

Mehrscheiben-Isolierglas

Verhalten und Eigenschaften

Prof. Dr. Hans Joachim Gläser

Dipl.-Ing. (FH) Eberhard Achenbach
Dr. Joachim Bretschneider
Prof. Dr. Franz Feldmeier
Georg Holler
Dr. Klaus Huntebrinker
Prof. Dipl.-Ing. Josef Schmid
Dipl.-Ing. (FH) Holger Taute

Mit 117 Bildern, 65 Tabellen und 94 Literaturstellen



Kontakt & Studium
Band 357

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz
Technische Akademie Esslingen
Weiterbildungszentrum
DI Elmar Wippler
expert verlag

expert  verlag

Inhaltsverzeichnis

1	Die strahlungstechnischen Eigenschaften des Mehrscheiben-Isolierglases für Sonnenstrahlen	1
	H. Gläser	
1.1	Einleitung	1
1.2	Physikalische Grundlagen	2
1.3	Die strahlungstechnischen Eigenschaften für sichtbares Licht	6
1.3.1	Lichttransmissionsgrad	6
1.3.2	Lichtreflexionsgrad	9
1.3.3	Lichtabsorptionsgrad	10
1.3.4	Farbwiedergabe und Farbe	11
1.4	Die strahlungstechnischen Eigenschaften für Sonnenstrahlen	14
1.4.1	Gesamtenergiedurchlaßgrad	14
1.4.2	Direkter solarer Transmissionsgrad, Reflexionsgrad und Absorptionsgrad	16
1.4.3	Sekundäre Wärmeabgabe	18
1.5	Die strahlungstechnischen Eigenschaften für UV-Strahlen	19
1.6	Meßmethoden	20
1.7	Zusammenfassung	22
1.8	Verzeichnis der benutzten Symbole	23
1.9	Literaturverzeichnis	24
2	Die thermischen Eigenschaften des Mehrscheiben-Isolierglases	25
	K. Huntebrinker	
2.1	Einleitung	25
2.2	Der Weg der Wärme durch ein Isolierglas	25
2.3	Ermittlung des k-Wertes von Mehrscheiben-Isolierglas	27
2.4	Vom Isolierglas in Standardausführung zum Wärmeschutzglas	28
2.4.1	Wärmestrahlung	28
2.4.2	Wärmeleitung	30
2.4.3	Konvektion	31
2.4.4	Wärmeleitung und Konvektion	32
2.5	Dreischeiben-Isolierglas	32
2.6	Weitere Verbesserungen des k-Wertes	35

2.6.1	Wärmestrahlung	35
2.6.1.1	Mehrfachbeschichtung	35
2.6.1.2	Verbesserung der Beschichtung	36
2.6.2	Andere Füllgase	36
2.6.3	Dreischeiben-Isolierglas	38
2.7	Scheibentemperaturen	39
2.8	Der k-Wert von Fenstern	40
2.9	Äquivalente k-Werte	40
2.9.1	Der äquivalente k-Wert von Verglasungen	40
2.9.2	Der äquivalente k-Wert von Fenstern	41
2.10	Kombinierte Anforderungen an Wärmedämmung und Schallschutz	43
2.11	Zusammenfassung	44
2.12	Verzeichnis der benutzten Symbole	45
2.13	Literatur	46
3	Interferenzerscheinungen bei Isolierglas	47
	J. Bretschneider	
3.1	Einleitung	47
3.2	Physikalische Grundlagen	47
3.2.1	Licht	47
3.2.2	Glas	50
3.2.3	Interferenzerscheinungen	53
3.3	Interferenzen an planparallelen Platten	55
3.4	Haidingersche Ringe	58
3.5	Newtonsche Ringe	60
3.6	Brewstersche Streifen	61
3.7	Zusammenfassung	66
3.8	Literaturverzeichnis	67
4	Die Gas- und Wasserdampfdurchlässigkeit des Isolierglasrandverbundes und die Alterungsbeständigkeit des Mehrscheiben-Isolierglases (MIG)	68
	G. Holler	
4.1	Einleitung	68
4.2	Werkstoffe, Funktion und Alterung	72
4.2.1	Flachglas	72
4.2.2	Metalle	76
4.2.3	Kunststoffe	80
4.2.4	Trocknungsmittel	80
4.2.5	Gase	81
4.3	Kleb-/Dichtstoffe	83
4.3.1	Übersicht	83
4.3.2	Adhäsion	87

4.3.3	Gas- und Wasserdampfdiffusion	89
4.4	Isolierglasrandverbund	91
4.4.1	Belastungen	92
4.4.2	Schadensursachen	92
4.5	Prüfungen	94
4.6	Zusammenfassung	98
4.7	Literaturhinweise	98
5	Tauwasserbildung an der außenseitigen und raumseitigen Oberfläche von Mehrscheiben-Isolierglas	100
	F. Feldmeier	
5.1	Einleitung	100
5.2	Physikalische Grundlagen	100
5.2.1	Luftfeuchte	100
5.2.2	Tauwasserbildung	102
5.2.3	Raumklima	105
5.2.4	Außenklima	106
5.3	Ermittlung der Oberflächentemperatur	106
5.3.1	Messung der Temperatur	106
5.3.2	Berechnung der Temperatur	108
5.4	Tauwasser auf der Raumseite	111
5.5	Tauwasser auf der Außenseite	114
5.5.1	Randbedingungen nach DIN 4108	114
5.5.2	Instationäre Randbedingungen	114
5.5.3	Der freie Himmel	115
5.6	Zusammenfassung	120
5.7	Literatur	120
6	Belastung von Isolierglas durch Wind und Klimaschwankungen	125
	F. Feldmeier	
6.1	Einleitung	125
6.2	Beanspruchung von Isolierglas	126
6.2.1	Belastungen durch Wind	126
6.2.2	Klimatische Belastung	126
6.3	Das statische System	128
6.3.1	Die Glasscheibe	128
6.3.2	Das Isolierglas	129
6.4	Anwendungen	130
6.4.1	Die mittragende Wirkung	130
6.4.2	Die Klimabelastung	133
6.4.3	Überlagerung von Wind und Klima	138
6.5	Zusammenfassung	140

6.6	Anhang	144
6.7	Literatur	144
7	Ermittlung erforderlicher Glasdicken bei Isolierglas unter Berücksichtigung von Lastannahmen und Sicherheitsanforderungen	153
	E. Achenbach	
7.1	Einleitung	153
7.2	Passive und aktive Sicherheit mit Flachglas	153
7.2.1	Sicherheit mit Glas (=passive Sicherheit)	154
7.2.2	Sicherheit durch Glas (= aktive Sicherheit)	154
7.3	Begriff der Sicherheit	154
7.4	Richtlinien und Regelwerke über die Sicherheit	155
7.4.1	Bauaufsichtliche Vorschriften	156
7.4.1.1	Musterbauordnung	156
7.4.1.2	Landesbauordnung	156
7.4.2	Allgemeine Regelwerke	156
7.4.2.1	Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR)	156
7.4.2.2	Versammlungsstätten-Verordnung (VStättVO)	156
7.4.2.3	Unfallverhütungsvorschriften (UVV), "Allgemeine Vorschriften"	157
7.4.2.4	Richtlinien „Bau und Ausrüstung von Schulen“	157
7.4.2.5	Sicherheitsregeln für Bäder	157
7.5	Grundlagen der Statik und Ermittlung der erforderlichen Glasdicke und des Glasaufbaues	157
7.5.1	Glasdickenermittlung bei statischen Lastannahmen	158
7.5.1.1	Senkrechte Verglasungen	158
7.5.1.2	Nicht senkrechte Verglasungen	161
7.5.1.2.1	Windlast	163
7.5.1.2.2	Schneelast	163
7.5.1.2.3	Eigenlast	163
7.5.1.2.4	Glasdickenberechnungsformeln	164
7.5.2	Glasdickenermittlung bei dynamischen Lastannahmen	165
7.6	Zusammenfassung und Zukunftsentwicklung	168
7.7	Literaturhinweise	169
8	Ursachen für einen Glasbruch und Beurteilung des Sprungverlaufs bei Isolierglas	170
	E. Achenbach	
8.1	Einleitung	170
8.2	Einflüsse und Einwirkungen auf das Glas	170
8.3	Allgemeines zum Glasbruch	170
8.4	Entstehung des Glasbruches	174
8.5	Analyse des Glasbruches über Glasbruchbilder	178

8.5.1	Typische Bruchbilder bei Flachglas	179
8.5.1.1	Glasbrüche durch direkten Schlag, Stoß, Wurf oder Schuß	179
8.5.1.2	Glasbrüche, die aus Glasfehlern und Verspannungen der Glasmatrix entstehen	179
8.5.1.3	Glasbrüche durch Biegebeanspruchung, Druck, Sog, Verspannung und Belastung	180
8.5.1.4	Glasbrüche durch lokale Erwärmung oder Schlagschattenbildung	182
8.5.2	Typische Bruchbilder bei Isolierglas	183
8.5.2.1	Aus- und Einwölbung des Glases bei Temperatur- und Druckschwankungen im Scheibenzwischenraum	183
8.6	Zusammenfassung	184
8.7	Literaturverzeichnis	184
9	Verglasungsrichtlinien für Mehrscheiben-Isolierglas	185
	J. Schmid, H. Taute	
9.1	Verglasung, Begriffe und Umfang	185
9.2	Grundforderungen an die Verglasung	188
9.3	Beispiele üblicher Systeme	191
9.4	Grundelemente und die Anpassung an den Einzelfall	200
9.5	Ausblick	202
9.6	Anhang	203
9.7	Literatur	208