

**Ruth Kasper
Kirsten Pieplow
Markus Feldmann**

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



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 $d = 2 \times 5\text{ mm FG}$)	74
B11.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \times 5\text{ mm FG}$)	75
B11.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \times 5\text{ mm FG}$)	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 $d = 2 \times 5\text{ mm FG}$)	82
B12.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 5\text{ mm FG}$)	82
B12.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 5\text{ mm FG}$)	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 $d = 2 \times 4\text{ mm FG}$)	89
B13.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \times 4\text{ mm FG}$)	89
B13.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (VSG aus $d = 2 \times 4\text{ mm FG}$).....	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 $d = 2 \times 6\text{ mm FG}$).....	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 $d = 2 \times 6\text{ mm FG}$)	107
B15.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 6\text{ mm FG}$)	107
B15.5.6	Nachweis im GZT Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 6\text{ mm FG}$)	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 $d = 10$ mm)	117
B16.5.2	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 1 (ESG $d = 10$ mm)	117
B16.5.3	Nachweis im GZT für Scheibe 1 (ESG $d = 10$ mm)	117
B16.5.4	Einwirkungskombinationen GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 10$ mm FG)	118
B16.5.5	Bemessungswert des Tragwiderstandes für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 10$ mm FG)	118
B16.5.6	Nachweis im GZT für Scheibe 2 (VSG aus $d = 2 \times 10$ 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 Begebarkeit 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 abminderte. 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 Prüfengeure 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 500 mm × 2000 mm

B9.1 System

Es wird eine vertikale Dreifachisolierverglasung bemessen. Die Abmessungsverhältnisse und Randbedingungen stimmen mit denen in Beispiel B7 überein, verändert ist nur der Glasaufbau.

Abmessungen $a / b = 500 \text{ mm} / 2000 \text{ mm}$

Glasaufbau (von außen nach innen)	Dicke	Glasart
Scheibe 1	$d_1 = 4 \text{ mm}$	FG
Scheibenzwischenraum 1	$d_{\text{SZR1}} = 12 \text{ mm}$	
Scheibe 2	$d_2 = 4 \text{ mm}$	FG
Scheibenzwischenraum 2	$d_{\text{SZR2}} = 12 \text{ mm}$	
Scheibe 3	$d_3 = 4 \text{ mm}$	FG

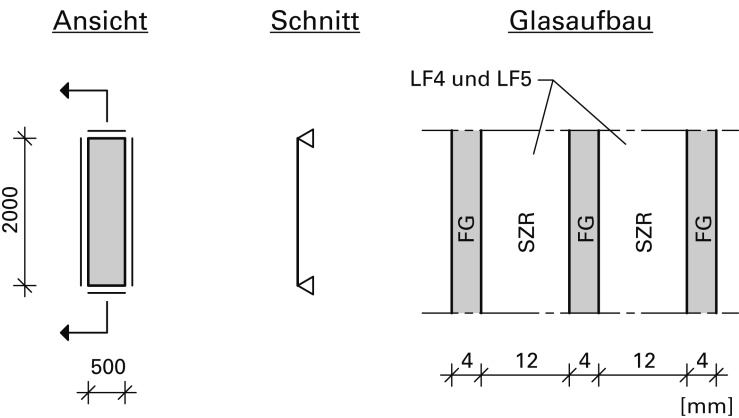


Bild 23 Systemparameter Beispiel B9

B9.2 Einwirkungen

Bei Beispiel B7 wurde deutlich, dass die Klimalasten bemessungsmaßgebend sind. Im Vergleich zu Beispiel B7 werden bei einem Dreifachisolierglas die Klimalasten noch größer, die Lastanteile aus äußeren Lasten werden jedoch kleiner, da drei Scheiben zur Lastabtragung zur Verfügung stehen. Es ist folglich ausreichend, die Nachweise für die Klimalasten zu führen. Die Berechnung erfolgt hier für die Standardwerte „Winter“.

Teil C1 Abkürzungen und Definitionen

Teil C2.1 Entwurf und Bemessung nach DIN 18008

Teil C2.2 Geltungsbereich der DIN 18008

Teil C2.5 Isolierverglasung – Wahl des Glasaufbaus

Teil C4.1 Übersicht

Teil C4.2 Bemessung von linienförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-2

Lastfall 4: Klimalast Winter, Anteil aus geodätischer Höhenänderung Δp_{geo} , (LF4)

$$\Delta p_{geo, Wi} = -3,60 \text{ kN/m}^2$$

Lastfall 5: Klimalast Winter, Anteil aus Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} und der Temperatur $\Delta p_{\Delta T}$ (LF5)

$$-\Delta p_{met, Wi} + \Delta p_{\Delta T, Wi} = -12,5 \text{ kN/m}^2$$

B9.3 Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben

Methode B

Aufgespanntes Volumen einer Scheibe $d = 4 \text{ mm}$ infolge einer Einheitslast $q = 1 \text{ kN/m}^2$ (Rechenweg siehe Beispiel B7)

$$\nu_{q, 4 \text{ mm}} = 0,0010 \text{ m}^3 / (\text{kN/m}^2)$$

Relative Volumenänderung der Einzelscheiben

Da alle drei Einzelscheiben die gleiche Steifigkeit haben und die Breite der Scheibenzwischenräume identisch ist, sind auch alle relativen Volumenänderungen gleich groß.

$$\alpha_1 = \alpha_1^+ = \alpha_2 = \alpha_2^+ = \frac{\nu_{q,1} \cdot p_a}{V_{SZR,1}} = \frac{\nu_{q,2} \cdot p_a}{V_{SZR,2}}$$

$$= \frac{0,0010 \text{ m}^3 / (\text{kN/m}^2) \cdot 100 \text{ kN/m}^2}{0,012 \text{ m}^3} = 8,33$$

mit

$$\text{atmosphärischer Luftdruck} \quad p_a = 100 \text{ kN / m}^2$$

$$\text{Volumen der Scheibenzwischenräume} \quad V_{SZR,1} = V_{SZR,2} = 0,012 \cdot 0,5 \cdot 2,0 = 0,012 \text{ m}^3$$

Hilfswerte

$$\varphi_1 = \frac{1}{1 + \alpha_1 + \alpha_1^+} = \frac{1}{1 + 8,33 + 8,33} = 0,0566$$

$$\varphi_2 = \frac{1}{1 + \alpha_2 + \alpha_2^+} = \frac{1}{1 + 8,33 + 8,33} = 0,0566$$

$$\beta = 1 - \varphi_1 \cdot \alpha_1^+ \cdot \varphi_2 \cdot \alpha_2 = 1 - 0,0566 \cdot 8,33 \cdot 0,0566 \cdot 8,33 = 0,778$$

Druckdifferenzen in den Scheibenzwischenräumen infolge Klimalast

Da es sich um ein symmetrisches System handelt, sind die Druckdifferenzen infolge Klimalast in den beiden Scheibenzwischenräumen identisch. p_0 steht für den isochoren Druck nach Norm. Die Zahlenwerte werden erst bei der Ermittlung der Einwirkungskombination eingesetzt.

DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

Teil B0.2.2 bzw. Teil C8.1

DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

Teil B0.2.5 bzw. Teil C8.1

Teil C8.3 Methode B – Resultierende Lastanteile „allgemeines Verfahren“ nach Feldmeier

Teil C8.3.3 Dreifachisolierglas

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = \varphi_1 \cdot \frac{1 + \varphi_2 \cdot \alpha_1^+}{\beta} \cdot p_0 = \varphi_2 \cdot \frac{1 + \varphi_1 \cdot \alpha_2}{\beta} \cdot p_0$$

$$= 0,0566 \cdot \frac{1 + 0,0566 \cdot 8,33}{0,778} \cdot p_0 = 0,11 \cdot p_0$$

Lastanteil auf die äußere Scheibe (Scheibe 1)

$$p_{\text{res},1} = -\Delta p_1 = -0,11 \cdot p_0$$

Lastanteil auf die mittlere Scheibe (Scheibe 2)

$$p_{\text{res},2} = \Delta p_1 - \Delta p_2 = 0$$

Lastanteil auf die innere Scheibe (Scheibe 3)

$$p_{\text{res},3} = \Delta p_2 = 0,11 \cdot p_0$$

Es wird hier deutlich, dass bei einem symmetrischen System die mittlere Scheibe keiner Beanspruchung durch Klimabelastungen unterliegt.

Methode C

Systemwert K

$K_{\text{Diagramm}} = 0,8$ abgelesen im Diagramm für die Kantenlänge $a = 500$ mm und $a/b = 500$ mm / 2000 mm = 0,25 (Darstellung im Diagramm gilt für $d = 8$ mm und $d_{\text{SZR}} = 16$ mm)

Berechnung von K bezogen auf $d_1 = 4$ mm und den Scheibenzwischenraum $d_{\text{SZR}} = 12$ mm

$$K = K_{\text{Diagramm}} \cdot \frac{(8 \text{ mm})^3}{d^3} \cdot \frac{(16 \text{ mm})}{d_{\text{SZR}}} = 0,8 \cdot \frac{8^3}{4^3} \cdot \frac{16}{12} = 8,5$$

Abminderungsfaktor ρ

Abminderungsfaktor ρ abgelesen im Diagramm für den Systemwert $K = 8,5$

$$\rho = 0,11$$

Resultierende Lastanteile $p_{\text{res},i}$

$p_{\text{res},1}$ ($d_1 = 4$ mm außen)		
LF4.1	$-\rho \cdot \Delta p_{\text{geo, Wi}}$	+0,40 kN/m ²
LF5.1	$-\rho \cdot (\Delta p_{\text{met, Wi}} + \Delta p_{\Delta T, \text{Wi}})$	+1,38 kN/m ²
$p_{\text{res},2}$ ($d_2 = 4$ mm mittlere Scheibe)		
LF4.2	0	0
LF5.2	0	0
$p_{\text{res},3}$ ($d_2 = 4$ mm innen)		
LF4.3	$\rho \cdot \Delta p_{\text{geo, Wi}}$	-0,40 kN/m ²
LF5.3	$\rho \cdot (\Delta p_{\text{met, Wi}} + \Delta p_{\Delta T, \text{Wi}})$	-1,38 kN/m ²

Teil C8.4 Methode C – Bemessungshilfen für rechteckige Zweifach- und Dreifachisolierverglasungen unter Flächenlast

Teil C8.4.2 Systemwert K

Teil C8.4.5 Dreifachisolierverglasung
 $d_1 - d_{\text{SZR}} - d_2 - d_{\text{SZR}} - d_1$:
 Abminderungsfaktor ρ

B9.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

B9.4.1 Einwirkungskombinationen GZT für KLED mittel

Ständige und vorübergehende Bemessungssituation

Da nur die Klimalasten in diesem Fall bemessungsrelevant sind, müssen nur die Lastanteile aus LF4 und LF5 überlagert werden. Aufgrund der Symmetrie des Systems vereinfacht sich die Berechnung erheblich.

Auf Scheibe 1 und Scheibe 3 entfallen dann jeweils:

$$q_{d,GZT} = 1,35 \cdot 0,40 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \cdot 1,38 \text{ kN/m}^2 = 2,61 \text{ kN/m}^2$$

B9.4.2 Bemessungswert der Spannungen

Geometrisch lineare Berechnung

Spannungsfaktor k_σ

k_σ abgelesen im Diagramm für $p^* = 0$ und $a / b = 500 \text{ mm} / 2000 \text{ mm} = 0,25$

$$k_\sigma = 0,74$$

Bemessungsspannung

$$\sigma_d = k_\sigma \cdot \frac{a^2}{d^2} \cdot q_{d,GZT}$$

$$= 0,74 \cdot \frac{500^2 \text{ mm}^2}{4^2 \text{ mm}^2} \cdot 0,00261 \text{ N/mm}^2 = 30,2 \text{ N/mm}^2$$

B9.4.3 Bemessungswert des Tragwiderstandes

Maßgebend ist hier die mittlere Einwirkungsdauer mit der Beanspruchung aus der Klimalast.

FG – KLED mittel – maximale Beanspruchung in der Scheibenmitte

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,4 \cdot 1,8 \cdot 45}{1,8} = 18 \text{ N/mm}^2$$

B9.4.4 Nachweis im GZT

$$E_d \leq R_d$$

$$30,2 \text{ N/mm}^2 > 18,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 30,2 / 18,0 = 1,68 > 1,0$$

Der Nachweis kann nicht geführt werden.

B9.4.5 Kommentar

Wenn ein Nachweis nicht geführt werden kann, gibt es bei klassischen Konstruktionen zwei Möglichkeiten: Wahl eines Materials mit einer höheren Festigkeit oder aber die Verwendung von dickeren Scheiben. Beim Lastfall

DIN EN 1990, Abschnitt 6.4.3.2, Gl. (6.10)
bzw. **Teil C3.1**

Teil C3.3 Einwirkungskombinationen für
Isolierverglasung – vertikal

Teil C6 Spannungs- und Verformungs-
berechnung von vierseitig linienförmig
gelagerten Glasplatten unter Vollflächenlast

Teil C6.3 Maximale Hauptzugspannungen

Teil C5.1 und **Teil C5.2** R_d bei statischer
Beanspruchung

DIN 18008-1, Abschnitt 8.3.7, Gl.(3) und
DIN 18008-2, Abschnitt 7.2

DIN 18008-1, Abschnitt 8.3.3, Gl. (1)

Klimalast würde bei einer Erhöhung der Glasdicken von 4 auf 6 mm eine fast dreimal so große Klimalast auftreten.

Methode C (vgl. Abschnitt B9.3)

$$\text{Systemwert } K = 0,8 \cdot \frac{8^3}{6^3} \cdot \frac{16 \text{ mm}}{12 \text{ mm}} = 2,5$$

Abminderungsfaktor $\rho = 0,3$

$$\begin{aligned} q_{d,GZT} &= 1,35 \cdot (-0,3 \cdot -3,60 \text{ kN/m}^2) + 1,5 \cdot (-0,3 \cdot -12,5 \text{ kN/m}^2) \\ &= 7,08 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

Das Widerstandsmoment der Scheibe vergrößert sich jedoch nur um den

$$\text{Faktor } \frac{(6 \text{ mm})^2}{(4 \text{ mm})^2} = 2,25. \text{ Durch eine Vergrößerung der Glasdicke ist ein}$$

Nachweis daher auch nicht möglich; der Ausnutzungsgrad steigt sogar noch an.

$$\begin{aligned} \sigma_d &= k_\sigma \cdot \frac{a^2}{d^2} \cdot q_{d,GZT} = 0,74 \cdot \frac{500^2 \text{ mm}^2}{6^2 \text{ mm}^2} \cdot 0,00708 \text{ N/mm}^2 \\ &= 36,4 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$(E_d = 36,4 \text{ N/mm}^2) > (R_d = 18 \text{ N/mm}^2)$$

$$\eta = 36,4 / 18,0 = 2,02 > 1,0$$

Der Nachweis kann mit der aktuellen DIN 18008 rechnerisch nur geführt werden, wenn thermisch vorgespannte Gläser wie ESG oder TVG gewählt werden.

Durch die Nachweisführung der DIN 18008 wurde für klimatische Beanspruchungen das Sicherheitsniveau erheblich angehoben. Nach TRLV würde der Nachweis mit dem Konzept der zulässigen Spannungen für Glasdicken von $d = 4 \text{ mm}$ auf der Lastseite wie folgt geführt werden:

$$q = (3,60 \text{ kN/m}^2 + 12,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 0,11 = 1,77 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{vorh}} &= k_\sigma \cdot \frac{a^2}{d^2} \cdot q_d = 0,74 \cdot \frac{500^2 \text{ mm}^2}{4^2 \text{ mm}^2} \cdot 0,00177 \text{ N/mm}^2 \\ &= 20,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{vorh}} < \sigma_{\text{zul}}$$

$$\sigma_{\text{zul}} = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$20,5 \text{ N/mm}^2 > 18 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 20,5 / 18,0 = 1,14 > 1,0$$

Teil C8.4.2 Systemwert K

Teil C8.4.5 Dreifachisolierglas
 $d_1 - d_{\text{SZR}} - d_2 - d_{\text{SZR}} - d_1 :$
 Abminderungsfaktor ρ

TRLV 2006, Tabelle 2

Auch nach TRLV ergibt sich eine Ausnutzung größer als 1,0 . Die betrachtete Abmessung und der gewählte Glasaufbau sind jedoch im Fensterbau üblich und werden ohne Schäden häufig verwendet.

Eine Anpassung der DIN 18008 ist in Vorbereitung, um eine Nachweisführung bei kleinformatigen Isolierglasscheiben auf einem geringeren Sicherheitsniveau zuzulassen.

B9.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist hier nicht maßgebend und wird daher nicht weiter betrachtet.

**B10 Vertikale Dreifachisolierverglasungen
1500 mm × 2500 mm**

B10.1 System

Um den Einfluss des Größeneffekts und auch die Verwendung der Bemessungshilfen im Teil C zur Lastaufteilung von Flächenlasten bei Dreifachisolierverglasungen zu verdeutlichen, wird auch der Nachweis einer großen vertikalen Dreifachisolierverglasung Schritt für Schritt gezeigt. Die Abmessungen entsprechen denen in Beispiel B8, im Vergleich zu Beispiel B9 wurden dickere Scheiben für die Außen- und Innenscheiben verwendet.

Abmessungen $a / b = 1500 \text{ mm} / 2500 \text{ mm}$

Glasaufbau (von außen nach innen)	Dicke	Glasart
Scheibe 1	$d_1 = 8 \text{ mm}$	FG
Scheibenzwischenraum 1	$d_{\text{SZR}1} = 12 \text{ mm}$	
Scheibe 2	$d_2 = 4 \text{ mm}$	FG
Scheibenzwischenraum 2	$d_{\text{SZR}2} = 12 \text{ mm}$	
Scheibe 3	$d_3 = 8 \text{ mm}$	FG

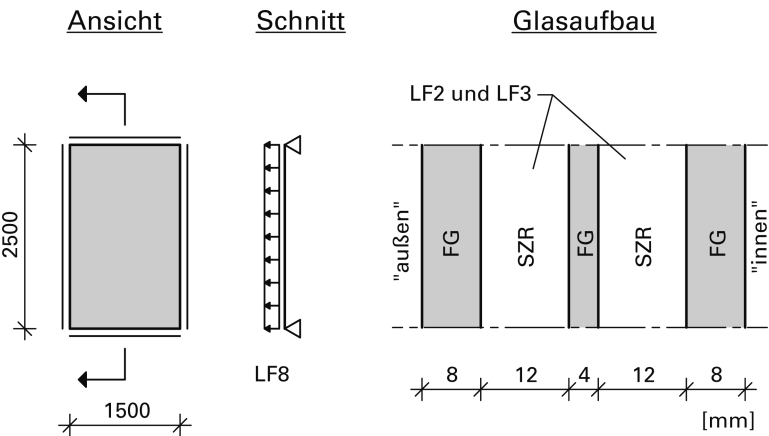


Bild 24 Systemparameter Beispiel B10

- Teil C1 Abkürzungen und Definitionen
- Teil C2.1 Entwurf und Bemessung nach DIN 18008
- Teil C2.2 Geltungsbereich der DIN 18008
- Teil C2.5 Isolierverglasung – Wahl des Glasaufbaus
- Teil C4.1 Übersicht
- Teil C4.2 Bemessung von linienförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-2

B10.2 Einwirkungen

Es sind hier nur die für dieses Beispiel maßgebenden Lastfälle aufgeführt.

Lastfall 2: Klimalast Sommer, Anteil aus geodätischer Höhenänderung Δp_{geo} (LF2)

DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

$$\Delta p_{geo, So} = 7,20 \text{ kN/m}^2$$

Teil B0.2.2 bzw. Teil C8.1

Lastfall 3: Klimalast Sommer, Anteil aus Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} und der Temperatur $\Delta p_{\Delta T}$ (LF3)

DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

$$-\Delta p_{met, So} + \Delta p_{\Delta T, So} = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

Teil B0.2.3 bzw. Teil C8.1

Lastfall 8: Windsog (LF8)

$$w_{Sog, k} = -1,4 \cdot 0,80 \text{ kN/m}^2 = -1,12 \text{ kN/m}^2$$

Teil B0.2.8

B10.3 Resultierende Lastanteile auf die Einzelscheiben

Methode C

Systemwert K

$K = K_{\text{Diagramm}} = 37$ abgelesen im Diagramm für die Kantenlänge $a = 1500 \text{ mm}$ und $a/b = 1500 \text{ mm} / 2500 \text{ mm} = 0,6$ (Darstellung im Diagramm gilt für $d = 8 \text{ mm}$ und $d_{\text{SZR}} = 16 \text{ mm}$)

Teil C8.4 Bemessungshilfen für rechteckige Zweifach- und Dreifachisolierverglasungen unter Flächenlast

Teil C8.4.2 Systemwert K

Berechnung von K bezogen auf $d_{\text{SZR}} = 12 \text{ mm}$:

$$K = K_{\text{Diagramm}} \cdot \frac{16 \text{ mm}}{d_{\text{SZR}}} = 37 \cdot \frac{16}{12} = 49$$

Abminderungsfaktor ρ

ρ abgelesen im Diagramm für den Systemwert $K = 49$

$$\rho = 0,02$$

Teil C8.4.5 Dreifachisolierglas
 $d_1 - d_{\text{SZR}} - d_2 - d_{\text{SZR}} - d_1$:
Abminderungsfaktor ρ

Lastfaktoren κ_1 und κ_3

κ_1 und κ_3 abgelesen im Diagramm für den Systemwert $K = 49$ und das Dickenverhältnis $d_1 / d_2 = 2,0$:

Teil C8.4.6 Dreifachisolierglas
 $d_1 - d_{\text{SZR}} - d_2 - d_{\text{SZR}} - d_1$: Lastfaktoren κ_1
und κ_3

$$\kappa_1 = 0,48$$

$$\kappa_3 = 0,46$$

Lastanteile $p_{res,i}$

Die Größe der Lastanteile aus der externen Last macht deutlich, dass die äußere Scheibe maßgebend für die Überlagerung aus äußeren Lasten und Klimalasten ist.

$p_{\text{res},1} \text{ (} d_1 = 8 \text{ mm außen)}$		
LF2.1	$-\rho \cdot \Delta p_{\text{geo},\text{So}}$	$-0,14 \text{ kN/m}^2$
LF3.1	$-\rho \cdot (-\Delta p_{\text{met}, \text{So}} + \Delta p_{\Delta T, \text{So}})$	$-0,18 \text{ kN/m}^2$
LF8.1	$\kappa_1 \cdot w_{\text{Sog},k}$	$-0,54 \text{ kN/m}^2$
$p_{\text{res},2} \text{ (} d_2 = 4 \text{ mm)}$		
LF2.2	0	0
LF3.2	0	0
LF8.2	$(1 - \kappa_1 - \kappa_3) \cdot w_{\text{Sog},k}$	$-0,07 \text{ kN/m}^2$
$p_{\text{res},3} \text{ (} d_1 = 8 \text{ mm innen)}$		
LF2.3	$\rho \cdot \Delta p_{\text{geo},\text{So}}$	$0,14 \text{ kN/m}^2$
LF3.3	$\rho \cdot (-\Delta p_{\text{met}, \text{So}} + \Delta p_{\Delta T, \text{So}})$	$0,18 \text{ kN/m}^2$
LF8.3	$\kappa_3 \cdot w_{\text{Sog},k}$	$-0,52 \text{ kN/m}^2$

B10.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

B10.4.1 Einwirkungskombination GZT

Ständige und vorübergehende Bemessungssituation

Da es sich um nicht thermisch vorgespannte Scheiben handelt, sind die Einwirkungskombinationen „Klima Sommer“ mit der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „mittel“ und die als „kurz“ einzustufende Kombination aus Windsog und Klima Sommer zu untersuchen. Da die Windsogbeanspruchung deutlich größer als die klimatische Beanspruchung ist, wird Wind hierbei zur Leiteinwirkung.

Alle Beanspruchungen sind vollflächig wirkende Flächenlasten, so dass der Vergleich zur Ermittlung der bemessungsmaßgebenden Einwirkungskombination bereits auf der Ebene der Lasten – und nicht erst auf Spannungsebene – erfolgen kann. Bemessungsmaßgebend wird hier Einwirkungskombination mit ED kurz.

Äußere Scheibe (Scheibe 1)	KLED	$q_{d,GZT}$ [kN/m ²]	$ q_{d,GZT} / k_{\text{mod}} $
Klimalast „Sommer“ kombiniert mit Windsog			
$1,35 \cdot \text{LF2.1} + 1,5 \cdot \text{LF3.1}$	mittel	$-0,46$	$1,15$
$1,35 \cdot \text{LF2.1} + 1,5 \cdot \text{LF8.1}$ $+ 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{LF3.1}$	kurz	$-1,16$	$1,66$

DIN EN 1990, Abschnitt 6.4.3.2, Gl. (6.10) bzw. **Teil C3.1**

Teil C3.3 Einwirkungskombinationen für Isolierverglasung – vertikal

Teil C5.1 und **Teil C5.2** R_d bei statischer Beanspruchung

B10.4.2 Bemessungswert der Spannungen

Geometrisch lineare Berechnung

Spannungsfaktor k_σ

k_σ abgelesen im Diagramm für $p^* = 0$ für $a / b = 1500 \text{ mm} / 2500 \text{ mm} = 0,6$

$$k_\sigma = 0,53$$

Bemessungsspannung

$$\begin{aligned}\sigma_d &= k_\sigma \cdot \frac{a^2}{d^2} \cdot q_{d,GZT} \\ &= 0,53 \cdot \frac{1500^2 \text{ mm}^2}{8^2 \text{ mm}^2} \cdot 0,00116 \text{ N/mm}^2 = 21,6 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

B10.4.3 Bemessungswert des Tragwiderstandes

FG – KLED kurz– maximale Beanspruchung in der Scheibenmitte

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,70 \cdot 1,8 \cdot 45}{1,8} = 31,5 \text{ N / mm}^2$$

B10.4.4 Nachweise im GZT

$$E_d \leq R_d$$

$$21,6 \text{ N/mm}^2 < 31,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 21,6 / 31,5 = 0,69 < 1,0$$

B10.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

B10.5.1 Einwirkungskombination GZG

Charakteristische Bemessungssituation

$$\begin{aligned}q_{d,GZG} &= \text{LF2.1} + \text{LF8.1} + 0,6 \cdot \text{LF3.1} \\ &= 0,14 \text{ kN/m}^2 + 0,54 \text{ kN/m}^2 + 0,6 \cdot 0,18 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,79 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

B10.5.2 Bemessungswert der Verformungen

Geometrisch lineare Berechnung

Verformungsfaktor k_w

k_w abgelesen im Diagramm für $p^* = 0$ und $a / b = 1500 \text{ mm} / 2500 \text{ mm} = 0,6$

$$k_w = 0,099$$

Teil C6 Spannungs- und Verformungsberechnung von vierseitig linienförmig gelagerten Glasplatten unter Vollflächenlast

Teil C6.3 Maximale Hauptzugspannungen

Teil C5.1 und **Teil C5.2** R_d bei statischer Beanspruchung

DIN 18008-1, Abschnitt 8.3.7, Gl. (3) und DIN 18008-2, Abschnitt 7.2

DIN 18008-1, Abschnitt 8.3.3, Gl. (1)

DIN EN 1990, Abschnitt 6.5.3, Gl. (6.14b) bzw. **Teil C3.1**

Teil C3.3 Einwirkungskombinationen für Isolierverglasung – vertikal

Teil C6 Spannungs- und Verformungsberechnung von vierseitig linienförmig gelagerten Glasplatten unter Vollflächenlast

Teil C6.4 Maximale Verformungen

Bemessungsverformung

$$w_d = k_w \cdot \frac{a^4}{E \cdot d^3} \cdot q_{d,GZG}$$

$$= 0,099 \cdot \frac{1500^4 \text{ mm}^4}{70.000 \text{ N/mm}^2 \cdot 8^3 \text{ mm}^3} \cdot 0,00079 \text{ N/mm}^2 = 11,0 \text{ mm}$$

B10.5.3 Grenzwert der Verformungen

$$C_d = \frac{L}{100} = 1500 / 100 = 15,0 \text{ mm}$$

B10.5.4 Nachweis im GZG

$$E_d \leq C_d$$

$$11,0 \text{ mm} < 15,0 \text{ mm}$$

$$\eta = 11,0 / 15,0 = 0,73 < 1,0$$

**B11 Vertikale Zweifachisolierverglasungen
1500 mm × 2500 mm mit VSG****B11.1 System**

Betrachtet wird eine Zweifachisolierverglasung. Die Abmessungen wurden identisch zu Beispiel B8 gewählt. Die Verglasung übernimmt hier jedoch die Funktion der Absturzsicherung, so dass eine Schicht als Verbundsicherheitsglas und die andere aus Mono-ESG ausgeführt wird.

Als Glasaufbau wird eine Verglasung nach DIN 18008-4, Anhang B gewählt, deren Stoßsicherheit durch Versuche erbracht wurde.

Als konstruktive Randbedingung muss hier bei allseitiger Lagerung ein Glaseinstand von mindestens 12 mm vorhanden sein.

Die ständige bzw. mittlere ED ist für das VSG aus Floatglas in diesem Beispiel nicht maßgebend, so dass bei den Einwirkungen nur die Überlagerung mit den Windlasten für die kurze ED dargestellt wird.

Im Vergleich zu Beispiel B8 sind hier die Grenzfallbetrachtungen für „Verbundsicherheitsglas mit Schubverbund“ bzw. „Verbundsicherheitsglas ohne Schubverbund“ erforderlich. Die beiden Fälle unterscheiden sich in der Lastverteilung der äußeren Lasten (Holmlast und Windlast) und in der wirksamen Klimalast. Im Grenzfall „mit Verbund“ ist das System steifer und daraus resultiert eine größere Klimalast. Dies bedeutet auch, dass das auf der Außenseite liegende Verbundglas in diesem Grenzfall einen höheren Anteil der äußeren Lasten aufnimmt. Die Spannungs- und Verformungsnachweise können dann für den Grenzfall „voller Schubverbund“ geführt werden.

DIN 18008-2, Abschnitt 7.3

DIN 18008-1, Abschnitt 8.4.1, Gl. (5)

Teil C1 Abkürzungen und Definitionen**Teil C2.1** Entwurf und Bemessung nach DIN 18008**Teil C2.2** Geltungsbereich der DIN 18008**Teil C4.1** Übersicht**Teil C4.2** Bemessung von linienförmig gelagerten Verglasungen nach DIN 18008-2**Teil C4.4** Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen nach DIN 18008-4

DIN 18008-4 Anhang B, Tabelle B.1

Es ist zu beachten, dass die Erhöhung des Materialwiderstands um 10% unabhängig von der Betrachtung der Grenzfälle „mit Verbund“ und „ohne Verbund“ ist. Die Erhöhung bezieht sich auf den Materialwiderstand und die damit verbundene Redundanz des Bauteils. Die Grenzfälle „mit Verbund“ und „ohne Verbund“ berücksichtigen die variable Steifigkeit der Verbundglasscheiben und den damit verbundenen Einfluss auf die wirksame Klimalast.

Die Verglasung ist vierseitig linienförmig gelenkig gelagert. Der Einbauwinkel beträgt 0° bezogen auf die Vertikale. Die Isolierglasscheibe hat Abmessungen von $a/b=1500\text{ mm}/2500\text{ mm}$.

entsprechend DIN 18008-2

Glasaufbau (von außen nach innen)	Dicke	Glasart
Scheibe 1	$d_1 = 2 \times 5\text{ mm}$ mit $d_{\text{PVB}} = 0,76\text{ mm}$	VSG aus FG
Scheibenzwischenraum	$d_{\text{SZR}} = 16\text{ mm}$	
Scheibe 2	$d_2 = 8\text{ mm}$	ESG

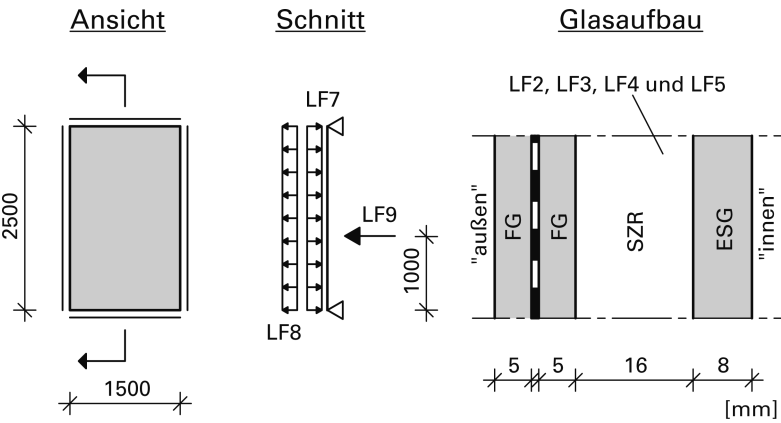


Bild 25 Systemparameter Beispiel B11

B11.2 Einwirkungen

Lastfall 2: Klimalast Sommer, Anteil aus geodätischer Höhenänderung Δp_{geo} (LF2)

$\Delta p_{\text{geo, So}} = 7,20\text{ kN/m}^2$

Lastfall 3: Klimalast Sommer, Anteil aus Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} und der Temperatur $\Delta p_{\Delta T}$ (LF3)

$-\Delta p_{\text{met, So}} + \Delta p_{\Delta T, \text{So}} = 8,80\text{ kN/m}^2$

Lastfall 4: Klimalast Winter, Anteil aus geodätischer Höhenänderung Δp_{geo} (LF4)

$\Delta p_{\text{geo, Wi}} = -3,60\text{ kN/m}^2$

DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

Teil B0.2.2 bzw. Teil C8.1

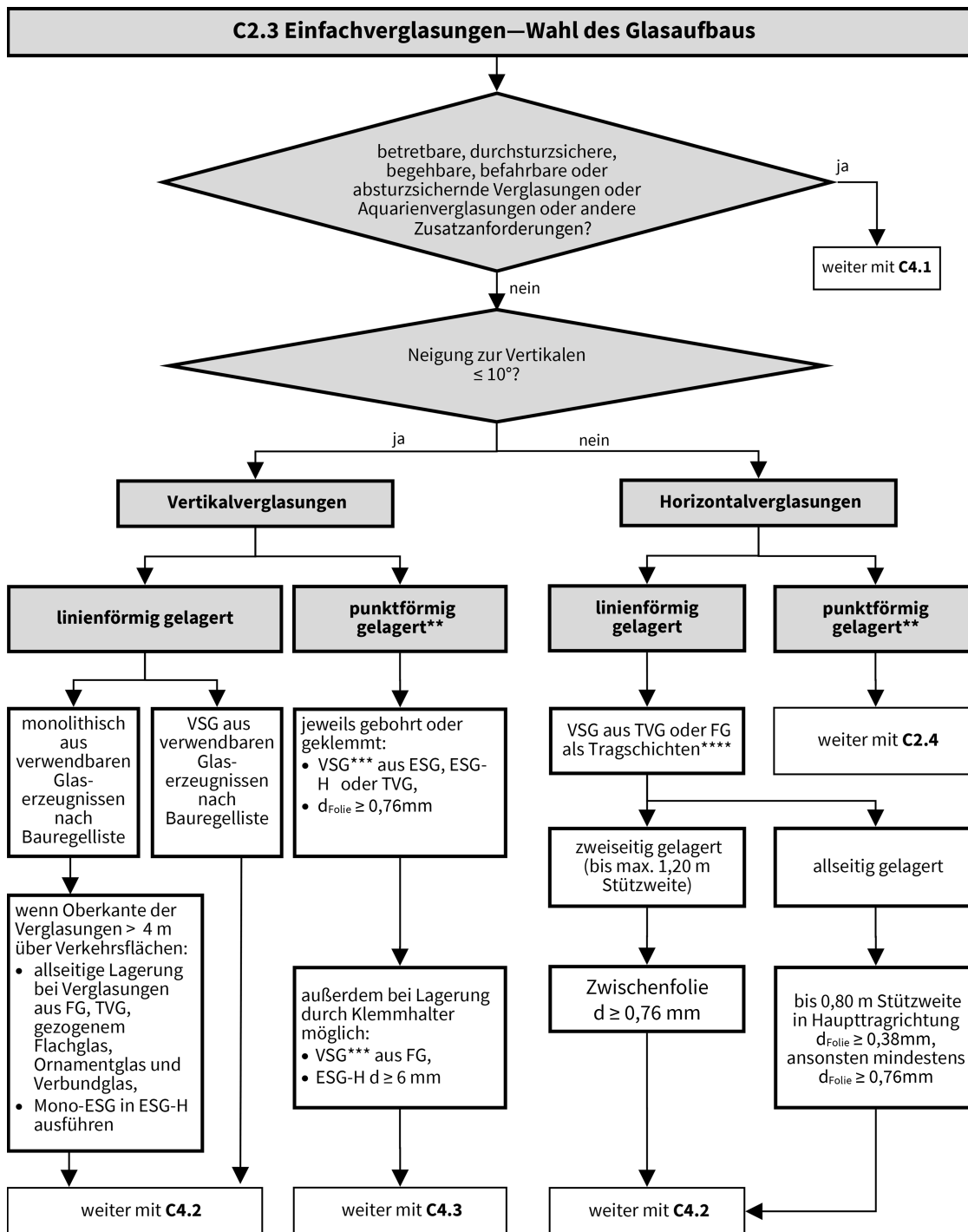
DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

Teil B0.2.3 bzw. Teil C8.1

DIN 18008-2, A.4 und DIN 18008-1, Tabelle 3

Teil B0.2.4 bzw. Teil C8.1

C2.3 Einfachverglasungen – Wahl des Glasaufbaus



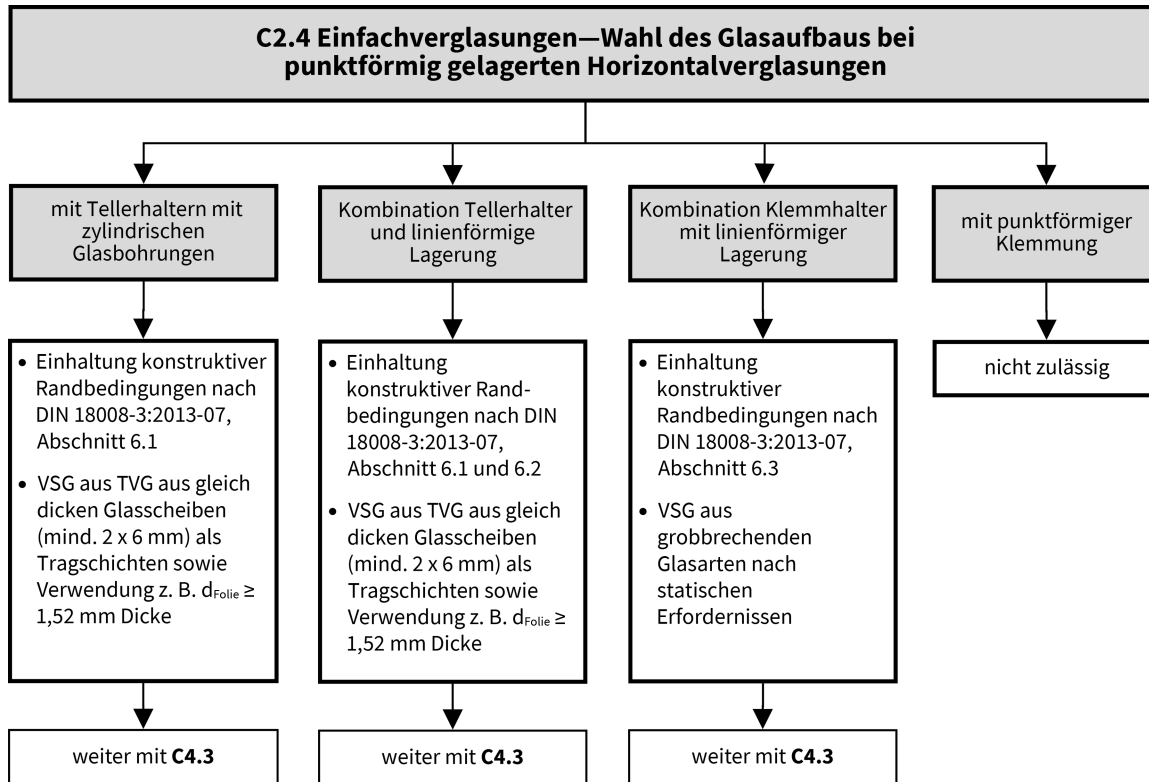
* z. B. Sicherheitssonderanforderungen wie durchwurfhemmend, durchbruchhemmend, durchschusshemmend, einbruchhemmend

** Verwendung von Tellerhaltern mit zylindrischen Glasbohrungen und /oder Klemmhaltern nach DIN 18008-3

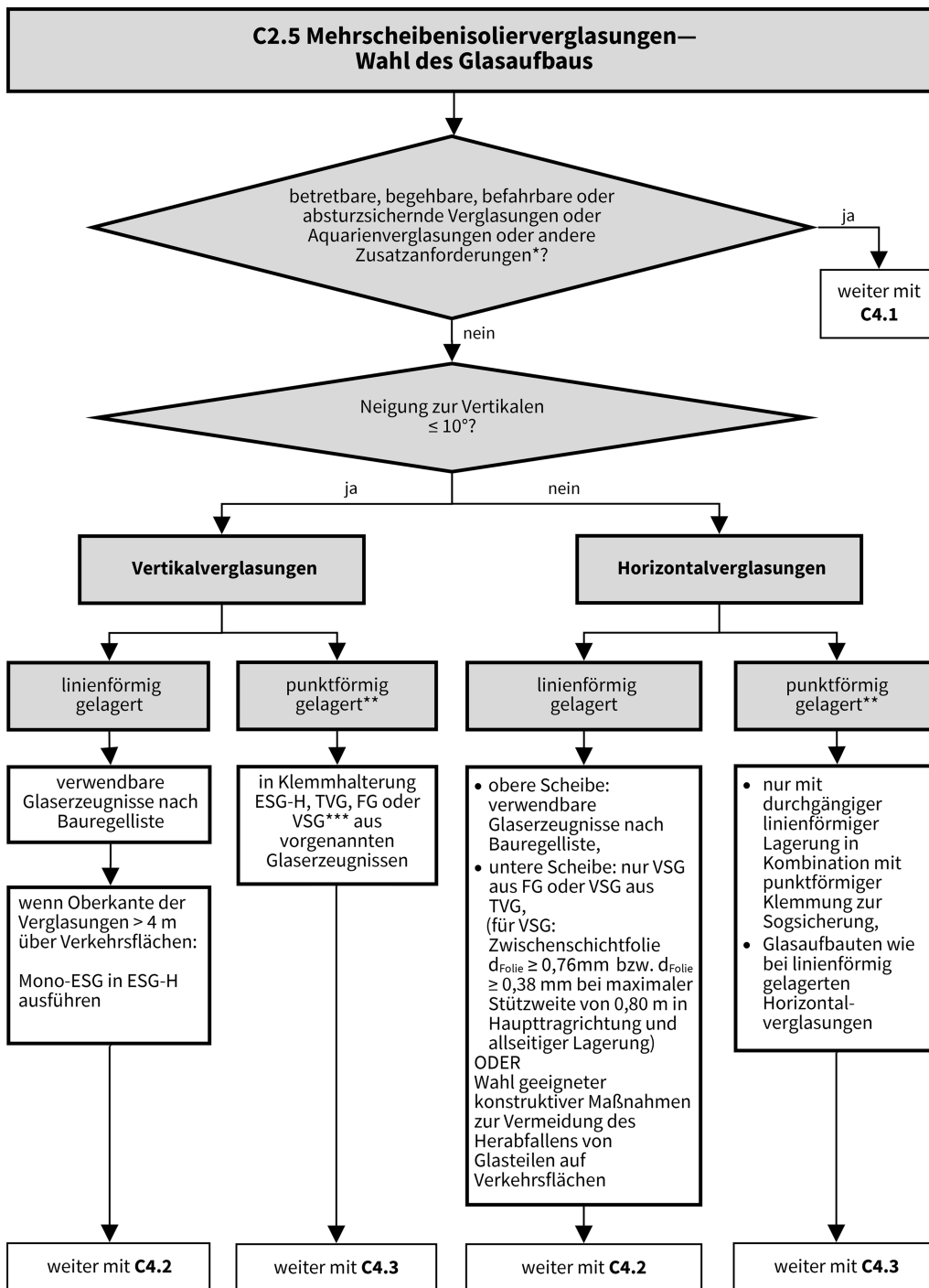
*** Glasdicken der verbundenen Scheiben dürfen höchstens um den Faktor 1,7 voneinander abweichen

**** auch Drahtglas bis 0,70 m Stützweite und Glaseinstand ≥ 15 mm zulässig

C2.4 Einfachverglasungen – Wahl des Glasaufbaus bei punktförmig gelagerten Horizontalverglasungen



C2.5 Isolierverglasungen – Wahl des Glasaufbaus



* z. B. Sicherheitssonderanforderungen wie durchwurfhemmend, durchbruchhemmend, durchschuss-hemmend, einbruchhemmend

** Verwendung von Klemmhaltern nach DIN 18008-3 unter Beachtung der dort angegebenen konstruktiven Randbedingungen

*** Glasdicken der verbundenen Scheiben dürfen höchstens um den Faktor 1,7 voneinander abweichen

C3 Einwirkungskombinationen

C3.1 Bemessungsgrundlage nach DIN EN 1990 und DIN 18008

Für die häufig auftretenden Belastungssituationen sind in den folgenden Abschnitten die zu betrachtenden Einwirkungskombinationen in Abhängigkeit von der Einbausituation (vertikal oder horizontal) und der Glasart (Einfach- oder Isolierverglasung) zusammengestellt. Als Vertikalverglasungen werden Verglasungen bis zu einer Neigung von 10° gegen die Vertikale definiert. Bei einer Neigung der Verglasung von $\alpha = 0^\circ$ entfallen die Lastanteile aus Eigengewicht (Anteile „g“).

Für die schematische Darstellung der Einwirkungen wurden folgende Abkürzungen verwendet:

Abkürzungen für die Lastanteile in C3	
g	Eigengewicht
w	Wind
s	Schnee
q	Nutzlasten
$\Delta p_{\Delta H}$	Änderung des atmosphärischen Drucks infolge Ortshöhendifferenz
Δp_{met}	Änderung des atmosphärischen Drucks
$\Delta p_{\Delta T}$	Änderung des isochoren Drucks infolge Temperaturdifferenz

In Bezug auf die Einzelscheiben eines Glasaufbaus wird E_d , der „Bemessungswert der Auswirkung der Einwirkungen“, bei Isolierverglasungen mit den resultierenden Lastanteilen aus $g, s, w, q, \Delta p_{\Delta H}, \Delta p_{\Delta T}$ und Δp_{met} berechnet mit den Verfahren nach Teil C8 ermittelt. Bei Verbundgläsern teilen sich die Lasten in Abhängigkeit der Einzelsteifigkeiten der Scheiben auf. Besondere Beanspruchungen (z. B. Temperatur, Montagezwängungen) sind hier entsprechend zu ergänzen.

Da nicht thermisch vorgespannte Glasscheiben die Besonderheit aufweisen, dass der Bauteilwiderstand von der Belastungsdauer abhängt, müssen die Einwirkungskombinationen für die Einwirkungsauern (ED) „ständig“, „mittel“ und „kurz“ aufgestellt werden. Werden Beanspruchungen mit unterschiedlicher Einwirkungsauer miteinander kombiniert, ist die Beanspruchung mit der kürzesten Einwirkungsauer maßgebend für die Einstufung der Kombination in eine Klasse der Lasteinwirkungsauer für die Berechnung des Bauteilwiderstandes. Die Lasten sind nach DIN 18008-1 den folgenden Einwirkungsauern zugeordnet:

Zuordnung der Einwirkungsauer ED zu den nach DIN 18008 typischen Lasten	
ständig	Eigengewicht g , Änderung des atmosphärischen Drucks infolge Ortshöhendifferenz $\Delta p_{\Delta H}$
mittel	Schnee s , Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} und Änderung des isochoren Drucks infolge Temperaturdifferenz $\Delta p_{\Delta T}$
kurz	Wind w , Nutzlasten q und Q

In den folgenden Tabellen sind Einwirkungskombinationen nach DIN EN 1990, auf die in der DIN 18008 verwiesen wird, und die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte zusammengestellt. Die spezifischen Regelungen der DIN 18008 sind hier berücksichtigt.

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (intakte Verglasung) – ständige und vorübergehende Bemessungssituation	
$E_d = E_d \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$	
$\gamma_{G,j}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Beanspruchungen Ständige Beanspruchungen sind bei Glasbauteilen z. B. das Eigengewicht und bei Isolierverglasungen der Anteil der Klimlast resultierend aus dem geodätischen Höhenunterschied zwischen Herstell- und Einbauort. Das Eigengewicht wirkt ungünstig: $\gamma_G = 1,35$ Das Eigengewicht wirkt entlastend: $\gamma_G = 1,0$ Die Klimlast (mit ständiger ED) wirkt ungünstig: $\gamma_G = 1,35$ Die Klimlast (mit ständiger ED) wirkt entlastend: $\gamma_G = 0$
$\gamma_{Q,1}$	Teilsicherheitsbeiwert der veränderlichen Leiteinwirkung Veränderliche Beanspruchungen sind im Glasbau z. B. Wind, Schnee, Personenlasten oder klimatische Beanspruchungen bei Isolierverglasungen aus Δp_{met} und $\Delta p_{\Delta T}$.
$\gamma_{Q,i}$	Teilsicherheitsbeiwert der weiteren veränderlichen Einwirkungen Die veränderliche Einwirkung wirkt ungünstig: $\gamma_Q = 1,5$ Die veränderliche Einwirkung wirkt entlastend: $\gamma_Q = 0$
$\psi_{0,i}$	Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkungen Wind $\psi_0 = 0,6$ Schnee $\leq 000 \text{ m}$ $\psi_0 = 0,5$ Schnee $> 1000 \text{ m}$ $\psi_0 = 0,7$ Holm- und Personenlasten nach DIN 18008-1, Tabelle 5 $\psi_0 = 0,7$ E DIN 18008-6 (Personenlasten): zulässige Betretbarkeit bei Schneelasten $\psi_0 = 1,0$ Klimalasten (mit mittlerer ED) nach DIN 18008-1, Tabelle 5 $\psi_0 = 0,6$ Montagezwängungen nach DIN 18008-1, Tabelle 5 $\psi_0 = 1,0$

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ausfallszenario) – außergewöhnliche Bemessungssituation		
$E_d = E_d \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$		
$\gamma_{GA,j}$	Eigenwicht oder ständiger Klimalastranteil (z. B. bei Dreifach-Isolierglas)	$\gamma_{GA} = 1,0$
ψ_1	Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkungen	
	Wind	$\psi_1 = 0,2$
	Schnee ≤ 1000 m	$\psi_1 = 0,2$
	Schnee > 1000 m	$\psi_1 = 0,5$
	Holm- und Personenlasten nach DIN 18008-1, Tabelle 5	$\psi_1 = 0,5$
	Klimalasten (mit mittlerer ED) nach DIN 18008-1, Tabelle 5	$\psi_1 = 0,5$
	Montagezwängungen	$\psi_1 = 1,0$
ψ_2	Kombinationsbeiwert der weiteren veränderlichen Einwirkungen	
	Wind	$\psi_2 = 0$
	Schnee ≤ 1000 m	$\psi_2 = 0$
	Schnee > 1000 m	$\psi_2 = 0,2$
	Holm- und Personenlasten nach DIN 18008-1, Tabelle 5	$\psi_2 = 0,3$
	Klimalasten (mit mittlerer ED) nach DIN 18008-1, Tabelle 5	$\psi_2 = 0$
	Montagezwängungen	$\psi_2 = 1,0$

Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – charakteristische Bemessungssituation		
$E_d = E_d \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$		
		$\psi_{0,i}$ siehe oben

C3.2 Einwirkungskombinationen für Einfachverglasung – vertikal

Die folgenden Tabellen gelten in Verbindung mit den Erläuterungen in Teil C3.1.

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (intakte Verglasung) – ständige und vorübergehende Bemessungssituation	
Vertikale Einfachverglasungen unterliegen neben dem evtl. vorhandenen Eigengewicht nur Beanspruchungen mit ED „kurz“. Die alleinige Betrachtung des Eigengewichtes ED „ständig“ kann hier vernachlässigt werden, da diese Situation nie bemessungsmaßgebend wird. Falls man die DIN 18008 z. B. für die Bemessung von Aquarienverglasung heranzieht, müssen diese Einwirkungskombinationen in Bezug auf ED „ständig“ überprüft werden.	
bei Eigengewicht g und Wind w (g und w wirken in die gleiche Richtung)	$E_d = E_d \{1,35 \cdot g + 1,5 \cdot w\}$
bei Eigengewicht g und Wind w (g wirkt entlastend)	$E_d = E_d \{1,0 \cdot g + 1,5 \cdot w\}$
bei Eigengewicht g und Nutzlast q (g und q wirken in die gleiche Richtung)	$E_d = E_d \{1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q\}$
bei Eigengewicht g und Nutzlast q (g wirkt entlastend)	$E_d = E_d \{1,0 \cdot g + 1,5 \cdot q\}$
bei Eigengewicht g, Wind w und Nutzlast q (g , w und q wirken in die gleiche Richtung)	$E_d = \max E_d \left\{ \begin{array}{l} 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot (w + 0,7 \cdot q) \\ 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot (0,6 \cdot w + q) \end{array} \right\}$
Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ausfallszenario) – außergewöhnliche Bemessungssituation	
<i>Gilt nur für Glasbrüstungen der Kategorie B nach DIN 18008-4:2013-07</i>	
Außergewöhnliche Einwirkungskombination für das Schädigungsszenario nach DIN 18008-4, Abschnitt 6.1.2	
bei Nutzlast q	$E_d = 0,5 \cdot q$
bei Wind w und Nutzlast q	$E_d = \max E_d \left\{ \begin{array}{l} 0,2 \cdot w + 0,3 \cdot q \\ 0,5 \cdot q \end{array} \right\}$
Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – charakteristische Bemessungssituation	
bei Eigengewicht g und Wind w	$E_d = E_d \{g + w\}$
bei Eigengewicht g und Nutzlast q	$E_d = E_d \{g + q\}$
bei Eigengewicht g, Wind w und Nutzlast q (g , w und q wirken in die gleiche Richtung)	$E_d = \max E_d \left\{ \begin{array}{l} g + (w + 0,7 \cdot q) \\ g + (0,6 \cdot w + q) \end{array} \right\}$

BESTELLSCHEIN

FAX: +49 (0)30 47031 240

E-Mail: marketing@ernst-und-sohn.de

Stück	Bestell-Nr.:	Titel	Preis* €
	978-3-433-03090-5	Beispiele zur Bemessung von Glasbauteilen nach DIN 18008	55,-
	909538	Gesamtverzeichnis Ernst & Sohn 2016/2017	kostenlos
	bitte ankreuzen	Monatlicher E-Mail-Newsletter	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: ☐ privat ☐ geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner			Telefon
UST-ID Nr. / VAT-ID No.			Fax
Straße//Nr.			E-Mail
Land	-	PLZ	Ort

Vertrauensgarantie: Dieser Auftrag kann innerhalb von zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, Wiley-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden.

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de



Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
Stand: Sep 16 (homepage_Probekapitel)