

Gerhard Sedlacek

Kurt Blank

Wilfried Laufs

Joachim Güsgen

Glas im Konstruktiven Ingenieurbau

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Baurechtliche Grundlagen	1
1.1 Bauaufsichtliches Genehmigungsverfahren	1
1.2 Zustimmungspflichtige Glasbauteile	4
1.3 Beispiel zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall	6
1.4 Beispiel zur Erlangung einer Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung ..	8
2 Der Werkstoff Glas	10
2.1 Definition	10
2.2 Chemische Zusammensetzung von Flachgläsern	11
2.3 Herstellungsverfahren von Flachglas	12
2.3.1 Allgemeines	12
2.3.2 Ziehglas	13
2.3.3 Gußglas	14
2.3.4 Profilbauglas	14
2.3.5 Floatglas	15
2.4 Lieferformen der Basis-Gläser	18
2.4.1 Floatglas	18
2.4.2 Ornamentglas (Gußglas)	19
2.4.3 Profilbauglas	20
2.4.4 Borosilikatglas	21
3 Glaseigenschaften im Hinblick auf den konstruktiven Ingenieurbau ..	22
3.1 Physikalische Eigenschaften	22
3.2 Glasfestigkeit	23
3.2.1 Allgemeines zur Glasfestigkeit	23
3.2.2 Größenordnung der Oberflächendefekte	24
3.2.3 Schwingungsanfälligkeit von Glasplatten	25
3.3 Biegefestigkeit von Flachglas	25

3.3.1	Prüfbiegefestigkeiten	25
3.3.2	Flächenabhängigkeit der Prüfbiegefestigkeiten	33
3.3.3	Biegefestigkeit von Flachglas bei Langzeitbelastung	35
3.3.3.1	Allgemeines	35
3.3.3.2	Lebensdauer unter zeitlich konstanter Zugspannung	36
3.3.3.3	Lebensdauer unter gleichförmig ansteigender Zugspannung	37
3.3.3.4	Die Konstanten S und n der Rißausbreitung für die Belange des Bauwesens	39
3.3.4	Berechnungsbeispiel zur Bruchmechanik	41
4	Sicherheitsnachweise für Glasscheiben	42
4.1	Grundsätzliches	42
4.2	Sicherheitsanforderungen	47
4.3	Analogien zwischen Floatglasverhalten und Ermüdungsverhalten von Metallkonstruktionen	49
4.3.1	Spannungsverteilung und Bauteilgeometrie	49
4.3.2	Belastungsdauer und Umgebungsbedingungen	52
4.4	Bestimmung der schadensäquivalenten Beanspruchung oder der schadens- äquivalenten Beanspruchbarkeit, Effektive Spannung	55
4.4.1	Allgemeines	55
4.4.2	Einflußfaktoren α	57
4.4.2.1	Faktor $\alpha_o(p)$	57
4.4.2.2	Faktor $\alpha(A)$	58
4.4.2.3	Faktor $\alpha(t)$	60
4.4.2.4	Faktor $\alpha(S_v)$	61
4.4.3	Maximale Hauptzugspannung	63
4.4.4	Bemessungsfestigkeit	63
4.5	Vergleich mit Normen	64
4.5.1	Allgemeines	64
4.5.2	Aufnehmbare Spannungen	64
4.5.3	Methode der "zulässigen Spannungen"	66
4.6	Bemessungsbeispiel	67
5	Grundlagen zur thermisch eingepägten Vorspannung	72
5.1	Definition und Wirkungsweise	72
5.2	Einteilung der Flachglasscheibe in vier Zonen	75

5.3	Verfahren zur thermischen Einprägung der Vorspannung	77
5.4	Die Verteilung der thermischen Vorspannung in den verschiedenen Zonen	80
5.5	Beispiele	85
5.5.1	Einfluß der Ofentemperatur auf den Vorspannprozeß	85
5.5.2	Einfluß der Abkühlung auf den Vorspannprozeß	86
5.5.3	Einfluß der Geometrie auf den Vorspannprozeß	88
6	Sicherheitsnachweise für thermisch vorgespannte Glasscheiben	90
6.1	Grundsätzliches	90
6.2	Definition der rißöffnenden, schadensäquivalenten Beanspruchung	90
6.3	Berechnungsformeln zur Bestimmung der schadensäquivalenten Beanspruchbarkeit	93
6.4	Praktisches Vorgehen	96
7	Thermisch voll vorgespanntes Glas (ESG)	98
7.1	Definition und Regelwerke zu ESG	98
7.2	Bruchstruktur bei ESG	98
7.3	Spontanbruch durch Nickel- Sulfid- Einschlüsse	99
7.4	Derzeitige Untersuchungen zur Festigkeit an Kanten und Löchern	102
7.5	Hinweise zur Modellierung punktgehaltener Gläser mittels FEM	
7.6	Beispiele	108
7.6.1	Biegung um die schwache Achse (Plattenwirkung)	108
7.6.2	Biegung um die starke Achse (Scheibenwirkung)	109
7.6.3	Punktgehaltenes Dämmpaneel auf Überkopfverglasung	111
7.6.4	Lochleibungsbeanspruchte Glasschwertverbindung	112
8	Teilvorgespanntes Glas (TVG)	115
8.1	Definition und Regelwerke zu TVG	115
8.2	Bruchstruktur bei TVG	115
8.3	Derzeitige Untersuchungen zur Festigkeit an Kanten und Löchern	118
8.4	Beispiele	122
8.4.1	Bestimmung der TVG-Qualität	122
8.4.2	Punktgehaltene Glaslamelle in VSG aus 2 TVG-Scheiben	123

9	Durchgehend frei drehbar gelagerte Glasplatten unter gleichförmiger Flächenlast	125
9.1	Lagerungsbedingungen	125
9.2	Vierseitig oder zweiseitig gelagerte Rechteckplatten	125
9.2.1	Verteilung der Biegezugspannungen	125
9.2.2	Berechnungsformeln	129
9.3	Allseitig gelagerte Dreieckplatten	136
9.3.1	Allgemeines	136
9.3.2	Berechnungsformeln	136
9.4	Ringsum gelagerte Kreisplatten	140
9.4.1	Allgemeines	140
9.4.2	Berechnungsformeln	140
9.5	Andere Plattenformen	143
9.6	Durchbiegungsbeschränkungen	144
9.7	Beispiele	145
9.7.1	Vierseitig gelagerte Überkopfverglasung	145
9.7.2	Kreisscheibe, Vertikalverglasung	146
10	Verbundglas und Verbundsicherheitsglas	148
10.1	Allgemeines	148
10.2	Berechnungsmethoden	148
10.3	Viskoelastisches Verhalten von Polyvinyl-Butyral-Folien	150
10.4	Einfluß der Foliensteifigkeit	151
10.5	Einfluß des rheologischen Verhaltens der PVB-Folie	152
10.6	Beispiel	156
11	Isolierglas	159
11.1	Allgemeines	159
11.2	Wärmedämmung	160
11.3	Berechnung von Zweischeiben-Isolierglas	161
11.4	Berechnungsbeispiele für Zweischeiben-Isolierglas	167
11.4.1	Vertikalverglasung	167
11.4.2	Horizontalverglasung	169
11.4.2.1	Sommerbedingungen	169
11.4.2.2	Winterbedingungen	172

11.5	Lastannahmen für Isolierglas	174
11.6	Besonderheit der Bemessung von Isolierglas	176
12	Bemessung von Glasbalken und Glasstützen und Vergleich mit Versuchen	177
12.1	Allgemeines	177
12.2	Glasbalken aus Floatglas mit Biegung um die starke Achse	177
12.3	Glasbalken aus Einzelscheiben aus Floatglas mit Biegung um die schwache Achse	181
12.4	Glasbalken aus thermisch vorgespanntem Floatglas mit Biegung um die starke Achse	184
12.5	Glasbalken aus thermisch vorgespannten Einzelscheiben mit Biegung um die schwache Achse	186
12.6	Glasbalken aus Mehrschichtgläsern im Verbund mit Biegung um die schwache Achse	187
12.7	Anwendung auf Glasstützen	190
13	Lastannahmen	192
13.1	Lastannahmen nach deutscher Norm	192
13.2	Lastannahmen nach europäischer Norm	193
13.3	Berechnungsbeispiel	196
14	Bauteilversuche an nicht genormten Glasbauteilen	199
14.1	Punktgestützte Vertikalverglasung (4-Punkthalter)	199
14.2	Punktgestützte Vertikalverglasung (6-Punkthalter)	200
14.3	Vertikalverglasung aus Profilbauglas	202
14.4	Zeitweise betretbare Überkopfverglasung (dreieckförmige Scheiben) ...	203
14.5	Begehbare Verglasung (Punktgehaltene Glastreppenstufen)	205
14.6	Absturzsichernde Aufzugverglasung (punktgehalten)	208
14.7	Absturzsichernde Isolierverglasung (liniengelagert)	210
	Literaturverzeichnis	212