punktgestützten Glasscheiben ist der realitätsnahe Ansatz der Materialparameter für die Trennmaterialien aus Kunststoff wichtig. Insbesondere der Lastabtragungsmechanismus und damit auch die resultierenden Spannungen im Glas werden von den Steifigkeiten der Trennmaterialien beeinflusst.

A.2 Rechnerische materialbezogene Kennwerte

Für die Ermittlung der Hauptzugspannungen im Glas und die Lagerungsbedingungen können die in Tabelle A.1 angegebenen Werte als Anhaltswerte der rechnerischen Materialsteifigkeiten und Querdehnzahlen verwendet werden.

Tabelle A.1 — Anhaltswerte der rechnerischen Materialsteifigkeiten von Trennmaterialien

Trennmaterialien	Elastomere	Thermoplaste	Verguss	Reinaluminium ^a
Rechnerischer E-Modul in N/mm ²	5 – 200	10 – 3 000	1 000 – 3 000	69 000
Querdehnzahl	0,45	0,3 – 0,4	0,2 – 0,4	0,3
^a hier: Werkstoff-Nr. EN AW 1050A (Al 99,5), Zustand weich O/H111 nach DIN EN 573-3				

Anhang B (informativ)

Verifizierung im Bohrungsbereich von Finite-Elemente-Modellen

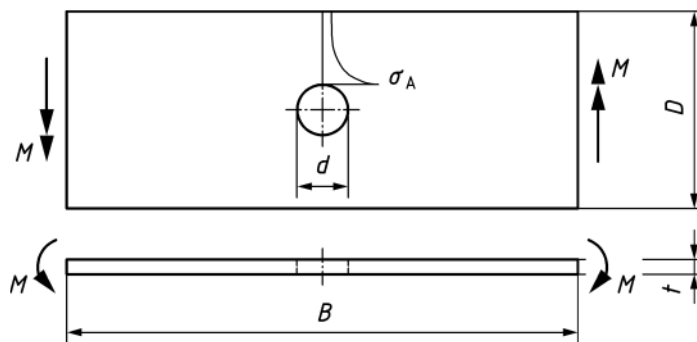
B.1 Allgemeines

Zur Ermittlung der resultierenden Spannungsspitzen im Bohrungsbereich einer punktgestützten Platte, die durch Wind, Schnee, Eigengewicht, usw. belastet ist, existiert derzeit keine analytische Lösung. Neben einer experimentellen Ermittlung der Tragfähigkeit bietet die Finite-Elemente-Methode (FEM) eine Möglichkeit für die rechnerische Bemessung. Voraussetzung für verlässliche FE-Berechnungsergebnisse ist ein Modellaufbau, der die maßgebenden Lastpfade und Steifigkeiten des Punkthalters und der Glasplatte realitätsnah abbildet.

B.2 Diskretisierung im Bohrungsbereich

B.2.1 Die Qualität der FE-Ergebnisse hängt maßgeblich vom Finite-Elemente-Netz ab. Die Vernetzung ist so zu steuern, dass an Stellen hoher Dehnungsgradienten (z. B. an der Bohrung), eine ausreichende Netzfeinheit zur Darstellung der daraus entstehenden Spannungsspitzen vorhanden ist. Beispielhaft ist die Verifizierung der Netzstruktur eines Plattenstreifens mit Bohrung in diesem Anhang beschrieben. Das dabei erzeugte Netz ist für die folgenden Berechnungen weiter zu verwenden.

B.2.2 Als Referenzfall für den Vergleich von analytischer Lösung und den Ergebnissen der Finite-Element-Berechnung dient ein Spannungsvergleich am Bohrlochrand für den Fall „ebene Platte mit Loch (mittig)“ unter ausschließlicher Belastung durch Randmomente. Die Belastungssituation, sowie die im Weiteren verwendeten Bezeichnungen zeigt Bild B.1.



Legende

- d Bohrlochdurchmesser
- t Scheibendicke
- σ_A Spannung am Bohrlochrand
- M Lastmoment
- B Scheibenlänge
- D Scheibenbreite

Bild B.1 — Referenzfall Lochplatte unter Randmomenten

Nachfolgende Gleichungen gelten für den Werkstoff Stahl ($E = 210\,000\text{ N/mm}^2$, $\nu = 0,3$).

Die Spannung am Lochrand ergibt sich für $d < 1/3 \cdot D$ nach Gleichung (B.1):

$$\sigma_{\max} = \sigma_A = \pm k \cdot \frac{6 \cdot M}{t^2 \cdot (D - d)} \quad (\text{B.1})$$

mit

$$k = \left[1,79 + \frac{0,25}{0,39 + \frac{d}{t}} + \frac{0,81}{1 + \left(\frac{d}{t}\right)^2} - \frac{0,26}{1 + \left(\frac{d}{t}\right)^3} \right] \cdot \left[1 - 1,04 \cdot \left(\frac{d}{D}\right) + 1,22 \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2 \right] \quad (\text{B.2})$$

B.2.3 Die „Lochplatte unter Randmomenten“ ist mit der FEM abzubilden. Das Netz ist so zu wählen, dass die maximale Spannung am Bohrlochrand um nicht mehr als 5 % von der Referenzlösung abweicht.

B.2.4 In Tabelle B.1 sind exemplarisch zwei Scheibengeometrien mit Belastung und Ergebnissen gegeben, die als Referenzfälle für den Vergleich mit dem Finiten-Element-Modell dienen können.

Tabelle B.1 — Referenzlösungen für die Fälle 1 und 2

Referenzfälle	B mm	D mm	d mm	t mm	M kNm	$\sigma_{A, \text{th}}$ N/mm ²	$\sigma_{A, \text{mod, min}}$ N/mm ²	$\sigma_{A, \text{mod, max}}$ N/mm ²
Fall 1	600	300	10	10	0,11	49	46	52
Fall 2	600	150	30	10	0,06	49	46	52
<p>Es bedeuten:</p> <p>B, D, d, t, M siehe Bild 1;</p> <p>$\sigma_{A, \text{th}}$ Spannung am Lochrand aus theoretischer Lösung;</p> <p>$\sigma_{A, \text{mod, min}}$ untere Grenze des Toleranzbereiches für Spannungen am Bohrlochrand im Modell;</p> <p>$\sigma_{A, \text{mod, max}}$ obere Grenze des Toleranzbereiches für Spannungen am Bohrlochrand im Modell.</p>								

Anhang C (informativ)

Vereinfachtes Verfahren für den Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit von punktgestützten Verglasungen

C.1 Allgemeines

Das vereinfachte Verfahren ist nur geeignet für punktförmig gelagerte Einfachverglasungen mit Tellerhaltern. Spannungskonzentrationen an nicht zur Lastabtragung dienenden Bohrungen werden durch das Verfahren nicht abgedeckt. Die Anwendung des vereinfachten Verfahrens setzt voraus, dass in der Ausführung bei allen Tellerhaltern ein verbleibendes Lochspiel von mindestens 1 mm vorgesehen wird.

C.2 Formelzeichen

Tabelle C.1 — Symbole, Bedeutungen und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
F_i	Auflagerkraft in Koordinatenrichtung i	N
M_i	Auflagermoment um die Koordinatenachse i	Nmm
F_{res}	Resultierende Auflagerkraft in Plattenebene aus den Kräften F_x und F_y	N
M_{res}	Resultierendes Auflagermoment aus den Momenten M_x und M_y	Nmm
r	Radius des lokalen Bereichs	mm
d	Bohrungsdurchmesser	mm
t_i	Glasdicke der Scheibe i	mm
t_e	Ersatzscheibendicke (für monolithische Scheiben entspricht das der Scheibendicke)	mm
t_{ref}	Referenzglasdicke (= 10 mm)	mm
n	Anzahl der Einzelscheiben bei VSG	-
L	Achsabstand zweier benachbarter Punkthalter	mm
B	Abstand vom Bohrungsrand zur Plattenkante	mm
b_{Fz}	Spannungsfaktor für die Komponente F_z	-
b_{Fres}	Spannungsfaktor für die Komponente F_{res}	-
b_M	Spannungsfaktor für die Komponente M_{res}	-
σ_{Fz}	Lokale Spannungskomponente für die korrespondierende Auflagerkraft F_z	N/mm ²
σ_{Fres}	Lokale Spannungskomponente für die korrespondierende Auflagerkraft- resultierende F_{res}	N/mm ²
σ_{Mres}	Lokale Spannungskomponente für das korrespondierende Moment M_{res}	N/mm ²
σ_g	Globale Spannungskomponente	N/mm ²
$\max \sigma_1$	Maximale Hauptzugspannung an der Glasoberfläche	N/mm ²
k	Spannungskonzentrationsfaktor	-
T	Tellerdurchmesser	mm
δ_z	Lastverteilungskomponente für Komponente F_z	-
δ_{Fres}	Lastverteilungskomponente für Komponente F_{res}	-
δ_M	Lastverteilungskomponente für Komponente M	-
δ_g	Lastverteilungskomponente für globale Spannungskomponente	-

C.3 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

C.3.1 Nachweis im Punkthalterbereich

C.3.1.1 Der Nachweis erfolgt am statischen System einer punktförmig, elastisch gelagerten Platte, die sich beispielsweise mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode berechnen lässt. Tellerhalter werden durch Balkenelemente mit Ersatzfedern (Wegfedern in x-, y- und z-Richtung und Drehfedern um x- und y-Achse; die z-Achse steht orthogonal zur Plattenebene) abgebildet, um Exzentrizitäten und Haltersteifigkeiten zu berücksichtigen. Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nach DIN 18008-1:2010-12, 8.3, zu führen. Dabei ergibt sich der Bemessungswert der Beanspruchung E_d an der Bohrung aus Gleichung (C.1).

$$E_d = \sigma_{Fz,d} + \sigma_{Fres,d} + \sigma_{Mres,d} + k \cdot \sigma_{g,d} \quad (C.1)$$

C.3.1.2 Die Auflagerreaktionen F_z , F_{res} (Resultierende aus F_x und F_y) und M_{res} (Resultierende aus M_x und M_y) der elastisch gelagerten Platte werden mit Hilfe dimensionsloser Spannungsfaktoren in lokale Spannungskomponenten umgerechnet (Gleichungen (C.2) bis (C.4), Einheiten siehe Tabelle C.1). Für Tellerhalter mit Trennmaterialien, deren Steifigkeiten im Bereich nach Tabelle A.1 liegen, können die Spannungsfaktoren nach Tabelle C.2 und C.3 verwendet werden.

$$\sigma_{Fz} = \frac{b_{Fz}}{d^2} \cdot \frac{t_{ref}^2}{t_i^2} \cdot F_z \quad (C.2)$$

$$\sigma_{Fres} = \frac{b_{Fres}}{d^2} \cdot \frac{t_{ref}}{t_i} \cdot F_{res} \quad (C.3)$$

$$\sigma_{Mres} = \frac{b_M}{d^3} \cdot \frac{t_{ref}^2}{t_i^2} \cdot M_{res} \quad (C.4)$$

Tabelle C.2 — Spannungsfaktoren für eine Referenzscheibendicke $t_{ref} = 10$ mm

Bohrungs- durchmesser d mm	20			25			30			35		
Teller- durchmesser T mm	Spannungsfaktoren											
	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M
50	10,10	3,13	2,77	15,80	3,92	6,17	-	-	-	-	-	-
55	10,10	3,13	2,36	15,80	3,92	5,32	22,75	4,70	10,10	-	-	-
60	10,10	3,13	2,02	15,80	3,92	4,63	22,75	4,70	8,88	30,98	5,48	15,12
65	10,10	3,13	1,75	15,80	3,92	4,06	22,75	4,70	7,85	30,98	5,48	13,47
70	10,10	3,13	1,52	15,80	3,92	3,57	22,75	4,70	6,98	30,98	5,48	12,09
75	10,10	3,13	1,35	15,80	3,92	3,16	22,75	4,70	6,24	30,98	5,48	10,90
80	10,10	3,13	1,23	15,80	3,92	2,81	22,75	4,70	5,59	30,98	5,48	9,85

DIN 18008-3:2013-07

Tabelle C.3 — Spannungsfaktoren für eine Referenzscheibendicke $t_{\text{ref}} = 10 \text{ mm}$

Bohrungs- durchmesser d mm	40			45			50			55		
Teller- durchmesser T mm	Spannungsfaktoren											
	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M	b_{Fz}	b_{Fres}	b_M
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	40,47	6,26	21,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	40,47	6,26	19,18	51,22	7,05	28,54	-	-	-	-	-	-
75	40,47	6,26	17,37	51,22	7,05	25,99	63,24	7,83	36,97	-	-	-
80	40,47	6,26	15,78	51,22	7,05	23,74	63,24	7,83	33,93	76,53	8,61	46,56

C.3.1.3 Der globale Spannungsanteil ergibt sich aus der Plattenberechnung infolge der Belastung als maximale Hauptzugspannung auf der kreisförmigen Begrenzung des „lokalen Bereichs“ (C.5). Der „lokale Bereich“ ist definiert als kreisförmiges Gebiet, das jeden Tellerhalter umgibt. Der Mittelpunkt des lokalen Bereichs entspricht dem Bohrungsmittelpunkt und der Radius r des lokalen Bereichs entspricht dem dreifachen des Bohrungsdurchmessers d .

$$\sigma_g = \max \sigma_1 (R = 3 \cdot d) \quad (\text{C.5})$$

C.3.1.4 Für den Spannungskonzentrationsfaktor k gilt in Abhängigkeit von der Tellerhalterposition:

Halter im Eckbereich: Für $B < \frac{L}{10}$ ist $k = 1,0$

Für $B \geq \frac{L}{10}$ ist k nach Tabelle C.4

Halter im Durchlaufbereich: k nach Tabelle C.4

Tabelle C.4 — Spannungskonzentrationsfaktoren k für zylindrische Bohrungen

Bohrungs- durch- messer d mm	15	20	25	30	35	40
Glasdicke t mm	Spannungskonzentrationsfaktor k					
6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5
8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
10	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
12	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
15	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7

C.3.2 Nachweis im Feldbereich

Für die Ermittlung der Beanspruchung im Feldbereich ist von einer in Scheibenebene gelenkigen und statisch bestimmten Lagerung auszugehen. Der Bemessungswert der Beanspruchung E_d im Feldbereich der Platte an den maßgebenden Stellen folgt aus Gleichung (C.6).

$$E_d = \max \sigma_{1,d} \quad (\text{C.6})$$

C.3.3 Berechnung von VSG

C.3.3.1 Zur Ermittlung der Auflagerreaktionen und Verformungen einer Verbundsicherheitsglasscheibe ohne Berücksichtigung der Verbundwirkung ist die Ersatzdicke t_e anzusetzen nach Gleichung (C.7).

$$t_e = \sqrt[3]{\sum t_i^3} \quad (\text{C.7})$$

C.3.3.2 Der Bemessungswert der Beanspruchung E_d für den Nachweis der Tragfähigkeit der Glasschicht i im Punkthalterbereich ergibt sich für VSG aus Gleichung (C.8). Die zugehörigen Lastverteilungsfaktoren δ sind in Tabelle C.5 angegeben.

$$E_d = \delta_z \cdot \sigma_{Fz,d} + \delta_{Fres} \cdot \sigma_{Fres,d} + \delta_M \cdot \sigma_{Mres,d} + k \cdot \delta_g \cdot \sigma_{g,d} \quad (\text{C.8})$$

Tabelle C.5 — Lastverteilungsfaktoren

δ_z	δ_{Fres}	δ_M	δ_g
$\frac{t_i^3}{\sum_{i=1}^n t_i^3}$	$\frac{t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$	$\frac{t_i^3}{\sum_{i=1}^n t_i^3}$	$\frac{t_i}{t_e}$

C.3.3.3 Ein Bohrungsversatz bzw. Toleranzausgleich durch die unterschiedlichen Bohrungsdurchmesser ist zu berücksichtigen und der Anteil aus F_{res} gegebenenfalls nur der maßgebenden Glasschicht zuzuweisen.

C.4 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis ist nach Abschnitt 8 dieser Norm zu führen. Dabei ist zur Ermittlung der Verformungen von einer Lagerung nach C.3.2 auszugehen.

Anhang D (normativ)

Versuchstechnische Nachweise für Glashalter und Zwischenmaterialien („Prüfvorschrift Punkthalter“)

D.1 Allgemeines

D.1.1 Unter der Bezeichnung „Halter“ bzw. „Glashalter“ ist im Folgenden jeweils der gesamte Glashalter zu verstehen, d. h. Metallbauteile und Zwischenschichten.

D.1.2 Wenn der Halter für unterschiedliche Glasdicken verwendet werden soll, so ist jeweils die ungünstigste für die Versuche zu wählen. Dies gilt sinngemäß auch für die Einspanntiefe bei der Befestigungsmöglichkeit am Gebäude bzw. der Unterkonstruktion.

D.2 Formelzeichen

Tabelle D.1 — Symbole, Bedeutungen und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
F_a	Zielwert	kN
F_u	Last bei Bruch oder Abbruchkriterium	kN
F_{Bruch}	Bruchlast	kN
F_{el}	Last im elastischen Bereich des Halters, bei der noch keine plastische Verformungen auftreten; entspricht $F(w_{\text{el}})$	kN
$F_{\text{el,m}}$	Mittelwert der elastischen Lasten	kN
$F_{\text{el,min}}$	Minimalwert der elastischen Lasten	kN
$F_u^{5\%}$	5 %-Quantilwert der Bruchlasten bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 75 %	kN
w_{Bruch}	Verformung bei Bruch	mm
w_{el}	elastische Verformung	mm
$w_{\text{el,m}}$	Mittelwert der elastischen Verformung	mm
w_u	Verformung bei Bruch oder Abbruchkriterium	mm
$w_{u,m}$	Mittelwert der Verformung bei Bruch oder Abbruchkriterium	mm
C_d	Bemessungswert des Gebrauchstauglichkeitskriteriums	kN
R_k	charakteristischer Wert des Tragwiderstandes	kN
R_d	Bemessungswert des Tragwiderstandes	kN

D.3 Ermittlung der Tragfähigkeit

D.3.1 In den folgenden Versuchen ist der Halter unter sonst gleichen Bedingungen wie bei der späteren Verwendung auf eine starr und unverschieblich gelagerte Stahlplatte zu montieren. Die Lasteinleitung

(Anschluss, Hebelarm) erfolgt entsprechend der geplanten Ausführung. Ist die Einbausituation nicht bekannt, so sind entsprechende Grenzwertuntersuchungen durchzuführen.

D.3.2 Zur Untersuchung der Normalkrafttragfähigkeit ist der Halter durch eine Last normal zur Plattenebene zu belasten. Als Krafrichtung ist die ungünstigere zu wählen, im Zweifelsfall sind beide Richtungen zu untersuchen.

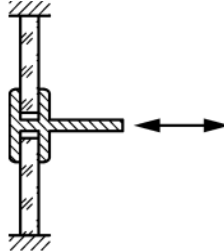


Bild D.1 — Schema zur Untersuchung der Normalkrafttragfähigkeit

D.3.3 Zur Untersuchung der Querkrafttragfähigkeit ist der Halter durch eine Last parallel zur Plattenebene zu belasten. Der Halterarm wird verschieblich eingespannt gehalten. Die Belastung erfolgt durch Aufbringen der Last senkrecht zur Achse des Haltearms. Auf die Einbaulage der Halter ist zu achten. Bei nicht rotationssymmetrischen Haltern (z. B. Halter mit einaxialem Gelenk) sind alle relevanten Einbaulagen zu untersuchen.

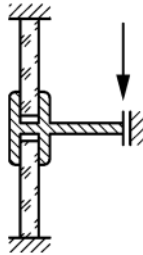


Bild D.2 — Schema zur Untersuchung der Querkrafttragfähigkeit

D.3.4 Falls sich in den Versuchen nach D.3.2 und D.3.3 zeigt, dass die Versagensmechanismen für die verschiedenen Belastungsrichtungen gleich sind, kann von linearer Interaktion ausgegangen werden. Andernfalls ist die Annahme linearer Interaktion durch Versuche unter kombinierter Beanspruchung nachzuweisen.

D.3.5 Je untersuchter Richtung sind mindestens fünf Versuche durchzuführen. Vor Versuchsbeginn ist ein Zielwert F_a festzulegen (z. B. durch Tastversuch), der die nachzuweisende Last für die jeweilige Richtung angibt. Die Lasten sind stufenweise in Schritten von 10 % des Zielwerts F_a aufzubringen. Zwischen den einzelnen Stufen ist vollständig zu entlasten. Die Versuche sind weggesteuert mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 0,1 mm/s durchzuführen.

D.3.6 Bei Erreichen eines der folgenden Kriterien ist der Versuch abubrechen:

- Bruch (mit $F_u = F_{\text{Bruch}}$ und $w_u = w_{\text{Bruch}}$);
- Die Last erreicht den dreifachen Zielwert F_a (mit $F_u = 3 \cdot F_a$ und $w_u = w(F_u)$).

D.3.7 Für jeden Versuch ist eine elastische Verformung w_{el} sowie die zugehörige elastische Grenzlast F_{el} zu ermitteln. Bei F_{el} dürfen am gesamten Halter keine plastischen Verformungen auftreten, und es darf zu keinem Kontakt zwischen der statt Glas eingesetzten Prüfplatte und harten Halterteilen kommen.

DIN 18008-3:2013-07

D.3.8 Es sind die Mittelwerte der elastischen Verformung $w_{el,m}$ und der Verformung beim Bruch bzw. Abbruch $w_{u,m}$ zu bestimmen.

D.3.9 Die charakteristische Tragfähigkeit R_k entspricht dem 5 %-Quantilwert der Bruchwerte bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 75 %. Wird in allen Versuchen die dreifache Last des Zielwertes erreicht, darf der Zielwert als charakteristische Tragfähigkeit angenommen werden. Der Bemessungswert des Tragwiderstandes R_d ergibt sich nach Gleichung (D.1).

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_m \cdot \gamma_{m2}} \quad (D.1)$$

mit

$$\gamma_{m2} = 1,25 - 0,05 \cdot \left[\left(\frac{w_{u,m}}{w_{el,m}} \right) - 1 \right] \geq 1,0 \quad (D.2)$$

$\gamma_m = 1,1$ für metallische Halter

D.4 Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit

D.4.1 Falls durch z. B. korrosive Einflüsse die Funktion des Halters beeinträchtigt werden könnte, so ist dies bei der Bemessung zu berücksichtigen. Alternativ kann die dauerhafte Funktion des Halters versuchstechnisch nachgewiesen werden.

D.4.2 Um die Funktion des Halters dauerhaft sicherzustellen, ist die Grenzlast der Gebrauchstauglichkeit nach Gleichung (D.3) zu beschränken:

$$C_d = \text{MIN} \left[\begin{array}{c} R_d \\ F_{el,min} \end{array} \right] \quad (D.3)$$

Dabei ist

$F_{el,min}$ der Mindestwert der ermittelten elastischen Grenzlast je Belastungsrichtung.

D.5 Ermittlung der Steifigkeitswerte

D.5.1 Aus den Ergebnissen der Versuche nach D.3 werden gemittelte Last-Verformungskurven erstellt, aus denen die Steifigkeitswerte der Halter ermittelt werden können. Ist ein mögliches Spiel der Bauteile erkennbar, ist dieses durch weitere Versuche mit mehreren Lastwechseln zu untersuchen.

D.5.2 Zur Ermittlung der Steifigkeitswerte aus den Versuchen ist bei starren oder elastisch gelenkigen Haltern zusätzlich ein Versuch unter Momentenbeanspruchung nach Bild D.3 durchzuführen. Auf die Einbaulage der Halter ist zu achten. Bei nicht rotationssymmetrischen Haltern (z. B. Halter mit einaxialem Gelenk) sind alle relevanten Einbaulagen zu untersuchen. Aus den gemittelten Last-Verformungskurven können die Rotationssteifigkeiten ermittelt werden.

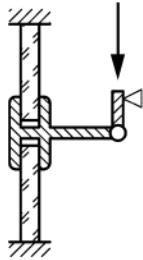


Bild D.3 — Momentenbeanspruchung

D.6 Dokumentation

D.6.1 Der Prüfbericht muss die im Folgenden genannten Daten enthalten:

- Art und Bezeichnung und Hersteller bzw. Lieferant der geprüften Halter;
- Materialien und Materialeigenschaften aller verwendeten Bauteile des Halters (für Metalle sind zumindest die Festigkeitsklasse und für Kunststoffe die Shore-Härte anzugeben);
- Bezeichnung der Prüfmaschine;
- Zielwert F_a ;
- Versuchsaufbau;
- jede Abweichung von dieser Prüfvorschrift, die Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben könnte.

D.6.2 Für jeden Versuch sind zusätzlich folgende Daten zu dokumentieren:

- Belastungsrichtung;
- Bruchlast oder Abbruchlast (F_u);
- Verformungsweg bis zum Bruch oder Abbruch (w_u);
- Versagensmechanismus bzw. Abbruchkriterium;
- die elastische Last F_{el} ;
- die elastische Verformung w_{el} .

D.6.3 Für die Versuche sind je Belastungsart folgende Werte in den Prüfbericht aufzunehmen:

- die Mittelwerte $w_{el, m}$ und $w_{u, m}$;
- die 5 %-Quantile bei 75 % Aussagewahrscheinlichkeit für die Bruchlast ($F_u^{5\%}$) bzw. die Abbruchlast;
- die charakteristischen Werte R_k und die Bemessungswerte R_d und C_d ;
- eine graphische Darstellung der Last-Verformungskurven;
- die ermittelten Federsteifigkeiten.

Literaturhinweise

- [1] Siebert B.; Beitrag zur Berechnung von punktgehaltenen Gläsern. Dissertation 2004, Technische Universität München
- [2] Albrecht N.; Lastabtragungsmechanismus im Lochbereich punktgestützter Glastafeln, Dissertation 2004, Universität Karlsruhe
- [3] Beyer J.; Ein Beitrag zum Bemessungskonzept für punktgestützte Glastafeln, Dissertation 2007, Technische Universität Darmstadt
- [4] Schneider J.; Festigkeit und Bemessung punktgelagerter Gläser und stoßbeanspruchter Gläser, Dissertation 2001, Technische Universität Darmstadt