

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Formelzeichen

XIII

1	Werkstoff Glas	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Glaszustand	2
1.2.1	Klassisches Modell der Glasstruktur	2
1.2.2	Glas – Festkörper oder Flüssigkeit?	3
1.2.3	Thermodynamik der Gläser	4
1.3	Glasstruktur von Gläsern im Bauwesen	9
1.3.1	Chemische Zusammensetzung	9
1.3.2	Atomare Struktur, Symmetrie und Ordnung der Gläser	11
1.3.3	Chemische Beständigkeit – Glaskorrosion	16
1.4	Eigenschaften von Gläsern im Bauwesen	19
1.4.1	Optische Eigenschaften	19
1.4.2	Allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften	23
2	Festigkeit von Glas	27
2.1	Allgemeines	27
2.2	Versagensmechanismen und Bruchverhalten von Glas	29
2.3	Grundlagen der linear-elastischen Bruchmechanik	31
2.4	Defekte auf der Glasoberfläche und an der Glaskante	36
2.5	Risswachstum und Ermüdungsverhalten	40
2.5.1	Subkritisches Risswachstum	40
2.5.2	Ermüdung von Glas	46
2.5.3	Rissheilungseffekte	53
2.6	Biegefestigkeit von Glas	57
2.6.1	Biegefestigkeit von Glas in Normen und Regelwerken	57
2.6.2	Prüfmethoden	60
2.6.3	Statistische Auswertung und charakteristische Biegefestigkeit	64
2.6.4	Einfluss der belasteten Fläche auf die Biegefestigkeit	73
2.7	Druckfestigkeit von Glas	76

3	Kunststoffe im Glasbau	79
3.1	Allgemeines	79
3.2	Mechanische Materialmodelle für Kunststoffe	84
3.2.1	Allgemeines	84
3.2.2	Lineare Elastizität	86
3.2.3	Nichtlineare Elastizität.....	86
3.2.4	Viskoelastizität	88
3.2.5	Plastizität	91
3.2.6	Versagenstheorien	91
3.3	Klebstoffe und Dichtungsmittel.....	92
3.3.1	Allgemeines	92
3.3.2	Epoxidharz	93
3.3.3	Acrylat	94
3.3.4	Polyurethan	94
3.3.5	MS-Polymere.....	94
3.3.6	Silikon	94
3.3.7	Polysulfid	96
3.3.8	Polyisobutylen.....	96
3.4	Zwischenschichten von Verbundglas	96
3.4.1	Allgemeines	96
3.4.2	Polyvinylbutyral (PVB).....	97
3.4.3	Ionoplast.....	98
3.4.4	Ethylenvinylacetat (EVA).....	99
3.4.5	Thermoplastisches Polyurethan (TPU).....	100
3.4.6	Gießharz	100
3.5	Kontakmaterialien zur Krafteinleitung	101
3.5.1	Allgemeines	101
3.5.2	Thermoplaste	101
3.5.3	Elastomere	102
3.5.4	Vergussmörtel	102
3.6	Bauprodukte aus transparenten Kunststoffen	103
3.6.1	Allgemeines	103
3.6.2	Acrylglas (PMMA)	105
3.6.3	Polycarbonat (PC).....	106
3.6.4	Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE)	106
3.7	Prüfmethoden	108
3.7.1	Allgemeines	108
3.7.2	Zugversuch	108
3.7.3	Dynamisch-mechanische Thermoanalyse.....	109
3.7.4	Weitere Prüfmethoden	111

3.8	Verträglichkeit und Dauerhaftigkeit	113
4	Bearbeitung von Glas	115
4.1	Allgemeines	115
4.2	Schneiden	115
4.3	Kantenbearbeitung	117
4.4	Bohrungen	119
4.5	Biegen	120
4.6	Beschichten	126
4.6.1	Eigenschaften	126
4.6.2	Wirkungsweise	126
4.6.3	Beschichtungsverfahren	130
4.6.4	Aufbau von Beschichtungen	132
4.7	Bedrucken und Emaillieren	133
4.8	Sandstrahlen	135
4.9	Ätzen	136
5	Vorspannen von Glas	139
5.1	Allgemeines	139
5.2	Thermisches Vorspannen	140
5.2.1	Vorspannprozess und Eigenspannungszustand	140
5.2.2	Biegefestigkeit	143
5.2.3	Prozesstechnologie und Vorspannöfen	144
5.2.4	Optische Anisotropien und Irisationen	147
5.2.5	Berechnungsmodelle für den Vorspannprozess und numerische Simulation	149
5.2.6	Spontanbruch durch Nickel-Sulfid und Heißlagerungstest	156
5.3	Chemisches Vorspannen	162
5.3.1	Allgemeines	162
5.3.2	Vorspannprozesse	162
5.3.3	Eigenschaften chemisch vorgespannter Gläser	164
5.4	Bruchstruktur	165
5.5	Spannungsoptische Messmethoden	168
6	Glasprodukte im Bauwesen	173
6.1	Allgemeines	173
6.2	Basisprodukte	178
6.2.1	Floatglas	178
6.2.2	Gussglas	179
6.2.3	Profilbauglas	180
6.2.4	Drahtglas und Drahtornamentglas	180

6.2.5	Gefärbtes Glas	182
6.2.6	Dünnglas	182
6.3	Vorgespanntes Glas	184
6.3.1	Einscheiben-Sicherheitsglas	184
6.3.2	Teilvorgespanntes Glas	186
6.3.3	Chemisch vorgespanntes Glas	188
6.4	Verbund- und Verbundsicherheitsglas	189
6.4.1	Definition	189
6.4.2	Herstellung	190
6.4.3	Prüfmethoden zur Haftung	192
6.4.4	Laminationsgebogenes Glas	195
6.5	Isolierverglasung	196
6.5.1	Allgemeines	196
6.5.2	Definition	198
6.5.3	Bauphysikalische Aspekte	198
6.5.4	Scheibenzwischenraum	202
6.5.5	Randverbund	204
6.5.6	Herstellung	206
6.5.7	Vakuumisolierglas	209
6.6	Brandschutzverglasung	210
6.6.1	Brandverhalten	210
6.6.2	Feuerwiderstand	210
6.7	Schutzverglasung	212
6.7.1	Allgemeines	212
6.7.2	Einbruchhemmung	212
6.7.3	Beschusshemmung	214
6.7.4	Sprengwirkungshemmung	216
6.8	Photovoltaikverglasung	218
6.8.1	Allgemeines	218
6.8.2	Modultypen	218
6.8.3	Lagerungsarten	219
6.8.4	Besondere Einwirkungen	219
6.8.5	Baurechtliche Situation und Empfehlung zur Bemessung	220
6.9	Verglasungen für solarthermische Anwendungen	221
6.10	Weitere Glasprodukte	223
6.10.1	Glassteine	223
6.10.2	Glasrohre	225
6.10.3	Schaltbare Verglasungen	226
6.10.4	Heizscheiben	228
6.10.5	Glaskeramik	228

6.10.6	Schaumglas	229
6.10.7	Glasfasern	230
7	Konstruktive Durchbildung von Details	231
7.1	Allgemeines	231
7.2	Lagerung von Glas	232
7.2.1	Linienlagerung	232
7.2.2	Punktlagerung	234
7.2.3	Geklebte und einlamierte Punkthalter	244
7.3	Fugenausbildung und Dichtungen	245
7.4	Kantenschutz	249
7.5	Klotzung	251
7.6	Ganzglasecken	254
7.7	Verbindungstechniken	257
8	Konstruktion und Bemessung	263
8.1	Allgemeines	263
8.2	Baurechtliche Gesichtspunkte	264
8.2.1	Allgemeines	264
8.2.2	Bauprodukte aus Glas	266
8.2.3	Bauarten aus Glas	268
8.2.4	Anwendungsorientierte Verwendung von Sicherheitsgläsern	270
8.3	Bemessungskonzepte	276
8.3.1	Grundlagen der Sicherheitskonzepte im Bauwesen	276
8.3.2	Bemessungskonzept nach DIN 18008	283
8.3.3	Sonstige Bemessungskonzepte	287
8.4	Besonderheiten bei der Glasbemessung	288
8.4.1	Einwirkungsdauer	288
8.4.2	Zwangs- und Temperatureinwirkungen	291
8.4.3	Lineare und nichtlineare Plattentheorie	293
8.4.4	Schubverbund bei Verbundgläsern	297
8.4.5	Resttragfähigkeit von Verglasungen	303
8.4.6	Klimabelastungen bei Isolierverglasungen	305
8.4.7	Koppeleffekt bei Isolierverglasungen	310
8.4.8	Dynamische Einwirkungen	312
8.4.9	Empfehlungen zu Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM)	318
8.5	Nachweise durch Versuche	320
8.5.1	Allgemeines	320
8.5.2	Durchführung von Versuchen	321
8.5.3	Auswertung von Versuchsdaten	323

8.6	Glaskonstruktionen	326
8.6.1	Vertikalverglasungen.....	326
8.6.2	Horizontalverglasungen.....	327
8.6.3	Absturzsichernde Verglasungen	329
8.6.4	Begehbare Verglasungen.....	340
8.6.5	Betretbare und durchsturzsichernde Verglasungen	342
8.6.6	Geklebte Glasfassaden	344
8.6.7	Glasbalken und Glasschwerter	348
8.6.8	Glasstützen	352
8.6.9	Schubfelder.....	353
8.7	Transparente Kunststoffplatten	355
9	Instandhaltung und Schadensanalyse	357
9.1	Allgemeines	357
9.2	Reinigung und Wartung	358
9.2.1	Wartung und Instandhaltung von Glaskonstruktionen.....	358
9.2.2	Reinigung von Glaskonstruktionen	362
9.2.3	Sanierung von Glasoberflächen	365
9.3	Fraktografische Grundlagen	366
9.3.1	Allgemeines	366
9.3.2	Bruchspiegel.....	368
9.3.3	Wallner-Linien	370
9.3.4	Bruchbild und Verzweigungslänge von Einscheiben-Sicherheitsglas	371
9.4	Beurteilung von Schadensbildern	374
10	Bemessungsbeispiele nach DIN 18008	381
10.1	Linienförmig gelagerte Vertikalverglasung.....	381
10.2	Linienförmig gelagerte Horizontalverglasung.....	385
10.3	Absturzsichernde Verglasung	389
10.3.1	Vereinfachtes Verfahren mit statischen Ersatzlasten	389
10.3.2	Transientes Verfahren	394
10.4	Punktförmig gelagerte Vertikalverglasung.....	396
11	Ausblick	399
	Literatur- und Normenverzeichnis	401
	Fachbegriffe	427
	Sachverzeichnis	461