

# Inhalt

## Vorwort ..... V

## Teil I Grundlagen

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Einführendes Beispiel .....	1
1.2	Begriffsbestimmung .....	2
<b>2</b>	<b>Der Werkstoff Glas</b> .....	5
2.1	Einleitung .....	5
2.2	Definitionen von Glas .....	7
2.3	Struktur und Zusammensetzung von Glas .....	9
2.4	Herstellung von Glas .....	11
2.4.1	Rohstoffe .....	11
2.4.2	Produktion von Flachglas .....	12
2.5	Veredelung von Flachglas .....	15
2.5.1	Mechanische Bearbeitung .....	16
2.5.2	Elemente aus mehreren Scheiben (Isolierverglasung, Verbundgläser) .....	17
2.5.3	Gläser mit Vorspannung .....	17
2.5.4	Beschichtung und Oberflächenbehandlung von Flachglas .....	18
2.5.5	Gestaltetes Verbundglas .....	20
2.6	Gebogenes Glas .....	20
2.6.1	Thermisch gebogenes Glas .....	20
2.6.2	Kaltverformtes Glas .....	22
2.7	Sonderprodukte .....	23
2.7.1	Glasrohre .....	23
2.7.2	Profilbauglas .....	23
2.8	Elastische Kenngrößen .....	24
2.8.1	Elastizitätsmodul E .....	24
2.8.2	Theoretische und praktische Festigkeit .....	24
2.8.3	Allgemeine weitere Zahlenwerte .....	25
<b>3</b>	<b>Bruchmechanik und Auswertung nach Weibull</b> .....	27
3.1	Allgemeines .....	27
3.2	Grundgleichungen der Bruchmechanik .....	27
3.3	Statistische Auswertung nach Weibull .....	29
3.3.1	Allgemeines .....	29
3.3.2	Verteilungsfunktion .....	30
3.3.3	Punktschätzungen für $\theta$ und $\beta$ .....	30
3.3.4	Grafische Darstellung im Weibull-Netz .....	31
3.3.5	Vertrauensbereiche .....	31
3.3.6	Beispiel 1 aus DIN 55303-7 .....	31

3.4	Lösung der Grundaufgaben für Lebensdauerberechnungen .....	34
3.4.1	Allgemeines .....	34
3.4.2	Umrechnung der Belastungsgeschichte .....	34
3.4.3	Umrechnung der Lastfläche und Spannungsverteilung .....	37
3.4.4	Umrechnung der Wahrscheinlichkeit .....	39
3.5	Beispiele zu Lebensdauerberechnungen .....	39
3.5.1	Berücksichtigung unterschiedlicher Belastungsgeschichten .....	39
3.5.2	Berücksichtigung unterschiedlicher Lastflächen und Lastformen .....	40
3.5.3	Berücksichtigung unterschiedlicher Bruchwahrscheinlichkeiten .....	42
<b>4</b>	<b>Festigkeit und Bruchhypothese .....</b>	<b>43</b>
4.1	Allgemeines .....	43
4.2	Einflussfaktoren auf die Festigkeit .....	43
4.2.1	Mechanischer Bearbeitungszustand von Oberfläche und Kanten .....	43
4.2.2	Spannungsverteilung und Flächengröße .....	44
4.2.3	Umgebungsbedingungen und Alter .....	44
4.2.4	Belastungsgeschwindigkeit und -dauer .....	45
4.2.5	Vorspannung der Oberfläche .....	45
4.3	Unterscheidung von Festigkeit und Prüffestigkeit .....	45
4.3.1	Allgemeines und Definitionen .....	45
4.3.2	Beispiel zur Erläuterung .....	46
4.3.3	Schlussfolgerungen aus dem Beispiel .....	49
4.3.4	Auswirkung einer Vorspannung auf Gleichungen der Bruchmechanik .....	50
4.4	Versuche nach DIN .....	51
4.5	Bruchhypothese .....	52
4.5.1	Allgemeines .....	52
4.5.2	Versuche zur Bruchhypothese .....	52
4.5.3	Schlussfolgerungen und Bruchhypothese für Glas .....	54
<b>5</b>	<b>Vorgespanntes Glas .....</b>	<b>56</b>
5.1	Allgemeines .....	56
5.2	Herstellung .....	57
5.3	Bruchverhalten .....	58
5.4	ESG .....	59
5.4.1	Spontanversagen .....	60
5.4.2	Heißlagerungsprüfung (Heat-Soak-Test) .....	60
5.5	TVG .....	61
5.6	Verteilung der Vorspannung über Querschnitt und Bauteil .....	62
5.6.1	Ermittlung der Vorspannung durch Versuch und Rechnung .....	62
5.6.2	Spannungsverlauf in verschiedenen Zonen .....	63
5.6.3	Festigkeitskennwerte .....	64
5.7	Dünnglas .....	65
<b>6</b>	<b>Verbundglas und Verbundsicherheitsglas .....</b>	<b>66</b>
6.1	Allgemeines .....	66
6.2	Rohstoffe und Methoden zur Herstellung von Verbundglas .....	67
6.2.1	Polyvinylbutyral (PVB) .....	68
6.2.2	Ethylen-Vinylacetat (EVA) .....	70

6.2.3	SentryGlas® (SG) .....	71
6.2.4	Gießharze .....	72
6.3	Tragverhalten von Verbundglas .....	73
6.3.1	Schubbeanspruchung.....	74
6.3.2	Biegebeanspruchung .....	74
6.4	Resttragverhalten von gebrochenem Verbundglas .....	76
6.4.1	Allgemeines .....	76
6.4.2	Resttragfähigkeit verschiedener Zwischenschichten.....	77
6.4.3	Spannungsverteilung und -umlagerung im Bereich eines Risses .....	77
6.4.4	Resttragfähigkeit punktgehaltener abgespannter Vordächer mit unterschiedlichen Gläsern und Zwischenlagenmaterial .....	79
7	<b>Berechnung von Verbundglas .....</b>	82
7.1	Allgemeines .....	82
7.2	Einachsig abtragende Bauteile (Balken) .....	82
7.2.1	Allgemeines .....	82
7.2.2	Analytische Lösungen.....	83
7.2.3	Finite-Elemente-Methode (FEM).....	86
7.2.4	Beispiel .....	88
7.3	Zweiachsig abtragende Bauteile (Platten).....	93
7.3.1	Analytische Lösungen.....	93
7.3.2	Finite-Elemente-Methode (FEM).....	93
7.3.3	Beispiel .....	95
7.4	Schlussfolgerungen .....	97
8	<b>Brandschutzverglasungen .....</b>	99
8.1	Allgemeines .....	99
8.2	Gegenwärtige und künftige Regelungen .....	101
8.3	Zusätzliche Anforderungen .....	102
9	<b>Sicherheitsverglasungen .....</b>	103
9.1	Angriffhemmende Verglasungen .....	103
9.2	Durchschusshemmende Verglasungen.....	103
9.3	Sprengwirkungshemmende Verglasungen .....	103
10	<b>Photovoltaikverglasungen .....</b>	105
10.1	Allgemeines .....	105
10.2	Elementtypen .....	105
10.3	Integration in die Gebäudehülle .....	106
10.4	Anforderungen an Entwurf und Bemessung .....	108
10.5	Befestigungssysteme .....	108
11	<b>Isolierverglasungen .....</b>	110
11.1	Allgemeines .....	110
11.2	Beanspruchung und rechnerische Erfassung von 2-Scheiben-Isolierglas .....	112
11.2.1	Allgemeines und Definitionen .....	112
11.2.2	Der Druck im SZR .....	114
11.2.3	Einführung dimensionsloser Variablen und vereinfachte Lösung.....	116

11.2.4	Übersicht der Berechnung nach TRLV bzw. DIN 18008 .....	118
11.2.5	Beispiel und Diskussion .....	122
11.3	Beanspruchung und rechnerische Erfassung von Mehrscheiben-Isolierglas....	124
11.3.1	Allgemeines .....	124
11.3.2	Die Drücke in den SZR .....	125
11.3.3	Einführung dimensionsloser Variablen und vereinfachte Lösung.....	126
<b>Teil II</b>	<b>Anwendungen</b>	
<b>12</b>	<b>Baurechtliche Situation</b> .....	131
12.1	Allgemeines .....	131
12.2	Harmonisierung technischer Regelungen.....	132
12.2.1	Bauproduktenrichtlinie (BPR) und Baupunktengesetz (BauPG) .....	132
12.2.2	Bauproduktenverordnung (BauPVO).....	133
12.3	Musterbauordnung (MBO).....	134
12.4	Bauregelliste.....	136
12.4.1	Allgemeines .....	136
12.4.2	Bauprodukte und Bauarten aus Glas .....	138
12.5	Musterliste der Technischen Baubestimmungen.....	139
12.5.1	Allgemeines .....	139
12.5.2	Technische Regeln für Glas .....	141
12.6	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis.....	143
12.7	Zustimmung im Einzelfall.....	145
12.8	Europäische technische Zulassung (ETA) .....	146
12.9	Ausblick .....	146
<b>13</b>	<b>Entwurf und konstruktive Details</b> .....	147
13.1	Allgemeines .....	147
13.2	Anwendungsbereich und Glasauswahl.....	147
13.3	Fertigungstechnische Grenzen .....	148
13.4	Lagerung von Glasbauteilen.....	149
13.4.1	Allgemeines .....	149
13.4.2	Mechanische Verbindungen .....	150
13.4.3	Klebeverbindungen .....	160
<b>14</b>	<b>Berechnung und Bemessung</b> .....	166
14.1	Allgemeines .....	166
14.2	Linienförmig gelagerte Verglasungen.....	167
14.3	Punktförmig gelagerte Verglasungen.....	167
14.3.1	Allgemeines .....	167
14.3.2	Nachweis der Verwendbarkeit .....	167
14.3.3	Ausblick .....	172
14.4	Klebeverbindungen .....	172
14.4.1	Allgemeines .....	172
14.4.2	Bemessung nach ETAG 002 .....	173
14.5	Versuchsgestützte Bemessung .....	174
14.5.1	Allgemeines .....	174

14.5.2	Resttragfähigkeit .....	175
14.5.3	Weitere Bereiche .....	175
<b>15</b>	<b>Überblick zu Bemessungskonzepten und Nachweisen unterschiedlicher Regelungen .....</b>	<b>176</b>
15.1	Allgemeines .....	176
15.1.1	Einleitung .....	176
15.1.2	Nachweiskonzepte .....	176
15.1.3	Zeitliche Entwicklung der Regelungen im Konstruktiven Glasbau .....	179
15.2	Nachweis auf Basis des $\text{zul-}\sigma$ -Konzepts .....	182
15.2.1	Allgemeines .....	182
15.2.2	DIN 18516-4:1990: Außenwandbekleidungen aus ESG, hinterlüftet .....	183
15.2.3	Technische Regeln des DIBt: TRLV .....	184
15.2.4	Technische Regeln des DIBt: TRAV .....	185
15.2.5	Technische Regeln des DIBt: TRPV .....	186
15.3	Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte und (sichtbare) Anwendung der Bruchmechanik .....	186
15.3.1	Allgemeines .....	186
15.3.2	Wissenschaftliche Arbeiten .....	187
15.3.3	DIN 18008 .....	193
15.3.4	ÖNORM B 3716 .....	196
15.3.5	EN 13474 .....	198
15.3.6	NEN 2608 .....	199
15.4	Vergleich der Regelungen für ausgewählte Anwendungen .....	201
<b>16</b>	<b>Konstruktion und Bemessung nach TRLV, TRAV und TRPV .....</b>	<b>204</b>
16.1	TRLV .....	204
16.1.1	Geltungsbereich, Bauprodukte und Anwendungsbedingungen .....	204
16.1.2	Nachweisformat, Ermittlung der vorhandenen und zulässigen Werte .....	207
16.1.3	Anhänge .....	210
16.2	TRAV .....	210
16.2.1	Geltungsbereich, Bauprodukte und Anwendungsbedingungen .....	210
16.2.2	Einwirkungen und Nachweisführung .....	211
16.2.3	Anhänge .....	212
16.3	TRPV .....	213
16.3.1	Geltungsbereich, Bauprodukte und Anwendungsbedingungen .....	213
16.3.2	Nachweisführung und Ermittlung der vorhandenen Werte .....	213
16.3.3	Hilfsmittel auf Basis der TRLV .....	214
<b>17</b>	<b>Konstruktion und Bemessung nach DIN 18008 .....</b>	<b>215</b>
17.1	DIN 18008 Teil 1 – Begriffe und allgemeine Grundlagen .....	217
17.1.1	Allgemeines, Einwirkungen .....	217
17.1.2	Sicherheitskonzept und Konstruktionswerkstoffe .....	217
17.1.3	Einwirkungen .....	218
17.1.4	Ermittlung von Spannungen und Verformungen .....	218
17.1.5	Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit .....	219
17.1.6	Nachweise der Resttragfähigkeit .....	221
17.1.7	Generelle Konstruktionsvorgaben .....	221

---

17.2	DIN 18008 Teil 2 .....	222
17.2.1	Allgemeines, Anwendungsbedingungen .....	222
17.2.2	Zusätzliche Regelungen für Horizontal- und Vertikalverglasungen .....	222
17.2.3	Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.....	223
17.3	DIN 18008 Teil 3 .....	224
17.3.1	Allgemeines .....	224
17.3.2	Anwendungsbedingungen und Konstruktion .....	224
17.3.3	Zusätzliche Regelungen für Vertikal- und Horizontalverglasungen .....	224
17.3.4	Einwirkungen und Nachweise.....	225
17.3.5	Anhänge .....	225
17.4	DIN 18008 Teil 4 .....	225
17.5	DIN 18008 Teil 5 .....	227
17.6	DIN 18008 Teil 6 .....	227
17.7	DIN 18008 Teil 7 .....	227

<b>18</b>	<b>Tragelemente .....</b>	<b>228</b>
18.1	Allgemeines .....	228
18.2	Stabilität und Lasteinleitung.....	228
18.3	Ausblick .....	229

## Teil III Beispiele

<b>19</b>	<b>Beispiele .....</b>	<b>230</b>
19.1	Beispiel 1: Vordach mit 2-seitig linienförmig gelagerten Glasscheiben .....	230
19.1.1	Allgemeines, System und charakteristische Einwirkungen.....	230
19.1.2	Nachweis nach „zul- $\sigma$ -Konzept“ – TRLV .....	232
19.1.3	Nachweis nach Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte – DIN 18008.....	233
19.2	Beispiel 2: Linienförmig gelagerte Isolierverglasung .....	235
19.2.1	Allgemeines .....	235
19.2.2	Charakteristische Einwirkungen .....	236
19.2.3	Verteilung der charakteristischen Einwirkungen auf die einzelnen Scheiben des Isolierglaselementes.....	237
19.2.4	Nachweis nach TRLV .....	242
19.2.5	Nachweis nach DIN 18008 .....	245
19.3	Beispiel 3: Punktgehaltene, vertikale Windfangverglasung.....	250
19.3.1	Allgemeines .....	250
19.3.2	Einwirkungen .....	251
19.3.3	Berechnung von Spannungen und Durchbiegungen .....	251
19.3.4	Beanspruchbarkeiten (zulässige Werte) und Nachweise nach TRPV .....	253
19.3.5	Beanspruchbarkeiten und Nachweis nach DIN 18008.....	253
19.4	Beispiel 4: Punktgehaltene Überkopfverglasung .....	255
19.4.1	Allgemeines und Systemdaten .....	255
19.4.2	Berechnung und Nachweis mittels aufwendigem FE-Modell .....	256
19.4.3	Vereinfachtes Verfahren nach DIN 18008-3.....	257
19.4.4	Nachweis mittels abZ .....	261
19.5	Beispiel 5: Absturzsichernde Einfachverglasung der Kategorie A .....	263
19.5.1	Allgemeines .....	263
19.5.2	Grenzzustände für statische Einwirkungen .....	264

---

19.5.3	Grenzzustand für stoßartige Einwirkungen .....	265
19.6	Beispiel 6: Absturzsichernde Isolierverglasung der Kategorie A .....	267
19.6.1	Allgemeines .....	267
19.6.2	Nachweis unter stoßartigen Einwirkungen nach TRAV .....	268
19.6.3	Nachweis unter stoßartigen Einwirkungen nach DIN 18008-4 .....	269
19.7	Beispiel 7: Absturzsichernde Brüstungsverglasung der Kategorie B .....	272
19.7.1	Allgemeines .....	272
19.7.2	Grenzzustände für statische Einwirkungen .....	273
19.7.3	Grenzzustand für stoßartige Einwirkungen .....	276
19.8	Beispiel 8: Vierseitig linienförmig gelagerte begehbar Verglasung .....	277
19.8.1	Allgemeines .....	277
19.8.2	Grenzzustände für statische Einwirkungen .....	277
19.8.3	Grenzzustände für stoßartige Einwirkungen und Resttragfähigkeit .....	281
19.9	Hilfsmittel für linienförmig gelagerte Verglasungen .....	281
19.9.1	Allgemeines .....	281
19.9.2	Rechteckige zweiseitig linienförmig gelagerte Verglasungen .....	282
19.9.3	Rechteckige vierseitig linienförmig gelagerte Verglasungen .....	284
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	290	
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	306	