

Bernhard Weller/ Silke Tasche

Glasbau 2021

- das Buch umfasst alle wesentlichen aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet des konstruktiven Glasbaus und der Fassadentechnik
- mit aktuellen Beispielen ausgeführter Bauwerke- Autoren sind führend in Forschung und Praxis
- Autoren sind führend in Forschung und Praxis

Der konstruktive Glasbau ist einer der dynamischsten Bereiche des Ingenieurbaus. Namhafte Autoren beschreiben in diesem jährlich erscheinenden Buch den aktuellen Wissensstand in Theorie und Praxis.



2021 · 432 Seiten · 284 Abbildungen ·
33 Tabellen

Softcover

ISBN 978-3-433-03327-2 € 39.90*

ÜBER DAS BUCH

Das vorliegende Buch präsentiert in zahlreichen Beiträgen renommierter Fachleute den aktuellen Stand der Technik im konstruktiven Glasbau. Die Planung und die Ausführung wegweisender Glasarchitektur werden ausführlich erläutert, die Bemessung und die Konstruktion tragender Glasbauteile praxisgerecht erklärt. Die Optimierung zukunftsfähiger Gebäudehüllen wird in gleicher Tiefe behandelt wie die energetische Sanierung denkmalgeschützter Fassaden. Nicht zuletzt vermitteln die jüngsten Ergebnisse anerkannter Forschungseinrichtungen einen zuverlässigen Einblick in die Leistungsfähigkeit des gesamten Glasbaus.

BESTELLUNG

Anzahl	ISBN /	Titel	Preis
	978-3-433-03327-2	Glasbau 2021 [...]	€ 39.90*

☐ Privat

☐ Geschäftlich

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:

Tel. +49 (0)30 47031-236

Fax +49 (0)30 47031-240

marketing@ernst-und-sohn.de

108208 Free Shipping

Firma UST-ID Nr.

Name Vorname Telefon

Straße Nr.

PLZ/Ort/Land E-Mail

www.ernst-und-sohn.de/3327

Datum/Unterschrift

BESTELLEN

+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3327

Vorwort

Das Glasbau 2021 Jahrbuch berichtet in fünfunddreißig Beiträgen namhafter Autoren über die aktuellen Entwicklungen des konstruktiven Glasbaus und der Fassadentechnik. Nachhaltige und resiliente Fassadensysteme der Zukunft stehen im Fokus der Diskussion ebenso wie die Bewertung neuer Materialien und Technologien.

Der Teil „Bauten und Projekte“ thematisiert anschaulich die Herausforderungen und Möglichkeiten der Revitalisierung bestehender Gebäude. Nationale und internationale Projekte werden in Entwurf und Planung sowie in Konstruktion und Detail vorgestellt. Die Nachhaltigkeit zukünftiger Fassaden wird in besonderem Maße diskutiert.

Der Teil „Bemessung und Konstruktion“ berichtet zuerst zum Stand der Überarbeitung der Teile 3, 4 und 5 der DIN 18008. Die Bemessung von transparenten Gebäudehüllen mit hohen seismischen Anforderungen wie auch das Tragverhalten von breiten Silikonfugen werden umfassend beschrieben und in ihrer Ausführung bewertet.

Der Teil „Forschung und Entwicklung“ berichtet über intelligente Silikonklebstoffe zur Schadensdetektion, flüssigkeitsgefüllte Isolierverglasungen mit geklebtem Randverbund sowie die Simulation hyperelastischer Klebverbindungen. Weitere Beiträge dienen der Entwicklung numerischer Modelle zur Resttragfähigkeit von VG und VSG.

Der Teil „Bauprodukte und Bauarten“ berichtet über innovative Verbundgläser mit integrierten Funktionen zum Einsatz in der Fassade. Transparente Abstandhalter aus Silikon für Isolierglaseinheiten werden vorgestellt. Weitere Beiträge thematisieren die Bestimmung der Eigenschaften von EVA- und PVB-basierten Zwischenschichten.

Den Autoren sei für die sorgfältige Erstellung der anspruchsvollen Beiträge herzlich gedankt. Großer Dank gebührt auch den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirats für die kritische Sichtung der Beiträge. Ein besonderer Dank gilt Frau Stürmer und Frau Rechlin im Verlag Ernst & Sohn für die immer wieder gute Zusammenarbeit.

Wesentlicher Dank gebührt schließlich den Mitgliedern des Bundesverbandes Flachglas e. V., die Forschung und Entwicklung im Glasbau nachhaltig fördern und zuverlässig vorantreiben. Der Bundesverband Flachglas e. V. hat die Herstellung des vorliegenden Glasbau 2021 Jahrbuches in entscheidendem Umfang unterstützt.

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller
Dr.-Ing. Silke Tasche

Dresden, März 2021

Inhaltsverzeichnis

Vorwort V

Bauten und Projekte

Nachhaltige Fassadensysteme – Beispiele aus Forschung und Praxis 1

Lucio Blandini, Giulia Peretti, Florian Starz

ONE FORTY WEST – Hybrid-Design-Tower in Frankfurt 13

Jürgen Einck

Die Gebäudehülle in der Kreislaufwirtschaft und die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen 27

Laura Craft, Christian Müller, Stefan Marinitsch

Maximale Transparenz – Messturm Frankfurt 39

Alexandra Mrzigod, Mirjam Kleinstück, Florian Starz, Roland Bechmann, Steffen Feirabend, Stefan Kloker, Peter Eckardt, Martien Teich

Die Glasstrukturen der Aussichtsplattform „Edge“ 49

Michael Stein, Eoin Casserly

„GES-2“ Moskau – Verwandlung vom Kraftwerk zur Stätte für Kunst und Kultur – Ein Treffen von historischer Bausubstanz mit modernem Stahl-/Glasbau 61

Stefan Zimmermann, Felix Schmitt

Zwinger Dresden: 1.392 System-Isoliergläser mit speziellen Anforderungen 71

Katja Gerlach

Revitalisierung der Fassade am Commerzbank-Hochhaus Düsseldorf 81

Annalena Stetter, Martin Spoida, Birgit Fröhlich, Michael Engelmann

Bemessung und Konstruktion

Nationale Glasbaunormung – Überarbeitung von DIN 18008 Teile 3, 4 und 5 91
Geralt Siebert

Transparente Gebäudehüllen in Gebieten mit hohen seismischen Anforderungen 103
Matthias Oppe, Roman Schieber, Thiemo Fildhuth, Stefanie Grün

Tragverhalten und Einsatz breiter SG-Silikonverklebungen 117
Thiemo Fildhuth, Florian Scheible, Andreas Luible, Raphael Walach

Design, Engineering und Montage von Glaskonstruktionen in Kanada 129
Martien Teich

Beitrag zur Ermittlung von Temperaturen in Dreischeiben-Isolierverglasungen infolge solarer Einstrahlung 135
Elena Fleckenstein, Paulina Bukieda, Sebastian Rücker, Frank Fischer, Bernhard Weller

Bauordnungsrechtliche und konstruktive Anforderungen für bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV) 149
Frank Ensslen, Tilmann E. Kuhn

Entwicklung von Absturzsicherungen aus Glas – die Evolution eingespannter Brüstungen 165
Geralt Siebert, Barbara Siebert

Forschung und Entwicklung

N46 – Tageslichtlenkung aus Dünnglas 179
Jürgen Neugebauer, Marco Baumgartner

Potenzial von Künstlicher Intelligenz im Bereich von Gebäudehüllen 187
Michael A. Kraus, Michael Drass, Jens Schneider

Klebstoffauswahl zur Realisierung eines geklebten Randverbunds für flüssigkeitsgefüllte Isolierverglasungen 197
Alina Joachim, Felix Nicklisch, Marius Wettlaufer, Bernhard Weller

Intelligenter Silikonklebstoff zur visuellen Schadensdetektion für tragende Stahl-Glas-Verbindungen 215
Mascha Baitinger, Martin Kahlmeyer, Anett Müller, Lars Dähne, Moritz Pritz, Tino Riske, Dennis Kaden, Sarah Eckhardt, Christin Koch

Numerische Simulation hyperelastischer Klebverbindungen unter Berücksichtigung eines neuartigen Materialmodells 231
Benjamin Schaaf, Carl Richter, Markus Feldmann, Elisabeth Touns, Jaan Simon, Stefanie Reese, Robert Seewald, Alexander Schiebahn, Uwe Reisgen

Auslegung von Photovoltaik-Warmfassaden mit Phasenwechselmaterialien (PCM) 243
Christian Popp, Dirk Weiß, Katja Tribulowski, Bernhard Weller

Aussteifungsvermögen von Holz-Glas-Deckenelementen 255
Alireza Fadaei, Andreas Mairhuber, Katharina Holzinger, Werner Hochhauser

Konstitutive Modellierung der Bruchfragmente thermisch vorgespannter Gläser innerhalb der Plastizitätstheorie – Experiment und Numerik 271
Michael Kraus, Alexander Pauli

Subkritisches Risswachstum in Glas in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen 283
Christopher Brokmann, Stefan Kolling, Jens Schneider

Bewertung der Ressourceneffizienz einer neu entwickelten Holz-Glas-Hülle im mehrgeschossigen Hochbau 295
Alireza Fadaei, Daniel Stephan

Planungsschritte zur Umsetzung eines Ganzglaspavillons nach dem Faltwerkprinzip 307
Isabell Schulz, Michael Drass, Martien Teich, Jens Schneider

Klimaeffiziente Gebäudehüllen – Planungsszenarien im architektonischen Kontext 319
Jutta Albus, Lena Rehnig

Tragverhalten von gebrochenem Verbundsicherheitsglas aus Einscheibensicherheitsglas im biaxialen Spannungszustand 329
Frank Wellershoff, Marcus Illguth, Timo van der Horst

Biegezugfestigkeit von emailliertem Flachglas unter Variation des Farbauftrages 345
Jan Wünsch, Jost Wittwer, Bernhard Weller

Ermittlung und Evaluation des interlaminaren Schubmoduls von Polyvinylbutyral mit faseroptischen Sensoren 355
Thorsten Weimar, Christian Hammer

Bauprodukte und Bauarten

Resilient bauen – Fassaden, Strukturen und Prozesse 367
Winfried Heusler, Daniel Arztmann, Ksenija Kadija

Untersuchungen zur Vernetzung EVA-basierter Verbundfolien und daraus resultierender Eigenschaften 379
Steffen Bornemann, Nishanth Thavayogarah, Kristin Riedel

**Bestimmung und Überprüfung der Kennwerte für die Eigenschaft
der Module von PVB-Folien 393**

Wim Stevels, Matthias Haller, Pol D'Haene

**Liquid Composites, der Schlüssel zur Integration von Funktionen
in die Fassade 401**

Christian Scherer, Chris Davis, Wolfgang Wittwer

**Maximierung der Transparenz von Fassaden mit Abstandhaltern
aus kristallklarem Silikon 413**

Valérie Hayez, Frederic Gubbels, Gregory Chambard

Autoren 425

Schlagwörter 427

Keywords 429

Inserentenverzeichnis 431

Nationale Glasbaunormung – Überarbeitung von DIN 18008 Teile 3, 4 und 5

Geralt Siebert¹

¹ Universität der Bundeswehr München, Institut und Labor für Konstruktiven Ingenieurbau, Professur Baukonstruktion und Bauphysik, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg, Deutschland

Abstract

Nachdem die Teile 1 und 2 der DIN 18008 mit Datum Mai 2020 (endlich) im Weißdruck erschienen sind, werden die darauf abgestimmten Teile 3, 4 und 5 überarbeitet. Der Beitrag gibt einen Überblick über die angedachten Änderungen sowie Hintergründe dazu. Die Novellierung des Bauordnungsrechts macht – wie auch schon bei den Teilen 1 und 2 – einige Änderungen erforderlich (Stichworte VSG, Heißlagerung von ESG). Der Entwicklung des Stands der Technik sind die meisten Änderungen bzw. Erweiterungen geschuldet, beispielhaft sind zu nennen die Berücksichtigung von flächenbündigen Punkthaltern in konusförmigen Glasbohrungen, eine Überarbeitung der Klassifizierung und Nachweisführung absturzsichernder Verglasungen oder die Diskussion über Aufnahme von Regelungen für Ganzglasanlagen geringerer Einbauhöhe. Abschließend ein kleiner Ausblick auf die Situation der europäischen Normungsaktivitäten.

National glass design standardization – Revision of DIN 18008 parts 3, 4 and 5. After Parts 1 and 2 of DIN 18008 with the date May 2020 (finally) have been published in final version, Parts 3, 4 and 5 will be revised. This article gives an overview of the planned changes as well as background information. The amendment of the federal building laws makes some changes necessary, as it was already the case with Parts 1 and 2 (keywords laminated safety glass, heat soak test of tempered safety glass). The development of the state of the art is the reason for most of the changes and extensions, for example the consideration of flush point fixings in conical glass holes, a revision of the classification and verification of barrier glazing, the discussion about the inclusion of regulations for all-glass systems of lower installation height. Finally, a brief outlook on the situation of European standardization activities is given.

Schlagwörter: *Normung, DIN 18008, bauartspezifische Anforderungen, Senkkopfhalter, Ganzglasanlagen, absturzsichernde Verglasung*

Keywords: *standardization, DIN 18008, construction technique related requirements, flush point fixing, all-glass structures, barrier glazing*

1 Allgemeines

Parallel mit der kontinuierlichen Entwicklung der Normung im Konstruktiven Glasbau sind in den letzten Jahren in dieser Veröffentlichungsreihe jeweils Beiträge mit kurzen Erläuterungen erschienen. Einen Überblick über die Teile 1 bis 5 von DIN 18008 [1], [2] in der aktuell noch eingeführten Fassung gibt der Beitrag 2013 [3], die Einbettung der unterschiedlichen Vorschriften zur Glasbemessung in das (seinerzeitige) Baurecht, den Stand deren Einführung sowie ein kurzer Überblick europäischer Aktivitäten in diesem Bereich erfolgte 2015 in [4]. Im Beitrag 2016 [5] wurde neben einem Ausblick auf die seinerzeit angedachten Änderungen von Teil 1 und 2 die Schlussfassung von Teil 6 [6] thematisiert sowie wiederum kurz die aktuelle Situation der europäischen Normung dargestellt. 2017 [7] wurde ausführlicher berichtet über die damals in erster Endabstimmung befindlichen Änderungen von Teil 1 und 2, die sich aus Erfahrungen mit der praktischen Anwendung sowie dem zwischenzeitlich erfolgten technischen Fortschritt ergaben wie der Einführung eines stufenweisen Nachweises für Mehrscheiben-Isolierglas bis 2 m², Berücksichtigung der Glasdicke von 2 mm, Aufnahme von Definitionen und konsequente Verwendung einheitlicher Begrifflichkeiten. Die Auswirkungen des sog. „EuGH-Urteil“ [8] auf die bauaufsichtlichen Regelungen mit Umbau des Bauordnungsrechts schließlich wurden 2018 [9] ausführlicher erläutert, einschließlich der in der überarbeiteten Fassung von DIN 18008 Teil 1 und 2 enthaltenen Lösungsansätze für die damit verbundene Problematik der Verwendung von ESG und dessen Heißlagerungstest.

Zwischenzeitlich wurde nach Veröffentlichung der Entwurfsfassung 2018 [10] und der darauf folgenden Kommentarberatungen die (zweite) Entwurfsfassung [11] 2019 in einer Einspruchssitzung diskutiert, nach abschließender Bearbeitung war eine Veröffentlichung als Weißdruck Ende 2019 erwartet. Im Beitrag 2020 [12] wurde die schrittweise Entwicklung je eines Abschnittes in Teil 1 (Glas mit sicherem Bruchverhalten bis Brüstungshöhe) und Teil 2 (alternative Nachweisführung für Mehrscheiben-Isolierglas mit geringerer Schadensfolge) zusammenfassend dargestellt sowie – der Vollständigkeit halber – die weiteren Änderungen – insbesondere zu bauartspezifischen Anforderungen – nochmals kurz angesprochen und abschließend kurz auf die europäische Normung geblickt. Mit der Einspruchssitzung zur zweiten Entwurfsfassung konnte die Überarbeitung der Teile 1 und 2 schließlich – bis auf redaktionelle Anpassungen – abgeschlossen werden, die Endfassung (Weißdruck) ist mit Datum Mai 2020 veröffentlicht.

Neben europäischer Spiegelarbeit zur EN 16612 und dem *Eurocode für Glas* hat sich der zuständige DIN-Arbeitsausschuss seit Mitte 2019 der turnusgemäßen Überprüfung der Teile 3, 4 und 5 [2] gewidmet. In diesem Beitrag werden die angedachten Änderungen mit Erläuterung der Hintergründe dargestellt. Die Diskussionen zur Überarbeitung der Teile 3, 4 und 5 sind derzeit noch nicht abgeschlossen, eine Umsetzung in Normentwürfe erfolgt sukzessive parallel. Insofern sind die im Folgenden dargestellten Überlegungen primär gedacht, um der Fachwelt Einblick in die laufende Überarbeitung zu gewähren und für Beiträge zu motivieren.

2 Überarbeitung der Teile 3, 4 und 5

2.1 Allgemeine Änderungen

Neben redaktionellen Änderungen und der Aktualisierung von Verweisen auf Normen ergibt sich auch aus der abgeschlossenen Überarbeitung der Teile 1 und 2 [13] die Notwendigkeit von Anpassungen. So wurde in Teil 1 zur Verbesserung des Verständnisses und Vermeidung von ungewollten Fehlinterpretationen in einem informativen Anhang A die verwendeten Bezeichnungen von Glasprodukten zusammengestellt und durch Text und Zeichnung erläutert. Konsequenterweise sind nunmehr auch in den Folgeteilen ausschließlich diese Bezeichnungen zu verwenden, anderslautende Begriffe im Zuge der Überarbeitung entsprechend zu ersetzen.

Die Aufnahme der Glasdicken 2 mm und 25 mm sowie Streichung der Begrenzung auf ebene Verglasungen erfordert keine Anpassungen in den Teilen 3–5.

Durch das EuGH-Urteil [8] ist bekanntermaßen ein Umbau des deutschen Bauordnungssystems nötig geworden, eine grundlegend überarbeitete MBO [14] sowie darauf abgestimmte MVVTB [15] bzw. aktualisiert [16] dienen als Basis für eine Umsetzung in das jeweilige Landesrecht. In Übereinstimmung mit BauPVO [17] kann von Hersteller oder Lieferant eine Leistungserklärung für ein Bauprodukt oder einen Bausatz abgegeben werden, wenn es bspw. in einer harmonisierten EN (hierzu vgl. [18], [19]) geregelt ist. Sofern die im CE-Zeichen erklärten Leistungen die bauaufsichtlichen Anforderungen nicht erfüllen, sind weitere Nachweise vorzulegen, vgl. Bild 1. Die bauaufsichtlichen Anforderungen sind dabei nicht pauschal, sondern abhängig von der Verwendung des Bauproduktes, d.h. bauartspezifisch, zu formulieren. Dies erfolgt vorzugsweise in entsprechenden Bemessungsnormen wie DIN 18008.

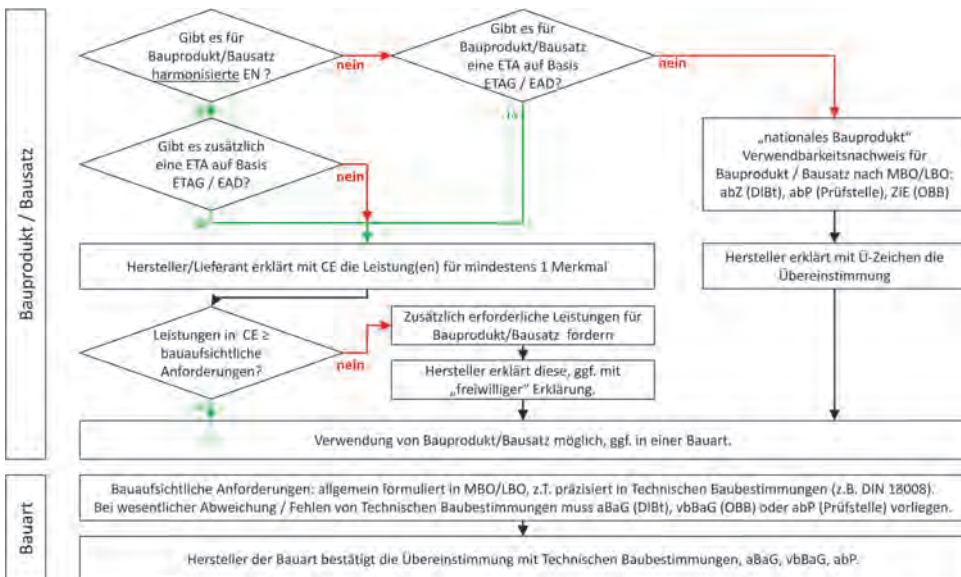


Bild 1 Ablaufdiagramm zur Verwendung von Bauprodukten/Bausätzen und Bauarten nach erfolgtem Umbau des Bauordnungssystems, nach [20]

In Teil 1 von DIN 18008 wurden so in einem neuen Anhang B.2 Bedingungen an Verbundsicherheitsglas (VSG) mit Polyvinylbutyral (PVB) formuliert, Teil 2 von DIN 18008 für linienförmig gelagerte Verglasungen enthält im neuen Anhang C Maßnahmen zur Sicherstellung erforderlicher Zuverlässigkeit für einen Einsatz monolithischen Einscheiben-Sicherheitsglases (ESG) über 4 m Einbauhöhe.

2.2 Überarbeitung Teil 3

Die Überarbeitungen in Teil 3 tragen dem oben angesprochenen Umbau des Bauordnungssystems Rechnung und sind ansonsten begründet in Fortschritten von Technik und Wissenschaft sowie positiven Erfahrungen in der Baupraxis.

In Analogie zur Erweiterung von Teil 2 [13] sollten zukünftig nach Teil 3 ebenfalls nur an einem Rand gelagerte (auskragende) Vertikalverglasungen innerhalb des Geltungsbereichs der Norm sein. Insbesondere für die Realisierung von absturzsichernden Verglasungen mit einer Lagerung nur durch Punkthalterpaare an der unteren Glasseite ist dies eine nötige Voraussetzung.

2.2.1 Senkkopfhalter in konusförmigen Bohrungen

Seit Veröffentlichung des aktuell eingeführten Normenteils 3 wurden im Bereich der Punkthalter neue Forschungsergebnisse [21] [22] erarbeitet, die hinsichtlich der rechnerischen Abbildung von Punkthaltern Präzisierungen ermöglichen, beispielsweise hinsichtlich der Auswirkung von Vorspannung oder Reibung. Neben der Verfeinerung von Berechnungsmodellen sollen als wesentliche Erweiterung zukünftig neben Tellerhaltern in zylindrischen Bohrungen auch konusförmige Bohrungen und damit flächenbündiger Punkthalter berücksichtigt werden, vgl. Bild 2. Bezüglich der Geometrie (vgl. Bild 3) wird nur der häufigste Senkwinkel von 90° geregelt, als minimale Senktiefe s sind 4 mm vorgesehen, wobei das Verhältnis Senktiefe s zu Scheibendicke t zwischen 0,2 und 0,8 liegen soll.

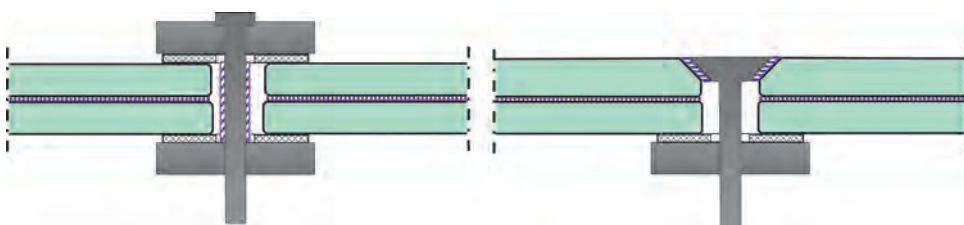


Bild 2 Links: Tellerhalter in zylindrischer Bohrung; Rechts: flächenbündiger Senkkopfhalter in konusförmiger Bohrung

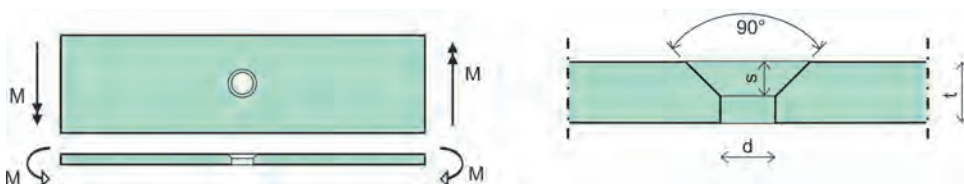


Bild 3 Links: Skizze des Referenzfalls für die Verifizierung von Finite-Element-Modellen; Rechts: Geometrie der Bohrung für Senkkopfhalter

Im Vergleich zu Tellerhaltern in zylindrischen Bohrungen sind Senkkopfhalter hinsichtlich der rechnerischen Modellierung sensibler und aufwendiger. Deshalb wird der entsprechende Anhang mit Hinweisen zur Verifizierung im Bohrungsbereich von Finite-Element-Modellen angepasst bzw. erweitert. Dazu wird eine abgewandelte Geometrie des bekannten Referenzfalls „ebene Platte mit mittigem Loch unter Randmomenten“ mit zugehöriger Lösung aufgenommen (vgl. Bild 3).

Insbesondere wegen der teilweise konusförmigen Glasbohrung wird hier zwingend eine Modellierung auch in Dickenrichtung erforderlich. Unter den Randbedingungen, dass einerseits günstig wirkender Schubverbund einer Zwischenfolie oder Zwischenschicht nicht angesetzt werden darf, andererseits die geometrischen Verhältnisse insbesondere im Bereich des Senkkopfhalters und der Bohrung unverzerrt abzubilden sind, sollte statt einer Ersatzdicke mit einem (reduzierten) ideellen E-Modul für das monolithisch angenommene Verbund-Sicherheitsglas gerechnet werden. Für die praktische Anwendung werden die entsprechenden Formeln zur Bestimmung des Ersatz-E-Moduls wie auch für die Auswertung der Berechnungen bereitgestellt.

Im Zuge dieser Erweiterung werden die in der aktuell eingeführten Fassung für zylindrische Bohrungen noch für den Werkstoff Stahl angegebenen Gleichungen für das Material Glas angepasst.

2.2.2 Bohrungsabstände

In den Produktnormen der vorgespannten Gläser sind Mindestabmessungen für Rand- und Bohrungsabstände definiert, vgl. Bild 4 oben. DIN 18008 fordert bei Unterschreitung der Abstände von 80 mm für die Nachweise der Tragfähigkeit als Festigkeit lediglich die des jeweiligen Basisglases anzusetzen, d. h. die positive Wirkung aus der thermischen Vorspannung kann nicht genutzt werden.

Neuste Forschungsergebnisse geben Anlass zur Hoffnung, mittels Messungen und objektiver Auswertungen der Anisotropie Aussagen zum Vorspannungszustand an der Glasoberfläche treffen zu können – und dadurch die in der Bemessungsnorm definier-

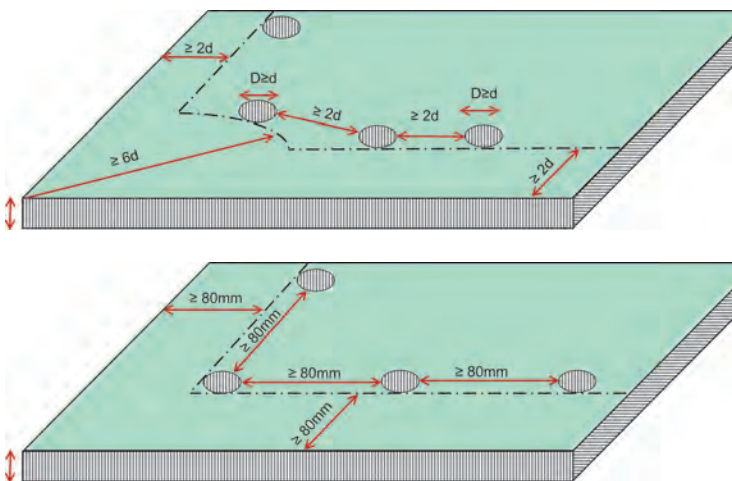


Bild 4 Bohrungsgeometrie nach Produktnorm (oben) und nach Bemessungsnorm DIN 18008 (unten), d = Plattendicke, D = Bohrungsdurchmesser

ten 80 mm Minimalabstände von Bohrungen zum Rand sowie untereinander gegebenfalls ohne Reduktion der Festigkeit verkleinern zu können. Über eine normative Umsetzung wird nach der wissenschaftlichen Aufarbeitung der Fragestellung diskutiert.

2.2.3 Ganzglasanlagen

Trennwände, Tür- und Windfanganlagen sowie Eingangsbereiche können unter dem Begriff *Ganzglasanlagen* zusammengefasst werden. Eine erwünschte Berücksichtigung von Ganzglasanlagen in DIN 18008 wäre denkbar. In der Baupraxis bewährte Lösungen weichen jedoch von den derzeitigen Regelungen in DIN 18008 ab, die für Glasbau anderer Dimension und Schadensfolge ausgelegt sind. Insofern wären hier spezielle, bauartspezifische Regelungen denkbar, begründet in einer abweichenden (reduzierten) Schadensfolge.

Das Konzept abgestufter Sicherheitsniveaus wird in DIN 18008 an verschiedenen Stellen bereits angewandt, unter Berücksichtigung der Schadensfolge bei Auftreten eines Bruches finden sich bauartspezifisch Abweichungen von den Standardregeln. So sind in Teil 4 wie schon in der TRAV die Pendelfallhöhen für den versuchstechnischen Nachweis abgestuft. In der überarbeiteten Fassung von Teil 2 [13] ist unter 6.1.4 geregelt, dass die Nachweise für Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) bei Randbedingungen mit erwarteter geringerer Schadensfolge (pauschal durch Größenbeschränkung und Glasaufbauten festgestellt) mit reduzierten Teilsicherheitsbeiwerten geführt werden dürfen.

Ein ähnlicher Weg ist für die Regelung von Ganzglasanlagen vorstellbar, wobei zur Unterstützung der Normungsarbeit Nachweise wie Versuchsergebnisse hilfreich wären. Andernfalls, d.h. wenn mangels aussagekräftiger Unterlagen eine bauartspezifische Regelung für Ganzglasanlagen nicht erfolgt, würden diese Anwendungen bei Abweichungen von DIN 18008 – und nach Erfahrung der Praxis ist dies in den meisten Fällen gegeben – weiter im „Graubereich“ mit entsprechender Verantwortung bei Ausführenden (und ggf. Planenden) verbleiben.

2.2.4 Bauartspezifische Anforderungen

Wie auch für linienförmig gelagerte Verglasungen in Teil 2 werden für punktförmig gelagerte Verglasungen in Teil 3 Präzisierungen von bauartspezifischen Anforderungen erforderlich gesehen. Um der Problematik eines möglichen Spontanversagens von Einscheibensicherheitsglas (ESG) durch Einschlüsse von Nickelsulfid und der geeigneten Heißlagerung zur Reduzierung der Versagenswahrscheinlichkeit punktförmig gelagerter Gläser zu begegnen, wird auch in Teil 3 ein Anhang mit Maßnahmen zur Sicherstellung erforderlicher Zuverlässigkeit für einen Einsatz von monolithischem heißgelagertem ESG über 4 m Einbauhöhe aufgenommen. Eine mögliche baupraktische Umsetzung ist wiederum durch Verwendung von ESG-Gläsern mit dem RAL Gütezeichen 525 ESG-HF gegeben.

2.3 Überarbeitung Teil 4

Die Überarbeitungen in Teil 4 sind primär begründet in Fortschritten von Technik und Wissenschaft sowie positiven Erfahrungen in der Baupraxis.

2.3.1 Klassifizierung und Kategorien

DIN 18008 Teil 4 teilt im Anwendungsbereich absturzsichernde Verglasungen in die Kategorien A, B und C ein, Bild 5. Während bei Kategorie A die absturzsichernde Funktion allein über die einzelnen Glaselemente sichergestellt wird, fungiert das Glas bei Kategorie C lediglich als ausfachendes Bauteil, Holmlasten werden von tragenden Elementen aus anderem Material abgetragen. Kategorie B ist quasi dazwischen eingeordnet, die Verglasungen tragen Holmlasten ab, sind aber mittels eines die einzelnen Glaselemente verbindenden Handlaufs miteinander verbunden; im Fall des Bruchs einer oder mehrerer Glasscheiben eines VSG-Elementes beteiligen sich die Nachbar-elemente an der Abtragung der Holmlasten.

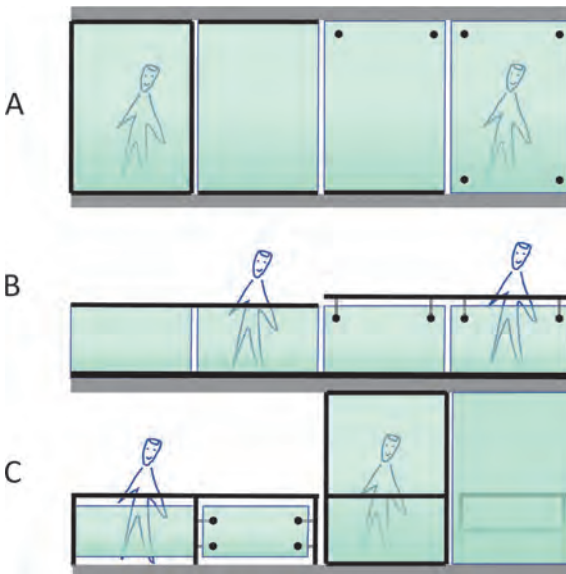


Bild 5 Beispiele für absturzsichernde Verglasungen, klassifiziert nach DIN 18008-4

Einzig bei Kategorie B wird die Lagerung bzw. das statische System definiert, die Klassifizierung von Kategorie B schränkt auf „unten eingespannte Glasbrüstungen“ ein. In der Baupraxis sind diesbezüglich Missverständnisse bzw. Fehlinterpretationen aufgetreten, eine formale Regelungslücke von DIN 18008 wird offenbart, vgl. auch Bild 6:

- Unten eingespannte Glasbrüstungen werden pauschal als Kategorie B klassifiziert, auch wenn es sich nur um EIN einzelnes Element handelt. Da benachbarte Elemente fehlen, die sich im Bruchfall an einem Abtrag der Holmlasten beteiligen, handelt es sich jedoch tatsächlich
 - bei fehlendem Anschluss des Handlaufs an eine tragende Baukonstruktion formal um Kategorie A; da eingespannte Gläser nicht innerhalb des Geltungsbereichs von DIN 18008-2 und 3 sind, ist die Verwendbarkeit für diese Anwendung durch eine vorhabenbezogene oder allgemeine Bauartgenehmigung (vbBaG oder aBaG) nachzuweisen – und zwar unabhängig ob mit oder ohne Handlauf/Kantenschutz.
 - bei beidseitigem Anschluss des Handlaufs an eine tragende Konstruktion ist die Verglasung nur ausfachend, formal also Kategorie C, abhängig von der Einstands-

tiefe des Handlaufs zweiseitig (oben und unten) gelagert (wobei die Einspannung unten dann auch gelenkig ausgeführt werden könnte und unnötig ist) oder außerhalb des Geltungsbereichs von DIN 18008-2 und 3.

- Häufig haben Glaselemente mehrere Funktionen, neben Raumabschluss kann eine absturzsichernde Funktion dazukommen. Ein Beispiel sind auf Fußbodenniveau eingespannte oder auch linienförmig gelagerte Verglasungen, die an einem Treppenlauf oder einer darüberliegenden Decke zusätzlich durch Punkthalter gelagert werden. Wenn die Glaskonstruktion einen Handlauf aufweist, sodass benachbarte Glaselemente sich an der Abtragung von Holmlasten beteiligen, könnte dies in Analogie des Tragverhaltens als Kategorie B klassifiziert werden. Formal außerhalb des Geltungsbereichs der DIN 18008 ist aktuell dennoch ein Verwendbarkeitsnachweis in Form einer vbBaG oder aBaG zu erbringen, ein allgemeines bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) kann nicht ausgestellt werden.

Dementsprechend sollte für Kategorie B die Beschränkung auf unten eingespannte Lagerungen überdacht werden, für Kategorie A – analog zu Kategorie B – eine außergewöhnliche Bemessungssituation betrachtet werden, insbesondere wenn zukünftig eingespannte Vertikalverglasungen im Regelungsbereich der DIN 18008 sind.

Damit unmittelbar im Zusammenhang steht die Frage bzw. Differenzierung der Nachweise – und zwar für statische wie auch stoßartige Einwirkungen – in Abhängigkeit der Existenz und Wirksamkeit eines Kantenschutzes.

2.3.2 Außergewöhnliche Bemessungssituation

Im Zuge der Nachweise absturzsichernder Verglasungen sind Grenzzustände der Tragfähigkeit für statische sowie für stoßartige Einwirkungen zu führen. In der aktuellen Fassung wird ausschließlich für absturzsichernde Verglasungen der Kategorie B die Betrachtung einer außergewöhnlichen Bemessungssituation gefordert. Dabei wird für die Situation geschützter Kanten vom Ausfall der stoßzugewandten Glasscheibe ausgegangen, während bei ungeschützten Kanten der Ausfall eines kompletten VSG-Einfachglases zu betrachten ist. Dabei ist nachzuweisen, dass zum einen der durchgehende

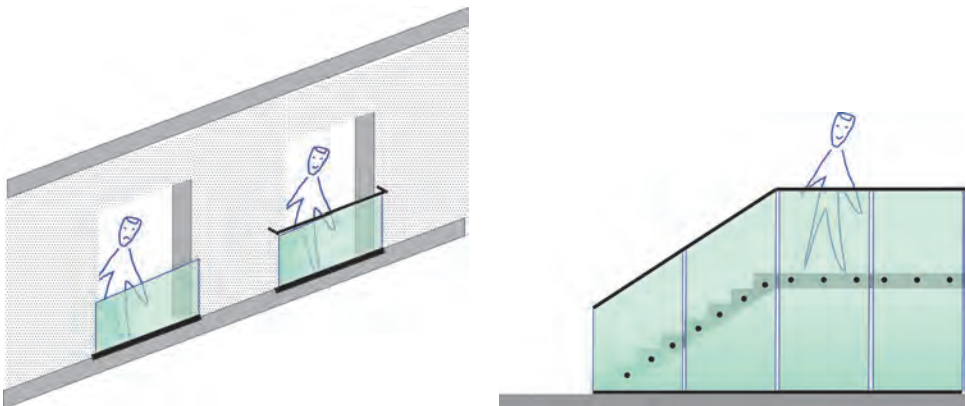


Bild 6 Beispiele für Fehlinterpretation von Kategorie B; Links: eingespannte Glasbrüstungen ohne Handlauf außerhalb der DIN 18008 und mit seitlich angeschlossenem Handlauf Kategorie C; Rechts: Regelungslücke und denkbare Erweiterung der Kategorie B

Handlauf die angesetzten Holmlasten zuverlässig auf Nachbarelemente weiterleiten kann und zum anderen die Nachbarelemente diese weitergeleiteten Zusatzbeanspruchungen noch abtragen können. Die Diskussionen sind noch nicht abgeschlossen, inwieweit die außergewöhnliche Bemessungssituation zum einen auch für Kategorie A angewendet werden sollte und zum anderen konsequent in Übereinstimmung mit EN 1990 [23] als „Situation nach einem außergewöhnlichen Ereignis“ (eben dem Glasbruch) verstanden werden sollte – und nicht die Holmlast nach einem Bruch von Glaselementen als außergewöhnliche Einwirkung A zu behandeln.

2.3.3 Pendelfallhöhen

Die Pendelfallhöhen im Bauteilversuch zum Nachweis der Stoßsicherheit sind abhängig von der Kategorie – und damit der erwarteten Schadensfolge – abgestuft. In den Regelungen Österreichs [24] und der Schweiz [25] wird eine weitere Differenzierung der Pendelfallhöhen abhängig von der Nutzungskategorie vorgenommen. Ein analoges Vorgehen in DIN 18008 ist überlegenswert.

2.3.4 Nachgewiesene Glasaufbauten

Es wird geprüft, ob die seinerzeit aus der TRAV [26] übernommenen Aufbauten mit bekannt positiven Versuchsergebnissen auf Basis freigegebener allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse (abP) erweitert werden können. Hier sind insbesondere die linienförmig gelagerten Verglasungen (Tabelle B.1) im Fokus.

2.3.5 Pressleistenverschraubung und Anschluss der Befestigung

Bei durchgeführten Pendelschlagversuchen zeigt sich – insbesondere bei randnahen Auftreffpunkten zweiseitig gelagerter Verglasungen der Kategorie A mit einer Fallhöhe von 900 mm – auch ein Versagen von Pressleistenverschraubungen. Nachdem die Streuung der Materialeigenschaften und dadurch bedingt auch zu berücksichtigendes Sicherheitsniveau von Glas und Metall unterschiedlich sind, wird überlegt inwieweit hier eine Verschärfung der Anforderungen für die Verschraubungen oder eine Anpassung der Versuchsdurchführung der Situation besser gerecht wird. Insbesondere unter Berücksichtigung der bei realem Anprall einer Person auf Verglasung auftretenden Beanspruchung und den Vergleich mit den Beanspruchungen beim Pendelschlagversuch sprechen für die zweite Option.

Als Antwort auf die häufig aufgeworfene Frage „Was gehört mit zur Lagerungskonstruktion bzw. muss (noch) gegen Stoß nachgewiesen werden?“ sollen die Grenzen bzw. Schnittstellen klargestellt werden. Ist mit dem Stoß bzw. der Stoßersatzlast zu beaufschlagen die unmittelbar in Kontakt mit Glas stehenden Halter bzw. Rahmen, die diese befestigenden Laschen bzw. Bolzen, die zur Verankerung genutzten Dübel oder gar die als Verankerungsgrund dienende Wand?

2.4 Überarbeitung Teil 5

Der aktuelle Stand der Überarbeitung von Teil 5 betrifft im Wesentlichen kleinere redaktionelle Anpassungen.

3 Europäische Normung

Die in Endfassung veröffentlichte EN 16612 [27] hat im bauaufsichtlich relevanten Baugeschehen in Deutschland keine Bedeutung.

CEN TC 250 SC11 erarbeitet einen Eurocode für Glas, die als Vorstufe zum Eurocode zu erstellenden Technische Spezifikation prCEN/TS 19100 [28] wurde finalisiert. Im Sinne einer zügigen Konsensfindung ist eine Vielzahl von Regelungsinhalten in nationaler Kompetenz belassen. Derzeit durchläuft prCEN/TS 19100 die formalen Schritte, eine Veröffentlichung wird im ersten Halbjahr 2021 erwartet.

4 Zusammenfassung und Ausblick

So wie die bereits erfolgte Überarbeitung der Teile 1 und 2 den Planenden gegenüber der aktuell eingeführten Vorgängerversion neue Möglichkeiten und Planungsfreiheiten – selbstverständlich verbunden mit entsprechender Verantwortung – bietet, werden im Zuge der begonnenen Überarbeitung der Teile 3, 4 und 5 neben redaktionellen Anpassungen ebenfalls bauartspezifische Anforderungen aufgenommen, technische Weiterentwicklungen wie auch ein gewachsener Erfahrungsschatz adäquat berücksichtigt.

Die auf europäischer Ebene parallellaufenden Normungsaktivitäten zu Bemessungsregeln von Glaskonstruktionen stellen sich vielversprechend dar, bis zu einer verbindlichen Ablösung nationaler Regelungen werden wohl noch einige Jahre vergehen.

5 Literatur

- [1] DIN 18008 (2010) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln* – Teil 1 Begriffe und allgemeine Grundlagen, Teil 2 Linienförmig gelagerte Verglasungen.
- [2] DIN 18008 (2013) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln* – Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen, Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen, Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen.
- [3] Siebert, G. (2013) DIN 18008 Teile 1–5: Neuerungen gegenüber eingeführten Regelungen, *Glasbau 2013*, Ernst & Sohn, Berlin.
- [4] Siebert, G. (2015) Aktueller Stand der Glasnormung, *Glasbau 2015*, Ernst & Sohn, Berlin.
- [5] Siebert, G. (2016) Aktueller Stand der Glasnormung, *Glasbau 2016*, Ernst & Sohn, Berlin.
- [6] DIN 18008 (2018) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln*, Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen.
- [7] Siebert, G. (2017) DIN 18008 – Neuerungen durch Überarbeitung Teil 1 und 2, *Glasbau 2017*, Ernst & Sohn, Berlin.
- [8] Urteil des europäischen Gerichtshofs (Zehnte Kammer) in der Rechtssache C-100/13 „Vertragsverletzung eines Mitgliedstaats – Freier Warenverkehr – Regelung eines Mitgliedstaats, nach der bestimmte Bauprodukte, die mit der Konformitätskennzeichnung ‚CE‘ versehen sind, zusätzlichen nationalen Normen entsprechen müssen – Bauregelisten“ vom 16. Oktober 2014.

- [9] Siebert, G. (2018) Neue bauaufsichtliche Regelungen – und wie die Normung darauf reagiert, *Glasbau 2018*, Ernst & Sohn, Berlin.
- [10] E DIN 18008 (2018) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln* – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen, Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen. Entwurfsfassung.
- [11] E DIN 18008 (2019) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln* – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen, Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen. Entwurfsfassung.
- [12] Siebert, G. (2020) Möglichkeiten und Verantwortung durch überarbeitete Teile 1 und 2 der DIN 18008, *Glasbau 2020*. Ernst & Sohn, Berlin.
- [13] DIN 18008 (2020) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln*, Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen, Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen.
- [14] Musterbauordnung – MBO – Fassung November 2002 (zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016).
- [15] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2017/1, veröffentlicht als DIBt Amtliche Mitteilungen 2017/1 (Ausgabe vom 31.08.2017 mit Druckfehlerkorrektur vom 11.12.2017).
- [16] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2019/1; veröffentlicht als DIBt Amtliche Mitteilungen 2020/1 (Ausgabe: 15. Januar 2020 mit Druckfehlerberichtigung vom 7. August 2020).
- [17] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, in: Amtsblatt der Europäischen Union L 88/5, 4.4.2011 mit Berichtigungen C1 (12.4.2013), C2 (8.4.2015) und Änderungen M1 (27.5.2014), M2 (28.5.2014).
- [18] Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates (Veröffentlichung der Titel und der Bezugsnummern der harmonisierten Normen im Sinne der Harmonisierungsrechtsvorschriften der EU), in Amtsblatt der Europäischen Union C 92/139, 9.3.2018.
- [19] <https://www.dibt.de/de/service/listen-und-verzeichnisse/hen-liste>
- [20] Siebert, G.; Siebert, B. (2020) Bauen mit GLAS – Material, Konstruktion, Beispiele. Weka Media, Kissing.
- [21] Herrmann, T. (2016) *Untersuchungen zu punktgestützten Verglasungen mit Senkkopfhaltern*, Dissertation, Universität der Bundeswehr München.
- [22] Seel, M. (2016) *Beitrag zur Bemessung von punktförmig gelagerten Verglasungen*, Dissertation, Universität der Bundeswehr München.
- [23] DIN EN 1990 (2010) *Grundlagen der Tragwerksplanung* (Nationale Version von EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010 (EC0) Basis of structural design) DIN EN 1990/NA:2010-12: Nationaler Anhang: National festgelegte Parameter.
- [24] OENORM B3716-3 (2015) *Glas im Bauwesen – Konstruktiver Glasbau*, Teil 3 Vertikale Verglasung mit absturzsichernder Funktion.
- [25] prSIA 2057 (2020-05) *Glasbau – Anforderungen an Glasbauteile*.
- [26] Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV), Fassung Januar 2003, *DIBt-Mitteilungen Nr. 2/2003*, Berlin.

- [27] DIN EN 16612 (2019) Glas im Bauwesen – Bestimmung des Belastungswiderstandes von Glasscheiben durch Berechnung; Deutsche Fassung EN 16612:2019.
- [28] prCEN/TS 19100 (2020) *Design of glass structures*, Part 1: Basis of design and materials, Part 2: Out of plane loaded glass components, Part 3: Design of in-plane loaded glass components and their mechanical joints.