

**Ruth Kasper
Kirsten Pieplow
Markus Feldmann**



**Beispiele
zur Bemessung von
Glasbauteilen
nach
DIN 18008**



Kasper/Pieplow/Feldmann

**Beispiele zur Bemessung
von Glasbauteilen nach DIN 18008**

**Ruth Kasper
Kirsten Pieplow
Markus Feldmann**

**Beispiele
zur Bemessung von
Glasbauteilen
nach
DIN 18008**

Dr.-Ing. Ruth Kasper
RWTH Aachen
Institut für Stahlbau
Mies-van-der-Rohe-Str. 1
52074 Aachen

Prof. Dr.-Ing. Kirsten Pieplow
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Wilhelminenhofstr. 75A
12459 Berlin

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Feldmann
RWTH Aachen
Institut und Lehrstuhl für Stahlbau
Mies-van-der-Rohe-Str. 1
52074 Aachen

Titelbild: Würth Haus Rorschach, Rorschach, Schweiz
Foto: Aepli Metallbau AG, Gossau, Schweiz
Architektur: Annette Gigon / Mike Guyer, Zürich

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2016 Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Rotherstraße 21,
10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Umschlaggestaltung: Designpur, Berlin
Herstellung: pp030 – Produktionsbüro Heike Praetor, Berlin
Satz: BELTZ Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza
Druck und Bindung:

Printed in the Federal Republic of Germany.
Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Print ISBN: 978-3-433-03090-5
ePDF ISBN: 978-3-433-60419-9
oBook ISBN: 978-3-433-60416-8

Inhaltsverzeichnis

Seiten

Vorwort.....	XIII
--------------	------

Teil A: Einleitung

A1	DIN 18008 – Bemessungs- und Konstruktionsregeln	1
A1.1	Allgemeines	1
A1.2	Der Normungsprozess im Rückblick.....	1
A1.3	Anwenderkreis.....	2
A2	Aufbau des Buches.....	2
A3	zu Teil B: Auswahl der Beispiele.....	2
A4	zu Teil C: Bemessungshilfen	5
A5	Ausblick auf den Eurocode „Structural Glass“	7
A6	Literatur	7

Teil B: Beispiele

B0	Einwirkungen.....	9
B0.1	Allgemeines	9
B0.2	Lastfälle	9
B0.2.1	Lastfall 1 (LF1): Eigengewicht.....	9
B0.2.2	Lastfall 2 (LF2): Klimalast Sommer, Anteil aus geodätischer Höhenänderung Δp_{geo}	9
B0.2.3	Lastfall 3 (LF3): Klimalast Sommer, Anteil aus Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} und der Temperatur $\Delta p_{\Delta T}$	10
B0.2.4	Lastfall 4 (LF4): Klimalast Winter, Anteil aus geodätischer Höhenänderung Δp_{geo}	10
B0.2.5	Lastfall 5 (LF5): Klimalast Winter, Anteil aus Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} und der Temperatur $\Delta p_{\Delta T}$	11
B0.2.6	Lastfall 6 (LF6): Schnee.....	11
B0.2.7	Lastfall 7 (LF7): Winddruck.....	12
B0.2.8	Lastfall 8 (LF8): Windsog	15
B0.2.9	Lastfall 9 (LF9): Horizontale Nutzlast	16
B0.2.10	Lastfall 10 (LF10): Lotrechte Nutzlast als Einzellast.....	16
B0.2.11	Lastfall 11 (LF11): Gleichmäßig verteilte lotrechte Nutzlasten.....	17
B1	Vertikale Verglasung als monolithische Scheibe 2000 mm × 3000 mm	18
B1.1	System	18
B1.2	Einwirkungen.....	18
B1.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	18
B1.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	18
B1.3.2	Bemessungswert der Spannungen	19
B1.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	19
B1.3.4	Nachweis im GZT	20
B1.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	21
B1.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	21
B1.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	21
B1.4.3	Grenzwert der Verformung	22
B1.4.4	Nachweis im GZG.....	22

B2	Vertikale Verglasung als Verbundsicherheitsglas 2000 mm × 3000 mm	22
B2.1	System	22
B2.2	Einwirkungen.....	23
B2.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	23
B2.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	23
B2.3.2	Bemessungswert der Spannungen	23
B2.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	24
B2.3.4	Nachweis im GZT	24
B2.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	24
B2.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	24
B2.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	24
B2.4.3	Grenzwert der Verformung	25
B2.4.4	Nachweis im GZG.....	25
B2.5	Ansatz des Schubverbundes	25
B2.5.1	Allgemeines	25
B2.5.2	Bemessungswerte der Spannungen und Verformungen berechnet mit FEM	26
B3	Vertikale VSG-Verglasung 2000 mm × 3000 mm mit horizontaler Nutzlast	27
B3.1	System	27
B3.2	Einwirkungen.....	28
B3.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	28
B3.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	28
B3.3.2	Bemessungswert der Spannungen	28
B3.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	29
B3.3.4	Nachweise im GZT.....	30
B3.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	30
B3.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	30
B3.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	31
B3.4.3	Grenzwert der Verformung	31
B3.4.4	Nachweise im GZG	31
B4	Vertikale VSG-Verglasung 1500 mm × 2500 mm mit Nachweis der Stoßsicherheit bei allseitiger Lagerung.....	32
B4.1	System	32
B4.2	Einwirkungen.....	33
B4.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	33
B4.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	33
B4.3.2	Bemessungswert der Spannungen	33
B4.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	33
B4.3.4	Nachweis im GZT	34
B4.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	34
B4.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	34
B4.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	34
B4.4.3	Grenzwert der Verformung	34
B4.4.4	Nachweis im GZG.....	34
B4.5	Stoßsicherheit nach DIN 18008-4, Anhang C	34
B4.5.1	Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens.....	34
B4.5.2	Maßgebende Auftreffstelle	35
B4.5.3	Einwirkung $Q_{\text{Stoß,d}}$ und ansetzbare Glasdicke.....	35
B4.5.4	Spannungen infolge $Q_{\text{Stoß,d}}$	36
B4.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes	36
B4.5.6	Nachweis der Stoßsicherheit.....	36
B4.5.7	Kommentar	37
B5	Vertikale VSG-Verglasung 1000 mm × 2000 mm mit Nachweis der Stoßsicherheit bei zweiseitiger Lagerung	37
B5.1	System	37
B5.2	Stoßsicherheit	38

B5.2.1	Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens	38
B5.2.2	Einwirkung $Q_{\text{Stoß,d}}$ und ansetzbare Glasdicke	38
B5.2.3	Spannungen und Verformungen infolge $Q_{\text{Stoß,d}}$	39
B5.2.4	Bemessungswert des Tragwiderstandes	39
B5.2.5	Nachweis der Stoßsicherheit.....	40
B5.2.6	Nachweis der Mindestauflagerbreite	40
B5.2.7	Kommentar	40
B6	Vordach als horizontale VSG-Verglasung 850 mm × 3400 mm	40
B6.1	System	40
B6.2	Einwirkungen.....	41
B6.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	41
B6.3.1	Maßgebende Einwirkungskombinationen im GZT	41
B6.3.2	Bemessungswert der Spannungen	42
B6.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	42
B6.3.4	Nachweis im GZT	43
B6.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	43
B6.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	43
B6.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	43
B6.4.3	Grenzwert der Verformung	43
B6.4.4	Nachweis im GZG.....	43
B7	Vertikale Zweifachisolierverglasungen 500 mm × 2000 mm	43
B7.1	System	43
B7.2	Einwirkungen.....	44
B7.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	45
B7.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit	48
B7.4.1	Einwirkungskombinationen GZT	48
B7.4.2	Bemessungswert der Spannungen	49
B7.4.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	50
B7.4.4	Nachweis im GZT	51
B7.4.5	Kommentar	51
B7.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	51
B7.5.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	51
B7.5.2	Bemessungswert der Verformungen.....	52
B7.5.3	Grenzwert der Verformungen.....	52
B7.5.4	Nachweis im GZG.....	52
B8	Vertikale Zweifachisolierverglasungen 1500 mm × 2500 mm	52
B8.1	System	52
B8.2	Einwirkungen.....	53
B8.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	54
B8.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit	56
B8.4.1	Einwirkungskombinationen GZT	56
B8.4.2	Bemessungswert der Spannungen	56
B8.4.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	56
B8.4.4	Nachweis im GZT	57
B8.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	57
B8.5.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	57
B8.5.2	Bemessungswert der Verformungen.....	57
B8.5.3	Grenzwert der Verformungen.....	57
B8.5.4	Nachweis im GZG.....	57
B9	Vertikale Dreifachisolierverglasung 500 mm × 2000 mm	58
B9.1	System	58
B9.2	Einwirkungen.....	58
B9.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	59
B9.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit	61

B9.4.1	Einwirkungskombinationen GZT für KLED mittel	61
B9.4.2	Bemessungswert der Spannungen	61
B9.4.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	61
B9.4.4	Nachweis im GZT	61
B9.4.5	Kommentar	61
B9.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	63
B10	Vertikale Dreifachisolierverglasungen 1500 mm × 2500 mm	63
B10.1	System	63
B10.2	Einwirkungen.....	64
B10.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	64
B10.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit	65
B10.4.1	Einwirkungskombination GZT	65
B10.4.2	Bemessungswert der Spannungen	66
B10.4.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	66
B10.4.4	Nachweise im GZT	66
B10.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	66
B10.5.1	Einwirkungskombination GZG	66
B10.5.2	Bemessungswert der Verformungen.....	66
B10.5.3	Grenzwert der Verformungen.....	67
B10.5.4	Nachweis im GZG	67
B11	Vertikale Zweifachisolierverglasungen 1500 mm × 2500 mm mit VSG	67
B11.1	System	67
B11.2	Einwirkungen.....	68
B11.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	69
B11.4	Spannungs- und Verformungsanteile	72
B11.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit	74
B11.5.1	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	74
B11.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 2 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	74
B11.5.3	Nachweis im GZT für Scheibe 2 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	74
B11.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \cdot 5\text{ mm FG}$)	74
B11.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \cdot 5\text{ mm FG}$)	75
B11.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \cdot 5\text{ mm FG}$)	75
B11.6	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	75
B11.6.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	75
B11.6.2	Grenzwert der Verformungen.....	75
B11.6.3	Nachweis im GZG	75
B12	Vertikale Zweifachisolierverglasungen 1500 mm × 2500 mm mit VSG	76
B12.1	System	76
B12.2	Einwirkungen.....	77
B12.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	78
B12.4	Spannungs- und Verformungsanteile	80
B12.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit	82
B12.5.1	Einwirkungskombinationen GZT und für Scheibe 1 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	82
B12.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	82
B12.5.3	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	82
B12.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 5\text{ mm FG}$)	82
B12.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 5\text{ mm FG}$)	82
B12.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 5\text{ mm FG}$)	82
B12.6	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	83
B12.6.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	83
B12.6.2	Grenzwert der Verformungen.....	83
B12.6.3	Nachweis im GZG	83
B13	Vertikale Zweifachisolierverglasungen 1500 mm × 2500 mm mit VSG mit Nachweis der Stoßsicherheit	83
B13.1	System	83
B13.2	Einwirkungen.....	84

B13.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	85
B13.4	Spannungs- und Verformungsanteile	87
B13.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit	89
B13.5.1	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (ESG $d = 8\text{ mm}$).....	89
B13.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 2 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	89
B13.5.3	Nachweise im GZT für Scheibe 2 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	89
B13.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \cdot 4\text{ mm FG}$).....	89
B13.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \cdot 4\text{ mm FG}$)	89
B13.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \cdot 4\text{ mm FG}$).....	89
B13.6	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	90
B13.6.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	90
B13.6.2	Bemessungswert der Verformungen.....	90
B13.6.3	Grenzwert der Verformungen.....	90
B13.6.4	Nachweis im GZG.....	91
B13.7	Stoßsicherheit	91
B13.7.1	Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens.....	91
B13.7.2	Maßgebende Auftreffstelle	91
B13.7.3	Einwirkung $Q_{\text{Stoß,d}}$ und ansetzbare Glasdicke	92
B13.7.4	Spannungen infolge $Q_{\text{Stoß,d}}$	92
B13.7.5	Bemessungswert für die Stoßsicherheit.....	93
B13.7.6	Nachweis der Stoßsicherheit.....	93
B14	Horizontale Zweifachisolierverglasungen 750 mm × 1800 mm	94
B14.1	System	94
B14.2	Einwirkungen.....	94
B14.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	95
B14.4	Spannungs- und Verformungsanteile (lineare Berechnung).....	98
B14.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit	100
B14.5.1	Einwirkungskombinationen und Bemessungswert im GZT für Scheibe 1 (FG $d = 8\text{ mm}$).....	100
B14.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (FG $d = 8\text{ mm}$).....	100
B14.5.3	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (8 mm FG)	100
B14.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 6\text{ mm FG}$).....	100
B14.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 2	100
B14.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 2	101
B14.6	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	101
B14.6.1	Einwirkungskombination GZG	101
B14.6.2	Grenzwert der Verformungen.....	101
B14.6.3	Nachweis im GZG.....	101
B14.7	Versagen der oberen Scheibe	101
B15	Horizontale Zweifachisolierverglasungen 750 mm × 1800 mm – betretbar	102
B15.1	System	102
B15.2	Einwirkungen.....	103
B15.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben.....	104
B15.4	Spannungs- und Verformungsanteile	105
B15.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit	107
B15.5.1	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 1 (ESG $d = 8\text{ mm}$).....	107
B15.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (ESG $d = 8\text{ mm}$)	107
B15.5.3	Nachweis im GZT	107
B15.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 6\text{ mm FG}$)	107
B15.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 6\text{ mm FG}$)	107
B15.5.6	Nachweis im GZT Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 6\text{ mm FG}$)	108
B15.6	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	108
B15.6.1	Einwirkungskombination GZG	108
B15.6.2	Grenzwert der Verformungen.....	108
B15.6.3	Nachweis im GZG.....	108
B15.7	Versagen der oberen Scheibe	108
B15.8	Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit	109
B15.8.1	Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens.....	109

B15.8.2	Maßgebende Auftreffstelle	110
B15.8.3	Einwirkung $Q_{\text{Stoß},d}$ und ansetzbare Glasdicke	110
B15.8.4	Spannungen infolge $Q_{\text{Stoß},d}$	110
B15.8.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes	111
B15.8.6	Nachweis der Stoßsicherheit	111
B16	Horizontale Zweifachisolierverglasungen 1700 mm × 1700 mm – betretbar	111
B16.1	System	112
B16.2	Einwirkungen	112
B16.3	Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben	113
B16.4	Spannungs- und Verformungsanteile	115
B16.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit	117
B16.5.1	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 1 (ESG $d = 10 \text{ mm}$)	117
B16.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (ESG $d = 10 \text{ mm}$)	117
B16.5.3	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (ESG $d = 10 \text{ mm}$)	117
B16.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 10 \text{ mm FG}$)	118
B16.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 10 \text{ mm FG}$)	118
B16.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \cdot 10 \text{ mm FG}$)	118
B16.6	Einwirkungskombination GZG	118
B16.6.1	Grenzwert der Verformungen	118
B16.6.2	Nachweis im GZG	118
B16.7	Versagen der oberen Scheibe	118
B16.8	Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit	119
B16.8.1	Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens	119
B16.8.2	Maßgebende Auftreffstelle	120
B16.8.3	Einwirkung $Q_{\text{Stoß},d}$ und ansetzbare Glasdicke	120
B16.8.4	Spannungen infolge $Q_{\text{Stoß},d}$	120
B16.8.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes	121
B16.8.6	Nachweis	121
B17	Punktgehaltene Verglasung (4 Punkthalter) 1200 mm × 1400 mm	121
B17.1	System	121
B17.2	Einwirkungen	122
B17.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	122
B17.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	122
B17.3.2	Bemessungswerte der Spannungen	122
B17.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	127
B17.3.4	Nachweis im GZT	127
B17.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	128
B17.4.1	Einwirkungskombinationen GZG	128
B17.4.2	Bemessungswert der Verformungen	128
B17.4.3	Grenzwert der Verformung	128
B17.4.4	Nachweis im GZG	128
B18	Punktgehaltene Verglasung (6 Punkthalter) 1200 mm × 2300 mm	128
B18.1	System	128
B18.2	Einwirkungen	129
B18.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	130
B18.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	130
B18.3.2	Bemessungswerte der Spannungen	130
B18.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	134
B18.3.4	Nachweis im GZT	134
B18.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	134
B18.4.1	Einwirkungskombination GZG	134
B18.4.2	Bemessungswert der Verformungen	134
B18.4.3	Grenzwert der Verformung	134
B18.4.4	Nachweis im GZG	135

B19	Punktförmig geklemmte vertikale VSG-Verglasungen	135
B19.1	System	135
B19.2	Einwirkungen.....	135
B19.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	136
B19.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	136
B19.3.2	Bemessungswert der Spannungen	136
B19.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	136
B19.3.4	Nachweis im GZT	136
B19.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	137
B19.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	137
B19.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	137
B19.4.3	Grenzwert der Verformung	137
B19.4.4	Nachweis im GZG.....	137
B20	Begehbare VSG-Verglasung 1400 mm × 2000 mm.....	138
B20.1	System	138
B20.2	Einwirkungen.....	138
B20.3	Lastaufteilung auf die Einzelscheiben	139
B20.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit	139
B20.4.1	Einwirkungskombinationen GZT	139
B20.4.2	Bemessungswert der Spannungen	140
B20.4.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	141
B20.4.4	Nachweis im GZT	141
B20.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	141
B20.5.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	141
B20.5.2	Bemessungswert der Verformungen.....	142
B20.5.3	Grenzwert der Verformung	142
B20.5.4	Nachweis im GZG.....	142
B20.6	Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit	143
B21	Eingespannte Brüstungsverglasung nach DIN 18008-4, Kategorie B 1000 mm × 1500 mm.....	143
B21.1	System	143
B21.2	Einwirkungen.....	144
B21.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit	144
B21.3.1	Einwirkungskombinationen GZT	144
B21.3.2	Bemessungswert der Spannungen	144
B21.3.3	Bemessungswert des Tragwiderstandes	144
B21.3.4	Nachweis im GZT	145
B21.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	145
B21.4.1	Einwirkungskombinationen GZG.....	145
B21.4.2	Bemessungswert der Verformungen.....	145
B21.4.3	Grenzwert der Verformung	145
B21.4.4	Nachweis im GZG.....	145
B21.5	Stoßnachweis	145
B21.6	Kommentar	146

Teil C: Anhang

C1	Abkürzungen und Definitionen	147
C2	Bemessungsablauf, Geltungsbereich und konstruktive Regeln.....	147
C2.1	Entwurf und Bemessung von Glaskonstruktionen nach DIN 18008.....	151
C2.2	Geltungsbereich der DIN 18008	152
C2.3	Einfachverglasungen – Wahl des Glasaufbaus.....	153
C2.4	Einfachverglasungen – Wahl des Glasaufbaus bei punktförmig gelagerten Horizontalverglasungen	154
C2.5	Isolierverglasungen – Wahl des Glasaufbaus	155

C3	Einwirkungskombinationen	156
C3.1	Bemessungsgrundlage nach DIN EN 1990 und DIN 18008	156
C3.2	Einwirkungskombinationen für Einfachverglasung – vertikal	159
C3.3	Einwirkungskombinationen für Isolierverglasung – vertikal	160
C3.4	Einwirkungskombinationen für Einfachverglasung – horizontal	161
C3.5	Einwirkungskombinationen für Isolierverglasung – horizontal	162
C4	Bemessung	163
C4.1	Übersicht.....	163
C4.2	Bemessung von linienförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-2	164
C4.3	Bemessung von punktförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-3	165
C4.4	Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen nach DIN 18008-4.....	166
C4.5	Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen nach DIN 18008-5	167
C4.6	Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und durchsturzsichere Verglasungen nach E DIN 18008-6.....	168
C5	Bemessungswerte des Tragwiderstandes R_d nach DIN 18008	169
C5.1	R_d bei statischer Beanspruchung – allgemeine Formeln	169
C5.2	R_d bei statischer Beanspruchung berechnet für FG, TVG und ESG	169
C5.3	R_d bei dynamischer Beanspruchung nach DIN 18008-4 – Anhang C	170
C6	Spannungs- und Verformungsberechnung von vierseitig linienförmig gelagerten Glasplatten unter Vollflächenlast	171
C6.1	Überblick	171
C6.2	Normierte Flächenlast p^*	171
C6.3	Maximale Hauptzugspannungen	174
C6.4	Maximale Verformungen	175
C7	Weitere Rechenverfahren nach DIN 18008	176
C7.1	DIN 18008-3, Anhang C: Punktförmig mit Tellerhaltern gelagerte Scheiben	176
C7.2	DIN 18008-4, Anhang C.2: Absturzsichernde Verglasungen – Vereinfachter Stoßnachweis	177
C7.2.1	Geltungsbereich	178
C7.2.2	Stoßnachweis für vierseitig linienförmig gelagerte Verglasungen.....	179
C7.2.3	Stoßnachweis für zweiseitig linienförmig gelagerte Verglasungen	180
C7.3	E DIN 18008-6, Anhang B: Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit.....	181
C8	Bemessung von Isolierglasscheiben nach <i>Feldmeier</i>	181
C8.1	Übersicht und klimatische Einwirkungen.....	181
C8.2	Methode A – Resultierende Lastanteile für Zweifachisolierverglasung nach DIN 18008-2, Anhang A.....	182
C8.3	Methode B – Resultierende Lastanteile „allgemeines Verfahren“ nach <i>Feldmeier</i>	183
C8.3.1	Begriffe.....	183
C8.3.2	Zweifachisolierglas.....	184
C8.3.3	Dreifachisolierglas.....	185
C8.4	Methode C – Bemessungshilfen für Zweifach- und Dreifachisolierverglasungen unter Flächenlast.....	186
C8.4.1	Überblick	186
C8.4.2	Systemwerte K	187
C8.4.3	Zweifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2$: Isolierglasfaktor φ	190
C8.4.4	Zweifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2$: Lastfaktor κ_1	192
C8.4.5	Dreifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2 - d_{SZR} - d_1$: Abminderungsfaktor ρ	193
C8.4.6	Dreifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2 - d_{SZR} - d_1$: Lastfaktoren κ_1 und κ_3	194
C8.4.7	Dreifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2 - d_{SZR} - d_2$: Abminderungsfaktoren ρ_1 und ρ_2	195
C8.4.8	Dreifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2 - d_{SZR} - d_2$: Lastfaktoren κ_1 und κ_3	197
C8.4.9	Dreifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2 - d_{SZR} - d_3$ mit $d_2 = 0,5 \cdot d_3$: Abminderungsfaktoren ρ_1 und ρ_2	199
C8.4.10	Dreifachisolierglas $d_1 - d_{SZR} - d_2 - d_{SZR} - d_3$ mit $d_2 = 0,5 \cdot d_3$: Lastfaktoren κ_1 und κ_3	199

Vorwort

Durch die kürzlich erfolgte Einführung der DIN 18008 – „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln“ [1] wurde der Ruf nach Rechenbeispielen und Anleitungen plötzlich laut. So entstand dieses Buch mit dem Ziel, sicher durch die Regeln der Glasbemessung nach DIN 18008 zu navigieren. Mit einer Fülle von Beispielen und Aufgabenvariationen werden dem Anwender die Bemessungsmöglichkeiten einerseits verdeutlicht und die Sicherheit im Umgang mit der Norm vermittelt.

„Übung macht den Meister“ – so war den Autoren von Anfang an klar, dass der Schwerpunkt des Buches auf der detaillierten und umfangreichen Vorführung von Bemessungsbeispielen liegen muss – mit dem ausdrücklichen Hinweis, dass die generische Erklärung der werkstofflichen, mechanischen und konstruktiven Zusammenhänge in der weiterführenden Literatur zu finden ist ([16] ff.).

Gleichwohl sollte nicht unerwähnt bleiben und als Merksatz stets beachtet werden, dass Entwurf und Bemessung von tragendem Glas wie bei keiner anderen Bauweise durch das spezifische spröde Werkstoffverhalten geprägt ist. Daher darf neben dem nunmehr großen Spektrum an theoretischen und rechnerischen Nachweisen das sorgfältige Entwerfen und Konstruieren nicht vernachlässigt werden, um robuste Glaskonstruktionen zu schaffen.

Neben dem großen Beispielblock im Teil B runden im Teil C zahlreiche, wiederum ausführlich erarbeitete Flussdiagramme zu den Bemessungsabläufen und neu entwickelte Bemessungsdiagramme das Buch ab.

Bonn, Berlin, Aachen im März 2016

Ruth Kasper, Kirsten Pieplow, Markus Feldmann

Teil A: Einleitung

A1 DIN 18008 – Bemessungs- und Konstruktionsregeln

A1.1 Allgemeines

Die DIN 18008 – „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln“ [1] wurde 2015 in allen Bundesländern in Deutschland eingeführt. Die DIN 18008 umfasst folgende Teile:

Teil 1: 2010-12: Begriffe und allgemeine Grundlagen

Teil 2: 2010-12: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Teil 3: 2013-07: Punktförmig gelagerte Verglasungen

Teil 4: 2013-07: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen

Teil 5: 2013-07: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen

Teil 6: Entwurf 2015-02: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen

Die DIN 18008 ist die erste Glasbemessungsnorm, welche eine Bemessung auf der Grundlage der DIN EN 1990 ermöglicht. Sie regelt die Bemessung von plattenförmig beanspruchten, ebenen Glasbauteilen. Neben den Bemessungsvorgaben sind konstruktive Regeln zu beachten, mit denen Resttragfähigkeitsanforderungen erfüllt werden und die Hinweise zum materialgerechten Konstruieren enthalten. Durch das spröde Materialverhalten von Glas steht die Robustheit von Glaskonstruktionen bei der Bemessung immer im Vordergrund, so dass bei Zusatzanforderungen wie Absturzsicherung, Begeh- oder Betretbarkeit zusätzliche Stoß- oder auch Resttragfähigkeitsnachweise zu führen sind.

Mit der DIN 18008 liegt jetzt ein Regelwerk vor, durch welches – mit Hinblick auf die Einhaltung konstruktiver Bedingungen wie Anforderungen an den Glasaufbau oder die Lagerung – zahlreiche Glasbauteile ohne zusätzliche Bauteilversuche realisiert werden können.

A1.2 Der Normungsprozess im Rückblick

Mit der Erarbeitung dieser Norm wurde im Jahr 2003 begonnen. Damals waren nur die „Technischen Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (TRLV 1998) ([2] ff.) und die „DIN 18516-4: Außenwandbekleidungen aus Einscheibensicherheitsglas“ [4] bauaufsichtlich eingeführte Regelwerke im Glasbau.

Durch die Entwicklungen der Bauwirtschaft seit den 1990er Jahren spielte Glas eine immer größere architektonische Rolle. Neue Lagerungsarten, wie z. B. punktförmig gelagerte Konstruktionen, erforderten aufwendigere statische Nachweise und die vorhandenen vereinfachten Ingenieurmodelle wurden dem spröden Werkstoff Glas nicht gerecht. Glasscheiben übernahmen auch nicht mehr allein die Funktion des Raumabschlusses, sondern es wurden vermehrt sehr große Formate mit zusätzlichen Anforderungen wie Absturzsicherung, Betretbarkeit oder Begehbare eingebaut. Gefördert wurde diese Entwicklung auch durch die Möglichkeit, größere Formate herzustellen.

In den genannten technischen Regeln waren viele Anwendungsfälle nicht ausreichend geregelt, so dass in der Praxis zahlreiche Glaskonstruktionen einer „Zustimmung im Einzelfall“ (ZiE) unterlagen. Parallel zu den Arbeiten an der DIN 18008 wurden die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen“ (TRAV) [5] und die „Technischen Regeln für die Bemessung und Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen“ (TRPV) [6] bauaufsichtlich eingeführt. Die Zahl der Zustimmungen konnte so erheblich reduziert werden. Aufgrund von veränderten Randbedingungen veröffentlichte das Deutsche Institut für Bautechnik 2007 auch eine Überarbeitung der TRLV [3].

Die „alten“ Regelwerke hatten gemeinsam, dass die Bemessung auf dem Konzept der zulässigen Spannungen beruhte, welches mit einem globalen Sicherheitsbeiwert die Biegezugspannungen des Glases alleine auf der Materialseite abmilderte. Streuungen auf der Material- und der Lastseite werden hier in einem globalen Sicherheitsfaktor berücksichtigt. Über den europäischen Harmonisierungsprozess und die Einführung der Eurocodes wurden in den letzten Jahren alle Bemessungsnormen im Bauwesen auf das Teilsicherheitskonzept umgestellt, bei dem einheitlich die Streuungen von Material, Geometrie und Bemessungsmodell auf der Widerstandsseite über einen Materialsicherheitsbeiwert γ_M erfasst werden.

Die Einwirkungen und deren Kombinationen sind in den Dokumenten „Eurocode 0 – DIN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung“ [7] und „Eurocode 1 – DIN EN 1991“ ([8] ff.) geregelt. Die Auswirkungen aus einer Kombination unterschiedlicher Beanspruchungen wird allgemein als „Bemessungswert der Auswirkungen der Einwirkungen“ E_d bezeichnet.

Durch die DIN 18008 wird die Verwendung von Glasbauteilen jetzt einheitlich geregelt und eine durchgängige Betrachtung von Konstruktionen aus Glas kombiniert mit anderen Werkstoffen ermöglicht.

Mit zwölf Jahren war die Bearbeitungszeit der Bemessungsnorm sehr lang. Dies lag weniger an der Regelung der technischen Belange an sich, sondern an den schwierigen Harmonisierungsarbeiten hinsichtlich der Zusatzanforderungen für absturzsichernde, betretbare und begehbare Verglasungen und der Etablierung von neuen Bemessungskonzepten wie z. B. dem rechnerischen Stoßnachweis.

A1.3 Anwenderkreis

Das vorliegende Buch zeigt die Bemessung von Glasbauteilen nach den aktuell gültigen Regeln in Deutschland und eignet sich als Grundlage in Praxis und Studium. Da das Fach Glasbau erst seit wenigen Jahren an einigen Hochschulen gelehrt wird und die DIN 18008 neu ist, sind die Inhalte auch für erfahrene Ingenieure und Prüferingenieure von Interesse. Ein weiterer Interessentenkreis sind im Ausführungsbereich Tätige, die sich im Rahmen ihrer Aus- und Weiterbildung mit der Glasbemessung beschäftigen. Das Buch dient auch als Hilfestellung für die Anwender, die mit Bemessungssoftware Glasscheiben nach DIN 18008 dimensionieren.

Da die Regelungen des Eurocodes 0 zur Ermittlung der Beanspruchung für viele „Nicht-Bauingenieure“ unbekannt sind, sind die Gleichungen für übliche Glasanwendungen direkt abgeleitet.

Auf die Darstellung der Historie des Glasbaus sowie der Herstellung von Glasprodukten und Produktionsmöglichkeiten wurde bewusst verzichtet. Betrachtet werden nur die relevanten Materialkennwerte, die für eine Bemessung benötigt werden. Das Gleiche gilt auch für die verwendeten Rechenverfahren wie z. B. die Bestimmung der resultierenden Lastanteile bei Isoliergläsern. Für die mechanischen Hintergründe und Herleitungen wird auf die Literatur verwiesen ([12] ff.).

A2 Aufbau des Buches

Das vorliegende Buch gliedert sich in drei Teile.

Teil A umfasst eine kurze Einführung und relevantes Hintergrundwissen zum Normungsprozess.

Teil B enthält 21 ausführlich dargestellte Beispielrechnungen. Die Nachweise werden für monolithische Glasaufbauten, Verbundgläser und Isolierverglasungen geführt. Neben vertikalen und horizontalen Verglasungen ist die Nachweisführung auch für Verglasungen mit den Zusatzanforderungen Absturzsicherung, Begeh- und Betretbarkeit dargestellt. Es wurden möglichst nur bewährte Handrechenverfahren oder einfache Finite-Elemente-Berechnungen verwendet.

Teil C beinhaltet Bemessungshilfen basierend auf der DIN 18008. Neu entwickelte Bemessungsdiagramme erleichtern hier die Ermittlung der resultierenden Lastanteile bei Zweifach- und Dreifachisolierverglasungen.

Das Buch versteht sich jedoch nicht als Ersatz für die DIN 18008, sondern ist als Anwendungsdokument zu verstehen.

A3 zu Teil B: Auswahl der Beispiele

Die gewählten Beispiele beziehen sich auf die Standardfälle im Glasbau, die mittels Handrechnung und einfachen Finite-Elemente-Programmen berechnet werden können. Entsprechend der DIN 18008 wurden nur „ebene und ausfachende“ Verglasungen betrachtet. Montagezwangungen und Temperaturlastfälle wurden nicht berücksichtigt. In Abhängigkeit der Anwendungsbedingungen und der Zusatzanforderungen wird Bezug genommen auf die konstruktiven Bedingungen wie z. B. Glasaufbau, Mindestglaseinstand etc.

Im Abschnitt B0 sind für ein Beispielgebäude alle verwendeten Lastfälle ausführlich dargestellt, so dass bei den folgenden Beispielen hierauf verwiesen werden kann.

Abschnitt	Inhalt	Verwendete Normen
B0	Einwirkungen Definition der Lastfälle LF1 bis LF11, die in den folgenden Beispielen verwendet werden	DIN EN 1991 DIN 18008-1 DIN 18008-2

Die Beispiele B1 bis B6 beziehen sich auf linienförmig gelagerte Verglasungen. Der Glasaufbau ist entweder monolithisch oder es wird ein Verbundglas gewählt. Neben der Ermittlung der Spannungs- und Verformungsberechnung für linienförmig gelagerte Scheiben werden die Nachweisführung im Grenzzustand der Tragfähigkeit, im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und die Anwendung des vereinfachten rechnerischen Stoßnachweises ausführlich dargestellt. Für die Spannungs- und Verformungsermittlung von rechteckigen, allseitig gelagerten Platten unter gleichförmig verteilter Flächenlast werden im Teil C6 Berechnungshilfen zur Verfügung gestellt. Die Stoßnachweise können mit Hilfe von Teil C.7.2 geführt werden.

Abschnitt	Verglasungstyp	Einwirkungen	Nachweise und Normteile (DIN 18008-1 ist immer relevant)
B1	Vertikale monolithische Scheibe	Wind	GZT GZG DIN 18008-2
B2	Vertikale Verbundglasscheibe	Wind Ansatz des Schubverbundes	GZT GZG DIN 18008-2
B3	Vertikale Verbundglasscheibe	Wind und horizontale Nutzlast	GZT GZG DIN 18008-2
B4	Vertikale Verbundglasscheibe (vierseitig linienförmig gelagert)	Horizontale Nutzlast	GZT GZG Stoßsicherheit nach DIN 18008-4 DIN 18008-2
B5	Vertikale Verbundglasscheibe (zweiseitig linienförmig gelagert)		Stoßsicherheit nach DIN 18008-4
B6	Horizontale Verbundglasscheibe	Eigengewicht, Schnee und Wind	GZT GZG DIN 18008-2

Die Beispiele B7 bis B16 zeigen die Berechnung und Bemessung von Zweifach- und Dreifachisolierverglasungen. Zunächst wird der Einfluss der Scheibenabmessung bei Zweifach- und Dreifachisolierverglasungen an Aufbauten mit monolithischen Schichten gezeigt. Erweitert werden die Rechnungen dann durch Verbundgläser und Nutzlasten. Neben den Nachweisen im GZT und GZG werden auch Stoßnachweise rechnerisch geführt.

Für die Ermittlung der resultierenden Lastanteile von Isolierglasscheiben stehen im Teil C8 ausführliche Berechnungshilfen zur Verfügung. Die Stoßnachweise können mit Hilfe von Teil C7.2 geführt werden. Bei allen allseitig linienförmig gelagerten Scheiben wird Bezug auf die Berechnungshilfen im Teil C6 zur Ermittlung der Spannungen und Verformungen genommen.

Abschnitt	Verglasungstyp	Einwirkungen	Nachweise und Normteile (DIN 18008-1 ist immer relevant)
B7	Vertikale Zweifachisolierverglasung („klein“)	Klimalast und Wind	GZT GZG DIN 18008-2
B8	Vertikale Zweifachisolierverglasung („groß“)	Klimalast und Wind	GZT GZG DIN 18008-2

B9	Vertikale Dreifachisolierverglasung („klein“)	Klimalast und Wind	GZT DIN 18008-2
B10	Vertikale Dreifachisolierverglasung („groß“)	Klimalast und Wind	GZT GZG DIN 18008-2
B11	Vertikale Zweifachisolierverglasung („groß“) mit Verbundglas auf der Außenseite	Klimalast, Wind und horizontale Nutzlast	GZT GZG DIN 18008-2 DIN 18008-4
B12	Vertikale Zweifachisolierverglasung („groß“) mit Verbundglas auf der Innenseite	Klimalast, Wind und horizontale Nutzlast	GZT GZG DIN 18008-2 DIN 18008-4
B13	Vertikale Zweifachisolierverglasung („groß“) mit Verbundglas auf der stoßabgewandten Seite	Klimalast, Wind und horizontale Nutzlast	GZT GZG Stoßsicherheit nach DIN 18008-4 DIN 18008-2 DIN 18008-4
B14	Horizontale Zweifachisolierverglasung	Eigengewicht, Klimalast, Schnee und Wind	GZT GZG DIN 18008-2
B15	Horizontale betretbare Zweifachisolierverglasung („klein“)	Eigengewicht, Klimalast, Schnee, Wind und vertikale Nutzlast	GZT GZG Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit nach E DIN 18008-6 und DIN 18008-4 DIN 18008-2
B16	Horizontale betretbare Zweifachisolierverglasung („groß“)	Eigengewicht, Klimalast, Schnee, Wind und vertikale Nutzlast	GZT GZG Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit nach E DIN 18008-6 und DIN 18008-4 DIN 18008-2

Die Anwendungen in den Beispielen B17 bis B19 sind punktförmig gelagerte Verglasungen nach DIN 18008-3. Bei B17 und B18 (Tellerhalter) kommt das „Vereinfachte Verfahren für den Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit“ nach DIN 18008-3 Anhang C zum Einsatz; genauere Berechnungsergebnisse, ermittelt mit dem Finite-Elemente-Programm MEPLA [11], sind den Ergebnissen gegenübergestellt. Als Bemessungshilfe für das vereinfachte Verfahren dient Teil C7.1. Beispiel B19 zeigt die Berechnung einer punktförmig geklemmten vertikalen Verbundglasscheibe.

Abschnitt	Verglasungstyp	Einwirkungen	Nachweise und Normteile (DIN 18008-1 ist immer relevant)
B17	Punktgehaltene Verglasung (4 Tellerhalter)	Eigengewicht und Schnee	GZT GZG DIN 18008-3
B18	Punktgehaltene Verglasung (6 Tellerhalter)	Eigengewicht und Schnee	GZT GZG DIN 18008-3
B19	Vertikale Verbundglasscheibe, punktförmig geklemmt	Wind	GZT GZG DIN 18008-3

Der Teil B schließt mit zwei Konstruktionen mit weiteren Zusatzanforderungen, eine begehbare Verglasung nach DIN 18008-5 und eine absturzsichernde Verglasung der Kategorie B nach DIN 18008-4.

Abschnitt	Verglasungstyp	Einwirkungen	Nachweise und Normteile (DIN 18008-1 ist immer relevant)
B20	Begehbare Verglasung	Eigengewicht und vertikale Nutzlast	GZT GZG DIN 18008-5
B21	Absturzsichernde Verglasung der Kategorie B	Horizontale Nutzlast	GZT GZG DIN 18008-4

Auf Rechenverfahren wie z. B. die volldynamische Simulation des Stoßgangs wird verzichtet, stattdessen wird immer das vereinfachte Nachweisverfahren nach DIN 18008-4, Anhang C.2 angewendet.

Das Buch erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, jedoch wagen die Autoren zu schätzen, dass die hier vorgestellten Beispiele 95 % der Standardanwendungen im Glasbau abdecken. Sonderfälle wie z. B. gebogene Scheiben sind nicht über Handrechenverfahren zu erfassen und bedürfen gesonderter Modellierungen und Berechnungsverfahren.

A4 zu Teil C: Bemessungshilfen

Teil C ersetzt nicht die Dokumente der DIN 18008, sondern dient als Formelsammlung bei der Bemessung.

Nach der Zusammenstellung der wichtigsten Abkürzungen und Definitionen im Teil C1 folgt im Teil C2 eine Übersicht über die Bemessung, den Geltungsbereich und die Konstruktionsregeln in Bezug auf den Glasaufbau. Die Wahl des Glasbaus steht immer am Anfang der Bemessung und gewährleistet mit geeigneten Lagerungsbedingungen eine redundante Konstruktion.

C1	Abkürzungen und Definitionen
C2	Bemessungsablauf, Geltungsbereich und konstruktive Regeln
C2.1	Entwurf und Bemessung von Glaskonstruktionen nach DIN 18008
C2.2	Geltungsbereich der DIN 18008
C2.3	Einfachverglasungen – Wahl des Glasaufbaus
C2.4	Einfachverglasungen – Wahl des Glasaufbaus bei punktförmig gelagerten Horizontalverglasungen
C2.5	Isolierverglasungen – Wahl des Glasaufbaus

Teil C3 stellt die wichtigsten Einwirkungskombinationen für vertikale und horizontale Einfach- und Isolierverglasungen zusammen. Neben den allgemeinen Formeln und Beiwerten im Teil C3.1 [1, 7] werden die Ausdrücke in den folgenden Teilen in Abhängigkeit der Anwendung konkretisiert. Deutlich wird hier auch der Umgang mit den klimatischen Einwirkungen und der zeitabhängigen Festigkeit von nicht thermisch vorgespannten Gläsern.

C3	Einwirkungskombinationen
C3.1	Bemessungsgrundlage nach DIN EN 1990 und DIN 18008
C3.2	Einwirkungskombinationen für Einfachverglasung – vertikal
C3.3	Einwirkungskombinationen für Isolierverglasung – vertikal
C3.4	Einwirkungskombinationen für Einfachverglasung – horizontal
C3.5	Einwirkungskombinationen für Isolierverglasung – horizontal

Teil C4 dient als Navigationshilfe durch die Normteile DIN 18008-1 bis -6. Diese sind nicht als Ersatz für die Norm anzusehen, sondern als Ergänzung.

C4	Bemessung
C4.1	Übersicht
C4.2	Bemessung von linienförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-2
C4.3	Bemessung von punktförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-3
C4.4	Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen nach DIN 18008-4
C4.5	Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen nach DIN 18008-5
C4.6	Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen nach E DIN 18008-6

Im Teil C5 sind die allgemeinen Formeln für die Ermittlung der Bemessungswerte des Tragwiderstandes zusammengestellt. Unterschieden werden muss hier zwischen der statischen und der dynamischen Beanspruchung bei einer Stoßeinwirkung nach DIN 18008-4. Neben den allgemeinen Formeln sind für häufige Fälle die Werte direkt angegeben.

C5	Bemessungswerte des Tragwiderstandes R_d nach DIN 18008
C5.1	R_d bei statischer Beanspruchung – allgemeine Formeln
C5.2	R_d bei statischer Beanspruchung berechnet für FG, TVG und ESG
C5.3	R_d bei dynamischer Beanspruchung nach DIN 18008-4 – Anhang C

In der Praxis ist es meistens üblich, Spannungen und Verformungen mit Finite-Elemente-Berechnungen zu bestimmen. Für eine Handrechnung und auch für die ausführliche Darstellung von Beispielrechnungen sind analytische Verfahren hilfreich. Im Teil C6 sind daher die Formeln und Beiwerte für die lineare und nichtlineare Berechnung der maximalen Hauptzugspannungen und Verformungen von vierseitig linienförmig gelagerten Rechteckplatten unter Flächenlasten in Diagrammform aufbereitet [12].

C6	Spannungs- und Verformungsberechnungen von vierseitig linienförmig gelagerten Glasplatten unter Flächenlast
C6.1	Überblick
C6.2	Normierte Flächenlast p^*
C6.3	Maximale Hauptzugspannung
C6.4	Maximale Verformung

Die DIN 18008 enthält vereinfachte Bemessungsverfahren für punktförmig mit Tellerhaltern gelagerte Verglasungen und für die Stoßnachweise nach DIN 18008-4 und E DIN 18008-6. Die Flussdiagramme im Teil C7 können hier als Hilfestellung verwendet werden. Hintergrundliteratur findet sich in [19, 20, 25].

C7	Weitere Rechenverfahren nach DIN 18008
C7.1	DIN 18008-3, Anhang C: Punktförmig mit Tellerhaltern gelagerte Scheiben
C7.2	DIN 18008-4, Anhang C.2: Absturzsichernde Verglasungen – Vereinfachter Stoßnachweis
C7.2.1	Geltungsbereich
C7.2.2	Stoßnachweis für vierseitig linienförmig gelagerte Verglasungen
C7.2.3	Stoßnachweis für zweiseitig linienförmig gelagerte Verglasungen
C7.3	E DIN 18008-6, Anhang B: Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit

Teil C8 umfasst Bemessungshilfen für die Isolierglasberechnung. Es wird unterschieden zwischen den Methoden A, B und C. Diese Methoden sind nicht neu, sondern diese beruhen alle auf dem Berechnungsmodell von *Feldmeier* ([13] ff.). Methode A entspricht der Formulierung aus der DIN 18008-2, Anhang A und ist nur für Zweifach-isolierverglasungen unter Flächenlasten geeignet. Methode B ist die allgemeine Formulierung, welche für beliebige Geometrien (z. B. Dreiecke und gebogene Scheiben) und beliebige Lastarten (z. B. Einzellasten oder auch Holmlasten) verwendet werden kann. Neu sind die Diagramme der Methode C, bei der für Zweifach- und Dreifach-isolierverglasungen für unterschiedliche Scheibensteifigkeiten die resultierenden Lasten aus klimatischer Beanspruchung und äußeren Flächenlasten sehr einfach abgelesen werden können.