UNIGLAS®

ALLES KLAR

UNIGLAS® | KOLLEG

Technisches Kompendium



www.uniglas.net

UNIGLAS® | KOLLEG

Technisches Kompendium

5. Auflage 2020

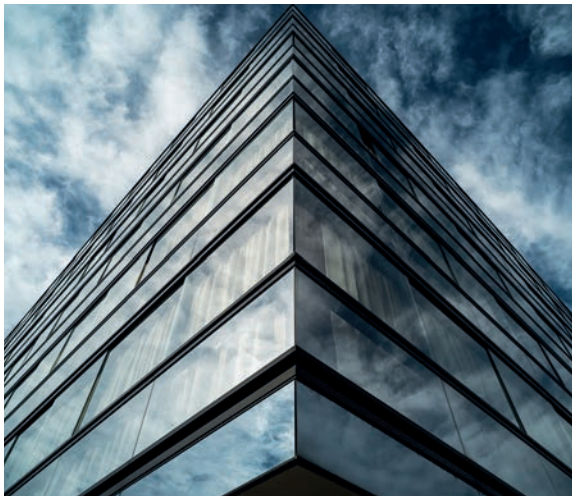
Herausgeber:	UNIGLAS® GmbH & Co. KG, Montabaur
© Copyright:	UNIGLAS®
Redaktion:	UNIGLAS®
Layout und Gestaltung:	pro.sa. Mediendesign
Redaktionsschluss:	05.2020

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung.

Dieses Handbuch wurde nach dem aktuellen Stand der Technik und bestem Wissen erarbeitet.

Technische Änderungen, Druckfehler und Irrtümer bleiben vorbehalten.

Rechtliche Ansprüche können aus dem Inhalt nicht abgeleitet werden.



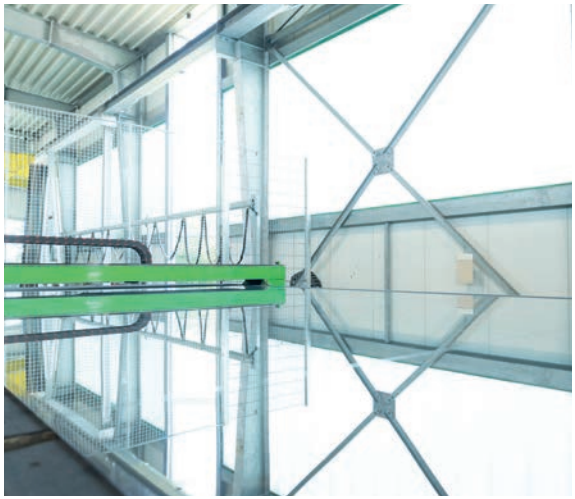
Die UNIGLAS®-Kooperation

Der Name UNIGLAS® steht für innovative Lösungen aus Isolier- und Spezialglas sowie für alle Arten von Glasveredelungen. UNIGLAS® – eine Kooperation, die von der Erfahrung jedes einzelnen Gesellschafters in der Anwendung von Glas am Bau und einer gelebten Partnerschaft profitiert. Ein Netzwerk kompetenter Partner und Glasspezialisten in Deutschland, Österreich, den Niederlanden, Belgien, der Schweiz und Slowenien, mit jahrzehntelanger praktischer Erfahrung. UNIGLAS® steht für technischen Fortschritt, aber auch für den Unternehmergeist jedes einzelnen Gesellschafters.

- Flexibilität und Herstellerunabhängigkeit
- Vielseitige Kompetenz
- Langjährige Markterfahrung
- Echter Mehrwert durch gelebte Partnerschaft

Die Stärke der Kooperation liegt besonders in der Bündelung von Kompetenz und Erfahrung, verbunden mit einem ständigen technischen Wissens- und Know-how-Transfer zwischen allen UNIGLAS®-Partnern. Die betriebsübergreifende Unterstützung sowie die Unabhängigkeit von der basisglaserzeugenden Industrie sorgen für bestmögliche Flexibilität im Hinblick auf Kundenanforderungen jedweder Art. Produktionsstätten mit modernsten Fertigungs- und Veredelungsanlagen und eine umfangreiche Produktpalette ermöglichen die Erfüllung aller Kundenwünsche – seien sie auch noch so individuell.

Langjährige Erfahrung, enge Zusammenarbeit mit Glasverarbeitern und Fensterbauern sowie ein engmaschiges Netz von Partnern vor Ort geben UNIGLAS® die Möglichkeit, schnell und zuverlässig auf alle Anforderungen und individuellen Wünsche zu reagieren.



Als kompetenter Partner mit fundiertem Know-how realisieren wir Projekte gemeinsam mit Ihnen – termingenau und effizient. Selbstverständlich unter Einhaltung höchster Qualitätsanforderungen. Auf unsere Kompetenz können Sie sich verlassen! Denn mit UNIGLAS® ist alles klar.

- Garantiefonds
- CE-Zertifizierung
- Breites Produktsortiment
- UNIGLAS® | SLT-Software für herstellerunabhängige Projektplanung
- Eigenes Prüflabor
- Technischer Support

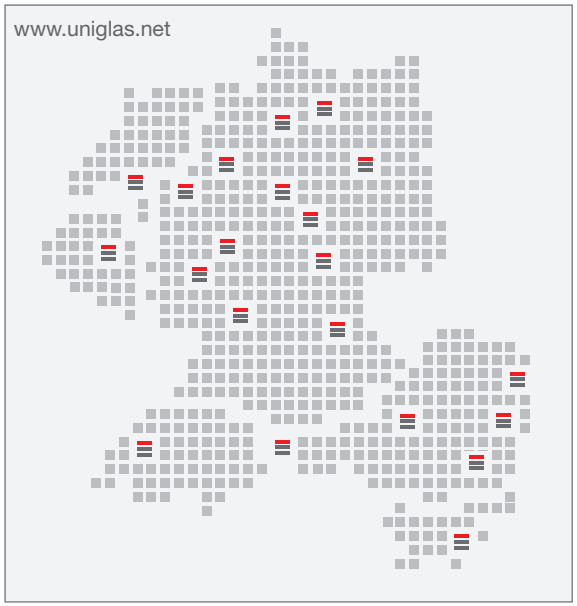
Gemeinsam mehr erreichen – UNIGLAS®

In der Verpflichtung unseren Kunden und Partnern gegenüber hat UNIGLAS® mit den Gesellschaftern einen Garantiefonds sowie eine Liefer- und Leistungsgarantie eingerichtet. Diese sichert Ihnen die Erfüllung der vereinbarten Leistungen zu.

Alle UNIGLAS®-Produkte sind CE-zertifiziert und erfüllen sämtliche Anforderungen der europäischen Bauproduktenverordnung. UNIGLAS® hatte übrigens als erste Kooperation ihre Isolierglasprodukte CE-zertifiziert.

Unser Technisches Kompendium soll ein Nachschlagewerk für alle Gelegenheiten zum Thema Glas sowie ein Planungsratgeber bei Anwendungsfragen sein. Über Anregungen und Ergänzungen freuen wir uns.

UNIGLAS® | Standorte



DEUTSCHLAND

FLINTERMANN ISOLIERGLAS
GmbH & Co. KG
Holsterfeld 8
DE-48499 Salzbergen
Tel: +49 5971 9706-0
Fax: +49 5971 805101
info@flintermann.de
www.flintermann.de

FRERICHS GLAS GmbH
Siemensstraße 15-17
DE-27283 Verden (Aller)
Tel: +49 4231 102-0
Fax: + 49 4231 102-10
verden@frerichs-glas.de
www.frerichs-glas.de

FRERICHS GLAS GmbH
Arenskule 9
DE-21339 Lüneburg
Tel: +49 4131 21-0
Fax: + 49 4131 21-200
lueneburg@frerichs-glas.de
www.frerichs-glas.de

FRERICHS GLAS GmbH
Robert-Bosch-Straße 18
DE-14641 Nauen
Tel: +49 3321 748 469 3
Fax: +49 4131 21-200
berlin@frerichs-glas.de
www.frerichs-glas.de

GLAS SCHNEIDER GmbH & Co. KG
Saynstraße 33
DE-57627 Hachenburg
Tel: +49 2662 8008-0
Fax: +49 2662 8008-40
info@glas-schneider.de
www.glas-schneider.de

HENZE-GLAS GmbH
Gänsewinkel 2
DE-37412 Hörden / Harz
Tel: +49 5521 9909-0
Fax: +49 5521 9909-20
henze@henzeglas.de
www.henzeglas.de

HOHENSTEIN
ISOLIERGLAS GmbH
Ferdinand-Hohenstein-Straße 1
DE-39319 Jerichow / OT Redekin
Tel: +49 39341 972-0
Fax: +49 39341 972-68
post@hohenstein-isolierglas.de
www.hohenstein-isolierglas.de

KÖWA ISOLIERGLAS GmbH
Carl-Maria-von-Weber-Str. 7
DE-92442 Wackersdorf
Tel: +49 9431 7479-0
Fax: +49 9431 7479-100
info@koewa.de
www.koewa.de

KUNTE GLAS GmbH & Co. KG
Montaniastraße 15
DE-99734 Nordhausen
Tel: +49 3631 9003-46
Fax: +49 3631 9003-48
kontakt@kunte-glas.de
www.kunte-glas.de

GLAS RICKERT GmbH & Co. KG
Werkstraße 14
DE-46395 Bocholt
Tel: +49 2871 2181-0
Fax: +49 2871 2181-30
info@glasrickert.de
www.glasrickert.de

SINSHEIMER GLAS UND
BAUBESCHLAGHANDEL GmbH
In der Au 14 - 16
DE-74889 Sinsheim
Tel: +49 7261 687-03
Fax: +49 7261 687-126
info@snh-glas.de
www.snh-glas.de

WAPRO GmbH & Co. KG
Klingser Straße 2d
DE-36466 Dermbach
Tel: +49 36966 777-0
Fax: +49 36966-777-16
info@wapro.de
www.wapro.de

ÖSTERREICH

EGGER GLAS GmbH
ISOLIER- U. SICHERHEITSGLAS-
ERZEUGUNG
Gersdorf 105
AT-8212 Pischelsdorf
Tel: +43 3113 3751-0
Fax: +43 3113 3751-21
office@egger-glas.at
www.egger-glas.at

GLAS MARTE GmbH
Brachsenweg 39
6900 Bregenz
Tel: +43 5574 6722-0
office@glasmarte.at
www.glasmarte.at

GLAS MARTE GmbH
Brixentaler Str. 1
6305 Itter
Tel: +43 5335 3900-0
office@glasmarte.at
www.glasmarte.at

PETSCHENIG GLASTEC GmbH
Raasdorferstr. 22
AT-2285 Leopoldsdorf
Tel: +43 2216 2266-0
Fax: +43 2216 2266-44
office@petschenig.com
www.petschenig.com

PETSCHENIG GLASTEC GmbH
Servitengasse 10
AT-1090 Wien
Tel: +43 1317 92 32
Fax: +43 1317 92 32-16
office@petschenig.com
www.petschenig.com

PICHLER GLAS GmbH
Johann-Beer-Straße 47
AT-4880 St. Georgen im Attergau
Tel: +43 7667 8579
Fax: +43 7667 898685
office@pichlerglas.at
www.pichlerglas.at

SLOWENIEN

ERTL GLAS STEKLO
PROIZVODNJA STEKLA D.O.O.
Kolodvorska Ulica 22
SI-1310 Ribnica
Tel: +386 183 50500
Fax: +386 183 50510
info@ertl-glas.si
www.ertl-glas.si

NIEDERLANDE

GLASINDUSTRIE BEN EVERS B.V.
Galvaniweg 10
NL-5482 TN Schijndel
Tel: +31 73 547-4567
Fax: +31 73 547-8415
info@benevers.nl
www.benevers.nl

BELGIEN

GROUP CEYSSENS
Industrieterrein De Schacht
Mijnwerkerslaan 35
BE-3550 Heusden-Zolder
Tel: +32 11 570100
Fax: +32 11 574060
info@groupceyssens.com
www.groupceyssens.com

SCHWEIZ

SOFRAVER S.A.
Route de Rosé 37
CH-1754 Avry-Rosé
Tel: +41 26 470 4510
Fax: +41 26 470 2157
office@sofraver.ch
www.sofraver.ch



Produktvielfalt der UNIGLAS®

Die moderne Architektur erhöht den Anspruch an innovative Glasprodukte. Denn längst erfüllt das „Glas“ am Gebäude nicht nur den Zweck, das Innere von Gebäuden und Räumen zu illuminieren. Es erfüllt auch vielfältige andere Funktionen und bauphysikalische und bautechnische Anforderungen. So gibt es z. B. Isoliergläser mit hervorragenden Schalldämmwerten, überzeugenden Lichttransmissionsgraden, speziellen Sicherheitseigenschaften oder sogar statisch tragender Funktion. Bei UNIGLAS® finden Sie immer das passende Isolierglas für alle architektonischen und auch Ihre persönlichen Anforderungen und Wünsche. Hier ein kleiner Auszug aus unserem breiten Produktspektrum.

Mit dem **UNIGLAS® | PHON** Lärmschutzglas erreichen Sie hohe Schalldämmeigenschaften und optimale Produktabstimmung auf die jeweilige Lärmquelle, Lage und Raumnutzung, auch in Kombination mit Sonnen- und Einbruchschutz sowie Absturzsicherung.

Für alle notwendigen Sicherheitsanforderungen an Isolierglas finden Sie in der Produktfamilie **UNIGLAS® | SAFE** Sicherheitsglas das perfekte Glas für Ihre Anwendung. So z. B. bei Glasgeländern, Überkopfverglasungen, begehbarem Glas und durchschusshemmenden Verglasungen.

Mit Isoliergläsern aus der Familie **UNIGLAS® | TOP** Energiegewinngläsern erhalten Sie selbst für Plusenergiehäuser geeignete Verglasungen um eine maximale Wärmedämmung bei gleichzeitiger Nutzung der Sonnenenergie zu erreichen.

UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas ist in verschiedensten Ausführungen erhältlich, vom neutralen Glas mit maximaler Selektivität (Verhältnis des Lichttransmissionsgrads τ_v zum Gesamtenergiedurchlassgrad g), über farbneutrale verspiegelte Gläser bis zu vielfältigen Farbvariationen mit oder ohne Spiegelung.

Für das Badezimmer, den Wellnessbereich im Eigenheim, bietet **UNIGLAS® | CLEAN** eine Glasvariante, die permanent beständig gegen Glaskorrossion und außergewöhnlich leicht zu reingen ist.

Mit den **UNIGLAS® | SHADE** Jalousiesystemen erreichen Sie einen wartungsfreien variablen Sonnenschutz im Glas. Die im Scheibenzwischenraum befindlichen Jalousien lassen sich manuell, elektrisch oder auch via BUS-System steuern und in Smart-Home-Lösungen integrieren.

Für alle besonderen Anwendungen im Fassadenbereich ist unser **UNIGLAS® | FACADE** Holz-Glas-Verbundelement das richtige Produkt. Neben optischen und ökologischen Vorteilen kann dieses System auch eine aussteifende Funktion innerhalb der Gebäudehülle übernehmen.

Weitere Informationen zu unseren Produkten finden Sie aber auch im Internet unter **www.uniglas.net**. Die aktuellen Broschüren mit detaillierten Produktbeschreibungen werden permanent ergänzt und erweitert und sind bei allen UNIGLAS®-Gesellschaften oder auch in unserer UNIGLAS-App erhältlich.



Inhaltsübersicht













- Basisglas 1
- Veredelte Gläser 2
- Isolierglas-Terminologie 3
- Wärmedämmung / Energiegewinnung 4
- Schallschutz 5
- Sonnenschutz 6
- Sicherheit 7
- UNIGLAS®-Systeme 8
- Normen und Standards 9
- Verglasungsrichtlinien 10
- Toleranzen 11

Inhaltsverzeichnis

1 Basisglas

1.1 Floatglas 20
1.1.1 Herstellung 20
1.1.2 Dicken 22
1.1.3 Eigenschaften 22
1.1.4 Anwendungen 25
1.2 Ornamentglas 26
1.2.1 Herstellung 26
1.2.2 Lichtstreuung / Sichtschutz 27
1.2.3 Eigenschaften 27
1.2.4 Profilbauglas 28

2 Veredelte Gläser

2.1 Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) 32
2.1.1 Herstellung 32
2.1.2 Bauphysikalische Eigenschaften 33
2.1.3 Schlag- und Stoßfestigkeit 33
2.1.4 Biegezugfestigkeit 33
2.1.5 Wärme- und Kälteeinflüsse 33
2.1.6 Ballwurfsicherheit 34
2.1.7 Anwendungen 34
2.2 Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas 34
2.2.1 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid 34
2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG) 37
2.3.1 Biegezugfestigkeit 38
2.3.2 Wärme- und Kälteeinflüsse 38
2.4 Emaillierungen mit Glaskeramikfarben 39
2.4.1 Allgemeines 39
2.4.2 Verfahren 40
2.4.3 Prüfung 41
2.4.4 Beurteilung des Farbeindrucks 45
2.5 ESG-Alarmglas 49
2.6 Lackiertes Glas 52
2.7 Sandgestrahltes Glas 52
2.7.1 Beurteilung der Qualität von sandgestrahlten Gläsern 53
2.8 Gestaltung von Glas 56
2.8.1 LaserGrip® – Begehbares Glas 56
2.8.2 Digitale Glasbedruckung 57
2.8.3 Kunstverglasung 58
2.8.4 Schleiftechniken 58
2.9 Gebogenes Glas 58
2.9.1 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas 59
2.9.2 Bauprodukte 62
2.9.3 Bauphysik 65
2.9.4 Sicherheit mit Glas 66
2.9.5 Visuelle Qualität 68
2.9.6 Toleranzen 69
2.9.7 Bemessung 72
2.10 Verbund-Sicherheitsglas und Verbundglas 79
2.10.1 Herstellung 79
2.10.2 Bauphysikalische Eigenschaften 80
2.10.3 Schlagfestigkeit 80
2.10.4 Anwendungen 80
2.10.5 Widerstandsklassen nach EN 80
2.10.6 Dekoratives Verbundglas 81
2.11 Selbstreinigung 81
2.11.1 Grundlagen 81
2.11.2 Produkte 82
2.11.3 Einbau und Pflege 84
2.12 DiamondGuard® Scratch Resistant Glass 86
2.13 Brandschutzglas 88
2.14 Röntgenschutzglas 89
2.15 Sicherheitsspiegel und Spionspiegel 89
2.16 Entspiegeltes Glas 89

3 Isolierglas-Terminologie

3.1 Aufbau 92
3.2 Wärmedurchgangskoeffizient 93
3.3 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit von Mehrscheiben-Isolierglas 95
3.4 Glasstöße und Ganzglasecken von Mehrscheiben-Isolierglas 96
3.5 Emissionsgrad 108
3.6 Solare Gewinne 108
3.7 Globalstrahlungsverteilung 109
3.8 Lichttransmissionsgrad 109
3.9 Strahlungstransmissionsgrad 109
3.10 Direkter Strahlungsabsorptionsgrad 110
3.11 Gesamtenergiedurchlassgrad 110
3.12 Durchlassfaktor 110
3.13 Allgemeiner Farbwiedergabe-Index 111
3.14 Lichtreflexionsgrad 111

3.15 Circadianer Lichttransmissiongrad 111
3.16 UV-Transmissionsgrad 112
3.17 Selektivitätszahl 112
3.18 UNIGLAS® I SLT 112
3.19 Sommerlicher Wärmeschutz 112
3.20 Interferenz-Erscheinungen 113
3.21 Isolierglas-Effekt 113
3.22 Taupunkt-Temperatur 114
3.23 Pflanzenwachstum hinter modernem Isolierglas 116
3.24 Elektromagnetische Dämpfung 117
3.25 Stufenisolierglas 118
3.26 Dekoratives Isolierglas 118
3.27 Glasdicken-Dimensionierung 120

4 Wärmedämmung/ Energiegewinnung

4.1 Grundlagen 124
4.1.1 Randverbund-Systeme 126
4.1.2 Nenn- und Bemessungswerte bei Glas und Fenster 128
4.2 UNIGLAS®-Produkte zur Wärmedämmung 130
4.2.1 UNIGLAS® I TOP Energiegewinnglas 130
4.2.2 UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas 130
4.2.3 Heat Mirror™ 133
4.2.4 UNIGLAS® I PANEL Vakuumisolierung 133
4.2.5 Allgemeine Hinweise 134

5 Schallschutz

5.1 Grundlagen 138
5.1.1 Bewertetes Schalldämmmaß 139
5.1.2 Koinzidenzfrequenz 142
5.2 Normen 143
5.3 UNIGLAS® I PHON Lärmschutzglas 144
5.4 Sonderanwendungen mit einschaligen Glasausführungen 145

6 Sonnenschutz

6.1 Grundlagen 148
6.2 UNIGLAS® I SUN Sonnenschutzglas 148
6.3 UNIGLAS® I VARIO Schaltbares Isolierglas 150
6.4 UNIGLAS® I SHADE Jalousie-System 150
6.5 Sonderanwendungen mit Einfachglas-Ausführungen 156

7 Sicherheit

7.1 Grundlagen 160
7.2 Spezielle Sicherheitsglas-Anwendungen 160
7.2.1 Ballwurfsicherheit 161
7.2.2 Aufzugsverglasung 161
7.2.3 Begeh- und betretbare Verglasungen 162
7.2.4 Klassifizierung der Sicherheitsgläser 164

8 Systeme

8.1 UNIGLAS® I FACADE Holz-Glas-Verbundelement 168
8.2 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Isolierglas 171
8.2.1 UNIGLAS® I OVERHEAD 171
8.3 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme 174
8.3.1 GM PICO 174
8.3.2 GM PICO KING 175
8.3.3 GM PICO LORD 177
8.3.4 GM PUNTO 179
8.3.5 GM POINT P 60/22 SP 182
8.3.6 GM POINT P 80/29 SP 183
8.3.7 Weitere Punkthaltesysteme im Überblick 184
8.4 GM BRACKET S 185
8.5 UNIGLAS® I STYLE 186
8.5.1 GM TOPROLL BALANCE 186
8.5.2 GM TOPROLL 100 188
8.5.3 GM TOPROLL 100 SHIELD 189
8.5.4 GM TOPROLL SMART 190
8.5.5 GM TOPROLL 10/14 191
8.5.6 GM ZARGENPROFILE 192

8.5.7 GM LIGHTROLL 6/8 193
8.5.8 GM LIGHTROLL 10/12 194
8.5.9 Beschläge für Pendeltüren und Ganzglasanlagen 195
8.5.10 GM RAILING® 196
8.5.11 GM RAILING UNI 197
8.5.12 GM WINDOORAIL® 198
8.5.13 GM WINDOORAIL® Frameless 199
8.6 creaglas® LightCube – Sitzmöbel und Kunstobjekt 200

9 Amtliche Normen, Verordnungen und Richtlinien

9.1 Zivilrechtliche Bestimmungen für das Bauwesen 204
9.2 DIN-Normen (nationale Deutsche Standards) 205
9.3 ÖNormen (nationale Österreichische Standards) 208
9.4 (DIN; ÖNORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in D, A, CH, NL, GB eingeführte Europäische Standards) 209
9.5 ISO-Normen (Internationale Standards) 216
9.6 Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV). 218
9.7 OIB-Richtlinie Nr. 6 223
9.8 CE-Zeichen 224
9.9 Güteprüfung durch UNIGLAS® und Gütezeichen 226
9.10 Verwendbarkeit von Glasprodukten 227
9.11 Wichtige Adressen 230
9.12 Einsatzempfehlungen für konkrete Anwendungen 232

10 Grundsätzliche Anforderungen an Verglasungen

10.1 Geltungsbereich und Allgemeines 240
10.2 Ermittlung der notwendigen Glasdicke 241
10.3 Grundsätzliches zum Verglasungssystem 241
10.4 Materialverträglichkeit 242
10.5 Anforderungen an den Glasfalz 243
10.6 Anforderungen an Verglasungssysteme 245
10.7 Transport, Lagerung, Einbau und Unterhalt 248
10.8 Zusatzanforderungen bei besonderen Anwendungen 252
10.9 Eigenschaften von Glasprodukten 256
10.10 Wahl der richtigen Glaserzeugnisse 265
10.11 Werterhaltung und Pflege von Gläsern 268
10.12 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen [3] 270

11 Toleranzen über normative Anforderungen

11.1 Basisgläser 282
11.2 Zuschnitt 283
11.3 Bearbeitungen 294
11.4 Thermisch vorgespanntes Glas 303
11.5 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid 304
11.6 Emaillierung, Lackierung und Sandstrahlung 304
11.7 Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) 304
11.8 Gebogenes Glas 317
11.9 Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) 317



1

1.1	Floatglas	20
1.1.1	Herstellung	20
1.1.2	Dicken	22
1.1.3	Eigenschaften	22
1.1.4	Anwendungen	25
1.2	Ornamentglas	26
1.2.1	Herstellung	26
1.2.2	Lichtstreuung / Sichtschutz	27
1.2.3	Eigenschaften	27
1.2.4	Profilbauglas	28

1.0 Basisglas

Unter Basisglas versteht man das Grundprodukt für jegliche Weiterverarbeitung zu höherwertigen Funktions-, Konstruktions- und Interieurgläsern. Ausgangsprodukte sind dabei Float- und Ornamentgläser. Basisglas ist auch als Einfachglas anwendbar.

1.1 Floatglas

1.1.1 Herstellung

Floatglas aus Kalk-Natronsilicatglas wird nach EN 572-2 klar durchsichtig, in der Masse gefärbt oder als eisenoxidarmes Glas mit planparalleler, feuerpolierter Oberfläche hergestellt. Die Rohstoffe aus etwa 60 % Quarzsand, 20 % Soda und Sulfat, sowie 20 % Kalk und Dolomit werden vermischt und bei einer Temperatur von ca. 1.600 °C geschmolzen. Nach dem Ausgasen des flüssigen Gemenges, dem so genannten Läutern, kühlt die Glasmasse in der Abstehwanne auf ca. 1.100 °C ab, bevor sie über den Lippstein zur Formgebung auf ein Zinnbad fließt. Da Glas weniger als die Hälfte des Zinns wiegt, schwimmt die zähflüssige Glasschmelze auf dem flüssigen Zinn und breitet sich aus. Die Glasmasse verbleibt so lange auf dem Zinn, bis sie sich auf etwa 600 °C abgekühlt und verfestigt hat, sodass sie abgehoben werden kann. Der Name Floatglas kommt von dem englischen Begriff für diesen Prozess „to float“. Beim „Floaten“ erhält die dem Zinn zugwandte Seite Planparallelität zur gegenüberliegenden, kontinierlich befeuerten Seite.

Der Floatprozess findet in einer Schutzgasatmosphäre aus einem Stickstoff-Wasserstoffgemisch N_2H_2 statt, damit das Zinn nicht oxidiert. Obwohl der Schmelzpunkt von Zinn bei etwa 232 °C liegt, ist sein Partialdruck auch bei 1.100 °C so gering, dass er keine nennenswerten störenden Einflüsse auf das Glassubstrat ausübt.

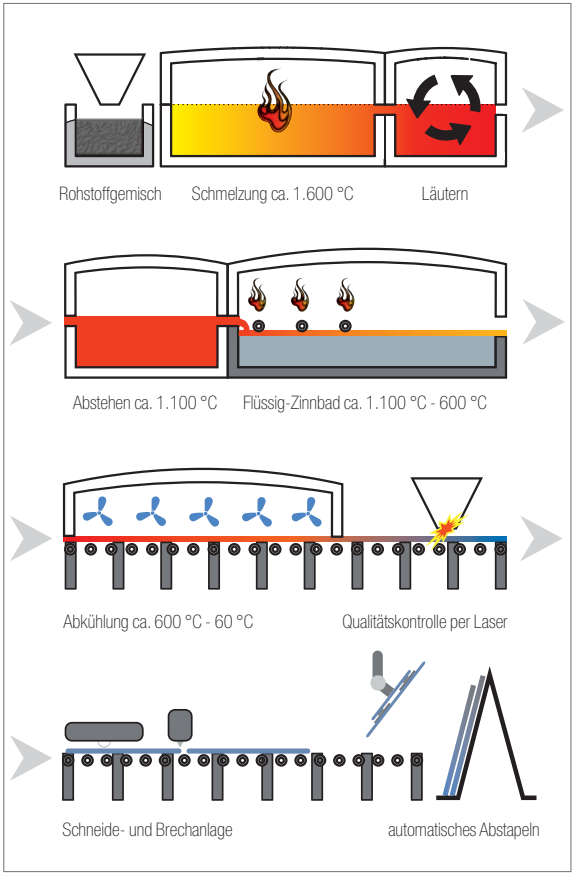
Nach dem Abheben folgt ein kontrolliertes und genau definiertes Abkühlen im so genannten Rollenkühlofen, der das Glas von 600 °C auf etwa 60 °C herunterkühlt. Dieser definierte Kühlungsprozess ist für die Spannungsfreiheit und somit für eine spätere Bearbeitbarkeit des Materials sehr wichtig. Erst jetzt wird das so entstandene ca. 3,5 m breite, unendlich lange Glasband sichtbar. Abschließende Qualitätskontrollen, ein Zuschnitt auf in der Regel zunächst 6 m Länge, das Entfernen der Seitenborde sowie das Abstapeln der dann 3,21 x 6,00 m Tableaus bilden den Abschluss. Von der Gemengeeingabe bis zum Abstapeln sind diese Float-Anlagen etwa 500 m lang.

Das Besondere an Glas ist, dass sich seine Moleküle beim Abkühlen der Schmelze nicht wieder ordnen und kristallisieren. Thermodynamisch entspricht Glas einer unterkühlten (erstarrten) Flüssigkeit.

Das gängigste Floatglas ist klares Glas. Es gibt allerdings auch eisenoxidarmes Glas (umgangssprachlich: „Weißglas) und farbige Floatgläser, die in der Glasmasse grün, grau, blau, rosa oder bronze eingefärbt sind. Beim „Weißglas“ wird der Quarzsand vom darin natürlich vorkommenden Eisen bis auf ca. 200 ppm befreit. Damit entfällt der an den Glaskanten oder Dickgläsern grünlich schimmernde Farbeindruck und das Floatglas wird besonders farbneutral.

Bei farbigen Floatgläsern hingegen werden dem Gemenge unterschiedliche Metalle oder Metalloxide beigemischt, die der Glasschmelze und dem fertigen Glaserzeugnis die gewünschte Farbe geben.

Abb. 1.1: Floatglasherstellung (Schematische Darstellung)



1.1.2 Dicken

- klares Floatglas: 2 bis 25 mm
- eisenoxidarmes Glas: 4 bis 19 mm
- in der Masse gefärbtes Floatglas: 4 bis 12 mm

Standard-Abmessungen:

Bandmaß 3.210 x 6.000 mm, auf Anforderung können auch abweichende Abmessungen geliefert werden.

1.1.3 Eigenschaften

- **Dichte**
  2.500 kg/m³. Eine Glasscheibe von 1 mm Dicke und 1 m² hat eine Masse von 2,5 kg.

- **charakteristische Biegezugfestigkeit**
  $f_{g,k}$ = 45 MPa, bestimmt nach EN 1288.

Die Biegezugfestigkeit von Gläsern wird wie bei allen spröden Werkstoffen durch die Beschaffenheit der auf Zug beanspruchten Oberfläche beeinflusst. Mikroskopische oder makroskopische Oberflächendefekte, die bereits bei der Herstellung des Glases entstehen und sich durch Weiterverarbeitung und Nutzung vergrößern, verringern die theoretisch zu erreichende Biegezugfestigkeit signifikant. Bei der charakteristischen Biegezugfestigkeit handelt es sich um einen nach statistischen Methoden ermittelten Wert von fabrikneuen Glas, der über einen zuverlässigen Wert der Bruchwahrscheinlichkeit definiert wird. Die Bruchwahrscheinlichkeit hängt außerdem von der Geschwindigkeit der Belastungszunahme, der Größe und der Dicke der Probe ab. Die Biegezugfestigkeit wird daher in einem genormten Messverfahren ermittelt. Nur 5 % der Proben dürfen bis zum Erreichen der charakteristischen Biegezugfestigkeit bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95 % zu Bruch gehen.

- **Elastizitätsmodul**
  70.000 MPa, nach EN 572-1

- **Druckfestigkeit**
  700 - 900 MPa

Tab. 1.1: Säurebeständigkeit
Klasse 1 nach DIN 12116

Säureklasse	Bezeichnung	Halber Oberflächenverlust nach 6 Stunden [mg/dm²]
1	säurebeständig	0 bis 0,7
2	schwach säurelöslich	über 0,7 bis 1,5
3	mäßig säurelöslich	über 1,5 bis 15
4	stark säurelöslich	über 15

Tab. 1.2: Laugenbeständigkeit
Klasse 1-2 nach ISO 695

Laugenklasse	Merkmal	Oberflächengewichtsverlust nach 3 Stunden [mg/dm²]
1	schwach laugenlöslich	0 bis 75
2	mäßig laugenlöslich	über 75 bis 175
3	stark laugenlöslich	über 175

Tab. 1.3: Wasserbeständigkeit
Hydrolytische Klasse 3-5 nach ISO 719

Hydrolytische Klasse	Säureverbrauch an 0,01 N Salzsäure je g Glasgrieß [ml/g]	Basenäquivalent Na_2O je g Glasgrieß [µg/g]
HGB 1	bis 0,10 bis 31	
HGB 2	über 0,10 bis 0,20	über 31 bis 62
HGB 3	über 0,20 bis 0,85	über 62 bis 264
HGB 4	über 0,85 bis 2,00	über 264 bis 620
HGB 5	über 2,00 bis 3,50	über 620 bis 1085

Wasserbeständigkeit von Glasgrieß nach ISO 719 Klasse 3-5. Mit dieser Methode wird die Oberflächenbeständigkeit bei 98 °C ermittelt.

- **Frische alkalische Stoffe,**

die z. B. aus Beton, Mörtel oder Zementputz ausgewaschen werden und über die Glasoberfläche laufen, greifen das Kieselsäuregerüst der Glasstruktur an und verursachen somit eine raue Oberfläche. Dieser Vorgang tritt beim Abtrocknen der noch flüssigen Auslaugung auf. Das Auswaschen aus dem Bindemittel Zement ist erst nach dessen vollständigen Abbinden weitgehend abgeschlossen. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass keine alkalischen Auslaugungen auf die Glasoberfläche laufen können.

- **Temperaturwechselbeständigkeit**

Plötzliche Temperaturänderungen bis zu 40 K innerhalb der Scheibenfläche führen bei unbeschädigtem Kalk-Natronsilikatglas zu keinen gefährlichen Spannungen. Heizkörper sollten aber mindestens 30 cm von einer Verglasung entfernt sein. Nach der EnEV wird grundsätzlich ein Strahlungsschirm zwischen Heizkörper und Verglasung gefordert. Ist kein Strahlungsschirm vorhanden, ist bei geringem Abstand die Verglasung in Einscheiben-Sicherheitsglas auszuführen.

Hinter oder unter der Verglasung angeordnete Blend- oder Sonnenschutzeinrichtungen, auf die Raumseite der Scheiben aufgeklebte Bilder oder Plakate, Bemalungen mit Fingerfarben etc., bzw. Teile der Bau- oder Fassadenkonstruktion können bei Sonnenbestrahlung ebenfalls hohe Temperaturdifferenzen über die Scheibenfläche und einen Glasbruch verursachen.

- **Transformationsbereich**
  506 - 550 °C

Vorspannen und Formveränderung erfordern eine bis zu 100 K höhere Temperatur.

- **Erweichungstemperatur**
  ca. 725 °C

- **Längenausdehnungskoeffizient**
  9 x 10^{-6} K^{-1} nach ISO 7991 bei 20 - 300 °C.

Der Längenausdehnungskoeffizient gibt an, um wie viel sich eine 1 m lange Glaskante bei einer Temperaturerhöhung von 1 K ausdehnt.

Abb. 1.2: Diverse Basisgläser



- **Spez. Wärmekapazität**
  720 - 800 J/kg K.

Die spezifische Wärme in Joule (J) gibt an, welche Wärmemenge erforderlich ist, um 1 kg Glas um jeweils 1 K zu erwärmen. Sie ist abhängig von der Eigentemperatur des Glases.

- **Wärmeleitfähigkeitskoeffizient**
  λ = 1 W/mK (EN 572-1)

- **Wärmedurchgangskoeffizient**
  U_g = 5,8 W/m^2K (EN 673)

1.1.4 Anwendungen

Floatglas dient als Basisprodukt für alle weiter transformierten Gläser der UNIGLAS® Produktpalette.

UNIGLAS® VITAL – Wohlfühlglas
UNIGLAS® SAFE – Sicherheitsglas
UNIGLAS® SUN – Sonnenschutzglas
UNIGLAS® COLOR – Lackiertes Glas
UNIGLAS® PHON – Lärmschutzglas
UNIGLAS® CLEAN – Das Duschglas
UNIGLAS® STAR^{TPS} – Thermoplastischer Abstandhalter
UNIGLAS® SHADE – Jalousie-System
UNIGLAS® STAR^{FLS} – Flexibler Abstandhalter
UNIGLAS® FACADE – Holz-Glas-Verbundelement
UNIGLAS® SHIELD – Punkthaltesystem
UNIGLAS® OVERHEAD – Vordach-System
UNIGLAS® TOP Pure – Energiegewinnglas
UNIGLAS® STYLE – Interior-Design

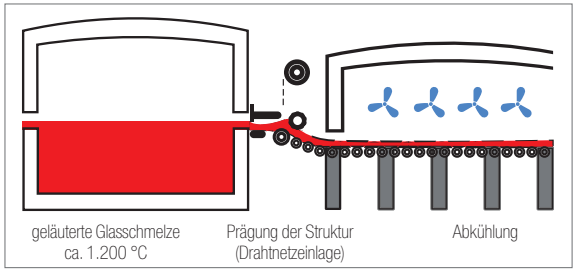
1.2 Ornamentglas

1.2.1 Herstellung

Ornamentgläser werden nach EN 572-5 /-6 gefertigt. Rohstoffe und Schmelzprozedere ähneln dem Floatglas-Verfahren. Die Formgebung zu einem Glasband erfolgt hier jedoch nach dem Austritt aus der Schmelzwanne zwischen zwei Walzen. Die Prägung der Walze(n) geben dem Ornamentglas die typische Struktur.

In der Regel bestimmt die obere, Strukturwalze das Aussehen des Ornamentglases. Die Strukturwalze wird für jeden Ornamentglastyp chargenweise gewechselt. Der Abkühl-, Schneide- und Stapelprozess ist dem des Floatglases ähnlich. Auch die Farbgebung der Gläser in einem großen Spektrum erfolgt wie unter Floatglas beschrieben (siehe → Kap. 1.1.1).

Abb. 1.3: Ornamentglasherstellung (Schematische Darstellung)



Man unterscheidet allgemein folgende Gruppen:

- Ornamentglas
- Drahtornamentglas
- poliertes Drahtglas

Das charakteristische Merkmal aller Ornamentgläser ist die mehr oder weniger ausgeprägte Strukturierung einer Oberfläche. Dabei sind die Gläser transluzent (durchscheinend) und wirken zugleich raumbildend und raumaufhellend. Die mehr oder minder starke Durchsichthemmung ergibt sich aus der Lichtstreuung am Ornament, der Farbe und der Dicke des Glases. Durch die Auswahl entsprechender Gläser lassen sich diese Effekte gezielt steuern. Ornamentglas wird überall dort eingesetzt, wo die klare Durchsicht gemindert werden soll, ohne auf Lichtdurchlässigkeit zu verzichten. Werden in einer zusammenhängenden Fläche mehrere Scheiben neben- oder untereinander verglast, ist unbedingt der gewünschte Strukturverlauf nach Höhe oder Breite und evtl. ein Referenzpunkt zu benennen.

1.2.2 Lichtstreuung / Sichtschutz

Die geometrischen Abmessungen von Wellen, Rippen, Prismen und anderen Prägungen der Ornamentglasoberfläche können eine Lichtstreuung oder Lichtlenkung bewirken, die auch in entlegenen Raumteilen und -winkeln zum gewünschten Lichteintrag führen.

Eine Verglasung mit senkrecht geripptem Ornamentglas belichtet auch die Raumteile rechts und links vom Fenster. Für Boden und Decke ist der Einfluss nur gering. Wird ein Fenster so verglast, dass die Rippen waagerecht verlaufen, dann wird das einfallende Tageslicht nach oben und unten gelenkt. Also verbessert sich die Belichtung der Decke und hebt das Beleuchtungsniveau in der Arbeitsplatzebene (siehe nachfolgende Abb.).

Abb. 1.4: Beispiele für Lichtstreuung

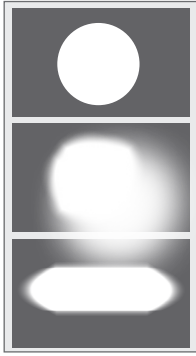


Abb. 1: Steckt man anstelle eines Diapositivs eine kreisrunde Lochblende in den Projektionsapparat, so erscheint auf der fast schwarzen Leinwand ein blendend weißer Kreis mit einer scharfen Kontur.

Abb. 2: Schiebt man in den Strahlengang zwischen Projektor und Leinwand eine Scheibe aus Licht streuendem Ornamentglas, so verschwindet der blendend helle Fleck zugunsten einer gestreuten Belichtung, die sich über eine weit größere Fläche erstreckt.

Abb. 3: Ein Beispiel gelenkten Lichts. Im Strahlengang befindet sich eine Ornamentglasscheibe mit linearer Struktur, die Linien der Struktur verlaufen senkrecht. Die Lichtstrahlen werden nach rechts und links gelenkt, also keine allseitige allgemeine Streuung mehr.

1.2.3 Eigenschaften

Die spezifischen Werte des Ornamentglases entsprechen denen des Floatglases.

Ausnahmen:

- **Dichte**
  ohne Drahteinlage 2.500 kg/m³, mit Drahteinlage je nach Dicke etwas höher

- **Charakteristische Biegezugfestigkeit**
  $f_{g,k}$ = 25 MPa, bestimmt nach EN 1288

- **Produktvarianten**
  Fast alle Ornamentgläser lassen sich zu Isolierglas, zu Verbund-, Verbund-Sicherheitsglas und mit Ausnahme von Gläsern mit Drahteinlage, zu Einscheiben-Sicherheitsglas verarbeiten. Durch rückseitiges Emaillieren, Siebdrucken, Sandstrahlen, Verspiegeln oder Ätzen lässt sich die Vielfalt der Ornamentglas-Aspekte noch deutlich steigern.

1.2.4 Profilbauglas

Eine Produktvariante des Ornamentglases ist das U-förmige Profilbauglas, das nach EN 572-7 im Maschinen-Walzverfahren mit und ohne Drahteinlage in Längsrichtung gefertigt wird. Profilbauglas wird entweder in der Struktur 504 oder ohne Ornamentierung hergestellt. Je nach gewählten Walzen ist das Element mehr oder weniger transparent, aber stets transluzent. Aufgrund der durch die U-form bedingten hohen Widerstandsmomente lassen sich große Fassadenöffnungen damit verglasen. Die Montage erfolgt ein- oder zweischalig.

Abb. 1.5: Schemaskizzen zur Verlegeart (Horizontal- und Vertikalschnitte)

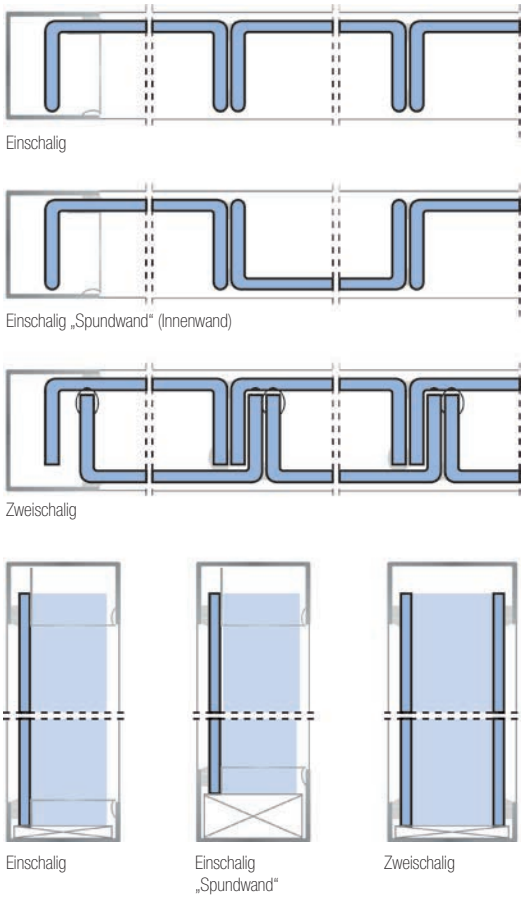


Abb. 1.6: Profilbauglas

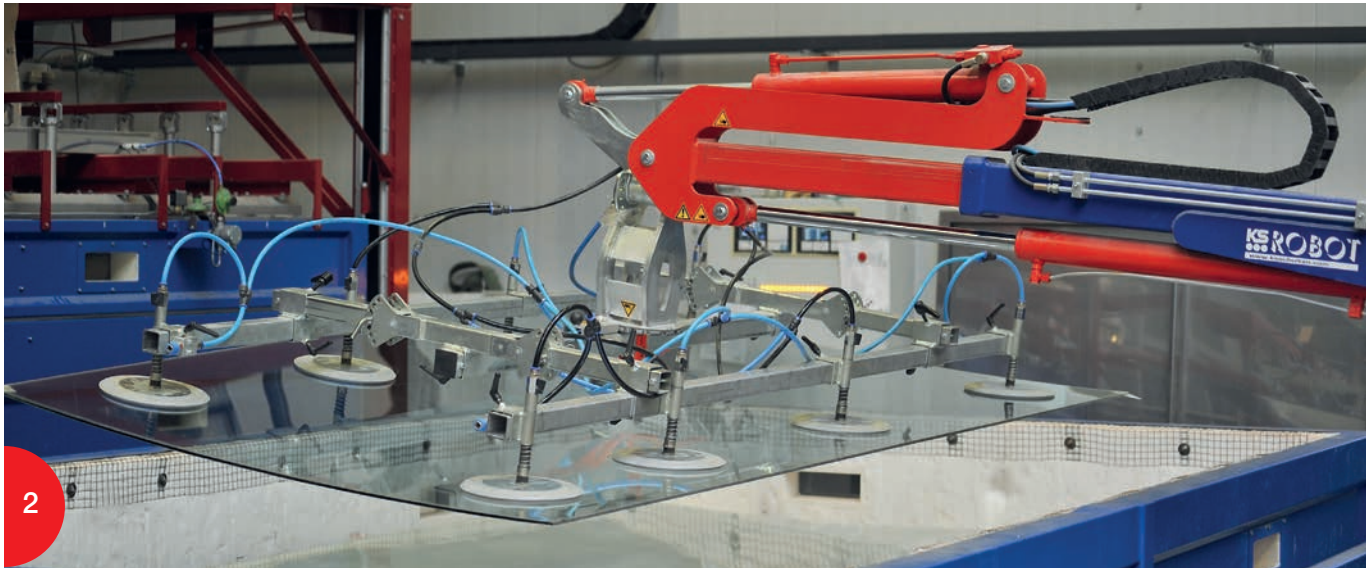


Unterschiedliche Ausführungen in Breite und Oberflächenbeschaffenheit ermöglichen Lichteinwirkung und -streuung sowie Sonnenschutz und Wärmedämmung. Verglasungen je nach statischer Anforderung von bis zu 7 m Höhe sind durchaus gängig.

Mit Spezialprofilen, wie 22/60/7, 25/60/7 oder 32/60/7 ohne Drahteinlagen lässt sich sogar Ballwurfsicherheit nach DIN 18032 nachweisen.

Farbliche Alternativen des Profilglases sind lieferbar. Besondere Belastbarkeit und Sicherheitseigenschaften bietet thermisch vorgespanntes Profilbauglas mit oder ohne Heißlagerungstest. Es ist ebenso für den Horizontaleinbau geeignet. Das vorgespannte Glas ist auch farbig emailliert erhältlich.

Veredelte Gläser



2

2.1 Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) 32
2.1.1 Herstellung 32
2.1.2 Bauphysikalische Eigenschaften 33
2.1.3 Schlag- und Stoßfestigkeit 33
2.1.4 Biegezugfestigkeit 33
2.1.5 Wärme- und Kälteeinflüsse 33
2.1.6 Ballwurfsicherheit 34
2.1.7 Anwendungen 34
2.2 Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas 34
2.2.1 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid 34
2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG) 37
2.3.1 Biegezugfestigkeit 38
2.3.2 Wärme- und Kälteeinflüsse 38
2.4 Emaillierungen mit Glaskeramikfarben 39
2.4.1 Allgemeines 39
2.4.2 Verfahren 40
2.4.3 Prüfung 41
2.4.4 Beurteilung des Farbeindrucks 45
2.5 ESG-Alarmglas 49
2.6 Lackiertes Glas 52
2.7 Sandgestrahltes Glas 52
2.7.1 Beurteilung der Qualität von sandgestrahlten Gläsern 53
2.8 Gestaltung von Glas 56
2.8.1 LaserGrip® – Begehbares Glas 56
2.8.2 Digitale Glasbedruckung 57
2.8.3 Kunstverglasung 58
2.8.4 Schleiftechniken 58
2.9 Gebogenes Glas 58
2.9.1 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas 59
2.9.2 Bauprodukte 62
2.9.3 Bauphysik 65
2.9.4 Sicherheit mit Glas 66
2.9.5 Visuelle Qualität 68
2.9.6 Toleranzen 69
2.9.7 Bemessung 72
2.10 Verbund-Sicherheitsglas und Verbundglas 79
2.10.1 Herstellung 79
2.10.2 Bauphysikalische Eigenschaften 80
2.10.3 Schlagfestigkeit 80
2.10.4 Anwendungen 80
2.10.5 Widerstandsklassen nach EN 80
2.10.6 Dekoratives Verbundglas 81
2.11 Selbstreinigung 81
2.11.1 Grundlagen 81
2.11.2 Produkte 82
2.11.3 Einbau und Pflege 84
2.12 DiamondGuard® Scratch Resistant Glass 86
2.13 Brandschutzglas 88
2.14 Röntgenschutzglas 89
2.15 Sicherheitsspiegel und Spionspiegel 89
2.16 Entspiegeltes Glas 89

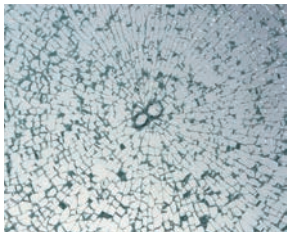
2.0 Veredelte Gläser

Float- und Ornamentgläser werden nur in geringen Mengen als Einfachglas verwendet. In der Regel wird das Glas in Weiterverarbeitungsprozessen veredelt und so den Anforderungen an modernes, transparentes Bauen angepasst.

2.1 Einscheiben-Sicherheitsglas

Unter Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) versteht man thermisch vorgespanntes Glas. ESG hat drei herausragende Eigenschaften: Es verfügt über etwa zweieinhalb bis dreieinhalb höhere Biegezugfestigkeitswerte als normal gekühltes Glas. Damit kann dieses Glas viel höher auf Zug oder weichen Stoß beansprucht werden. Darüber hinaus ist die Beständigkeit gegen Temperaturwechsel und hohe Temperaturunterschiede innerhalb einer Scheibe deutlich erhöht. Wenn ESG bei Überbeanspruchung zerbricht, zerfällt es in ein Netz stumpfkantiger, lose zusammenhängender Krümel, die eine weitaus geringere Verletzungsgefahr darstellen als die scharfkantigen Scherben von normal gekühltem oder teilvorgespanntem Glas.

Abb. 2.1: Bruchbild ESG Einscheiben-Sicherheitsglas



2.1.1 Herstellung

Basismaterial zur Herstellung von Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) ist Float- oder Ornamentglas. Durch kontrolliertes, gleichmäßiges und durchgängiges Erhitzen des zugeschnittenen, fix und fertig bearbeiteten Basisglases auf über 600 °C und anschließendem zügigen Abkühlen mittels kalter Luft wird zunächst nur die Glasoberfläche abgekühlt. Diese kühlere Zone zieht sich zusammen und es entstehen an den Glasoberflächen Druckspannungen die zur Mitte des Glasquerschnittes gerichtet, kontinuierlich abnehmen und in Zugspannungen übergehen.

Abb. 2.2: Spannungsgefüge

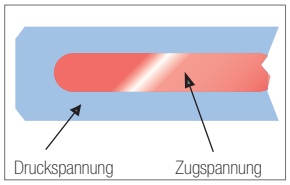
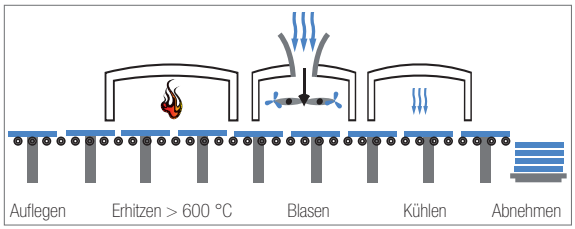


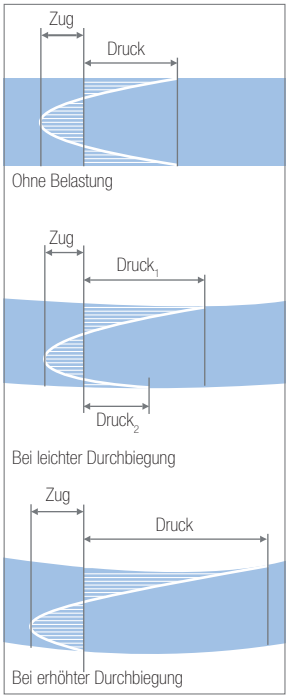
Abb. 2.3: Herstellung Einscheiben-Sicherheitsglas



Durch die eingeprägten Spannungen erhält die Scheibe ihre charakteristischen Eigenschaften. Wichtig ist, dass alle Bearbeitungen, wie Schleifen der Kanten, Bohrungen, Randausschnitte etc. vor dem thermischen Vorspannprozess zu erfolgen haben.

Die Spannungszonen im Glas führen bei polarisiertem Licht zu Doppelbrechungen, die sich als Muster bemerkbar machen.

Abb. 2.4: Spannungsverteilung



2.1.2 Bauphysikalische Eigenschaften

Lichtdurchlässigkeit, Wärmeleitvermögen, thermische Ausdehnung, Härte, Schalldämmung, Elastizitätsmodul, Flächengewicht und chemische Eigenschaften entsprechen denen des Basisglases.

2.1.3 Schlag- und Stoßfestigkeit

ESG ist gegen weichen Stoß nach EN 12 600 (Pendelschlagversuch) bruchbeständig. Je nach Glasdicke ergibt sich die Klassifizierung von 3(C)3 bis 1(C)1.

2.1.4 Charakteristische Biegezugfestigkeit

- ESG aus Floatglas
  $f_{g,k}$ = 120 MPa, bestimmt nach EN 1288-3
- ESG aus Ornamentglas
  $f_{g,k}$ = 90 MPa, bestimmt nach EN 1288-3
- ESG aus emailliertem Floatglas*)
  $f_{g,k}$ = 75 MPa, bestimmt nach EN 1288-3

2.1.5 Wärme- und Kälteeinflüsse

ESG kann ganzflächig einer kurzfristigen Temperatur bis zu + 300 °C ausgesetzt werden. Die Bruchbeständigkeit gegen Temperaturunterschiede bis zu 200 K in der Scheibenfläche, z. B. zwischen Scheibenmitte und Scheibenrand, ist gegeben.

*) emaillierte Seite unter Zugspannung

2.1.6 Ballwurfsicherheit

Nach DIN 18032 „Prüfung auf Ballwurfsicherheit“ eignet sich ESG ab 6 mm Dicke für die großzügige Glasanwendung in Turn- und Spielhallen. (siehe → Kapitel 7)

2.1.7 Anwendungen

- Fenster, Fenstertüren
- Lärmschutzwände
- Brüstungen und Geländer
- Geländerausfachungen
- Ganzglas-Türanlagen
- UNIGLAS® I STYLE – Glasinnentüren
- Glasduschen
- Trennwände
- Sportstätten / Turnhallen
- Zuschauerschutz-anlagen in Stadien
- Hagelschutz als obere Scheiben im Überkopf-Verbund
- Ganzglas-Türanlagen

Bei Verglasungen mit absturzsichernder Funktion sind z. B. in Deutschland die Vorschriften der DIN 18008-4 i.V.m. mit den DIN 18008-1 und -2 in den jeweils bauaufsichtlich eingeführten Versionen zu beachten.

2.2 Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas

2.2.1 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid

Bei der Herstellung von Glas lassen sich trotz äußerster Sorgfalt geringe Verunreinigungen der Schmelze mit Nickel und Schwefel nicht vermeiden. Dadurch können sich in der Schmelze winzige, bis zum heutigen Zeitpunkt nicht detektierbare NiS-Verbindungen (Durchmesser etwa 50 µm bis 600 µm) in einer Hochtemperaturphase bilden, die je nach Nickelanteil bei geringeren Temperaturen als 282 °C bis 379 °C in die Niedrigtemperaturphase übergehen und im Laufe der Zeit ihr Volumen vergrößern. Bei ESG kann dies in seltenen Einzelfällen zu einem Spontanbruch führen, der nicht unter die Gewährleistung fällt. Durch einen zusätzlich zu bestellenden Heißlagerungstest kann ein Großteil dieser Brüche künstlich ausgelöst werden, womit sich die Wahrscheinlichkeit eines solchen Spontanbruchs nochmals signifikant reduziert.

Die Ursache von Glasbrüchen ist stets durch den Anwender nachzuweisen. Im Besonderen sind dabei Fremdkörpereinschlüsse wie z.B. Nickelsulfid durch geeignete Methoden zu belegen.

Ein probates Mittel die Bruchauslösung zu beschleunigen und die Versagenswahrscheinlichkeit signifikant zu reduzieren ist, die ESG-Scheiben nochmals einer kontrollierten Wärmelagerung, dem so genannten Heißlagerungstest, beziehungsweise dem Englischen



entliehenen Begriff „Heat-Soak“ -Test zu unterziehen. Diese Wärmelagerung erfolgt in einem nach EN 14179 normierten Verfahren.

Die deutsche Musterbauordnung (MBO) stellt mit § 3 sicher, dass Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten sind, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden. In Folge dieser grundlegenden Forderung wird die Verwendung von ESG nach EN 12750-2 und heißgelagertem ESG nach EN 14179-2 bei Verglasungen, deren Oberkante höher als 4 m über der Verkehrsfläche liegt, in Deutschland mindestens in die Zuverlässigkeitsklasse RC 2 nach EN 1990 eingestuft, bei der die Versagenswahrscheinlichkeit auf höchstens $p_f = 1 : 1.000.000$ pro Jahr (Zuverlässigkeitsindex $\beta \geq 4{,}7$ für den Bezugszeitraum von 1 Jahr) gegeben sein muss.

Abb. 2.5: Kennzeichnung von ESG-H



Die deutsche Glasbemessungs- und -konstruktionsnorm DIN 18008-2 lässt in ihrer Ausgabe aus dem Jahre 2010 jedoch Ausnahmen zu, wenn beim Heißlagerungstest zusätzliche, in der Bauregelliste Teil A (BRL-A) beschriebene Regeln beachtet werden. In Abgrenzung zum Heißlagerungstest nach Norm wird dieses spezielle Produkt als ESG-H bezeichnet. Die BRL wurden inzwischen von den MVV TB abgelöst. Mit der der bauaufsichtlichen Einführung DIN 18008-2:2020-05 wird auch das „Produkt“ ESG-H vom Markt verschwinden.

Veredelte Gläser

Auch künftig darf heißgelagertes ESG nach EN 14179-2, dessen Oberkante höher als 4 m über der Verkehrsfläche liegt eingesetzt werden, wenn sich der Hersteller einer Überwachung von unabhängigen Drittstellen durch einen Prüfingenieur oder einen Prüfsachverständigen für Bautechnik unterzieht.

Für punktgestützte, hinterlüftete Wandbekleidungen aus ESG gelten in vielen Bundesländern Deutschlands und Österreichs besondere Regeln.

Sowohl EN 12150-1, wie auch die EN 14179-1 schreiben die dauerhafte Kennzeichnung von ESG bzw. heißgelagertem ESG vor.

Fehlt die Kennzeichnung vollständig, darf das ESG als Bauprodukt nach der europäischen Bauproduktenverordnung nicht in Verkehr gebracht werden.

Im Falle von Reklamationen oder bauaufsichtlichen Marktüberwachungsmaßnahmen sind die Dokumentation des Herstellprozesses und die Kennzeichnung des Produktes ESG bzw. heißgelagertem ESG wichtige Instrumente zum Nachweis einer ordnungsgemäßen Durchführung der Produkt-Herstellung.

ESG ist zwar durch den thermischen Vorspannprozess mechanisch und thermisch höher belastbar als entspanntes Glas. Als spröder Werkstoff kann ESG jedoch bei zu hoher Belastung oder bei unsachgemäßem Umgang trotzdem brechen.

Vielmals wird im Bruchfall vorschnell ein NiS-Einschluss als Bruchursache unterstellt. Dabei gibt es eine Reihe anderer Möglichkeiten die zum Bruch führen können, wie z. B.:

- Kantenbeschädigungen
- Kontakt zu harten Materialien
- Falsche Klotzung
- Nicht geplante Zwängungen in der Konstruktion
- Bauwerksetzungen
- Nachträgliche Glasbearbeitung
- Vandalismus
- Unplanmäßige statische oder thermische Belastung

Um Nickelsulfid als Bruchursache auszumachen, sind nach dem heutigen Stand der Technik die sieben folgenden Merkmale nachzuweisen:

1. Schmetterlingsförmiges Bruchzentrum (nur feststellbar, wenn die Scheibe im Rahmen stehen bleibt, oder größere zusammenhängende Scheibenfragmente vorliegen, vgl. Abb. 2.1)
2. Kugelförmiger, meist metallisch glänzender Einschluss auf dem Bruchspiegel
3. Charakteristische, raue Oberflächenstruktur (Elefantenhaut und Messing-Farbe des Einschlusses im Lichtmikroskop (im Auflicht)
4. Durchmesser des Einschlusses ca. 0,05 bis 0,6 mm
5. Lage des Einschlusses im Zugspannungsbereich des Scheibenquerschnitts
6. Bruchspiegelanalyse
7. Nachweis der Zusammensetzung des Einschlusses aus Nickel und Schwefel, z. B. durch Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX)

Das Auftreten nur einiger Merkmale genügt nicht als Nachweis, dass NiS bruchauslösend war.

2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG)

TVG nach EN 1863-2 zählt nicht zu den Sicherheitsgläsern. Es wird wie ESG thermisch vorgespannt, aber der Abkühlprozess vollzieht sich etwas langsamer. Dadurch bauen sich abweichend vom ESG geringere Spannungsunterschiede im Glas auf und die Biegefestigkeit liegt zwischen der von ESG und normal gekühltem Glas.

TVG kann auch für Verglasungen angewendet werden, bei denen aufgrund starker Sonneneinstrahlung oder Schlagschattenbildung (siehe auch → Kap. 10.10.5.2) z.B. eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit verlangt wird. Es zeichnet sich durch ein charakteristisches Bruchbild aus, bei dem Risse vom Bruchzentrum aus radial zu den Scheibenrändern laufen. Wegen dieses Bruchverhaltens verfügt VSG aus TVG – anders als VSG aus ESG (siehe → Kap. 2.10) – über eine hohe Resttragfähigkeit. Beim Bruch einer VSG-Scheibe aus 2 x TVG kommt es nur zu geringen Durchbiegungen. Das „Durchsacken" der Scheibe wird wegen des günstigen Bruchbildes vermieden.

Abb. 2.6: Bruchbild Teilvorgespanntes Glas (TVG)



2.3.1 Charakteristische Biegezugfestigkeit

- TVG aus Floatglas
  $f_{g,k}$ = 70 MPa, bestimmt nach EN 1288-3
- TVG aus Ornamentglas
  $f_{g,k}$ = 55 MPa, bestimmt nach EN 1288-3
- TVG aus emailliertem Floatglas*)
  $f_{g,k}$ = 45 MPa, bestimmt nach EN 1288-3

*) emaillierte Seite unter Zugspannung

2.3.2 Wärme- und Kälteeinflüsse

Die Bruchbeständigkeit von TVG gegen Temperaturunterschiede in der Scheibenfläche, z.B. zwischen Scheibenmitte und Scheibenrand, ist bis 100 K gegeben.

Anwendungen:

- Fassaden im Fenster- und Brüstungsbereich
- Sonnenschutzschürzen
- Sonnenkollektoren
- Schutz von Kunstobjekten
- Überkopfverglasungen (als VSG)
- Begehbare und betretbare Glasflächen (als VSG)

2.4 Emaillierungen mit Glaskeramikfarben [1]

2.4.1 Allgemeines

Die Emailfarbe besteht aus anorganischen Stoffen, die für die Farbgebung verantwortlich sind und die geringen Schwankungen unterliegen. Diese Stoffe sind mit Glasfluss vermengt. Während des thermischen Vorspannprozesses (ESG und TVG) umschließt der Glasfluss die Farbkörper und verbindet sich mit der Glasoberfläche. Erst nach diesem Brennprozess ist die endgültige Farbgebung zu sehen.

Die Farben sind so gewählt, dass sie sich bei einer Temperatur der Glasoberfläche von ca. 620 bis 660 °C innerhalb weniger Minuten mit der Oberfläche verbinden. Dieses Temperaturfenster ist sehr eng und insbesondere bei unterschiedlich großen Scheiben und verschiedenen Farben nicht immer exakt reproduzierbar einzuhalten.

Darüber hinaus ist auch die Auftragsart entscheidend für den Farbeindruck. Ein Sieb- bzw. Digitaldruck bringt auf Grund des dünnen Farbauftrages weniger Deckkraft der Farbe, als ein im Walzverfahren hergestelltes Produkt mit dickerem und somit dichterem Farbauftrag. Die Deckkraft ist zusätzlich abhängig von der gewählten Farbe.

Die Glasoberfläche kann durch verschiedene Auftragsarten vollflächig oder teilflächig emailliert werden. Die Emaillierung wird in der Regel auf die von der Bewitterung abgewandten Seite (Position 2 oder mehr) aufgebracht. Ausnahmen sind mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Anwendung auf Position 1 (Witterungsseite) werden spezielle Farben verwendet. Die keramischen Farben (Email) sind weitestgehend kratzfest und bedingt säureresistent; Licht- und Haftbeständigkeit entsprechen der Haltbarkeit keramischer Schmelzfarben.

Bei vollflächiger Emaillierung mit transluzenten Farben ist eine Wolkenbildung möglich. Diese Merkmale können bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar werden. Es muss berücksichtigt werden, dass bei transluzenten Farben ein direkt auf die Rückseite (Farbseite) aufgebrachtes Medium (Dichtstoffe, Paneelkleber, Isolierungen, Halterungen usw.) durchscheinen kann.

Bei der Verwendung von metallischen Farben, ist darauf zu achten, dass diese nicht der Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Anwendung dieser Farben ist mit dem Hersteller abzustimmen.

Wenn bedruckte Scheiben zusätzlich mit Funktionsschichten zum u.a. Sonnenschutz und/oder zur Wärmedämmung versehen werden, sind die entsprechenden Normen und Richtlinien für die Beurteilung der visuellen Qualität des Endproduktes zu beachten. U. a. EN 1096 und/oder die zuvor genannten Richtlinien für Glas im Bauwesen. Die bedruckte Fläche wird nach dieser Richtlinie beurteilt.

Veredelte Gläser

2.4.2 Verfahren

2.4.2.1 Rollercoating-Verfahren

Die plane Glasscheibe wird unter einer gerillten Gummiwalze durchgefahren, die die Emailfarbe auf die Glasoberfläche überträgt. Dadurch wird eine gleichmäßige homogene vollflächige Farbverteilung gewährleistet. Typisch ist, dass die gerillte Struktur der Walze aus der Nähe zu sehen ist (Farbseite). Im Normalfall sieht man diese „Rillen" jedoch von der Vorderseite (durch das Glas betrachtet) kaum. Gewalzte Emailgläser sind in der Regel nicht für den Durchsichtbereich geeignet, so dass diese Anwendungen unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen sind. Es kann ein so genannter „Sternenhimmel" (sehr kleine Fehlstellen) in der Emaille entstehen.

Verfahrensbedingt ist ein „Farbüberschlag" an allen Kanten möglich, der insbesondere an den Längskanten (in Laufrichtung der Walzanlage gesehen) leicht wellig sein kann. Die Kantenfläche bleibt jedoch in der Regel farbfrei. Die Einbausituation ist deshalb vorher mit dem Hersteller abzustimmen. Optional kann das Aufbringen der Emailfarbe mittels Sprühpistole geschehen.

2.4.2.2 Gießverfahren

Die Glastafel läuft horizontal durch einen so genannten „Gießschleier" wobei die Oberfläche vollflächig mit Farbe bedeckt wird. Durch Verstellen der Farbmenge und der Durchlaufgeschwindigkeit kann die Dicke des Farbauftrages in einem relativ großen Bereich gesteuert werden. Durch leichte Unebenheit der Gießlippe besteht jedoch die Möglichkeit, dass in Längsrichtung (Gießrichtung) unterschiedlich dicke Streifen verursacht werden. Anwendungen für den Durchsichtbereich sind unbedingt mit dem Hersteller vorher abzustimmen.

Der „Farbüberschlag" an den Kanten ist wesentlich größer als beim Rollercoating-Verfahren und nur mit hohem Aufwand zu vermeiden. Werden farbfreie Sichtkanten gewünscht, muss dies bei der Bestellung angegeben werden.

2.4.2.3 Siebdruckverfahren

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Verfahren ist hierbei ein voll- oder teilflächiger Farbauftrag möglich. Auf einem horizontalen Siebdrucktisch wird die Farbe durch ein engmaschiges Sieb mit einer Rakel auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages durch die Maschenweite des Siebes und den Fadendurchmesser beeinflusst wird. Der Farbauftrag ist dabei generell dünner als beim Rollercoating- und Gießverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend.

Typisch für den Fertigungsprozess sind je nach Farbe leichte Streifen sowohl in Druckrichtung, aber auch quer dazu sowie vereinzelt auftretende leichte Schleierstellen.

Die Scheibenkanten bleiben beim Siebdruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Mit diesem Verfahren können Mehrfarbdrucke realisiert werden. Zum Beispiel ein so genannter Doppel-Siebdruck, bei dem je nach betrachteter Oberfläche zwei unterschiedliche Farben erkennbar sind. Toleranzen, z. B. zur Deckungsgleichheit, sind mit dem Hersteller zu klären.

Das Bedrucken ausgewählter Ornamentgläser ist möglich, aber immer mit dem Hersteller abzuklären.

2.4.2.4 Digitaldruckverfahren

Die keramische Farbe wird mit einem Verfahren, dessen Prinzip einem Tintenstrahldrucker ähnlich ist, direkt auf die Glasoberfläche aufgebracht, wobei die Dicke des Farbauftrages variieren kann. Der Farbauftrag ist dabei dünner als beim Rollercoating-, Gieß- oder Siebdruckverfahren und erscheint je nach gewählter Farbe deckend oder durchscheinend. Eine hohe Druckauflösung bis zu 360 dpi ist derzeit möglich.

Typisch für den Fertigungsprozess sind gering sichtbare Streifen in Druckrichtung. Diese sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar. Die Scheibenkanten bleiben beim Digitaldruck in der Regel farbfrei, können jedoch im Saumbereich eine leichte Farbwulst aufweisen, so dass der Hinweis auf freistehende Kanten für eine anwendungsgerechte Fertigung erforderlich ist.

Die Druckkanten sind in Druckrichtung exakt gerade und quer zur Druckrichtung leicht gezahnt. Farbsprühnebel entlang der Druckkanten kann auftreten. Bei Punkt-, Loch- und Textmotiven zeigen die Druckkanten eine Zahnung, die ebenso wie der Farbsprühnebel nur aus geringer Entfernung zu erkennen ist.

Das Digitaldruckverfahren ist vor allem für komplexe mehrfarbige Rasterdesigns oder Bilder, weniger für einfarbige, vollflächige Bedruckungen geeignet.

2.4.3 Prüfung

Das Merkblatt 015 vom Bundesverband Flachglas e.V. gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig bzw. teilflächig emaillierten Gläsern, die durch Auftragen und Einbrennen von keramischen Farben als Einscheibensicherheitsglas oder teilvorgespanntes Glas hergestellt werden. Diese Richtlinie gilt nicht für farbiges Glas nach EN 16477 oder anderweitig bedruckte Gläser. Bauordnungsrechtliche Aspekte werden von dieser Richtlinie nicht behandelt.

Veredelte Gläser

Die in diesem Abschnitt „Prüfung" genannten Hinweise und Toleranzen gelten in ihrem Grundsatz auch für andere Farbarten, zum Beispiel organische Farben. Die spezifischen Eigenschaften dieser Farbarten werden in dieser Richtlinie nicht beschrieben. Auch so genannte lackierte Gläser, die thermisch vorgespannt werden können, werden mit keramischen Farben beschichtet. Somit ist diese Richtlinie auch für diese Produkte gültig.

Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktive und visuelle Anforderung bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Angaben:

- Innen- und/oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten z. B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität sowie Farbfreiheit der Kante (für freistehende Kanten wird eine geschliffene oder polierte Kantenbearbeitung empfohlen. Bei gesäumter Ausführung wird von einer gerahmten Kante ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der Mono-Scheiben z. B. zu Mehrscheibenisolierglas (MIG) oder VG/VSG und/oder Druck mit Orientierung zur Folie
- Bedruckung auf Position 1 für Außenanwendung

Sind emaillierte Gläser zu VSG oder MIG verbunden, wird jede emaillierte Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheiben).

Tab. 2.1

Fehlerarten / Toleranzen für emaillierte Gläser	
Zulässige punktförmige Stellen im Email*	Ø 0,5 – 1,0 mm max. 3 Stück/m², mit Abstand ≥ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm max. 2 Stück/Scheibe
Haarkratzer und eingebrannte Fremdkörper	zulässig bis 10 mm Länge
Wolken **	unzulässig
Wasserflecken	unzulässig
Farbüberschlag an den Kanten	Bei gerahmten Scheiben und bei Bohrungen, die mit zusätzlichen, mechanischen Halterungen oder Abdeckungen versehen sind, zulässig, sonst nicht. Bei ungerahmten Scheiben mit geschliffener oder polierter Kante: • Im Rollercoating-Verfahren auf der Fase zulässig, auf der Kante nicht zulässig • Im Gießverfahren zulässig • Im Siebdruckverfahren nicht zulässig • Im Digitaldruckverfahren nicht zulässig Verfahrensbedingt können beim Digitaldruck nur aus der Nahe erkennbare kleinste Farbspritzer im unmittelbaren Bereich der Druckkanten auftreten.
Unbedruckter Glasrand	Siebdruck und Digitaldruck zulässig bis 2 mm
Linienförmige Strukturen im Druck	zulässig
Email-Lagetolerenz (a) s. Abb. 1 ***	Scheibengröße ≤ 2000 mm: ± 2,0 mm Scheibengröße ≤ 3000 mm: ± 3,0 mm Scheibengröße > 3000 mm: ± 4,0 mm
Toleranz der Abmessungen bei Teilemaillierung (b) s. Abb. 1	Kantenlänge der Druckfläche: / Toleranzbereich: ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Designgeometrie (c) (d) s. Abb. 1	in Abhängigkeit der Größe Kantenlange der Druckflache: / Toleranzbereich: ≤ 30 mm ± 0,8 mm ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 500 mm ± 1,2 mm ≤ 1000 mm ± 2,0 mm ≤ 2000 mm ± 2,5 mm ≤ 3000 mm ± 3,0 mm > 3000 mm ± 4,0 mm
Farbabweichungen	Die Beurteilung der Farben erfolgt durch das Glas (Emailfarbe auf Position 2). Farbabweichungen im Bereich von ΔE ≤ 6 mm (Float) bzw. ΔE ≤ 4-5 mm(Weißglas) bei der gleichen Glasdicke sind zulässig (siehe auch Kapitel 2.4.4).

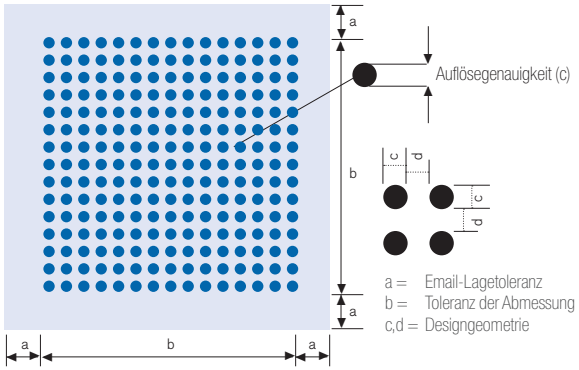
** Fehler ≤ 0,5 mm („Sternenhimmel" oder „Pinholes" = kleinste Fehlstellen im Email) sind zulässig und werden generell nicht berücksichtigt. Die Ausbesserungen von Fehlstellen mit Emailfarbe vor dem Vorspannprozess bzw. mit organischem Lack nach dem Vorspannprozess ist zulässig. Organischer Lack darf nicht im Bereich der Randabdichtung von Isolierglas verwendet werden.*

*** Bei feinen Dekoren (Rasterung mit Teilflachen kleiner 5 mm) kann ein so genannter Moire-Effekt auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Abstimmung mit dem Hersteller erforderlich.*

**** Die Email-Lagetoleranz wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mit dem Hersteller abzustimmen ist.*

Veredelte Gläser

Abb. 2.7: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei bedruckten Gläsern



Generell ist bei der Prüfung die Aufsicht auf die Emaillierung durch das Glas maßgebend, dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 3 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen, opaken Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Bei der Anwendung als VG/VSG ist bei der Lage- und Designtoleranz gegebenenfalls noch die Toleranz, resultierend aus dem Versatz, zu beachten.

Je nach Muster kann es bei Motiven, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, zu einem so genannten „Moiré“ kommen. Der Moiré-Effekt (von frz. moirer „moirieren; marmorieren“) macht sich bei der Überlagerung von regelmäßigen feinen Rastern durch zusätzliche scheinbare grobe Raster bemerkbar. Deren Aussehen ist den sich ergebenden Mustern ähnlich, die Mustern aus Interferenzen ähnlich sind. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt.

Werden Bedruckungen zur Abdeckung, z. B. von Profilen von geklebten Fassaden, verwendet, kann es bei sehr hellen Farben, zu einem Durchscheinen der Konstruktion kommen. Es sind hier geeignete Farben zu verwenden.

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Emaillierung des sichtbaren Bereichs im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Glases wird die „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ herangezogen.

Für geometrische Figuren oder so genannte Lochmasken unter 3 mm Größe oder Verläufe von 0 – 100 % gelten folgende Anmerkungen:

- Werden Punkte, Linien oder Figuren dieser Größe in geringem Abstand aneinandergereiht, so reagiert das menschliche Auge sehr sensibel.
- Toleranzen der Geometrie oder des Abstandes im Zehntelmillimeter-Bereich fallen als grobe Abweichungen auf.
- Diese Anwendungen müssen in jedem Fall mit dem Hersteller auf Machbarkeit geprüft werden. Die Herstellung eines 1:1 Musters ist zu empfehlen.

2.4.4 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können.

Auf Grund nachfolgend genannter Einflüsse kann unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen ein erkennbarer Farbunterschied zwischen zwei emaillierten Glastafeln vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend“ oder auch „nicht störend“ eingestuft werden kann.

2.4.4.1 Art des Basisglases und Einfluss der Farbe

Die Eigenfarbe des Glases, die wesentlich von der Glasdicke und der Glasart (z. B. durchgefärbte Gläser, eisenarme Gläser usw.) abhängt, führt zu einem veränderten Farbeindruck der Emaillierung (Emaillierung Position 2). Zusätzlich kann dieses Glas mit unterschiedlichen Beschichtungen versehen sein, wie z. B. Sonnenschutzschichten (Erhöhung der Lichtreflexion der Oberfläche), reflexionsmindernden Beschichtungen oder auch leicht geprägt sein wie z. B. bei Strukturgläsern. Farbabweichungen bei der Emaillierung können auf Grund von Schwankungen bei der Farbherstellung und dem Einbrennprozess nicht ausgeschlossen werden.

2.4.4.2 Lichtart, bei der das Objekt betrachtet wird

Die Lichtverhältnisse sind in Abhängigkeit von der Jahres- und Tageszeit und der vorherrschenden Witterung ständig verschieden. Das bedeutet, dass die Spektralfarben des Lichtes, die durch die verschiedenen Medien (Luft, 1. Oberfläche, Glaskörper) auf die Farbe auftreffen, im Bereich des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm) unterschiedlich stark vorhanden sind.

Die erste Oberfläche reflektiert bereits einen Teil des auftretenden Lichtes mehr oder weniger je nach Einfallswinkel. Die auf die Farbe auftreffenden „Spektralfarben“ werden von der Farbe (Farbpigmenten) teilweise reflektiert bzw. absorbiert. Dadurch erscheint die Farbe je nach Lichtquelle und Ort der Betrachtung sowie Hintergrund unterschiedlich.

Veredelte Gläser

2.4.4.3 Betrachter bzw. Art der Betrachtung

Das menschliche Auge reagiert auf verschiedene Farben sehr unterschiedlich. Während bei Blautönen bereits ein sehr geringer Farbunterschied deutlich wahrgenommen wird, werden bei grünen Farben Farbunterschiede weniger wahrgenommen.

Toleranzen für die Farbgleichheit von Bedruckungen auf Glas sollten so gewählt werden, dass ein Betrachter unter normalen Bedingungen kaum Farbabweichungen feststellen kann. Eine normative Festlegung gibt es nicht.

Die Toleranzen stellen einen Kompromiss zwischen Produktivität und dem Anspruch an den optischen Eindruck der Glaseinheiten in einem Gebäude mit normaler Einbausituation dar.

Entsprechend der Variation von natürlichem Licht, der Position des Betrachters mit dem Betrachtungswinkel und dem Abstand, Umgebungsfarbe, Farbneutralität und Reflexionsgrad der Oberfläche sind die Toleranzwerte nur als Orientierung zu verwenden. Alle Umstände sollten vor Ort, beim entsprechenden Objekt individuell bewertet werden – insbesondere das Objekt in seiner spezifischen Umgebung.

Farben werden zur Fertigungskontrolle im CIE L*a*b*-System objektiv dargestellt, wobei die normierte Bezugslichtart D_{65} und ein Beobachtungswinkel von 10° zugrunde gelegt werden. Die angestrebte Lage im a, b Farbkoordinatensystem, wie auch die über den Buchstaben L charakterisierte Helligkeit, unterliegen fertigungsbedingt geringen Schwankungen. Für die Fälle, in denen der Kunde einen objektiven Bewertungsmaßstab für den Farbort verlangt, ist die Verfahrensweise vorher mit dem Lieferanten abzustimmen.

Der grundsätzliche Ablauf ist nachfolgend definiert:

- Bemusterung einer oder mehrerer Farben
- Auswahl einer oder mehrerer Farben. Festlegung von Toleranzen je Farbe in Abstimmung mit dem Kunden. Dafür zu Grunde liegende Messwerte sind mit glasspezifischen Farbmessgeräten und unter gleichen Bedingungen zu bestimmen (gleiches Farbsystem, gleiche Lichtart, gleiche Geometrie, gleicher Beobachter). Überprüfung der Machbarkeit durch den Lieferanten bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz (Auftragsumfang, Rohstoffverfügbarkeit usw.)
- Herstellung eines 1:1 Produktionsmusters und Freigabe durch den Kunden
- Fertigung des Auftrages innerhalb der festgelegten Toleranzen
- Die Bestellung von großen Mengen einer gleichen Farbe innerhalb eines Auftrags sollte einmal und nicht in Teil-Bestellungen erfolgen.

2.4.4.4 Sonstige Hinweise

Die sonstigen Eigenschaften der Produkte sind den nationalen bauaufsichtlichen Vorschriften und den geltenden Normen zu entnehmen, insbesondere der:

- DIN EN 12150
- DIN EN 14179
- DIN EN 1863
- DIN EN 14449

Emaillierte Gläser können nur in Ausführung Einscheibensicherheitsglas (ESG oder heißgelagertes ESG) oder teilvorgespanntes Glas (TVG)hergestellt werden.

Ein nachträgliches Bearbeiten der Gläser, egal welcher Art, beeinflusst die Eigenschaften des Produktes unter Umständen wesentlich und ist nicht zulässig. Emaillierte Gläser können als monolithische Scheibe eingesetzt oder zu VSG und MIG verarbeitet werden. Die vorgeschriebene Kennzeichnung der Scheiben erfolgt normgerecht. Emaillierte Scheiben können unter Einwirkung von Feuchtigkeit korrodieren und sind deshalb beim Transport und der Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen.

2.4.4.5 Anwendungsbeispiele

- Bei Isolierglas zum Scheibenzwischenraum gerichtet,
- bei Fassaden nach innen gerichtet,
- bei Duschen nach außen gerichtet,
- bei Tischplatten auf der Unterseite.

Abb. 2.8: Beispiele für gestalterische Motive

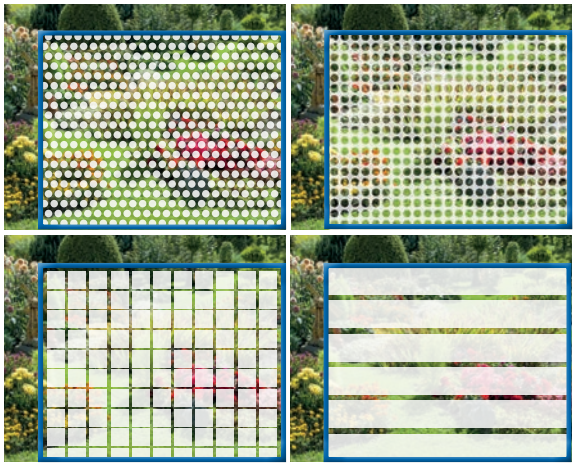


Veredelte Gläser

Bedruckung für Sicht- und Sonnenschutz

Bei dieser Anwendung sind Farbwahl und Bedruckungsgrad extrem wichtig. Je heller die Farben, desto mehr Lichtdurchdringung und je kleiner der Bedruckungsgrad, desto mehr Transparenz. Die Definition beider Parameter ist also von dem zu erreichenden späteren Wirkungsgrad abhängig. Eine Vielzahl von standardisierten Dekoren steht in den Produktionsstätten bereit. Selbstverständlich können aber auch eigene Kreationen nach detaillierten Vorgaben auf die Gläser aufgebracht werden.

Abb. 2.9: Beispiele für Sicht-/Sonnenschutz



Rutschhemmung

In öffentlichen Bereichen, aber auch im privaten Umfeld empfehlenswert, schreiben die Arbeitsstättenrichtlinien sowie die Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungen in bestimmten Bereichen unterschiedliche Rutschfestigkeitsklassen vor, die nach DIN 51130 zu belegen sind. Durch die Veränderung des Bedruckungsgrades und Spezialdruckfarbe können verschiedene Klassen erreicht werden und tragen so zur Standsicherheit auf Glasböden bei.

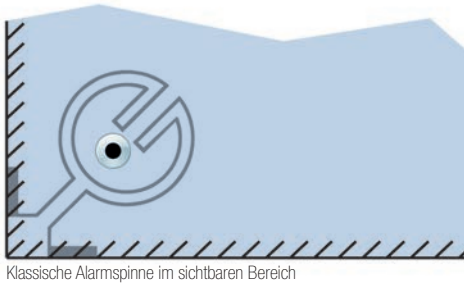
Rutschhemmungen lassen sich auch mit LaserGrip® (siehe → Kap. 2.8.1) oder Mattierungen erreichen.

2.5 ESG-Alarmglas

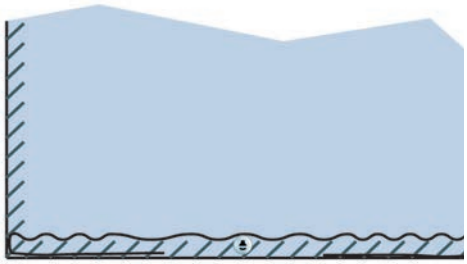
Das Sicherheits-Spezialprodukt nutzt die spezifischen Brucheigenschaften von ESG. Ungeachtet dem Bruchzentrum der Scheibe zerspringt diese über ihre gesamte Fläche. An der elektrisch leitfähigen Alarmspinne bzw. an der leitfähigen Funktionsschicht ist ein permanent fließender Stromkreis (Ruhestromprinzip) angelegt. Im Bruchfall wird der Stromkreis unterbrochen und der Alarm ausgelöst. Zwei Arten den Stromkreis zu schließen sind üblich:

Die klassische Methode ist eine aufgedruckte und eingebrannte Leiterschleife im sichtbaren Bereich der Scheibe. Die Sichtbarkeit der Leiterschleife hat unter Umständen eine abschreckende Wirkung, ist aber insbesondere bei Sonnenschutzverglasungen visuell unbefriedigend.

Abb. 2.10: Varianten der Leiterschleifen (Spinne)



Klassische Alarmspinne im sichtbaren Bereich



Klassische Alarmspinne im nicht sichtbaren Bereich

Veredelte Gläser

Aus diesem Grund gibt es spezielle Leiterschleifen nach gleichem Prinzip, die ausschließlich im überdeckten Randbereich der Scheibe angebracht sind und damit nicht mehr die Sichtfläche tangieren.

In beiden Fällen verfügen die ESG-Scheiben über ca. 30 cm lange Anschlusskabel, die im Falzraum der Verglasung zu verlegen, zu verlängern und mit einer Alarmeinheit zu verbinden sind. Die dauerhafte Funktionssicherung verlangt eine sorgfältige Verglasung ebenso wie eine absolut fachmännische Verdrahtung, die vor Feuchtigkeitseinwirkungen zu schützen ist. Für den Einbau sind die allgemeinen Verglasungs-Richtlinien sowie die Richtlinie zur Installation elektrischer Anlagen VDE 0833 und DIN 57833 als auch die Vorgaben der VdS Schadenverhütung GmbH maßgebend.



Veredelte Gläser

2.6 Lackiertes Glas

Bei UNIGLAS® | COLOR handelt es sich um individuell lackiertes Glas mit glänzenden oder mattierten Oberflächen auf klarem oder eisenoxidarmen ESG. Durch die farbige Beschichtung auf der Rückseite des Glases, werden Leuchtkraft und Brillanz der Farbe dauerhaft geschützt und bleiben erhalten.

UNIGLAS® | COLOR ist für diverse Innenanwendungen geeignet und kann durch seine Feuchtraumbeständigkeit hervorragend in Küchen und Bädern eingesetzt werden. Eine Außenanwendung ist generell nur mit besonderer Zustimmung sowie nach Rücksprache und Abklärung aller technischen Details mit dem Hersteller zulässig. Verklebungen und Abdichtungen auf der Lackschicht dürfen nur mit Kleb- und Dichtstoffen durchgeführt werden, für die der Hersteller die Freigabe erteilt hat.

Für die Lackierung werden die Farbtöne nach speziellen Farbkarten wie RAL, HKS, NCS o.a. individuell angemischt. Die Glaskante und die glasseitige Fase werden vor dem Lackieren abgeklebt und bleiben klar. Die der Lackierung zugewandte Fase wird mit lackiert.

Für die Beurteilung der visuellen Qualität von UNIGLAS® | COLOR gilt sinngemäß das in Kapitel 2.4 beschriebene Verfahren. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Lackschicht weniger kratzfest ist als die emaillierten Farbschichten.

2.7 Sandgestrahltes Glas

Eine beliebte Methode zur künstlerischen Gestaltung von Glas ist das Mattieren der Oberfläche durch Sandstrahlen. Die aufgeraute Scheibenoberfläche wird dadurch intransparent, bleibt jedoch transluzent. Durch das Abdecken einzelner Bereiche können individuelle Bilder und Muster aufgebracht werden, die viele gestalterische Möglichkeiten eröffnen. Beim Sandstrahlen wird die Stärke des Glases genutzt, um tiefe Verläufe und Strukturen herauszuarbeiten oder feine Schatten voll zum Ausdruck zu bringen. Das ist aufwendig und kostet Zeit, doch das individuelle Design überzeugt. Jedes Stück wird zum Unikat. Nachteil ist, dass sich durch Sandstrahlen Oberflächendefekte ergeben, welche die Biegezugfestigkeit des Glases beeinträchtigen. Diese festigkeitsmindernde Auswirkung der mikroskopischen Kerben können durch nachträgliches Ätzen mit Flusssäure verringert werden.

Fingerabdrücke und Staub lassen sich von der rauen Oberfläche der sandgestrahlten Bereiche nur schwer entfernen. Daher bieten Ihre UNIGLAS®-Partner optional einen „Griffschutz“ an, der die Flächen versiegelt, die Verschmutzungsneigung reduziert und die Reinigung erleichtert.

2.7.1 Beurteilung der visuellen Qualität von sandgestrahlten Gläsern

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von vollflächig- oder teilflächig sandgestrahlten Gläsern, deren Oberflächen in Sandstrahltechnik mattiert sind. Als Basisglas kommt sowohl normal gekühltes, wie auch zu Einscheibensicherheitsglas (ESG / heißgelagertes ESG) oder teilvorgespanntes (TVG) klares oder in der Masse eingefärbtes Float- oder Ornamentglas in Frage.

Baurechtliche Aspekte werden in dieser Richtlinie nicht behandelt. Zur Beurteilung der Produkte ist es erforderlich, dem Hersteller mit der Bestellung den konkreten Anwendungsbereich, die konstruktiven und visuellen Anforderungen bekannt zu geben. Das betrifft insbesondere folgende Aufgaben:

- Innen- und / oder Außenanwendung
- Einsatz für den Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten z.B. Trennwände, usw.)
- Anwendung mit direkter Hinterleuchtung
- Kantenqualität (für freistehende Kanten wird eine matt geschliffene Kante empfohlen. Bei gesäumten, oder bei Schnittkanten wird von gerahmter Ausführung ausgegangen.)
- Weiterverarbeitung der sandgestrahlten Scheiben z. B. zu Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) oder Verbundglas (VG) bzw. Verbund-Sicherheitsglas (VSG)
- Position der mattierten Oberfläche
- Optional: Ausführung der sandgestrahlten Oberfläche mit Griffschutz

Werden sandgestrahlte Gläser zu VSG oder Isolierglas verbunden, wird jede Scheibe einzeln beurteilt (wie Monoscheiben).

2.7.1.1 Verfahren / Hinweise / Begriffe

- Vollflächig und teilflächig sandgestrahlte Gläser

Die Glasoberfläche ist durch den Sandstrahlvorgang vollflächig oder teilflächig mattiert. Die Betrachtung bei der Begutachtung erfolgt auf der Oberfläche, welche der üblichen Raumnutzung entspricht.

Die sandgestrahlte Seite sollte immer die von der Bewitterung abgewandte Seite (Position zwei oder größer) sein. Ausnahmen sind nur nach vorheriger Rücksprache mit dem Hersteller zulässig. Anwendungen im Durchsichtbereich (Betrachtung von beiden Seiten) müssen immer mit dem Hersteller abgestimmt werden. Bei vollflächiger Sandstrahlung ist eine Wolkenbildung möglich, die bei Hinterleuchtung der Scheiben sichtbar wird.

In Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren ergeben sich Unterschiede und Besonderheiten, die nachfolgend genannt werden.

■ Griffschutz

Sandgestrahltes Glas verschmutzt leicht und lässt sich schwer reinigen – aggressive oder scheuernde Mittel greifen die Oberfläche an. Die mit einem „Griffschutz" beschichtete Oberfläche ist unempfindlicher gegen Schmutz oder Fingerabdrücke. Die besonderen Reinigungs- und Pflegeempfehlungen sind generell beim Hersteller anzufordern.

2.7.1.2 Beurteilung allgemein

Grundsätzlich ist bei der Beurteilung der visuellen Qualität die direkte Aufsicht auf die Oberfläche, welche der üblichen Raumnutzung entspricht, maßgebend.

Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein. Die Prüfung der Verglasung ist aus einem Abstand von mindestens 1,50 m Entfernung und senkrechter Betrachtungsweise bzw. einem Betrachtungswinkel von max. 30° zur Senkrechten vorzunehmen. Geprüft wird bei Tageslicht bei bedecktem Himmel, ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung vor einem einfarbigen Hintergrund. Bei vorher vereinbarten speziellen Anwendungen sind diese als Prüfbedingungen anzuwenden.

Tab. 2.2

Fehlerarten / Toleranzen für sandgestrahlte Gläser		
Zulässige punktförmige Fehlstellen in der sandgestrahlten Fläche *)	> 0,5 mm - ≤ 1,0 mm: max. 3 Stück / m² mit Abstand ≥ 100 mm > 1,0 mm - ≤ 2,0 mm: max. 2 Stück / Scheibe	
Wolken	zulässig (vgl. 1.)	
Wasserflecken	nicht zulässig	
Überschlag der Sandstrahlung an den Kanten	bei Bohrungen und eingefassten Kanten ist die Sandstrahlung der an den Kanten Fase und Kante zulässig bei polierten Kanten nur auf der Fase zulässig	
unmattierter Glasrand Lagetoleranz bei Teilsandstrahlung (a) Abb. 1 **)	bis 2 mm in die Glasfläche zulässig Kantenlänge der Scheibe: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm
Toleranz der Abmessung bei Teilsandstrahlung (b) Abb. 1 **)	Kantenlänge der sandgestrahlten Fläche: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm
Designgeometrie (c) u. (d) Abb. 2	Größe des Designs: ≤ 1.000 mm > 1.000 mm	Toleranzbereich: ± 1,0 mm ± 2,0 mm

*) *Bemessungsgrundlage ist die Fläche der Glasscheibe. Bei kleineren Formaten (< 0,67 m²) sind 2 Fehlstellen zulässig.*
**) *Die Lagetoleranz der sandgestrahlten Fläche wird vom Referenzpunkt aus gemessen, der mir dem Hersteller abzustimmen ist.*

Abb. 2.11: Lage- und Designtoleranzen der Abmessung bei teilmattierten Flächen

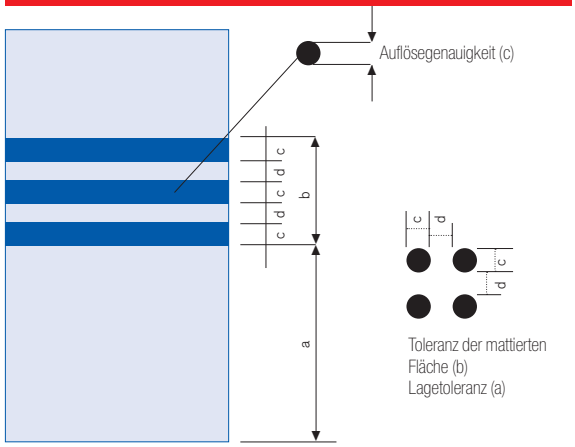
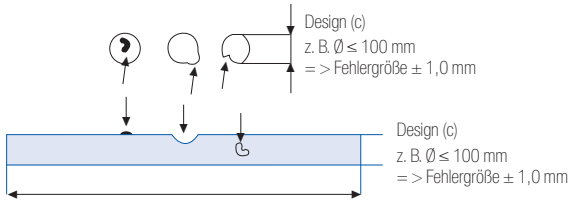


Abb. 2.12: Geometrie des Designs - Designfehler



mattierte Fläche (b) z. B. 1.000 mm = > Fehlerbreite ± 2,0 mm

Die Richtlinie dient ausschließlich zur Beurteilung der Mattierung im sichtbaren Bereich im eingebauten Zustand. Für die Beurteilung des Basisglases wird die Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität in der jeweils aktuellen Version, herausgegeben vom Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Hadamar, dem Bundesverband Flachglas e.V. Troisdorf, u.a. herangezogen.

2.7.1.3 Beurteilung des Farbeindrucks

Farbabweichungen oder Abweichungen des visuellen Eindrucks der sandgestrahlten Fläche im Fall von Nachbestellungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, da diese durch mehrere nicht vermeidbare Einflüsse auftreten können. Unter bestimmten Licht- und Betrachtungsverhältnissen kann ein erkennbarer Unterschied zwischen zwei sandgestrahlten Glasscheiben vorherrschen, der vom Betrachter sehr subjektiv als „störend" oder auch „weniger störend" eingestuft werden kann.

Veredelte Gläser

2.8 Gestaltung von Glas

2.8.1 LaserGrip® – Begehbares Glas

Abb. 2.13: LaserGrip®

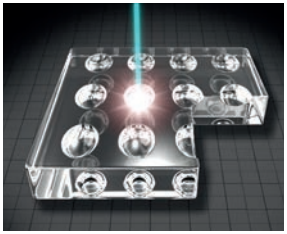


Abb. 2.14: Beispiel Treppe mit Siebdruck



LaserGrip® ist ein weltweit patentiertes Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Steinzeug, Keramik und Glas. Da lediglich die Struktur der Oberfläche verändert wird, ohne zusätzliche chemische Aufträge, wird der Werkstoff Glas in seiner Transparenz und Härte nicht verändert. Glas wirkt wie Glas.

- Technik

Mit einem Hochleistungsdiodenlaser werden feinste Mikromulden (Durchmesser ca. 200 µm) auf der Glasoberfläche erzeugt, die einen gewissen „Saugnapf-Effekt" bewirken. Dieser Effekt multipliziert sich um ein Vielfaches und sorgt dafür, dass der Fuß stetig abgebremst wird, ohne ruckartig zu stoppen.

- Kombination mit Digitaldruck

Fotolaminat ist eine Technik, um hochauflösende digitale Fotos und Logos in VSG einzubetten. In Verbindung mit der transparenten LaserGrip®-Oberfläche können somit Motive in optimaler Darstellungsqualität selbst auf begehbaren Flächen dargestellt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Präsentation von Corporate Designs.

- Vorteile
  - Vollflächig transparent
  - Dauerhaft abriebfest
  - Problemlose Weiterverarbeitung
  - Bestmögliche Reinigungsfähigkeit
  - 0 % Chemie
  - Rutschfestigkeitsklasse 9 (gem. DIN 51130)
  - Einsetzbar als Float, ESG und TVG
- Anwendungsmöglichkeiten*
  - Öffentl. Eingangsbereiche
  - Schalterhallen
  - Treppen und Flure
  - Verkaufsräume
  - Messepräsentationsflächen
  - Beleuchtete Bodenflächen
  - Kassenbereiche
  - Medizinische Behandlungsräume
  - Gasträume und Kantinen
- Max. Abmessung: 1.500 x 2.500 mm
- Min. Glasstärke: 4 mm

*gem. ZH 1/571 HVBG 1998, Merkblatt BGR 181, Test nach DIN 51130

2.8.2 Digitale Glasbedruckung

Eine interessante Variante zur dekorativen Glasgestaltung ist die digitale Bedruckung von klarem oder satinierten thermisch entspannten oder vorgespannten Gläsern mittels UV-härtender Acryltinte. Vorteil dieser Variante ist eine fotorealistische Bildwiedergabe und hohe Farbbrillanz mit einer Druckauflösung je nach Bildvorlage und Betrachtungsabstand bis zu 1200 dpi.

Sind hingegen höhere Kratzfestigkeit oder Beständigkeit gegen Chemikalien gefragt, oder sollen Ätzanimationen, Silber- oder Metallicfarben gedruckt werden, muss die Bedruckung mit keramischen Schmelzfarben erfolgen, welche nur in Verbindung mit vorgespannten Gläsern ausgeführt werden.

Abb. 2.15: Digitaldruck auf Glas



Beide Alternativen der digitalen Bedruckung lassen sich auch zu Verbund-Sicherheitsglas oder bei folienseitiger Anordnung zu Verbundglas weiterverarbeiten. Für die Anwendung von keramischen Schmelzfarben (Emaille) zur Zwischenschicht müssen in Deutschland zusätzliche Anforderungen, die über die Anforderungen an VSG hinausgehen, beachtet werden. Mit einem Verwendbarkeitsnachweis für VSG mit UV-härtender Acryltinte, einem Resttragfähigkeitsnachweis nach DIN 18008-1:2020 Anhang B, sowie einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBG) sind auch hier entsprechende Sicherheitseigenschaften zu realisieren.

2.8.3 Kunstverglasung

Seit dem Mittelalter werden Bleiverglasungen handwerklich angefertigt. An dem Verfahren, kleine farbige Glasscheiben mittels Bleiruten zu verbinden und zu einem Bild zusammenzufügen, hat sich bis heute nichts geändert. Hauptanwendung von Bleiverglasungen findet sich in sakralen Bauten.

Glasfusing geht auf eine etwa 2.200 Jahre alte Technik zurück, verschiedene Gläser miteinander zu verschmelzen. In den vergangenen Jahren wurde die Technik weiterentwickelt und erlebt eine Renaissance. Die mit der Fusing-Technik hergestellten Kunstobjekte sind exklusive und individuelle Unikate. Ihr Charakter wird durch Licht, Farbe und Form geprägt.

2.8.4 Schleiftechniken

Besondere Schleiftechniken sind die Kantenbearbeitung als Facette, bei der der überwiegende Teil der Kante schräg zur Glasoberfläche geschliffen wird. Je nach Winkel beziehungsweise Facettenbreite unterscheidet man in Flach- oder Steilfacetten.

Durch das Schleifen von 3 bis 25 mm breiten Rillen (Gravuren) in V- oder C-Form bieten sich unzählige Möglichkeiten der künstlerischen Oberflächengestaltung von Glas. Die Rille lässt sich sowohl in polierter als auch schleifmatter Ausführung herstellen.

2.9 Gebogenes Glas

Bei hochwertiger Architektur wird zunehmend gebogenes Glas verlangt. Einen guten Überblick über die Möglichkeiten von der Planung bis zur Verglasung derartiger Gläser gibt nachstehend abgedruckter Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen, herausgegeben vom Bundesverband Flachglas. Der Leitfaden beantwortet nicht alle Fragen der Produktionsmöglichkeiten und der zu berücksichtigenden Toleranzen. Wir empfehlen daher, sich bereits in der Planungsphase mit Ihrem UNIGLAS®-Partner in Verbindung zu setzen, der Sie kompetent beraten wird.

2.9.1 Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen [2]

2.9.1.1 Einleitung

Die Anwendung von Glas in der Gebäudehülle erfreut sich zunehmender Beliebtheit bei Planern und Bauherrn gleichermaßen. Die Entwicklung des Baustoffs Glas in den letzten Dekaden hat gezeigt, dass der Anwendung kaum noch Grenzen gesetzt werden. Bauschaffende haben ein großes Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten zur Verfügung. Somit entstehen multifunktionale, geometrisch komplexe Fassaden, deren Umsetzung nicht nur plane, sondern ggf. auch gebogene Verglasungen erfordern.

Die Realisierung der ersten Glasfassaden erfolgte nahezu ausschließlich mit planen Verglasungen. Auch die Forschung hat sich in den letzten Jahrzehnten überwiegend auf diese Verglasungsarten fokussiert. Die Anwendung von gebogenem Glas war eher selten. Durch die Fortentwicklung der Produktionsprozesse und der weiteren Veredelungstechniken, z. B. Funktionsbeschichtungen für Wärmedämmung und Sonnenschutz, wurden die Anwendungsbereiche von planem und gebogenem Glas größer.

Dieser Leitfaden soll dem Anwender (Architekten, Planer, Ausführenden) eine Orientierung bei der Verwendung von gebogenem Glas, sowohl in der Planungs- und Entwurfsphase als auch bei der Ausführung bieten und ihm notwendige Hinweise bei wichtigen Fragestellungen geben. Es werden baurechtliche Grundlagen beschrieben und Hinweise für die Glasbemessung sowie für die Verglasung gegeben. Des Weiteren werden die Grundlagen für die Beurteilung der visuellen Qualität von gebogenem Glas erläutert und Angaben zu möglichen Toleranzen gemacht. Darüber hinaus werden auch Hinweise zum Transport und zum Einbau gegeben.

Bei über diese Ausführungen hinausgehenden Fragen bzw. im Einzelfall sollte Rücksprache mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter bzw. Fachplanungsbüros gehalten werden.

2.9.1.2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für thermisch gebogenes Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/ Bauwerken).

Für spezielle Anwendungen, z. B. im Schiffsbau, als Yachtglas oder im Möbelbau, ist bezüglich der möglichen Produkte und Toleranzen sowie der visuellen Qualität etc. mit den Herstellern dieser Produkte Rücksprache zu halten.

2.9.1.3 Herstellung und Geometrie

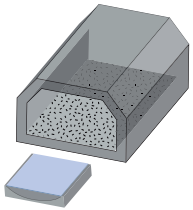
Seit Beginn des modernen Glasbiegens für die Anwendung als Architekturglas – Mitte des 19. Jahrhunderts in England – hat sich das Herstellungsprinzip warm gebogener Gläser nicht wesentlich verändert. In der Regel kommt das in nachstehen-

der Abbildung dargestellte Prinzip des Schwerkraftbiegens zur Anwendung. Hierbei wird der plane Floatglas-Rohling auf eine Biegeform aufgelegt und in einem Biegeofen auf 550 bis 620 °C erwärmt. Nach dem Erreichen des Erweichungsbereiches sinkt der Rohling infolge der Schwerkraft in die Biegeform ein oder legt sich im Falle einer konvexen Biegeform über diese. Die anschließende Abkühlphase entscheidet über die Eigenschaften des Endproduktes.

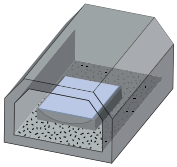
Zur Herstellung von gebogenem Floatglas muss der Abkühlprozess kontrolliert, in der Regel mehrere Stunden erfolgen, um ein nahezu eigenspannungsfreies und schneidbares Endprodukt zu erhalten.

Demgegenüber erhält man durch schnelles Abkühlen ein thermisch teil- oder vollvorgespanntes gebogenes Glas. Der Herstellprozess thermisch vorgespannter, gebogener Gläser hat sich durch die Weiterentwicklung der Maschinentechnik verändert. Moderne Biegeöfen zur Herstellung thermisch vorgespannter Gläser arbeiten mit beweglichen Biegeformen, die den erwärmten Rohling von beiden Seiten in die gewünschte Form bringen und auch während des Vorspannens in dieser halten. Das Biegen und Abkühlen erfolgt hier in derselben Ofeneinheit.

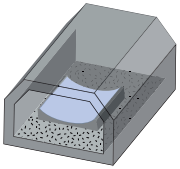
Abb. 2.16: Prinzipielle Herstellungsschritte



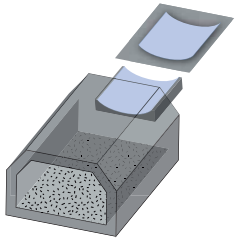
Schritt 1:
Bauen einer Biegeform und Auflegen des ebenen Rohlings



Schritt 2:
Erwärmen des Glases auf 550 bis 620 ° C



Schritt 3:
Der Rohling sinkt in die Biegeform ein



Schritt 4:
- Langsames Abkühlen bei Floatglas (mehrere Stunden)
- Schnelles Abkühlen bei termisch vorgespannten Gläsern

So einfach das Prinzip des Glasbiegens an sich ist, so schwierig und anspruchsvoll ist die praktische Umsetzung. Das Gelingen eines Biegeprozesses hängt von vielen Parametern ab. Neben den geometrischen Randbedingungen haben auch Beschichtungen und das verwendete Basisglas (z. B. eisenoxidarmes Glas „Weißglas“) einen wesentlichen Einfluss auf die entscheidenden Produktionsphasen des Aufheizens und Abkühlens. Natürlich sind auch die Erfahrung des Biegebetriebes und die technischen Eigenschaften der eingesetzten Biegeöfen von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Endproduktes.

Die Umsetzbarkeit der gewünschten Biegegeometrie mit dem gewählten Glasaufbau – eventuell mit Beschichtung – sind daher auch herstellerabhängig, weshalb grundsätzliche Angaben zu möglichen Biegeradien und Glasaufbauten nur eingeschränkt möglich sind. Prinzipiell lässt sich jedoch sagen, dass aufwändige Geometrien, wie sphärische Biegungen, in der Regel nur als Floatglas möglich sind.

Wird gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (VG oder VSG) benötigt, können die Einzelscheiben beim Floatbiegeprozess gemeinsam auf die Biegeform gelegt werden. Hierdurch sind die Toleranzen der Einzelscheiben meist deutlich geringer, als bei VSG aus thermisch vorgespanntem gebogenem Glas, da die Scheiben in diesem Fall nur einzeln hergestellt werden können.

Bei der Herstellung gebogener Scheiben wird grundsätzlich zwischen schwach gebogenen Verglasungen mit einem Krümmungsradius über zwei Metern und stark gebogenen Gläsern mit kleineren Krümmungsradien unterschieden. Zudem wird zwischen einachsig (zylindrisch) gebogenem Glas und doppelachsig (sphärisch) gebogenem Glas differenziert. Das Verfahren der thermischen Biegung erlaubt die Umsetzung sehr kleiner Biegeradien. Die exakten Werte sind herstellerabhängig, jedoch können Radien bis zu 100 mm möglich sein, bei Glasdicken über 10 mm bis etwa 300 mm.

2.9.1.4 Baurechtliche Regelwerke und Vorschriften

2.9.1.4.1 Allgemeines

Grundsätzlich ist zwischen Regelwerken bzw. Normen für die Produkte (Eigenschaften) und für die Anwendung zu unterscheiden. Während in Produktnormen Vorschriften zur Herstellung und Angaben zu den technischen Eigenschaften von Produkten gemacht werden, behandeln auf die Anwendung bezogene Normen und Richtlinien konstruktive Anforderungen und beschreiben die erforderlichen Nachweise zur Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit eines Bauproduktes oder einer Bauart in einer baulichen Anlage.

Veredelte Gläser

Harmonisierte europäische Produktnormen werden im Europäischen Amstblatt veröffentlicht. Nationale Anwendungsnormen und Normen, für Produkte, die noch nicht innerhalb der CEN Mitgliedsstaaten harmonisiert sind, finden Eingang in die Musterverwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (MVV TB) die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) bekannt gemacht und von den Bundesländern als VV TB umgesetzt werden. Nachdem die Umsetzung durch die Länder nicht zeitgleich erfolgt und die Länder die Möglichkeit haben von den MVV TB abzuweichen, sind einzig die landesspezifischen Vorschriften für die Planung und Anwendung maßgeblich.

2.9.1.4.2 Thermisch gebogenes Glas

Thermisch gebogenes Glas ist nicht in den zuvor genannten Vorschriften enthalten. Somit handelt es sich hierbei im baurechtlichen Sinne um ein nicht geregeltes Bauprodukt. In diesem Fall kann die Verwendbarkeit nur über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder durch eine Europäisch Technische Bewertung (European Technical Assessment– ETA) nachgewiesen werden. Liegt keine abZ vor, so ist die Beantragung einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bei der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes oder einer von dort gegebenenfalls autorisierten Stelle erforderlich.

In der Glasbemessungs- und -konstruktionsnormenreihe DIN 18008-1 bis -6, werden Konstruktionen mit gebogenen Gläsern nicht geregelt. Daher ist die Anwendung des Bauproduktes „gebogenes Glas" auch mit einer ETA nur über eine ZiE oder einer abZ möglich.

Die in der Normenreihe DIN 18008 angegebenen zulässigen Biegezugspannungen sowie das Bemessungsverfahren für die Berücksichtigung der Klimalasten können nicht für die Bemessung gebogener Verglasungen verwendet werden. Es gelten grundsätzlich die Festlegungen der Produktzulassungen (abZ).

Die Nachweise der Stoßsicherheit nach den Tabellen der DIN 18008-4 gelten nicht für gebogenes Glas.

2.9.2 Bauprodukte

2.9.2.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die verschiedenen gebogenen Bauprodukte gemäß den europäischen Produktnormen für plane Gläser aufgeführt. Ergänzend dazu werden die Unterschiede bzw. Besonderheiten für gebogene Gläser aufgezeigt.

Um planes von gebogenem Glas zu unterscheiden und die Produkte hinsichtlich ihrer Eigenschaften gegeneinander abzugrenzen, wird die Abkürzung gb (gebogen) als Ergänzung zu den bekannten Abkürzungen für Bauprodukte aus Glas eingeführt.

2.9.2.2 Gebogenes Floatglas (gb-Float)

Das Ausgangsprodukt für gebogenes Floatglas (gb-Float) wird in EN 572-2 beschrieben. Demnach ist Floatglas ein planes, durchsichtiges, klares oder gefärbtes Kalk-Natronsilicatglas mit parallelen und feuerpolierten Oberflächen, hergestellt durch kontinuierliches Aufgießen und Fließen über ein Metallbad.

Darüber hinaus sind auch andere Basisglaserzeugnisse nach EN 572, z. B. Ornamentglas, Drahtglas, Drahtspiegelglas, Profilbauglas, als gebogenes Produkt herstellbar. Hier ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen. Die Normen für diese Produkte beziehen sich ebenfalls nur auf planes Glas.

2.9.2.3 Gebogenes Einscheiben-Sicherheitsglas (gb-ESG)

Die Produktnorm EN 12150-1 beschreibt nur planes ESG. Jedoch wird im informativen Teil dieser Norm (Anhang B) folgendes formuliert:

„Gebogenem thermisch vorgespanntem Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas angewandt werden."

2.9.2.4 Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)

Die Produktnorm EN 1863-1 beschreibt nur planes TVG. Jedoch wird im informativen Teil dieser Norm (Anhang B) folgendes formuliert:

„Gebogenem teilvorgespannten Kalk-Natron-Glas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieser Norm, da keine ausreichenden Daten zur Normung vorhanden sind. Unabhängig davon können die Informationen dieser Norm bezüglich der Dicken, Kantenbearbeitung und Bruchstruktur auch auf gebogenes teilvorgespanntes Kalk-Natron-Glas angewandt werden."

Es ist zu beachten, dass vor allem das Bruchbild von planem TVG nicht exakt auf gebogenes TVG übertragbar ist. In Deutschland ist für gb-TVG und gb-VSG aus gb-TVG eine abZ erforderlich.

Veredelte Gläser

2.9.2.5 Gebogenes Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas (gb-VG oder gb-VSG)

Die Produktnorm EN 14449 beschreibt nur planes VG und VSG.

Für die Anwendung in Deutschland muss die Resttragfähigkeit von VSG versuchstechnisch nachgewiesen sein. Dies kann bei Verwendung von Verbund-Sicherheitsglas nach EN 14449 angenommen werden, sofern die Zwischenschicht aus Polyvinylbutyral (PVB) besteht, die mit Probekörpern eines Aufbaus aus 4 mm Floatglas / 0,76 mm PVB / 4 mm Floatglas bei Tests nach EN 12600 die Klasse 1(B)1 sowie bei Tests nach DIN EN 356 die Klasse P1A erreichen, oder deren Verwendbarkeit z. B. durch eine abZ und deren Resttragfähigkeit nach DIN 18008-1:2020-05 Anhang B nachgewiesen ist.

Welche Zwischenschicht, außer PVB, für gebogenes VSG verwendet werden darf, ist dem entsprechenden Verwendbarkeitsnachweis zu entnehmen.

VG dagegen ist ein Bauprodukt EN 14449, ohne sicherheitsrelevanten Eigenschaften, dessen mechanische Festigkeit und Resttragfähigkeit nicht nachgewiesen ist.

2.9.2.6 Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas (gb-MIG)

Die Produktnorm EN 1279:2018 ist auch für gebogenes MIG anzuwenden.

In der EN 1279-1:2018 ist in Abschnitt 6.1 folgendes formuliert:

„Gebogene Mehrscheiben-Isoliergläser nach ISO 11845-1 stimmen mit dieser Norm überein, ohne zusätzliche Prüfungen durchlaufen zu müssen, sofern nichtgebogenes Mehrscheiben-Isoierglas nach dem gleichen System EN 1279 entspricht. In diesem Fall muss auf die Auslegung des Dichtungssystems besonders geachtet werden."

Grundsätzlich kann auch 3-fach-Isolierglas als gebogene Verglasung ausgeführt werden. Allerdings ist hier bezüglich der Machbarkeiten (Größe, Glasaufbauten, Glasarten, technische Werte, etc.) und Toleranzen mit den Herstellern Rücksprache zu halten.

2.9.2.7 Gestaltung mit gebogenem Glas

Grundsätzlich ist die Gestaltung von gebogenem Glas mit z. B. Emaillierungen, Sieb- oder Digitaldruck, bedruckten Folien, Sandstrahlung, Fusing, Teilbeschichtungen möglich.

Daraus resultierende Eigenschaften sind individuell von Fall zu Fall zu bestimmen und die Machbarkeiten und Toleranzen mit den Herstellern zu klären.

2.9.3 Bauphysik

2.9.3.1 Allgemeines

Die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) formuliert Vorgaben, die den Energieverbrauch von Gebäuden verringern und den Einsatz von erneuerbaren Energien erhöhen soll. Auf europäischer Ebene werden hierzu in der EPBD Mindestanforderungen gestellt, die in den einzelnen Mitgliedsstaaten entsprechend geändert oder angepasst werden können. Das bedeutet, dass u.a. Anforderungen an den zulässigen Primärenergiebedarf eines Gebäudes gestellt werden.

Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die die nationale Umsetzung der EU Richtlinie darstellt, werden an das Bauteil Fenster und Fassade u.a. Anforderungen an die Wärmedämmung und den sommerlichen Wärmeschutz gestellt.

2.9.3.2 Wärmedämmung und Sonnenschutz

Die genannten Anforderungen müssen von gebogenen und planen Verglasungen gleichermaßen erfüllt werden. Zum Einsatz kommen hier möglicherweise Wärmestrahlung reflektierende und Sonnenschutz-Beschichtungen. Neben den funktionalen Anforderungen sind vor allem bei Sonnenschutzbeschichtungen auch die formalen Anforderungen (z. B. Reflexion des beschichteten Glases, Farbgebung durch die Beschichtung oder auch Glassubstrat) wichtig.

Für die Festlegung der optischen Eigenschaften sollte vor allem bei größeren Objekten von Anfang an mit Mustern in Bauteilgröße gearbeitet werden, um die zu erwartende optische Qualität mit dem Hersteller abstimmen zu können. Eine erste Produktfestlegung kann aber auch mit sogenannten „Handmustern" in der Regel mit einer Größe von 200 x 300 mm erfolgen.

Welche Beschichtungsmöglichkeiten hier in Abhängigkeit der Geometrie, des Glasaufbaus, der Größe etc. gegeben sind, muss im Einzelfall mit dem Hersteller des gebogenen Glases geklärt werden. Eine pauschale Festlegung auf erreichbare U_g-Werte, g-Werte etc. ist aufgrund der Vielzahl der zuvor genannten Parameter nicht möglich. Die Angabe von U_g-Werten sowie der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennwerte erfolgt in der Regel für plane Verglasungen mit gleichem Glasaufbau.

Die Ermittlung erfolgt nach EN 673 und EN 410.

2.9.3.3 Schallschutz

Die Messung des Schalldämmwertes erfolgt nach EN ISO 140 und die Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes nach EN ISO 717. Die Messung wird an planen Verglasungen der Größe 1,23 x 1,48 m durchgeführt.

Veredelte Gläser

Die Übertragbarkeit auf gebogene Verglasungen ist nur bedingt möglich, da die abstrahlende Oberfläche größer ist als bei in der Größe vergleichbaren, planen Scheiben. Hier ist eine Prüfung bei einem geeigneten Prüfinstitut zu empfehlen.

2.9.4 Sicherheit mit Glas

2.9.4.1 Sondersicherheitsverglasungen

Anforderungen an die Durchwurf-, Durchbruch-, Durchschuss- und Sprengwirkungshemmung müssen sowohl von planen als auch gebogenen Verglasungen erfüllt werden.

Ob jede der genannten Anforderungen – unter Berücksichtigung der Fenster und Fassadenkonstruktion – erfüllt werden kann und die Übertragbarkeit von Prüfverfahren für plane Verglasungen möglich ist, muss im Einzelfall mit dem Hersteller bzw. einem Prüfinstitut geklärt werden.

2.9.4.2 Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheit bedeutet, dass unter der üblichen und angemessenen Nutzung einer Verglasung das Unfallrisiko abgeschätzt und durch bauliche Maßnahmen angepasst wird. Gemeint ist die Sicherheit von Verglasungen, die an Verkehrs- bzw. Aufenthaltsflächen angrenzen, d. h. das Bauteil Glas darf durch die Einwirkung zwar brechen, aber herabfallende Bruchstücke dürfen nicht zu gefährlichen Verletzungen führen.

Die Verantwortung zur Minimierung des Unfallrisikos obliegt dem Auftraggeber, Bauherrn etc. Die sicherheitsrelevanten Anforderungen sind durch den Planer zu stellen bzw. vorab zu prüfen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Die Sicherheitsanforderungen müssen bei entsprechender Anwendung auch von gebogenen Verglasungen erfüllt werden.

2.9.4.2.1 Geeignete Glaserzeugnisse

Die Forderung nach Verkehrssicherheit lässt sich für den Glasbereich mit einem funktionierenden Verglasungssystem und der Verwendung von Sicherheitsglas erfüllen. Es sind die Arbeitsstättenverordnung (Arb-StättV) und die Berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGR) zu beachten.

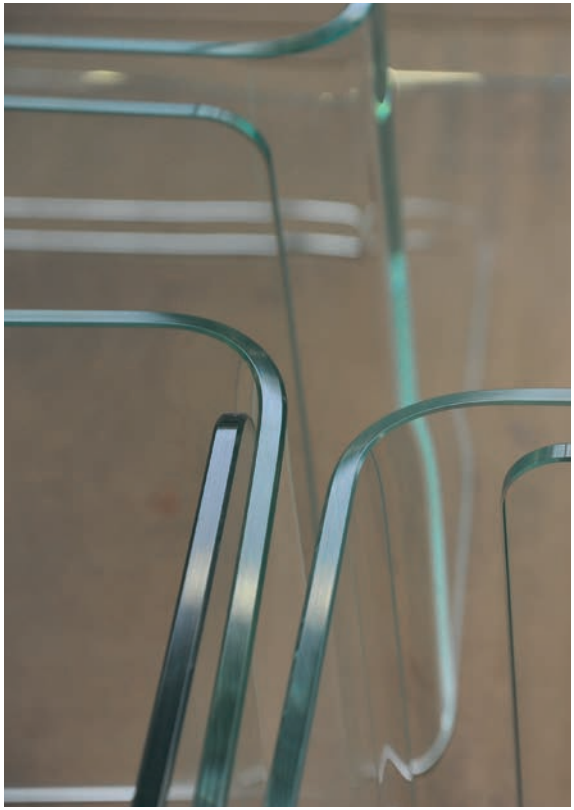
Allgemein wird auf die Schrift BGI/GUV–I 669 der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung verwiesen. Gemäß dieser Schrift erfüllen folgende Glasarten die Sicherheitsanforderungen und können als Sicherheitsglas verwendet werden:

- ESG und heißgelagertes ESG
- VSG sowie
- lichtdurchlässige Kunststoffe mit vergleichbaren Sicherheitseigenschaften.

Gemeint sind hier allerdings plane Verglasungen. Gebogenes Glas kann gegebenenfalls als Sicherheitsglas verwendet werden, wenn der Nachweis der geforderten Eigenschaften erbracht wird. Bei ESG ist dies u. a. das Bruchbild sowie bei VSG die Eigenschaften der Zwischenschicht entsprechend dem Verwendbarkeitsnachweis sowie der Resttragfähigkeit. Diese Eigenschaften müssen in Form eines Prüfberichtes von einem anerkannten Institut dokumentiert werden. Als Verwendbarkeitsnachweis der Zwischenschichten gilt auch eine abZ, die bereits abgelaufen ist, nachdem das DIBt nach einem Feststellungsurteil des EuGHs für geregelte Produkte keine abZ mehr ausstellt oder verlängert.

Im Geltungsbereich von UVV/GUV-Vorschriften ist gegebenenfalls im Einzelfall mit dem Versicherungsträger bezüglich der Verwendung der Produkte Rücksprache zu halten. Es muss also sichergestellt sein, dass die Glaskonstruktion für die vorgesehene Anwendung geeignet ist. Jeder einzelne Einsatzbereich muss die Anforderungen an die Sicherheit erfüllen.

Abb. 2.17: Beispiele gebogener Gläser



Veredelte Gläser

2.9.5 Visuelle Qualität

Grundsätzlich gilt die „BF-Richtlinie[3] 006/2018 zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“. Zusätzlich in den in Abschnitt 3 der Richtlinie genannten Fehlerzulässigkeiten sind bei gebogenem Glas Einbrände, Beschichtungsfehler und Flächenabdrücke zulässig. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung und abweichend zur BF-Richtlinie aus einem Abstand von mindestens 3 m von innen nach außen aus einem Betrachtungswinkel, welcher der allgemein üblichen Raumnutzung entspricht.

Die Durchsicht und der Farbeindruck werden durch die Biegung des Glases beeinflusst, weil die Reflexion gebogener Gläser aufgrund optischer Gesetzmäßigkeiten stets eine andere ist als bei planem Glas.

Das Reflexionsverhalten wird durch folgende Kriterien beeinflusst:

- die Eigenreflexion des Basisglases
- Beschichtungen
- Biegeradius
- Große Biegewinkel (z. B. über 90°)
- Tangentiale Übergänge (s. Abb. 2.23)
- Glasdicke

Es wird die Anfertigung von Musterscheiben empfohlen, um einen ersten Eindruck der optischen Qualität und des visuellen Eindrucks zu erhalten.

2.9.6 Toleranzen

Die nachfolgend genannten Toleranzen gelten für zylindrisch gebogenes Glas. Die Toleranzen der Tabelle 2.3 sind für eine maximale Kantenlänge von 4.000 mm und einen maximalen Biegewinkel von 90° festgelegt.

Bei darüber hinausgehenden Abmessungen ist mit dem Hersteller Rücksprache zu halten. Die angegebenen Toleranzen sind für alle Kantenbearbeitungen anzuwenden. Die Qualität der Kantenbearbeitung ist mindestens gesäumt. Alle anderen Kantenbearbeitungen sind vor Auftragsvergabe schriftlich zu vereinbaren. Für Sonderanwendungen, z. B. im Schiffsbau als Yachtglas oder im Möbelbau, sind die Toleranzen mit dem Hersteller zu vereinbaren. Alle angegebenen Toleranzen beziehen sich auf die Glaskanten.

Tab. 2.3: Toleranzen

	Glasdicke (T)	Floatglas	ESG	VG/VSG [1]	2-fach Isolierglas	
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	≤ 12 mm	± 2	± 2	± 2	± 2	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) ≤ 2000 mm	> 12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	≤ 12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm
Abwicklung (A) / Höhe (L) > 2000 mm	> 12 mm	± 4	± 4	± 4	± 4	mm
		± 3 mm/m		± 3 mm/m		
Konturtreue (PC) [2]	-	Absolutwert: min. 2 mm		Absolutwert: min. 2 mm		
		max. 4 mm		max. 5 mm		
Geradheit der Höhenkante (RB)	≤ 12 mm	± 2	± 2	± 2	± 2	mm je lfm.
Geradheit der Höhenkante (RB)	> 12 mm	± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
Verwindung (V) [3]	-	± 3	± 3	± 3	± 3	mm je lfm.
Kantenversatz (d) [4] ≤ 5 m²	-	-	-	± 2	± 3	mm
Kantenversatz (d) [4] > 5 m²	-	-	-	± 3	± 4	mm
Lage der Lochbohrung	-	-	EN 12150	EN 12150	-	mm
Glasdickentoleranz	-	EN 572	EN 572	-	-	mm

[1] *Bei VG/SVG ist die Glasdicke die Summe der Einzelglasdicken ohne Zwischenlage. Die Toleranzen gelten für VG/VSG aus Floatglas, ESG oder TVG.*

[2] *Bei gebogenem Glas ist stets mit tangentialen Übergängen sowie Aufwölbungen der Abwicklungskanten zu rechnen.*

[3] *Bezogen auf die längsten Kanten der Verglasungseinheit.*

[4] *Bezogen auf die Höhen- und Abwicklungskante; die Angabe ist für alle Kantenbearbeitungen gültig; der Versatz für Lochbohrungen bei VG und VSG richtet sich nach dieser Toleranz.*

Örtliche Verwerfung

Die Angaben der Produktnormen für planes ESG und TVG können nicht unbedingt auf gebogenes Glas übertragen werden, da diese u. a. von der Glasgröße, der Geometrie sowie der Glasdicke abhängig sind.

Im Einzelfall sind diese Toleranzen mit dem Hersteller abzustimmen.

Konturtreue (PC)

Konturtreue bezeichnet die Genauigkeit einer Biegung. Alle Kanten der Kontur werden um 3 mm nach innen/außen versetzt. Die Biegekontur darf nicht mehr als dieses Maß von der Soll-Kontur abweichen (s. Abb. 2.18). Bei der Prüfung der Konturtreue darf das Glas innerhalb dieser Soll-Kontur gemittelt werden.

Abb. 2.18: Schematische Darstellung Konturtreue (PC)

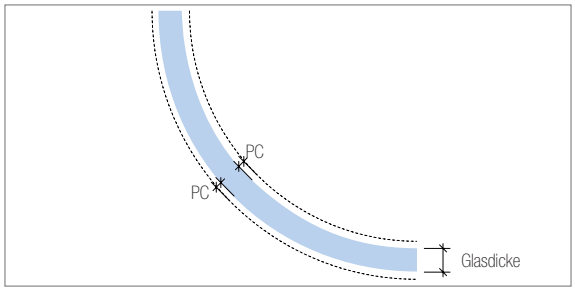


Abb. 2.19: Geradheit der Höhenkante (RB)

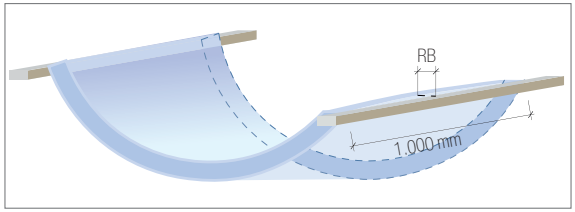
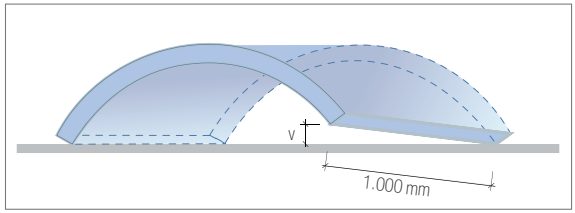


Abb. 2.20: Schematische Darstellung Verwindung (V)



Verwindung (V)

Verwindung beschreibt die Genauigkeit der Parallelität der Höhenkanten im gebogenen Zustand. Die Verwindung darf bei gebogenem Glas max. +/- 3 mm je lfm. (gerade Kante) betragen (s. Abb. 2.20). Hierfür muss das Glas mit den Höhenkanten auf eine plane Oberfläche gelegt und dann geprüft werden (konvexe Lage bzw. N-Lage).

Abb. 2.21: Kantenversatz bei VSG (d)

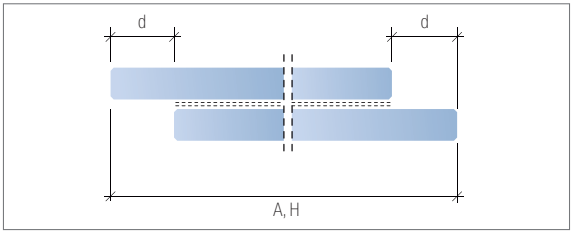
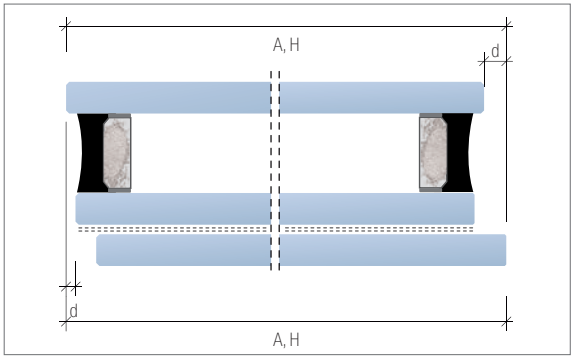


Abb. 2.22: Kantenversatz bei Isolierglas (d)



Tangentiale Übergänge

Eine Tangente ist eine Gerade, die eine gegebene Kurve in einem bestimmten Punkt berührt. Die Tangente steht senkrecht zum zugehörigen Radius. Ohne einen tangentialen Übergang ist das Glas geknickt! Dies ist zwar technisch möglich, jedoch nicht empfehlenswert. Am Knickpunkt entstehen größere Toleranzen als an einem tangentialen Übergang.

Abb. 2.23: Anwendungsbeispiel

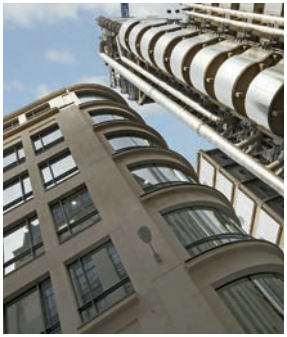
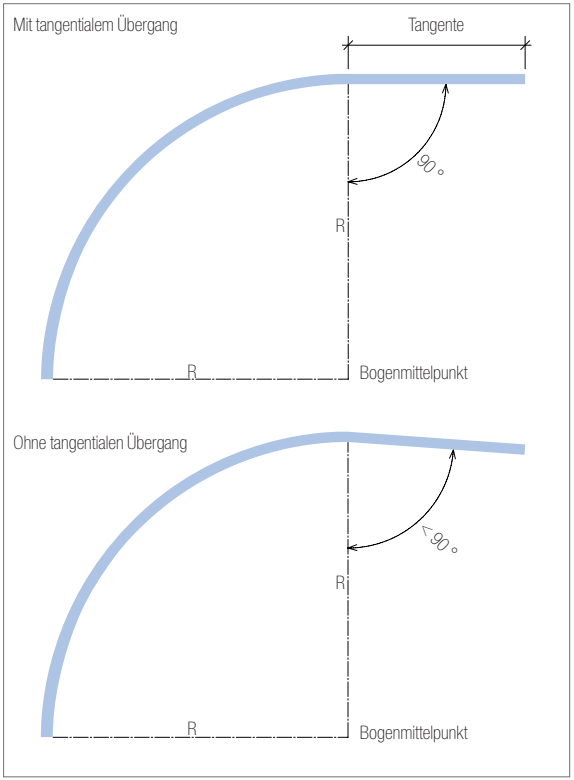


Abb. 2.24: Tangentiale Übergänge



2.9.7 Bemessung

2.9.7.1 Besonderheiten im Vergleich zu ebenen Glasscheiben

Schalentragwirkung des gebogenen Glases

Die Berechnung der Spannungen und Verformungen bei gebogenen Glastafeln sind mit einem geeigneten Finite-Elemente-Modell nach der Schalentheorie durchzuführen. Dieses muss in der Lage sein, die Geometrie der Scheibe, insbesondere die Krümmung, darzustellen. Eine vereinfachte Berechnung der gebogenen Glastafeln als plane Glastafel führt zwangsläufig zu falschen Spannungen und Verformungen.

Bei der Festlegung der notwendigen Glasdicke kann sich die Krümmung, je nach Lagerungsbedingung bei Einfachverglasungen (monolithisch, VG und VSG), günstig auswirken, da die Schalentragwirkung berücksichtigt werden kann.

2.9.7.2 Klimalasten bei gebogenen Isoliergläsern

Bei Isolierglasscheiben ist die Berücksichtigung der Glaskrümmung zwingend notwendig, da es durch die höhere Biegesteifigkeit zu sehr hohen klimatischen Lasten (inneren Lasten) kommen kann. Der Vorteil durch die Schalentragwirkung der gebogenen Einzelgläser ist bei der Ausführung als Isolierglas nicht so groß wie in der Anwendung als Einfachglas.

Ein statischer Nachweis dieser hohen Beanspruchungen ist nur unter Ansatz der Glaskrümmung möglich. Die Klimalasten dürfen nicht nach dem in der DIN 18008-2 Anhang A beschriebenen Näherungsverfahren bestimmt werden, da dieses aus der Plattentheorie für ebene Glasscheiben abgeleitet ist.

Gebogene Isolierglaseinheiten mit planen Ansatzstücken sind in der Dimensionierung besonders zu betrachten, da der plane Teilbereich deutlich biegeweicher ist als der gebogene Bereich.

Die Belastung des Isolierglas-Randverbundes ist durch die höheren Klimalasten bei gebogenem Isolierglas im Vergleich zu planem Isolierglas größer. Die Ausbildung des Randverbundes ist entsprechend durchzuführen.

Das kann wiederum Auswirkungen auf die Randverbundbreite bzw. den erforderlichen Glaseinstand haben. Dies ist bereits bei der Planung und Konstruktion zu beachten.

2.9.7.3 Berechnungsgrundlagen

Charakteristische Biegezugfestigkeiten

Für ebene Glasscheiben sind die charakteristischen Biegezugfestigkeiten in den Produktnormen festgelegt. Die Anwendung von gebogenen Glasscheiben ist bisher nur möglich, wenn eine ZiE erteilt oder ein Produkt mit einer abZ verwendet wird. Sind in einer abZ zulässige Spannungen definiert, können diese direkt zur Bemessung herangezogen werden. Werden charakteristische Werte angegeben, ist wie im Falle der Verwendung von Werten aus Versuchen zu verfahren.

Bei der Verwendung eines gebogenen Glases ohne abZ sollten, in Abstimmung mit der obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes, die der Bemessung zu Grunde liegenden charakteristischen Biegezugfestigkeiten des jeweiligen Herstellers, ermittelt bei einem Prüfinstitut, bestätigt werden.

Grundlage hierfür ist eine fundierte statistische Auswertung von Versuchen mit entsprechend ausreichend großer Probenzahl (z. B. 20 Stück). Eine Beschreibung der Versuchsdurchführung erfolgt in [2] und [3].

Die Versuche sollten mit auf das Objekt übertragbaren Probekörpern durchgeführt werden. Die Versuchsplanung und -durchführung ist bereits bei der Zeitplanung und Kostenkalkulation

im Rahmen der Planungsphase zu berücksichtigen. Für eine Vorbemessung können die charakteristischen Biegezugfestigkeiten $f_{g,k}$ nach Tabelle 2.4 verwendet werden. Auf Basis des semi-probabilistischen Sicherheitskonzepts können die Bemessungswerte des Tragwiderstands und der Gebrauchtauglichkeit ingenieurmäßig in Anlehnung an die Normenreihe DIN 18008 ermittelt werden. Im Einzelfall ist dieses Vorgehen mit der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes abzustimmen.

Tab. 2.4: Charakteristische Biegezugfestigkeiten in Anlehnung an [3]

Glasart	$f_{g,k}$ (N/mm²) Glasfläche	Glaskante
Gebogenes Floatglas (gb-Float)	40	32
Gebogenes teilvorgespanntes Glas (gb-TVG)	55	55
Gebogenes vorgespanntes Glas (gb-ESG)	105	105

2.9.7.4 Gebrauchstauglichkeit

2.9.7.4.1 Durchbiegungsbegrenzungen der Verglasung

Die Durchbiegung der gebogenen Verglasung ist so zu beschränken, dass ein Herausrutschen aus den Glasauflagern sicher verhindert wird und die Gebrauchstauglichkeitskriterien erfüllt werden.

2.9.7.4.2 Durchbiegungsbegrenzungen der Unterkonstruktion

Die Vorgaben für plane Verglasungen sind nicht auf gebogene Verglasungen zu übertragen, da geringe Verformungen der Unterkonstruktion wesentlich größere Auswirkungen auf gebogene Scheiben haben als bei vergleichbaren ebenen Glasscheiben. Daher ist das Verhalten der Unterkonstruktion bei der Tragwerksplanung unbedingt zu berücksichtigen.

2.9.7.5 Lagerung und Transport

Die Verglasungseinheiten müssen entsprechend ihrer Geometrie spannungsarm stehend gelagert und transportiert werden. Die Vorgaben des Herstellers sind zu beachten. Die Unterlagen und Abstützungen gegen Kippen dürfen keine Beschädigungen des Isolierglas-Randverbundes oder des Glases hervorrufen.

Die Verglasungseinheiten dürfen auch nicht kurzzeitig auf hartem Untergrund, wie z. B. Beton- oder Steinböden, abgesetzt werden.

Beim Manipulieren und Einsetzen dürfen der Randverbund und die Glaskanten nicht beschädigt werden, da auch kleine Kantenbeschädigungen der Scheiben, die nicht sofort erkennbar sind, möglicherweise die Ursache für späteren Glasbruch sein können.

Generell sind die Verglasungseinheiten vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.

Alle Verglasungseinheiten sind vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

Der Transport schwerer Verglasungseinheiten muss so durchgeführt werden, dass alle Einzelscheiben gleichmäßig gehalten werden. Das kurzzeitige Anheben der Verglasungseinheit an nur einer Scheibe zum Manipulieren und Einsetzen ist möglich und sollte mit geeigneter Ausrüstung erfolgen.

Beim Transport von Isolierglas in oder über größere Höhen über NN ist wegen der möglichen Druckunterschiede des Scheibenzwischenraumes zum Umgebungsklima (abhängig von der Höhe über NN des Herstellungsortes) möglicherweise die Verwendung eines Druckausgleichventils erforderlich. Dies ist bei der Bestellung beim Glashersteller anzugeben.

2.9.7.6 Verglasung

2.9.7.6.1 Allgemeines

Die für plane Verglasungen formulierten Verglasungsrichtlinien sind im Grundsatz auch für gebogene Verglasungen anzuwenden. Aufgrund des besonderen Verhaltens von gebogenem Glas sind ergänzende Hinweise der Hersteller zu beachten.

2.9.7.6.2 Konstruktive Hinweise

Aufgrund seiner hohen Steifigkeit sind die Toleranzen des gebogenen Glases (s. Kap. 2.9.6) bei der Konstruktion unbedingt zu berücksichtigen, um einen zwängungsfreien Einbau und Lagerung sicherzustellen. Die zwängungsfreie Lagerung ist erforderlich, um Glasbruch oder, bei Verwendung von gebogenem Mehrscheiben-Isolierglas, auch Überbeanspruchungen des Randverbundes zu vermeiden. Zudem können nicht zwängungsfreie Lagerungen zu optischen Beeinträchtigungen führen. Die Unterkonstruktion muss den besonderen Anforderungen für gebogene Verglasungen entsprechen. Hierzu sind ausreichend dimensionierte Falze bei Rahmen oder Fassadenkonstruktionen erforderlich.

2.9.7.6.3 Erforderliche Falzbreite

Mindestens erforderliche Falzbreite = (Gesamtglasdicke + Toleranz aus Konturtreue) + 6 mm. Glasdicken sind als Nennmaße zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Vorgaben der DIN 18545 [4] zu beachten.

Zusätzlich sind Toleranzen der Unterkonstruktion zu berücksichtigen. Es wird die Ausführung von Fenster- und Fassadensystemen mit Nassversiegelung empfohlen. Die Hersteller von gebogenem Glas sollten frühzeitig in die Planung mit einbezogen werden, um die Besonderheiten der gebogenen Gläser konstruktiv mit berücksichtigen zu können. Dies ist im Besonderen auch für den Einsatz im konstruktiven Glasbau notwendig.

Veredelte Gläser

2.9.7.7 Klotzung

Die Grundprinzipien der Klotzung sind in [5] beschrieben. Die Klotzung muss die Last der Verglasungseinheit sicher in die Unterkonstruktion einleiten. Die Verglasungseinheiten übernehmen in der Regel keine Lasten aus der Konstruktion. Sollen planmäßig Lasten aus der Konstruktion übernommen werden, ist dies in der statisch-konstruktiven Planung zu berücksichtigen. Es sollte auch Rücksprache mit dem Glashersteller oder Systemgeber gehalten werden. Auch bei allen Systemen mit gebogenen Gläsern ist der umlaufende Druckausgleich sowie eine dauerhafte Belüftung des Falzes sicherzustellen. Die Klotzung selbst ist eine Planungsaufgabe und sollte vor der Ausführung der Montage erfolgen.

Der mittig gesetzte Distanzklotz (s. Abb. 2.25) dient der Stabilisierung und verhindert das Abkippen der Verglasung während der Montage. Dieser muss nach der Fixierung der Verglasung wieder entfernt werden.

Gebogenes Einfachglas oder Isolierglaseinheiten im senkrechten Einbau müssen wie plane Scheiben geklotzt werden. Bei System 1 wird das Glasgewicht auf die untere gebogene Glaskante über die Tragklötze an die Rahmenkonstruktion und dann weiter an die Haltekonstruktion abgeleitet (s. Abb. 2.25). Bei abweichenden Einbausituationen, z. B. geneigte Verglasungen, ist der Hersteller bzw. Planer zu kontaktieren.

Bei System 2 wirken Glasgewicht und Windlast verteilt auf den Glasrand (s. Abb. 2.26). Dies muss bei der Auflagerung besonders berücksichtigt werden. Die Ausführungen stellen lediglich eine Auswahl möglicher Situationen dar. Bei anderen wie z. B. sphärischer Biegung, eingelassenen Profilen im Isolierglasrandverbund oder einer Anwendung im konstruktiven Glasbau, ist immer Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Abb. 2.25: Anordnung der Klotzung bei System 1

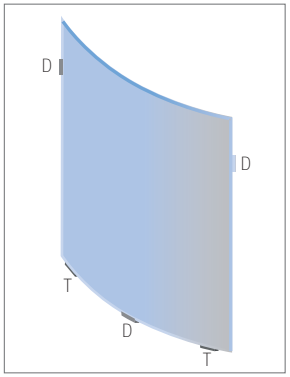
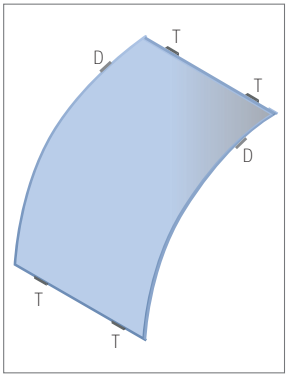


Abb. 2.26: Anordnung der Klotzung bei System 2



Für gebogene Verglasungen werden zusätzlich folgende Klotzempfehlungen gegeben:

Die Tragklotzung muss so ausgeführt werden, dass sich die Verglasung im Gleichgewicht befindet und nicht kippen kann. Dazu müssen die Tragklötze so angeordnet werden, dass die Verbindung der beiden Mittelpunkte der Verglasungsklötze die Schwerpunktlinie der Verglasung schneiden. Am Schwerpunkt wird das Eigengewicht der Verglasung in die Konstruktion abgetragen.

Die Lage ist abhängig von der Geometrie, der Größe und dem Glasaufbau. Die Lage der Tragklötze muss bei der Bemessung der Unterkonstruktion berücksichtigt werden.

2.9.7.7.1 Definitionen

T = Tragklotz, leitet das Gewicht der Verglasungseinheit ab. Klötze bestehend aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte und einer tragfähigen Unterlage.

D = Distanzklotz, sichert den Abstand zwischen Glaskante und Falzgrund. Klötze ebenfalls aus elastischem Material mit ca. 60-80 Shore-A-Härte. Das Gewicht wird nur von den Tragklötzen aufgenommen. Der Abstand zur Glasecke sollte dem Regelabstand von 100 mm entsprechen.

2.9.7.8 Aufmaß

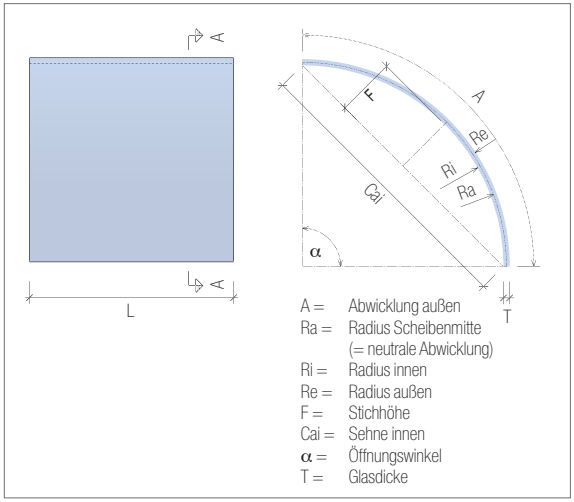
Um das gewünschte Endprodukt herzustellen, ist bei gebogenem Glas ein äußerst genaues Aufmaß und die Angabe unterschiedlicher Informationen zu Abmessungen etc. sehr wichtig. Bei zylindrisch gebogenen Gläsern sind, unabhängig von der geplanten Glasart, zur Ermittlung einer technisch machbaren und kostengünstigen Lösung unbedingt die nachstehend aufgeführten Parameter anzugeben.

Hierzu gehört die Angabe von mindestens zwei der nachstehend genannten Werte:

- Abwicklung
- Biegeradius
- Stichhöhe (innen oder außen)
- Öffnungswinkel.

Außerdem sind die Länge der geraden Kante sowie die Anzahl der Scheiben anzugeben.

Abb. 2.27: Aufmaß



2.9.7.9 Literatur

[1] Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen. Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf, 10/2018

[2] Bucak, Ö., Feldmann, M., Kasper, R., Bues, M. Illguth, M.: Das Bauprodukt „warm gebogenes Glas" – Prüfverfahren, Festigkeiten und Qualitätssicherung. Stahlbau Spezial (2009) - Konstruktiver Glasbau, S. 23 – 28

[3] Ensslen, F., Schneider, J., Schula, S.: Produktion, Eigenschaften und Tragverhalten von thermisch gebogenen Floatgläsern für das Bauwesen – Erstprüfung und werkseigene Produktionskontrolle im Rahmen des Zulassungsverfahrens. Stahlbau Spezial (2010) – Konstruktiver Glasbau, S. 46 –51

[4] DIN 18545: Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 1: Anforderungen an Glasfalze. Beuth-Verlag, Berlin, 02/1992

[5] Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3: Verklotzung von Verglasungseinheiten. Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf, 7. Auflage, 2009

2.10 Verbund-Sicherheitsglas und Verbundglas

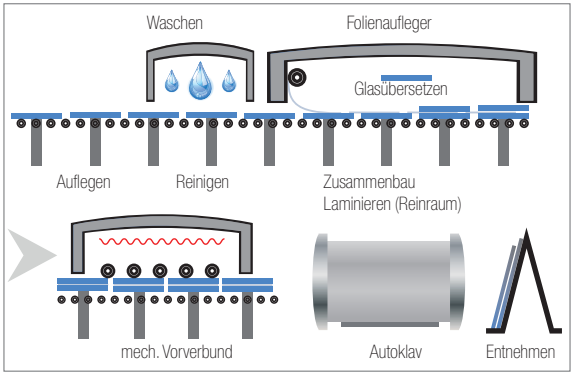
2.10.1 Herstellung

Verbund-Sicherheitsglas (VSG) besteht aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die durch spezielle Zwischenschichten fest zu einer Einheit verbunden sind. VSG ist auf europäischer Ebene in der EN 14449 geregelt. In Deutschland fordert die Glasbemessungs- und -konstruktionsnorm DIN 18008-1:2020-05 im normativen Anhang B zusätzliche versuchstechnische Nachweise zur Sicherstellung bauartspezifischer Anforderungen bei Anwendung dieser Normenreihe. VSG nach EN 14449 mit einer Zwischenschicht aus Polyvinylbutyral (PVB), die mit Probekörper eines Aufbaus aus 4 mm Floatglas/0,76 mm PVB/4 mm Floatglas bei Tests nach DIN EN 12600 die Klasse 1(B)1 sowie bei Tests nach DIN EN 356 die Klasse P1A erreichen, kann auf diese zusätzlichen versuchstechnischen Nachweise verzichtet werden. Andere Zwischenschichten z.B. aus Ethylenvinylacetat (EVAC), SentryGlas® Plus benötigen neben dem Brauchbarkeitsnachweis, der im Zuge der Typprüfung nach EN 14449 zu führen ist, den Nachweis der Resttragfähigkeit nach B1 Anhang B1 zur DIN 18008-1:2020-05 durch eine anerkannte Prüfstelle.

Die Sicherheitswirkung von VSG beruht auf der hohen Reißfestigkeit der Zwischenschicht und deren großer Adhäsion am Glas. Bei mechanischer Überlastung durch Stoß oder Schlag bricht das Glas zwar an, aber die Bruchstücke haften an der Zwischenschicht. Dadurch wird die Verletzungsgefahr reduziert und ernsthafte Schnittverletzungen vermieden.

Je nach der gewünschten Funktion variieren Anzahl und Dicke der Glasscheiben und Zwischenschichten. Verbunden wird das „Glas-Folien-Sandwich" entweder unter Druck und Wärme in einem Autoklaven oder unter Vakuum in einen speziellen Ofen.

Abb. 2.28: Herstellung Verbund-Sicherheitsglas



2.10.2 Bauphysikalische Eigenschaften

Wärmeleitvermögen, thermische Ausdehnung, Zug- und Druckfestigkeit, Elastizitätsmodul, Flächengewicht sowie chemische Eigenschaften entsprechen denen der einzelnen Basisgläser. Die Lichtdurchlässigkeit resultiert aus den Werten der verarbeiteten Basisgläser und der Zwischenschichten und liegt je nach Dicke der Aufbauten zwischen 90 % und 70 %.

Der Farbwiedergabeeindruck wird durch Anzahl, Dicke und Art der Einzelscheiben, sowie der verwendeten Zwischenschichten beeinflusst. Bei dicken Einheiten ist daher die Verwendung von eisenoxidarmen Glas zu empfehlen.

Zu Gestaltungszwecken lassen sich auch ohne Zugeständnisse an die Sicherheitseigenschaften farbige PVB-Folien einlegen, die wie auch die klaren Folien transparent oder transluzent sein können.

Für den Lärmschutz bieten sich spezielle PVB-Folien mit schalldämmenden Eigenschaften an. NC-Folien (Noise Control) der UNIGLAS GmbH & Co. KG erfüllen neben der Schalldämmung zahlreiche Sicherheitsfunktionen und sind als VSG im Sinne der Norm und den Technischen Regelwerken einzustufen.

2.10.3 Schlagfestigkeit

Abhängig von Scheibengröße und VSG-Aufbau werden die Anforderungen des Pendelschlagversuchs an Glas für bauliche Anlagen (nach EN 12600) erfüllt. Der Pendelschlagversuch dient zur Ermittlung des Verhaltens von Glas bei stoßartiger Belastung.

2.10.4 Anwendungen

- Verletzungsschutz
- Überkopfverglasungen
- Brüstungen und Geländer
- Fassaden
- Sportstätten
- Trennwände
- Begehbares Glas
- Raumhohe Verglasungen

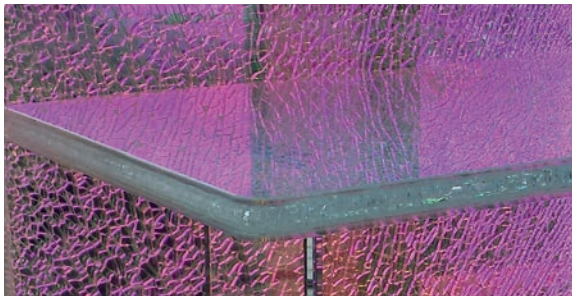
Bei Verglasungen mit absturzsichernder Funktion oder bei begehbaren bzw. zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen sind die Vorschriften der jeweiligen nationalen Normen zu beachten. In Deutschland sind dies neben der DIN 18008-1 bis -3 die DIN 18008-4 (siehe → Kap. 9.6), die DIN 18008-5 und DIN 18008-6.

2.10.5 Widerstandsklassen nach EN

Eine spezielle Produktreihe von Verbund-Sicherheitsgläsern ist die mit einbruch- und angriffhemmender Wirkung, die sich durch Kombination unterschiedlich dicker Glas- und Folienschichten nahezu beliebig genau definieren lässt. Die Gläser sind von offiziellen Prüfstellen nach geltenden EN-Normen geprüft und in verschiedenen Widerstandsklassen verfügbar (siehe → Kap. 7).

Abb. 2.29: Beispiele dekorativer Verbundgläser





2.10.6 Dekoratives Verbundglas

Zwischen die Einzelscheiben von Verbundglas können auch voluminösere Accessoires integriert werden, wie Gräser, Metalle, Polycarbonat (PC) etc. In diesem Falle sind mehrere Zwischenschichten z.B. aus PVB, EVA, TPU, TPE-U oder auch spezielle Gießharzzwischenschichten erforderlich, welche die Einbauten einschließen. Diese Art der Verbundgläser erfüllen per se nicht die Anforderungen an Sicherheitsglas.

Daher muss, sofern Sicherheitseigenschaften gewünscht werden, die Eignung dieser Gläser für den vorgesehenen Bestimmungszweck eigens nachgewiesen sein. Sinngemäß gilt dies auch bei Anordnung eines fotorealistischen Farbdrucks oder einer Oberflächenbeschichtung des Glases zur Zwischenschicht.

2.11 Selbstreinigung

2.11.1 Grundlagen

Selbstreinigende Gläser sind seit einigen Jahren fester Bestandteil der Produktpaletten. Dabei gibt es unterschiedliche Ansätze sowohl in der Dauerhaftigkeit der Beschichtung als auch in der Wirkungsweise. Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass solche selbstreinigenden Gläser keinesfalls nie mehr zu reinigen sind, sondern vielmehr werden je nach Produkt die Reinigungsintervalle erheblich verlängert.

Veredelte Gläser

2.11.2 Produkte

2.11.2.1 UNIGLAS® | ACTIVE Leichtpflegeglas

Je nach Anwendung bietet die UNIGLAS GmbH & Co. KG die für den vorgesehenen Einsatzzweck des Glases idealen „Easy to clean" – Beschichtungen an. Bei der Anwendung in der Fassade aktiviert die natürliche UV – Strahlung des bedeckten Himmels die Funktionsschicht von UNIGLAS® | ACTIVE. Durch die Schicht wird in einem kontinuierlichen Prozess jegliche Art von organischem Schmutz zersetzt. Darüber hinaus wirkt die Schicht hydrophil (griech. Wasser liebend), das heißt ein anschließender Regenguss läuft nicht in Form von Tropfen über die Glasscheibe, sondern als Wasserfilm, der den zersetzten Schmutz mit sich spült. Voraussetzung für diesen photokatalytischen und hydrophilen Effekt sind natürliches Tageslicht und Wasser, die beide ungehindert an die Glasfläche herankommen müssen.

So wird sowohl im Privathaushalt als auch bei großen Fassadenverglasungen der Reinigungsaufwand stark minimiert. Die Funktionsschicht aus Titanoxid wird direkt nach dem Abheben vom Zinnbad innerhalb der Glasherstellung auf das 600 °C heiße Substrat appliziert, hält dauerhaft und ist gegen Umwelteinflüsse resistent. Reinigungszyklen können wesentlich verlängert werden, sodass sich UNIGLAS® | ACTIVE innerhalb kurzer Zeit amortisiert.

Nachteil dieser Schicht ist, dass nur eine Anwendung im Freien in Frage kommt und Silikonöle die hydrophile Eigenschaft aufheben. Daher gelten besondere Anforderungen an die Verglasungssysteme bis hin zu den Fensterdichtungen.

Abb. 2.30: Anwendungsbeispiel



2.11.2.2 UNIGLAS® | NANO Leichtpflegeglas

Als Alternative hierzu werden unter UNIGLAS® | NANO hydrophobe (griech. Wasser abstoßend), also Wasser abweisende Beschichtungen angeboten. Diese Schichten basieren auf chemischer Nanotechnologie und zeichnen sich durch sehr hohe Abriebbeständigkeit und hohe Resistenz gegen gängige Reinigungsmittel aus. Aufgrund der hohen UV-Stabilität lassen sich diese Schichten auch im Außenbereich einsetzen, sofern nicht auf Silikondichtungen verzichtet werden soll.

Wie bereits bei UNIGLAS® | ACTIVE führt auch UNIGLAS® | NANO zum so genannten Lotuseffekt, der die Reinigung der Glasoberflächen deutlich erleichtert.

Ihr UNIGLAS®-Partner empfiehlt Ihnen gerne die optimale Beschichtung, abgestimmt auf Ihre Anforderungen.

2.11.2.3 UNIGLAS® | CLEAN Das Duschglas

UNIGLAS® | CLEAN ist ein speziell für Duschen entwickeltes Glas, welches im Vergleich zu herkömmlichem Glas für Duschabtrennungen revolutionäre Eigenschaften besitzt. UNIGLAS® | CLEAN ist permanent beständig gegen Glaskorrosion und außergewöhnlich leicht zu reinigen. Nicht beschichtetes Glas korrodiert unter dem Einfluss von warmen Wasser bzw. Feuchtigkeit und alkalischen Körperpflegemitteln. Bei der Glaskorrosion werden durch Diffusionsprozesse zunächst H^+-Ionen aus dem Wasser gegen Na^+-Ionen an der Glasoberfläche ausgetauscht. Die verbleibenden Na^+ und OH^--Ionen verbinden sich zu Natronlauge, die wiederum zu einem alkalischen Angriff auf das Silikatnetz des Glases führt. Im Endstadium ist die Oberfläche des Glases rau und erhält weiße Ablagerungen, die sich nicht mehr entfernen lassen.

Bei UNIGLAS® | CLEAN ist die der Dusche zugewandte Glasoberfläche durch eine spezielle Beschichtung geschützt, welche den Ionenaustausch an der Glasoberfläche verhindert. Diese Beschichtung versiegelt die Glasoberfläche dauerhaft, die Oberfläche bleibt glatt, wodurch sich Kalkflecken einfach abwischen lassen. Anders als bei Anwendungen, die aufgesprüht oder eingerieben werden und sich früher oder später wieder lösen, ist die Oberfläche von UNIGLAS® | CLEAN dauerhaft hygienisch und brillant.

UNIGLAS® | CLEAN benötigt im alltäglichen Gebrauch kein spezielles Handling und muss nachträglich nicht erneuert werden.

- Reinigung

UNIGLAS® | CLEAN benötigt keine speziellen Pflegemittel, sondern kann einfach mit einem feuchten Tuch oder mit handelüblichen Glasreinigern gereinigt werden.

Abb. 2.31: Anwendungsbeispiel



Veredelte Gläser

■ Technik

Lieferbar als ESG in 6, 8 und 10 mm plan oder zylindrisch gebogen. Optional auch als „Weißglas“ und/oder satiniert lieferbar.

■ Vorteile

- pflegeleichtes Glas: dauerhaft korrosionsbeständig
- keine Reinigungsmittel notwendig
- weniger Reinigungsaufwand
- Erhöhung der Lebensdauer des Glases
- Verbesserung der Hygiene
- hohe Transparenz
- lang anhaltende Brillanz wie am ersten Tag
- wartungsfrei
- umweltfreundlich
- ideal für Allergiker

■ Anwendungsmöglichkeiten

- private Haushalte
- Hotels
- Ferienanlagen
- Krankenhäuser
- Pflegeheime
- Wellness- und Saunabereiche
- Schwimmbäder

2.11.3 Einbau und Pflege

Die Beschichtungen von UNIGLAS® | Activ und UNIGLAS® | CLEAN sind dauerhaft chemisch mit der Glasoberfläche verbunden und können sich nur noch abrasiv, d.h. durch Abschleifen entfernt werden. Wie bei jedem beschichteten Glas sind bestimmte Punkte bei Einbau und Pflege zu beachten.

■ Lagerung

Wie jedes Glasprodukt sollten die Produkte sowohl als Basisglas oder transformierte Produkte

- an einem trockenen, gut belüfteten Ort, vor größeren Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen geschützt,
- nicht in Räumen, die einen höheren Gehalt an organischen Dämpfen enthalten (z. B. Silikondämpfe in der Produktion oder Lösungsmittel aus Lackierereien) gelagert werden.

■ Handhabung

Zur Vermeidung von Beschädigungen darf die Schicht nicht mit harten oder spitzen Gegenständen in Berührung kommen. Kratzer können die Funktion beeinträchtigen. Die Reinigung mit scheuernden oder abrasiven Mitteln ist zu unterlassen.

■ Empfohlene Werkzeuge

- saubere Handschuhe, fettfrei, trocken, silikonfrei.
- saubere Sauger, in gutem Zustand, silikonfrei. Um die Sauberkeit der Sauger dauerhaft sicherzustellen, sollten geignete Schutzüberzüge verwendet werden.

■ Verglasen

- Die beschichtete Seite muss im Fenster immer nach außen und bei UNIGLAS® | CLEAN zur Dusche weisen.
- Der Gebrauch von silikonhaltigen Produkten ist bei der Montage des Rahmens und dem Einsetzen der Scheibe ist bei UNIGLAS® | ACTIVE zu vermeiden (z. B. Klötze, silikonhaltige Öle und Dichtstoffe, Kleber, Gleitmittel).

■ Dichtstoffe zur Abdichtung Glas – Rahmen:

- Bei UNIGLAS® | ACTIVE vorzugsweise Trockenverglasungssysteme wie EPDM (APTK) oder TPE.
- Dichtprofile bei UNIGLAS® | ACTIVE ausschließlich mit silikonfreien Gleitmitteln (Glycerin, Wachs, Talkum ...).
- In jedem Fall ist ein Übermaß an ölhaltigen Gleitmitteln zu vermeiden. Falls nötig, überschüssiges Öl mit einem Tuch und Brennspiritus entfernen.
- Den Kontakt der Dichtstoffe mit der zur Montage notwendigen Fläche einschränken.
- Kitt mit Leinöl darf keinesfalls verwendet werden.

UNIGLAS® | ACTIVE und UNIGLAS® | NANO verschmutzen deutlich weniger als ein nicht beschichtetes Glas. Eine Reinigung ist von Zeit zu Zeit gleichwohl erforderlich. Die Häufigkeit dieser Reinigung hängt von der Einbausituation (Ausrichtung der Verglasung zur Sonne, dem direkten Kontakt mit Schlagregen) und von den Umgebungsbedingungen (etwa der Luftverschmutzung) ab.

Um dauerhaft eine brillante Glasoberfläche zu behalten wird empfohlen UNIGLAS® | CLEAN nach dem Duschbad trocken zu wischen oder bereits abgetrocknete Kalkflecken mit einem feuchten und weichen Tuch zu entfernen und ggfls.mit einem trockenen weichen Tuch nachzupolieren.

Bitte die allgemeinen Hinweise zur Scheibenreinigung (siehe → Kap. 10.12.13) beachten.

Zur Reinigung werden folgende Gegenstände empfohlen: ein weiches und sauberes Tuch oder ein sauberer und nicht scheuernder Schwamm. Falls ein Abzieher verwendet wird, muss die Gummilippe sauber, in gutem Zustand und silikonfrei sein. Verwendung von für die Reinigung zulässiger Produkte.

Viel klares Wasser und handelsübliche neutrale Glasreiniger sind ausreichend. Wie bei jedem Glas sollte das verwendete Wasser möglichst kalkarm sein. Falls nötig, demineralisiertes oder enthärtetes Wasser verwenden.

Abb. 2.32: Anwendungsbeispiel



2.12 DiamondGuard® – Scratch Resistant Glass

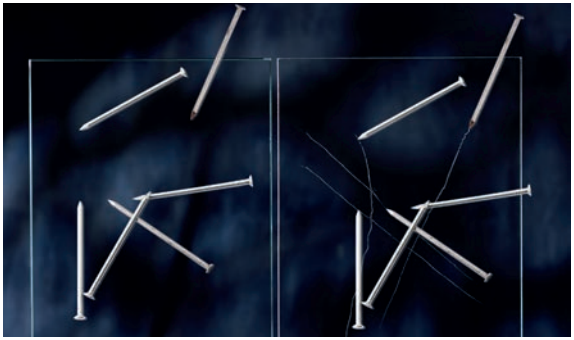
DiamondGuard® ist kratzunempfindlicher als herkömmliches Glas und kann daher seine ursprüngliche Eleganz länger bewahren. Mit einer patentierten Technologie wird das Glas einseitig mit einer diamantähnlichen Oberfläche veredelt, die es permanent schützt und nicht ablösbar ist.

Es ist 10-mal beständiger gegen Kratzer als reguläres Glas oder Edelstahl und resistent gegenüber allen Materialien, die unterhalb des Härtegrades von DiamondGuard® liegen, wie z. B. Schlüssel, Armbänder, Vasen etc. (s. Tabelle 2.5).

Tab. 2.5:

Härtegrad (Mohs-Härte)	Material (z.B.)
1	Talk
5,5	„Unbeschichtetes Glas, Messerklinge“
6,5	Fliesen, Stahlfeile
8	„DiamondGuard®, Topaz“
9	„Siliziumkarbid, Borkarbid“
10	Diamant

Abb. 2.33: DiamondGuard®



linke Bildhälfte: „DiamondGuard®“, rechte Bildhälfte: „normales Glas“

Bei normalem Glas zerstören diese Materialien auf Dauer die makellose Oberfläche. Überall dort, wo es auf das Erscheinungsbild ankommt, wird durch die Verwendung von DiamondGuard® die Häufigkeit des Glasaustausches erheblich reduziert.

■ Reinigung und Verträglichkeit

DiamondGuard® benötigt keine speziellen Pflegemittel, sondern kann mit einer Fülle handelsüblicher Reinigungsmittel gepflegt werden.

DiamondGuard® wurde positiv auf Verträglichkeit mit einer Reihe von Versiegelungssilikonen getestet.

■ Technik

Lieferbar als Floatglas in allen Dicken von 4 - 15 mm. Weitere Anforderungen (z. B. ESG und/ oder VSG) im Objektbereich sind auf Anfrage möglich.

■ Vorteile

- Erhöhung der Lebensdauer des Glases für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten im Innenbereich
- Verbesserung der Hygiene, da sich Schmutz und Bakterien nicht mehr in den Kratzern sammeln können
- hohe Transparenz
- pflegeleicht

Veredelte Gläser

- Anwendungsmöglichkeiten
  - Küche + Bad
  - Möbelbereich (Tischplatten, Vitrinen, Glasmöbel, Phonomöbel etc.)
  - Laden- und Laboreinrichtung
  - Trennwände
  - Schiebetüren
  - Glasinnentüren
  - Wandpaneele, auch mit rückseitiger Lackierung lieferbar
  - Aufzüge
  - Brüstungen

2.13 Brandschutzglas

Eine ganz spezielle Art des Sicherheitsglases stellt das Brandschutzglas dar. Transparente Bauteile gegen Rauch, Hitze und offene Flammen sind eine Herausforderung im Schadensfall. Deshalb sind Brandschutzgläser auch keine Handelsware wie andere Glasarten, sondern können ausschließlich in geprüften und zugelassenen Systemen erworben werden. Dabei haben diese Systeme bereits eine bauaufsichtliche Zulassung (abZ), eine allgemeine Bauartengenehmigung (aBG) oder aber müssen eine vorhabenbezogene Bauartengenehmigung ((vBG) (siehe → Kap. 9.12) durchlaufen. Die Klassifizierung der einzelnen Anforderungen erfolgt nach EN 13501-2 und DIN 4102.

Dabei wird unterschieden in:

- Raumabschlüsse mit thermischer Isolierung

Das ist die höchste Anforderung und bedeutet, dass weder Rauch noch Feuer noch Hitze in einer definierten Zeit durchdringen darf. Je nach Zeitdauer gibt es die Klassen EI (F) 30, 30 Minuten Standzeit, bis EI 120, 120 Minuten Standzeit, für das gesamte System (nach DIN 4102 F 30 – F 120). Bei EI-Verglasungen darf auf der dem Feuer abgewandten Seite die Temperatur innerhalb des benannten Zeitraums im Mittel nicht mehr als 140 K und an der ungünstigsten Stelle nicht mehr als 180 K erhöht sein.

- Raumabschlüsse mit reduzierter Hitzestrahlung

Hierbei muss der zu schützende Bereich 30 Minuten vor überdurchschnittlicher Hitzestrahlung, max. 15 kW/m^2, aber absolut vor Rauch und Flammen geschützt werden, beispielsweise im Fluchtwegbereich – Klasse EW 30.

- Raumabschlüsse ohne Schutz vor Hitzestrahlung

Es darf kein Rauch und Feuer über die definierte Zeit von 30 Minuten in den Schutzbereich eindringen und die Gläser bleiben auch im Brandfall transparent – Klasse E (G) 30 (nach DIN 4102 G 30).

Der gesamte Themenkomplex Brandschutzglas ist derart umfangreich, dass an dieser Stelle diese Definition reichen muss. Bei konkreten Fragen und Projekten wenden Sie sich bitte an Ihren UNIGLAS®-Partner.

2.14 Röntgenschutzglas

Sichtverbindungen zwischen dem Leitstand und dem Röntgenraum, aber auch nach außen erfordern ein Glas, welches die Röntgenstrahlen zurückhält. Dies wird durch ein Spezialglas mit besonders hohem Bleigehalt und damit hoher Dichte erreicht. Maßgeblich für die Absorptionswerte sind EN 61331-2 und DIN 6841. Die UNIGLAS®-Partner vor Ort empfehlen rechtzeitig, das heißt noch in der Planungsphase, die Erfordernisse an die Verglasung hinsichtlich der Bleigleichwerte zwischen Planer und Lieferanten abzustimmen.

2.15 Sicherheitsspiegel und Spionspiegel

In bestimmten Anwendungsfällen müssen Spiegel aus Gründen der Verkehrssicherheit aus Sicherheitsglas hergestellt sein. Dabei ist es sowohl möglich, die Rückseite mit einer speziellen splitterbindenden Folie zu versehen oder die Spiegel als VSG-Spiegel auszuführen. Eine weitere besondere Form des Spiegels ist der Spionspiegel. Spionspiegel sind einseitig teilverspiegelte Gläser, die als Trennung zwischen einem überwachten Raum und einem Beobachtungsraum oder zur Abdeckung von Informationsdisplays und Fernsehern eingesetzt werden. Die Reflexion der beschichteten Seite ist höher als diejenige der Glasseite. Somit kann der Beobachter in einen helleren Raum schauen (mind. Lichtverhältnisse zwischen den Räumen 1:10 Lux), während umgekehrt keine Durchsicht möglich ist.

Auch Spionspiegel sind als VSG-Spiegel erhältlich.

2.16 Entspiegeltes Glas

Für Glasvitrinen, Schaufenster oder weitere Anwendungen sind Lichtreflexionen von der Glasoberfläche oft störend.

Für diese Anforderungen ist es möglich, die Glasoberfläche(n) durch ein spezielles Verfahren zu entspiegeln. Durch dieses spezielle Verfahren wird die Reflexion auf ein Minimum reduziert. Höchste Farbbrillanz und unbehinderte Durchsicht werden erreicht. Entspiegeltes Glas kann zu Sicherheitsglas oder Isolierglas weiter verarbeitet werden.

Isolierglas-Terminologie



3

3.1	Aufbau	92
3.2	Wärmedurchgangskoeffizient	93
3.3	Einflussfaktoren für die Haltbarkeit von Mehrscheiben-Isolierglas	95
3.4	Glasstöße und Ganzglasecken von Mehrscheiben-Isolierglas	96
3.5	Emissionsgrad	108
3.6	Solare Gewinne	108
3.7	Globalstrahlungsverteilung	109
3.8	Lichttransmissionsgrad	109
3.9	Strahlungstransmissionsgrad	109
3.10	Direkter Strahlungsabsorptionsgrad	110
3.11	Gesamtenergiedurchlassgrad	110
3.12	Durchlassfaktor	110
3.13	Allgemeiner Farbwiedergabe-Index	111
3.14	Lichtreflexionsgrad	111
3.15	Circadianer Lichttransmissiongrad	111
3.16	UV-Transmissionsgrad	112
3.17	Selektivitätszahl	112
3.18	UNIGLAS® I SLT	112
3.19	Sommerlicher Wärmeschutz	112
3.20	Interferenz-Erscheinungen	113
3.21	Isolierglas-Effekt	113
3.22	Taupunkt-Temperatur	114
3.23	Pflanzenwachstum hinter modernem Isolierglas	116
3.24	Elektromagnetische Dämpfung	117
3.25	Stufenisolierglas	118
3.26	Dekoratives Isolierglas	118
3.27	Glasdicken-Dimensionierung	120

Isolierglas-Terminologie

3.0 Isolierglas-Terminologie

Die Herstellung von Mehrscheiben-Isolierglas geht auf das US-Patent Nr. Nr. 49 167 aus dem Jahre 1865 von T. D. Stetson (USA) zurück. Es dauerte jedoch fast 70 Jahre, bis die Erfindung angewendet wurde. Heute befindet sich Isolierglas in nahezu allen transparenten Abschlüssen der Gebäudehülle, sowohl in Fenstern und Türen wie auch in Fassaden. Der Begriff „Isolierglas" ist in der Produktnorm EN 1279-1 wie folgt definiert: „Mehrscheiben-Isolierglas ist eine mechanisch stabile und haltbare Einheit aus mindestens zwei Glasscheiben, die durch einen oder mehrere Abstandhalter voneinander getrennt und im Randbereich hermetisch versiegelt sind."

3.1 Aufbau

Im Scheibenzwischenraum (SZR) befindet sich Edelgas mit geringer Wärmeleitfähigkeit oder getrocknete Luft. In den Anfängen der industriellen Isolierglasfertigung wurden drei verschiedene Techniken entwickelt, das Isolierglas zusammenzufügen:

- Verschweißen der Gläser
- Auflöten eines Bleisteges und
- Kleben

Von diesen drei genannten Systemen hat sich das Kleben als das heute übliche Produktionsverfahren durchgesetzt. Bei den Klebeverfahren ist zwischen ein- und zweistufigem Randverbund zu unterscheiden. Isolierglas mit einer Dichtungsstufe besteht aus einem mit hochaktiven Trocknungsmittel gefüllten, perforierten Hohlprofil als Abstandhalter. Der Raum zwischen dem Abstandhalterprofil und den beiden Glaskanten wird mit einem elastischen Dicht- und Klebstoff ausgefüllt.

Bei Isolierglas mit zwei Dichtstufen, wie bei den Isoliergläsern der UNIGLAS®, wird zwischen dem Abstandhalterprofil und dem Glas eine weitere Dichtstufe (Primärdichtung) als umlaufende Dichtschnur aus Polyisobutylen (PIB = Butyl) aufgebracht. Bei den Abstandhalterprofilen haben sich heute die wärmetechnisch verbesserten Materialien wie Edelstahl- oder Kunststoff-Komposite sowie Abstandhaltersysteme mit integriertem Trocknungsmittel als Standard durchgesetzt. Die Abstandhaltersysteme mit integrierten Trocknungsmittel werden direkt auf die Glasscheiben appliziert. Beim UNIGLAS® | STAR^{TPS} ist der Abstandhalter zugleich Gasbarriere, während sich beim UNIGLAS® | STAR^{FLS} eine Hochbarrierefolie auf dem Rücken und den Flanken des extrudierten Silikonstrangs befindet. Die Gasbarriere entsteht hier wie bei konventionellen Systemen durch PIB zwischen Abstandhalter und Glas (siehe → Kap. 4.1.1).

Funktionsisolierglas ist über die physikalischen Merkmale wie Wärmedämmung, Schall- und Sonnenschutz usw. definiert, die es zu erfüllen gilt.

3.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Maßeinheit für den Wärmedurchgang durch einen Bauteil (etwa eine Glasscheibe) von einem wärmeren Fluid (Gas oder Flüssigkeit) in ein kälteres Fluid. Der Wärmedurchgangskoeffizient U beschreibt im Falle ebener Bauteile den übertragenen Wärmestrom (Wärmeenergie pro Zeit) je Fläche. Der U-Wert einer Verglasung (U_g) ist der Parameter, der den Wärmedurchgang durch den mittleren Bereich (d. h. ohne Randeffekte) der Verglasung bei einem Temperaturunterschied von 15K charakterisiert. Die Einheit des U-Werts ist W/m²K (Watt je Quadratmeter und Kelvin) Je kleiner der U-Wert, desto besser die Wärmedämmung.

Lineare Wärmebrückenverluste über Fensterrahmen oder Fassadenprofile, Glas und Abstandhalter außerhalb der ungestörten Glasmitte werden mit dem linearen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ (PSI) mit der Einheit W/mK (Watt je Meter und Kelvin) beschrieben.

- U-Wert der Verglasung: U_g (= „U_{glass}")
- U-Wert des Fensters: U_w (= „U_{window}")
- U-Wert des Rahmens: U_f (= „U_{frame}")
- U-Wert für Vorhangfassaden: U_{cw} („$U_{curtainwall}$")
- Ψ-Wert = linearer Wärmedurchgangskoeffizient (PSI)
- U_g-Wert

Die Berechnungsgrundlage für den U_g-Wert ist die EN 673.

Der Nennwert U_g-Wert einer Verglasung hängt von fünf Faktoren ab: dem Emissionsgrad der Funktionsschicht, der Breite des Scheibenzwischenraumes, der Art der Gasfüllung, dem Gasfüllgrad und der Dicke der Glasscheiben. Zur Ermittlung der Bemessungswerte sind nationale Bestimmungen zu beachten. Beim Sonderfall, das ausschließlich das Isolierglas in bauseitigen Rahmen ausgetauscht wird, ist ein Bemessungswert $U_{g,BW}$ der Verglasung festzulegen. Dabei ist für Sprossen in Deutschland bei der Ermittlung des $U_{g,BW}$ ein pauschaler Zuschlag von ΔU_g nach Tabelle 9 aus DIN 4108-4:2017-03 zu berücksichtigen.

- U_f-Wert

Die Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmenprofils U_f erfolgt üblicherweise durch eine Messung des kompletten Profils nach EN 12412-2. Der U_f-Wert lässt ich jedoch auch mit einem Finite-Elemente-Programm (FEM), dem Finite-Differenzen-Programm bzw. dem so genannten Radiosity-Verfahren nach EN ISO 10077-2 berechnen. Alternativ können die Wärmedurchgangskoeffizienten der Rahmen auch nach EN ISO 10077-1 Anhang D oder der ift-Richtlinie WA-04/1 ermittelt werden.

Isolierglas-Terminologie

Ψ-Wert

Die zur U_W-Wert-Berechnung notwendigen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ können als Pauschalwerte aus den Tabellen E.1 und E.2 der EN ISO 10077-1 entnommen werden. Üblicherweise werden Ψ-Werte von den Herstellern der Abstandhalterprofile für Standard-Rahmenmaterialien aus Metall, Holz, Kunststoff oder Holz- / Alu zu Verfügung gestellt. Datenblätter für unterschiedliche Systeme und Rahmenmaterialien stellen Ihnen Ihre UNIGLAS®-Partner vor Ort auf Anforderung zu Verfügung. Die repräsentativen Ψ-Werte der Datenblätter für Fenster und für Fassadenprofile werden gemäß EN 10077-2 mit Hilfe der messtechnisch ermittelten sog. äquivalenten Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq,2B}$ auf der Grundlage der ift-Richtlinien WA-08, WA-17 und WA-22 „Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter – Ermittlung des Ψ-Wertes für Fensterrahmenprofile“, als bessere Näherungswerte, als die Tabellen der EN ISO 10077-1 bieten, berechnet. Sollen genauere Ψ-Werte verwendet werden, ist der detaillierte Nachweis nach EN ISO 10077-2 zu führen.

U_W-Wert

Die Berechnungsgrundlage für den U_W-Nennwert ist die EN ISO 10077-1. Der Nennwert des Wärmedurchgangskoeffizienten wird entweder aus den entsprechenden Tabellen F.1 bis F.4 des Anhangs F abgelesen oder gemäß nachstehender Formel berechnet:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \Sigma (l_g \cdot \Psi)}{A_f + A_g}$$

- U_W: *Wärmedurchgang des Fensters*
- U_f: *Wärmedurchgang des Rahmens (Bemessungswert!)*
- U_g: *Wärmedurchgang der Verglasung (Nennwert)*
- A_f: *Rahmenfläche*
- A_g: *Glasfläche*
- l_g: *Umfang der Verglasung*
- Ψ: *linearer Wärmedurchgang der Glaskante*

Zur Ermittlung der Bemessungswerte sind nationale Bestimmungen zu beachten. Beim Einbau von Sprossen ist z.B. für die Ermittlung des $U_{w,BW}$ entweder ein pauschaler Zuschlag ΔU_W nach Tabelle J.1 aus EN 14351-1 2016, Anhang J zu berücksichtigen oder die entsprechenden Ψ-Werte des Sprossenherstellers in die Formel einzusetzen.

U_{cw}-Wert

Für die Ermittlung des U_{cw}-Wertes von System-Fassaden, in der Regel Pfosten-Riegel-Fassaden, bietet sich die Komponentenmethode an. Diese ist vom Grundsatz identisch mit dem Verfahren für Fenster (EN 10077-1).

Für jede Komponente der Fassade wie Pfosten, Riegel, Fensterrahmen, Verglasung, opake Füllung etc. wird der Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt. Der U_{cw}-Wert der kompletten Fassade setzt sich wie bereits bei der U_w-Wert-Berechnung aus den flächenanteilsmäßig gewichteten U-Werten der einzelnen Komponenten zusammen. Hinzu kommen noch die zugehörigen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ, mit denen die Wärmetransmission der Bauteile im Anschlussbereich erfasst wird. Bei Fassaden sind auch Haltekonstruktion und Unterkonstruktion zu berücksichtigen. (Erweiterung der oben angegebenen Formel durch Paneele und Wärmebrückeneffekte).

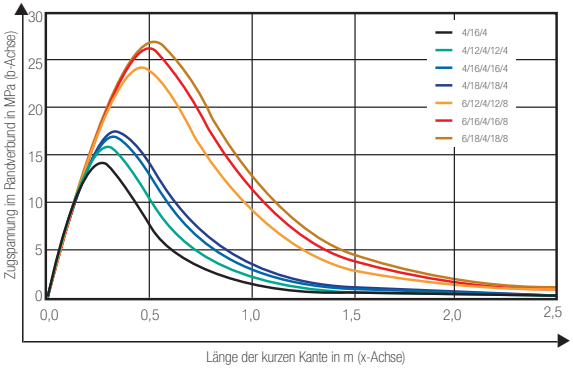
Sofern Komponentenwerte nicht ausreichend definiert sind, kann auch eine Einzelbeurteilungsmethode angewendet werden. Eine solche Methode ist z.B. für eine „Structural Sealant-Glazing-Fassade“ sinnvoll. Um die Komponentenmethode bei Isolierglasecken und Isolierglasstößen anwenden zu können, bietet Kapitel 3.4 wichtige Hinweise:

3.3 Einflussfaktoren für die Haltbarkeit von Mehrscheiben-Isolierglas

3.3.1 Scheibenzwischenraum und Scheibenformat (Fläche, Seitenverhältnis)

Die Belastung für das System steigt mit der Größe des Scheibenzwischenraumes. Zwei Scheibenzwischenräume von Dreifach-Wärmedämmgläsern addieren sich in ihrer Wirkung so, dass sie annähernd wie ein durchgehender Scheibenzwischenraum anzusehen sind. Welche Belastungen sich daraus für die Gläser und für den Randverbund ergeben, hängt vom Format ab.

Abb. 3.1: Verhältnis der Zugspannungen im Isolierglasrandverbund in Abhängigkeit des Glasaufbaus



Kleine, schmale Scheiben (Seitenverhältnis ≥ 1:3) zeigen die höchste Belastung für Glas und Randverbund.

Für Standardanwendungen von Dreifach-Wärmedämmgläsern im Fenster sind Scheibenzwischenräume von 2 x 12 mm als technisch sinnvolles Maß anzusehen. Kleinere Scheibenzwischenräume führen zu höheren U_g-Werten; größere Scheibenzwischenräume zu stärkeren Belastungen für Glas und Randverbund.

3.3.2 Rückenüberdeckung

Die mechanischen Belastungen für den Randverbund sind bei Dreifach-Wärmedämmgläsern höher als bei Zweifach-Isolierglas. Aus diesem Grund sollte die Rückenüberdeckung, insbesondere bei schmalen Formaten, erhöht werden.

3.4 Glasstöße und Ganzglasecken von Mehrscheiben-Isolierglas

3.4.1 Einführung

Seitdem die Einfachheit der Bauhausarchitektur moderner Architektur zum Vorbild geworden ist, sind rahmenlose Konstruktionen, bei denen die Verglasungen quasi ohne Unterbrechung durchgängig ausgeführt werden, nicht mehr wegzudenken. Ziel der Planer ist es, mit minimalem Materialeinsatz eine gewisse Leichtigkeit der Gebäude zu erreichen, was durch Schaffung maximaler Transparenz der Gebäudehülle und Zurücknahme der sichtbaren Konstruktion erreicht wird.

Zu den Zeiten der großen Architekten, wie Le Corbusier waren Einfachverglasungen üblich, bei denen dieses Ziel mit einfachen konstruktiven Lösungen erreicht wurde. Hohe Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäude erfordern eine exakte Detailplanung. Durch den Randverbund des Isolierglases wird die transparente Fassade im Stoßbereich der Verglasung unterbrochen. Lediglich auf Rahmen, Pfosten, Riegel und Abdeckleisten kann stellenweise verzichtet werden. In diesem Kapitel werden unterschiedliche Lösungsansätze für Glasstöße und Ganzglasecken gezeigt und bauphysikalisch bewertet. Grundsätzlich gilt jedoch, dass eine Isolierglasstoßfuge ohne Pfosten oder Riegel stets eine Wärmebrücke darstellt. Dies ist auch der Fall, wenn ein wärmetechnisch verbesserter Randverbund ausgeführt wird. Die Folge ist, dass auf der Raumseite der Verglasung an diesen Stellen häufiger mit Kondensat zu rechnen ist.

Grundsätzlich sind bei der Isolierglasherstellung und Ausführung der Fassadenkonstruktion die am Ausführungsort gültigen öffentlich rechtlichen Baubestimmungen zu beachten. In Deutschland sind diese z.B. den Landesbauordnungen (LBO) und den Verwaltungsvorschriften Technischen Baubestimmungen (VV TB) zu entnehmen.

3.4.2 Grundsätzliche Anforderungen

Für ein funktionierendes Verglasungssystem sind folgende Einflüsse auf jeden Fall zu vermeiden:

- Permanent einwirkende Feuchtigkeit auf den Isolierglasrandverbund,
- Schädigungen der Materialien durch UV-Strahlung,
- außerplanmäßige mechanische Einwirkungen,
- Kombinationen unverträglicher Materialien.

Die in den Verglasungsrichtlinien der UNIGLAS® festgelegten Forderungen hinsichtlich Falzausbildung zu den angrenzenden Gläsern sowie dessen Abdichtung gelten sinngemäß auch für rahmenlose Konstruktionen.

3.4.2.1 Anforderungen an den Isolierglasrandverbund

Isolierglasrandverbund und Verträglichkeit

Der Isolierglasrandverbund muss UV-beständig ausgeführt sein oder durch eine geeignete und fachgerecht ausgeführte Abdeckung wie einer Teilemaillierung oder einem Blechstreifen vor UV-Strahlen geschützt sein. Es sind ausschließlich für die Klebepartner geeignete und zugelassene Klebstoffe zu verwenden, die vom Isolierglashersteller freizugegeben sind. Es ist darauf zu achten, dass die Verträglichkeit aller in Kontakt kommenden Materialien sichergestellt ist (ift Richtlinien DI-01/1 und DI-02/1) Sofern der Randverbund nicht abgedeckt wird, können konstruktive Merkmale sichtbar sein.

Bei der Ausführung als statisch tragendes System (allseitige Lagerung) sind entsprechende Nachweise gemäß ETAG 002 erforderlich. Durch die tragende Funktion des Randverbundes, sowie des fehlenden UV-Schutzes, muss Isolierglas Typ B oder C nach EN 1279-5:2018 verwendet werden. Mit UV-beständigen Dicht- und Klebstoffen werden in der Regel Isolierglassysteme ohne Edelgasfüllung aus Argon oder Krypton ausgeführt. Bei luftgefüllten Isoliergläsern liegt der U_g-Wert entsprechend höher. Sofern die Isoliergläser für Ganzglasecken und Glasstöße ausnahmsweise mit einer Gasfüllung ausgeführt werden sollen, ist die Machbarkeit im Einzelfall mit dem jeweiligen UNIGLAS-Partner rechtzeitig vor der Ausführung abzustimmen. Nachdem der Isolierglasverbund auch hohen Temperaturen, mechanischen Belastungen und u.U. UV-Strahlen ausgesetzt ist, werden für den Randverbund nur Dicht- und Klebstoffe verwendet, die eine dauerhafte Funktion sicherstellen können. (z. B. Silikon). Die Dichtstoffüberdeckung des Randverbundes richtet sich nach der statischen Dimensionierung, beträgt jedoch mindestens 6 mm.

Freiliegende Glaskanten

Ganzglasecken ohne äußere geschliffene Kanten sind nicht nur formal unbefriedigend. Sie können im Verkehrsbereich sogar eine Gefährdung darstellen. Aus diesen Gründen wird die Ausführung geschliffener oder polierter Kanten empfohlen.

Schutz vor Feuchtigkeit

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit muss der Randverbund von Isolierglas vor permanent einwirkender Feuchtigkeit geschützt werden. Die Anforderungen an Druckausgleich, umlaufende Belüftung des Glasrandverbunds und dichte Verbindungen aus gerahmten Konstruktionen müssen konsequent auch bei der Ausführung von Ganzglasecken und -stößen umgesetzt werden.

3.4.2.2 Glas und Fugendimensionierung

Ausführung: statisch nicht tragend

Hat die Wetterfuge einer Glasecke oder eines Glasstoßes nur eine abdichtende und keine statisch tragende Funktion, ist die Eignung des Dichtstoffs nach DIN 18545-2 oder EN ISO 11600 durch den Dichtstoffhersteller nachzuweisen. Es erfolgt keine statische Bemessung der Wetterfuge. Bei der Bestimmung der Glasdicken des Isolierglases ist von 2- oder 3-seitiger Lagerung auszugehen, wobei der Randverbund des Isolierglases an der freien Kante in der Lage sein muss, die abhebenden Windkräfte aufzunehmen und entsprechend zu dimensionieren und auszuführen ist.

Allgemein sollte die Geometrie einer solchen Bewegungsfuge mit ausschließlich abdichtender Funktion wie folgt ausgeführt werden:

Die Fuge muss in einer Mindestbreite von 8 mm aufweisen. Die Fugentiefe sollte 50% der Breite jedoch mindestens 6 mm betragen.

Ausführung: statisch tragend

Im Gegensatz zur reinen Wetterfuge überträgt die geklebte Fuge Lasten an die Unterkonstruktion. Diese sind planerisch bei der Tragwerksplanung zu erfassen. Zur Sicherstellung der Standsicherheit sind die Klebeverbindungen entsprechend ETAG 002 zu bemessen. Es wird empfohlen mit diesen Leistungen einen auf Glasbau spezialisierten Tragwerksplaner zu beauftragen, der auch die Kleb- und Dichtungsfugen sowie den Isolierglasrandverbund entsprechend dimensioniert.

Über die Klebefuge der Glasecke werden resultierende Lasten aus den Einwirkungen auf die Einzelscheiben über die angrenzenden Isoliergläser in die Unterkonstruktion weitergeleitet. Die Verklebung der Glasecke übernimmt damit eine statisch wirksame Tragfunktion um eine „4 - seitige Lagerung“ der Isolierglasscheibe zu erreichen.

Da diese Bauweise nicht in den Geltungsbereich der Normenreihe DIN 18008 bzw. den entsprechenden nationalen Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen fällt, ist eine vorhabenbezogne Bauartengenehmigung (vBG) oder eine allgemeine Bauartengenehmigung (aBG) erforderlich.

Ist die Verglasung nicht allseitig linienförmig gelagert, werden in der Normenreihe DIN 18008 entsprechende Vorgaben gegeben. Diese beziehen sich auf den Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Durchbiegungsbegrenzung), konstruktive Maßnahmen sowie die Vorschrift bestimmter Glas- und Dichtstoffarten. Die entsprechenden Anforderungen an den Randverbund müssen dem Isolierglashersteller rechtzeitig vor der Ausführung bekannt gegeben werden.

3.4.2.3 Anforderungen an die Ausführung

Funktionstüchtige Verklebung

Voraussetzung für dauerhafte und funktionsfähige Abdichtungen oder Verklebungen sind absolut trockene und saubere Fugenflanken, die frei von Staub, Fett, Dichtstoffresten sowie Beschichtungsrückständen sind.

Als Dicht- bzw. Klebstoffe kommen sowohl 1K- als auch 2K-Materialien in Frage. Für tragende Verklebungen dürfen nur Klebstoffe mit einer abZ oder ETA eingesetzt werden. Es ist zu beachten, dass Fugentiefen über 12 mm mit 2K Klebstoffe ausgeführt werden sollten. Werden 1K-Klebstoffe verwendet, ist die vollständige Aushärtung nicht mehr gewährleistet. Störungen der Haftfähigkeit und deutlich erhöhte Risiken von Unverträglichkeiten durch Migration nicht vernetzter Dichtstoffbestandteile sind die Folge.

Es ist darauf zu achten, dass während der Versiegelung bis zur vollständigen Vernetzung des Dicht- oder Klebstoffs keine äußeren Lasten auf die Verglasung einwirken. Bis zu diesem Zeitpunkt sind die Verglasungen zu fixieren. Bei lastübertragenden Verklebungen ist entsprechend der Vorgaben zur Qualitätssicherung auf die Haftfähigkeit der Klebstoffe zu achten und zu dokumentieren.

Keine ständige Lasteinwirkung auf die Fuge

In Deutschland sind nur Systeme zugelassen, bei denen das Eigengewicht der Verglasung vollständig von der Unterkonstruktion getragen wird und somit permanent einwirkende Lasten auf den Randverbund sowie die Fuge der Ecke oder der Stoßfuge vermieden werden.

Hinterfüllmaterial

Als Hinterfüllmaterial können Rundschnüre aus geschlossenzelligem PE-Schaum, Silikon oder andere Materialien, deren Eignung und Verträglichkeit zu den angrenzenden Materialien nachgewiesen ist, verwendet werden.

Isolierglas-Terminologie

Nachträgliche Abdeckungen

Soll eine Abdeckung der Abdichtung bzw. Verklebung des Isolierglases mittels Blech erfolgen, muss sichergestellt sein, dass die Dicht- und Klebefuge vollständig vernetzt und ausgehärtet ist, bevor das Blech aufgebracht wird. Der Klebstoff für die Blechabdeckung muss kompatibel zur Abdichtung sein und möglichst lunkerfrei aufgebracht werden, da sonst in dem Hohlraum Kondensat entsteht, was zum Adhäsionsverlust führen kann. Auch hier ist darauf zu achten, dass der Klebstoff vollständig vernetzen kann.

Folien bzw. Lackierungen zur Abdeckung der Fuge haben sich in der Praxis bisher nicht bewährt und sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Durch die Einflüsse von Sonnenstrahlung und Witterung kann es zu einem adhäsiven Versagen der Folien bzw. Lackierung kommen.

3.4.2.4 Wärmetechnische Anforderungen

Aufgrund fehlender dämmender Wirkung der Rahmenkonstruktion stellen Glasstöße und Ganzglasecken Wärmebrücken dar. Im Bereich der Fugen ist die Wahrscheinlichkeit von Kondensat auf der Raumseite deutlich erhöht. Außenecken sind zudem geometrische Wärmebrücken und daher noch anfälliger für die Entstehung von Kondensat.

Bei Glasstößen und Ganzglasecken ist daher die Verwendung wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter (s. EN ISO 10077-1 Anhang E) dringend zu empfehlen. Dennoch ist die Entstehung von Kondensat bei niedrigen Außentemperaturen wahrscheinlich. Entsprechend DIN 4108-2 ist ein vorübergehender Anfall von Kondensat in geringen Mengen am Fenster zulässig.

3.4.3 U_w- und U_{cw}-Werte bei Glasstößen und Ganzglasecken

U_w-Wert von Fenstern und U_{cw}-Wert bei Fassaden

Glasstöße oder Ganzglasecken müssen bei der Bestimmung des U_w-Wertes von Fenstern oder U_{cw}-Wertes von Fassaden gesondert betrachtet werden.

Der U_w- bzw. U_{cw}-Wert, der Maßzahl für den Verlust von Wärmeenergie durch Fenster oder Fassade, wird maßgeblich durch das eingesetzte Glas, den Rahmen und den Übergang von Glas zu Rahmen beeinflusst. Für das Fenster ergibt er sich aus folgender Berechnung (1):

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + \Sigma (l_g \cdot \Psi)}{A_f + A_g}$$

Der bekannte Ψ-Wert der Konstruktion, der stets in Zusammenwirkung von Glas, Abstandhalter und Rahmen angegeben wird, kann in diesem Fall nicht verwendet werden, weil der Rahmen an mindestens einer Seite fehlt. Im Fall von Glasstößen oder Glasecken ist die Formel daher entsprechend zu erweitern, indem die lineare Wärmebrücke berücksichtigt wird.

$$U_{cw} = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + l_g \cdot \psi_g + l_p \cdot \psi_p}{A_f + A_g + A_p}$$

Ψ_{gg}-Wert für Glasecken und Stoßfugen

Zur Ermittlung von U_w- bzw. U_{cw} ist daher ein weiterer „$\Psi_{glas\text{-}glas}$-Wert“ in die Berechnung einzubeziehen, der mit der Länge der freien Kante oder der Länge des Glasstoßes l_{gg} multipliziert wird. Dieses Produkt ermittelt den Wärmeverlust über die ungeschützte Ecke oder Stoßfuge. Die daraus resultierende Formel ergibt sich wie folgt:

Der U_{cw}-Wert ist sinngemäß zu ermitteln.

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi + l_{gg} \cdot \Psi_{gg}}{A_f + A_g}$$

Außenmaße verwenden!

3.4.4 Typische Ψ_{gg}-Werte

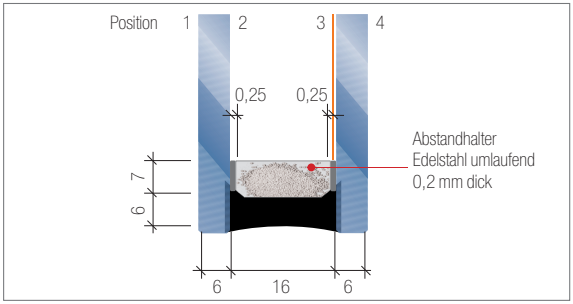
Berechnungsmethode

Für nachstehend aufgeführten Typen wurden die zugehörigen Ψ_{gg}-Werte auf der Grundlage der EN ISO 10077-1 ermittelt. Der Berechnung liegen folgende Annnahme zu Grunde:

Wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter aus Edelstahl (Kriterium $\Sigma\, d \cdot \lambda \leq 0{,}007$ nach EN ISO 10077-1 erfüllt):

$d = 0{,}2\ mm = 2 \cdot 10^{-4}\ m$; $\lambda = 17\ W/(mK)$; Bauhöhe 7 mm

Abb. 3.2: Isolierglas-Aufbau

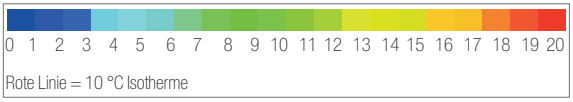


U_g: 2-fach Glas 1,1 W/(m²K) bzw. 3-fach Glas 0,7 W/(m²K) gemäß EN 673; Bei den Ψ-Werten der Glasecken werden nur Außenecken berücksichtigt. Die Breite der Fuge ist mit b = 10 mm angesetzt. Die sich ergebenden Werte können auch für andere verbesserten Randverbundsysteme eingesetzt werden, da diese geringere Ψ-Werte aufweisen.

3.4.5 Varianten von Glasstößen und Ganzglasecken

Die nachfolgenden Varianten sind nach konstruktiver und bauphysikalischer Qualität gegliedert.

Abb. 3.3: Legende zu den Isothermendarstellungen [°C] [1]

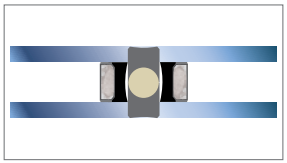


3.4.5.1 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Eine Belüftung und Entwässerung des Falzraumes findet nicht statt.

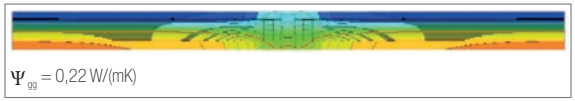
Abb. 3.4: Variante 1 a: Stoßfuge (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



Ergänzende Hinweise:

- Bei Vertikalverglasungen nach Rücksprache mit dem Isolierglashersteller zulässig
- Bei Dachverglasungen aufgrund fehlender Belüftung nicht geeignet.

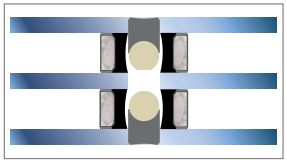
Abb. 3.5: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.2 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Hinterfüllschnur (3-fach IG)

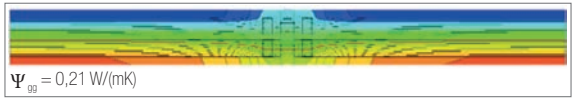
Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Abb. 3.6: Variante 1 b: Stoßfuge (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung: Die Belüftung des Falzraumes ist durch die Lage der Hinterfüllschnur möglich. Der Übergang des Riegels zum Pfosten hat kaskadenförmig zu erfolgen, um eventuell anfallendes Kondensat abzuführen. Im Traufbereich und am Fußpunkt sind gegen eindringendes Tagwasser geschützte Belüftungsöffnungen nach außen zu schaffen. Bei Dachverglasungen sind entsprechende Öffnungen im Trauf- und Firstbereich bzw. am oberen Anschlussbereich zu schaffen.

Abb. 3.7: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.3 Ganzglasecke mit Stufenglas (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung: Die Belüftung des Randverbundes ist durch die Lage der Hinterfüllschnur möglich. Der Übergang des Riegels zum Pfosten hat kaskadenförmig zu erfolgen, um eventuell anfallendes Kondensat abzuführen. Im Traufbereich und am Fußpunkt sind gegen eindringendes Tagwasser geschützte Belüftungsöffnungen nach außen zu schaffen.

Abb. 3.8: Variante 1 c: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

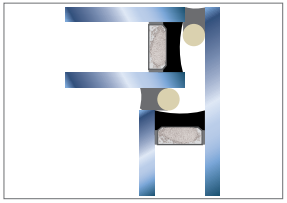
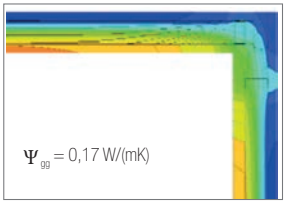


Abb. 3.9: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.4 Ganzglasecke mit Stufenglas (3-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 1 c.

Abb. 3.10: Variante 1 d: Ecke (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

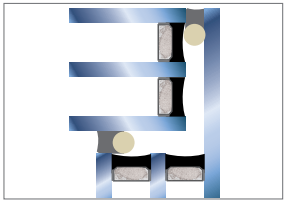
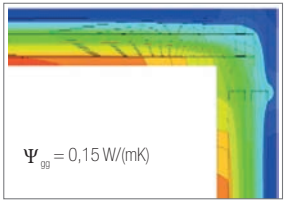


Abb. 3.11: Isothermendarstellung [1]

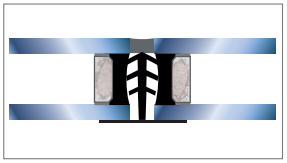


3.4.5.5 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Dichtprofil (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Eine Belüftung des Randverbundes ist möglich und muss konstruktiv auch an den Fugenkreuzungen ausgeführt werden. Ergänzende Hinweise:

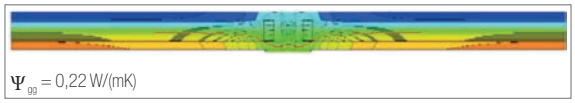
Abb. 3.12: Variante 2 a: Stoßfuge (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



- Zu empfehlen für Vertikal-Fassade und auch für Dachverglasungen, sofern Belüftung der Profilkanäle gegeben ist.
- Durch definierte Öffnungsquerschnitte des Verglasungsprofils Dampfdruckausgleich in angrenzende Rahmenprofile möglich.

- Locker anliegende oder schlecht eingepasste Profilkanten sind zu vermeiden, um Luftdichtheit innen zu sichern.

Abb. 3.13: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.6 Glasstoß mit Dichtstofffuge und Dichtprofil (3-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 2 a.

Abb. 3.14: Variante 2 b: Stoßfuge (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

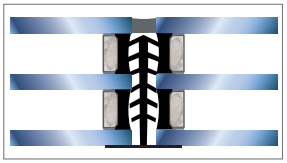
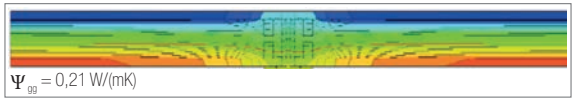


Abb. 3.15: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.7 Ganzglasecke mit Dichtprofil (2-fach IG)

Abb. 3.16: Variante 2 c: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

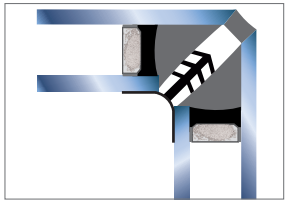
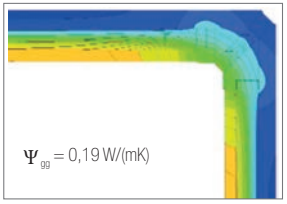


Abb. 3.17: Isothermendarstellung [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Symmetrische Glasecke ohne innere Versiegelungsfuge. Bei statisch tragender Verbindung erfolgt der tragende Verbund nur zwischen den Außenscheiben. Dadurch eventuell kein Verbund mehr bei Bruch einer Außenscheibe. Glaskanten mit Gehrungsschliff, optional mit Schnittkante.

- eindeutige Zuordnung erforderlich, lastabtragende oder dichtende Fuge
- symmetrische Ansicht
- definierter Fugenquerschnitt
- durch definierte Öffnungsquerschnitte des Verglasungsprofils Druckausgleich in angrenzende Rahmenprofile möglich
- locker anliegende oder schlecht eingepasste Profilkanten sind zu vermeiden, um Luftdichtheit innen zu sichern.
- innenliegender Abstandhalter kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich

3.4.5.8 Ganzglasecke mit Dichtprofil (3-fach IG)

Abb. 3.18: Variante 2 d: Ecke (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

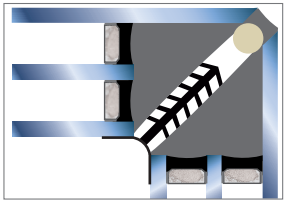
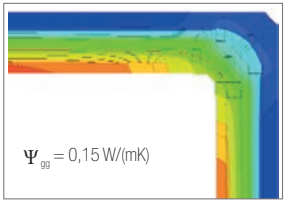


Abb. 3.19: Isothermendarstellung [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

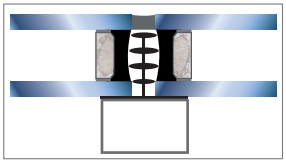
Wie Variante 2 c.

3.4.5.9 Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (2-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

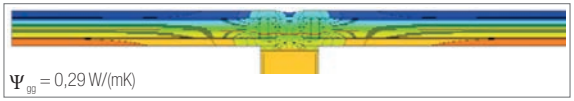
Eine Belüftung des Falzraumes ist möglich und muss konstruktiv auch an den Fugenkreuzungen ausgeführt werden. Ergänzende Hinweise:

Abb. 3.20: Variante 3 a: Stoßfuge (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]



- Zu empfehlen für Vertikal-Fassade und auch für Dachverglasungen, sofern Entwässerung/Belüftung der Profilkanäle gegeben ist
- Durch Fugenbegrenzung Belüftung des Randverbundes sichergestellt, höhere innere Oberflächentemperatur am Glasrand durch ein zusätzliches inneres „Dämmprofil"
- Innenliegendes Profil kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich

Abb. 3.21: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.10 Glasstoß mit Dicht- und Rahmenprofil (3-fach IG)

Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 3 a.

Abb. 3.22: Variante 3 b: Stoßfuge (3-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

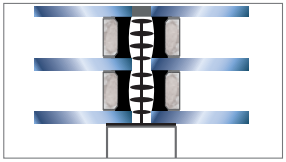
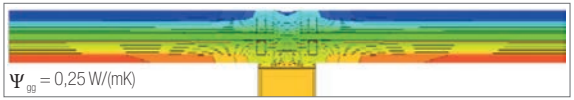


Abb. 3.23: Isothermendarstellung [1]



3.4.5.11 Ganzglasecke mit Dichtprofil und Verbindungblech (2-fach IG)

Abb. 3.24: Variante 3 c: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

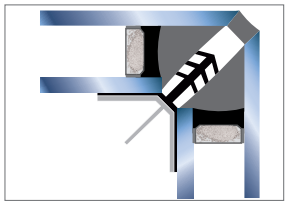
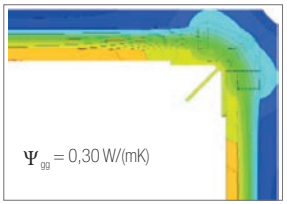


Abb. 3.25: Isothermendarstellung [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 2 c. Ergänzende Hinweise:

- Mit innenliegendem Verbindungblech, damit kann eine lastübertragende Verbindung der Innenscheiben erzeugt werden. Klebefugen zwischen Blech und Glas müssen für planmäßige Einwirkungen und thermische Dehnung bemessen werden (z. B. gemäß ETAG 002 > 6 mm x 6 mm)
- Zusätzliches gut wärmeleitendes Profil auf der Innenseite zur Erhöhung der inneren Oberflächentemperatur
- Innenliegendes Profil kann von außen gesehen werden, optische Beeinträchtigung möglich

3.4.5.12 Ganzglasecke mit Dichtprofil und Verbindungblech (3-fach IG)

Abb. 3.26: Variante 3 d: Ecke (2-fach IG) (Prinzipdarstellung) [1]

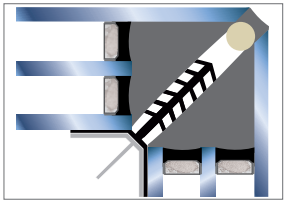
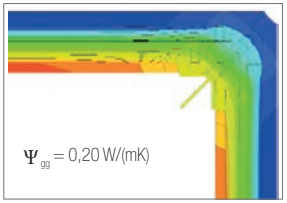


Abb. 3.27: Isothermendarstellung [1]



Konstruktive und bauphysikalische Bewertung:

Wie Variante 3 c.

3.4.6 Visuelle Beurteilungskriterien von Glasstößen und Ganzglasecken

Glaskanten geschliffen oder poliert

Um ein gleichmäßiges Erscheinungsbild zu erhalten, wird empfohlen, die vorstehenden Scheiben des Stufenisolierglases mit der Kantenbearbeitung geschliffen (KGN) oder poliert (KPO) auszuführen. In beiden Fällen werden die Scheiben auf Maß geschliffen und eine 1 bis 2 mm breite Phase von 45 Grad ausgeführt. Die Oberfläche der geschliffenen Kante hat ein schleifmattes Aussehen. Blanke Stellen und Ausmuschelungen sind unzulässig. Bei polierten Kanten sind matte Stellen nicht zulässig. Je nach Bearbeitungsmaschine entstehen sichtbare und spürbare Polierspuren bzw. Polierriefen, welche zulässig sind.

UV-Schutz

Um einen ausreichenden UV-Schutz und ein ansprechendes Aussehen zu erreichen, muss der Rand der Isolierglasscheibe abgedeckt werden. In der Regel wird auf Position 2 von ESG oder TVG eine Teilemaillierung aufgebracht. Bei normal gekühltem Floatglas oder VSG aus normal gekühlten Floatglas erfolgt im Allgemeinen eine Beschichtung mit dem UV-beständigen Silikon des Randverbunds. Der auf ESG durchgeführte Siebdruck ist in einer hohen Qualität lieferbar, es werden jedoch längere Lieferzeiten für die Herstellung einer solchen Einheit benötigt. Die Beschichtung mit UV-beständigem Silikon ist sehr viel einfacher durchführbar, jedoch sind hier leichte Marmorierungen und unterschiedliche Schwarztöne zur Primärdichtung aus Polyisobutylen (PIB) nicht vermeidbar. Durch thermische Einflüsse ist ein absolut planparalleler Verlauf der PIB-Dichtung nicht zu erreichen. Nachdem die Flanken des Abstandhalterrahmens stellenweise sichtbar werden können, ist die Verwendung von schwarz beschichteten Profilen zu empfehlen.

Wegen der zu erwartenden thermischen Belastung ist es ggf. notwendig, vorgespannte Produkte (ESG oder TVG) zu verwenden. Bei mit dunklen Farbtönen abgedeckten VSG Einheiten sollte auch, wegen der Dauerhaftigkeit des Verbundes, auf die Oberflächentemperatur geachtet werden. [7]

3.5 Emissionsgrad ε

Jeder Körper, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, sendet (emittiert) Wärmestrahlung aus. Der Emissionsgrad eines Körpers gibt an, wie viel Strahlung er im Vergleich zu einem idealen Wärmestrahler abgibt - einem schwarzen Körper, welcher weder Strahlung hindurch lässt, noch reflektiert. Der Emissionsgrad von nicht beschichtetem Kalk-Natron-Glas liegt bei 83,7%. Bei UNIGLAS® I TOP Energiegewinngläsern ist mindestens eine zum Scheibenzwischenraum gerichtete Glasoberfläche mit hauchdünnen Beschichtungen versehen, die nahezu unsichtbar sind. Diese Schichten sind im Höchstmaß selektiv. Sie lassen Lichtstrahlen im sichtbaren Wellenlängenbereich von 380 bis 780 nm im vergleichbaren Maß durch wie nicht beschichtetes Glas, während Infrarotstrahlen im Wellenlängenbereich von 5.000 bis 50.000 nm nahezu vollständig reflektiert werden. Diese niedrig emittierende „Low-E"-Schicht senkt den nominalen Emissionsgrad bei heute üblichen Gläsern nominal auf 3% bis 8%, bei Spitzenprodukten sogar auf 1%. So wird durch die unsichtbare Schicht nur noch rund 1% der Wärmestrahlung in dem für die Beheizung der Gebäude maßgeblichen Temperaturbereich hindurchgelassen und rund 99% wieder ins Gebäude reflektiert. Weil die Wärmeverluste aus einem beheizten Raum zum überwiegenden Teil auf Wärmestrahlung beruhen, verbessert modernes Isolierglas die Wärmedämmung gegenüber nicht beschichtetem Isolierglas um rund 66%. Gleichzeitig erhöht dies die Oberflächentemperatur der Innenscheibe und damit auch das Behaglichkeitsgefühl.

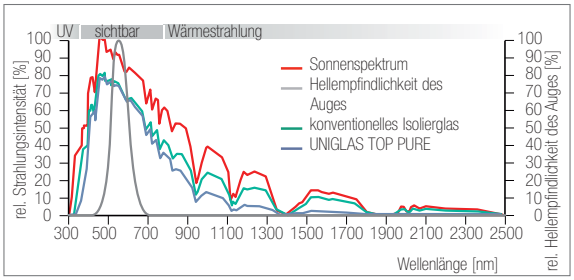
3.6 Solare Gewinne

Isolierverglasungen lassen einen beträchtlichen Anteil der Sonnenstrahlung ins Gebäude eindringen. Dort werden sie von den Wänden, Böden und Einrichtungsgegenständen, je nach Farbe mehr oder weniger stark absorbiert und als langwellige Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) wieder emittiert. Die auf diese Weise erzeugte Infrarotstrahlung, wird an der Funktionsschicht des Isolierglases nahezu vollständig reflektiert und kann den Raum nicht mehr verlassen. Das Isolierglas wird somit zum Sonnenkollektor und leistet einen signifikanten Beitrag zur Lufterwärmung in den Gebäuden. Man unterscheidet direkte und diffuse Sonnenstrahlung. Diffuse Strahlung entsteht durch Lichtstreuung an kleinsten Wasser- oder Staubpartikel in der Luft. Direkte Strahlung kann das Glas optimal passieren, wenn sie senkrecht auf das Glas trifft. Dies bedeutet, dass je nach Orientierung und Neigung der Verglasung abhängig vom Sonnenstand die solaren Energiegewinne unterschiedlich sind. Je flacher die Sonne steht, desto effektiver ist der Energieeintrag durch eine Vertikalverglasung, was in den Wintermonaten vorteilhaft ist. Der Energieeintrag aus den nach Norden orientierten Fenstern beruht lediglich aus diffuser Strahlung und ist deutlich geringer als nach den nach Osten oder Westen oder gar nach dem Süden orientierten Isoliergläsern. Diese gewünschte, kostenlose Zusatzenergie ist in den Wintermonaten vorteilhaft, muss aber stets im Zusammenhang mit den Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes gesehen werden. Hierbei spricht man auch oft vom „Treibhaus-Effekt". (siehe → Kap. 4.1)

3.7 Globalstrahlungsverteilung

Unter Globalstrahlung versteht man die Intensität der Gesamtsonnenstrahlung abhängig von Wellenlängenbereichen, deren Funktion in nachstehender Grafik abgebildet ist. Vergleicht man die Transmissionskurve der Verglasungen mit dieser Globalstrahlungsverteilungskurve, so kann man den jeweiligen Strahlungsanteil entnehmen, der durch das Glas hindurch gelassen wird. Die nicht hindurch gelassenen Strahlen werden reflektiert oder absorbiert.

Abb. 3.28: Globalstrahlung



Die Gesamtsonnenstrahlung im Wellenlängenbereich 280 - 2.500 nm teilt sich auf in ca. 53 % sichtbare und ca. 47 % nicht sichtbare Strahlung (Globalstrahlungsverteilung nach C.I.E. Publikation Nr. 20).

3.8 Lichttransmissionsgrad τ_v

Der Lichttransmissionsgrad t_v ist die Messgröße des direkt durchgelassenen sichtbaren Strahlungsanteils der Sonnenstrahlung im Bereich der Wellenlängen von 380 nm bis 780 nm, bezogen auf die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges. Der Lichttransmissionsgrad wird von der Glasdicke und von der Funktionsschicht beeinflusst. Eine 4 mm dicke Floatglasscheibe hat eine Durchlässigkeit von 90 % des sichtbaren Lichtes, Isolierglas aus 2 unbeschichteten Floatglasscheiben sowie UNIGLAS® I TOP Pure erreichen 82 %.

3.9 Strahlungstransmissionsgrad τ_e

Der Strahlungstransmissionsgrad bezieht sich auf den Durchgang der energetisch relevanten Sonnenstrahlung im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 2.500 nm und wird nach EN 410 berechnet.

3.10 Direkter Strahlungsapsorbtionsgrad α_e

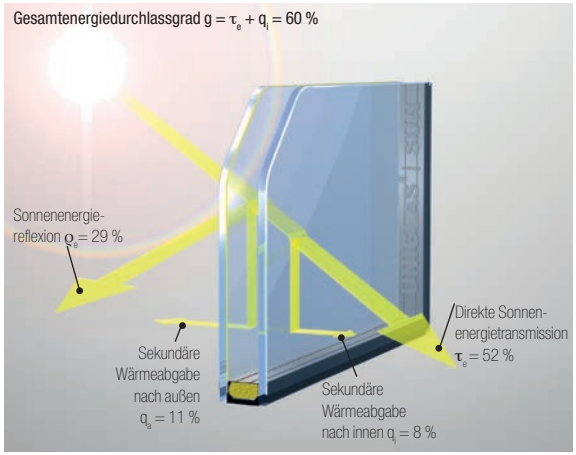
Die auf eine Glasscheibe auftreffende Strahlung wird teilweise transmittiert, reflektiert oder absorbiert. Der vom Glas absorbierte Anteil der Sonnenstrahlung im Wellenlängenbereich von 300 bis 2.500 nm wird in langwellige Infrarotstrahlung umgewandelt und führt damit zur Temperaturerhöhung der Scheibe. Diese Wärmestrahlung wird zum Teil nach außen q_a und zum Teil nach innen q_i wieder abgegeben (emittiert).

3.11 Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)

Der g-Wert (in %) ist die Summe des direkt durchgelassenen Strahlungsanteils des gesamten Sonnenspektrums τ_e (sh. 3.9) und der sekundären Strahlungsemission q_i der Verglasung nach innen. Die sekundäre Strahlungsemission ergibt sich durch Absorption der Sonnenstrahlen, die weder durch die Verglasung hindurch gehen noch reflektiert werden. Der g-Wert wird gemäß EN 410 ermittelt.

Ein geringer Gesamtenergiedurchlassgrad geht stets mit einem geringeren Lichtdurchlassgrad einher.

Abb. 3.29: Sonnenenergieverhalten an einer Isolierglasscheibe



3.12 Durchlassfaktor SC

Der Durchlassfaktor SC (shading coefficient) beschreibt das Verhältnis des Gesamtdurchlassgrads (g-Wert) der Verglasung, bezogen auf den Gesamtenergiedurchlassgrad von klarem Floatglas mit einer Nenndicke von 3 bis 4 mm.

Der Durchlassfaktor ist wesentlich zur Berechnung der notwendigen Kühllast eines Gebäudes.

In älterer Literatur findet man für den Durchlassfaktor den b-Faktor nach VDI-Richtlinie 2078. Der b-Faktor beschreibt das Verhältnis des Gesamtdurchlassgrads (g-Wert) der Verglasung bezogen auf den Gesamtenergiedurchlassgrad eines unbeschichteten Zweischeiben-Isolierglases.

$$SC = \frac{\text{g-Wert der Verglasung}}{0{,}87}$$

3.13 Allgemeiner Farbwiedergabe-Index R_a

Die Farbwiedergabeeigenschaften einer Verglasung bei Transmission werden durch den allgemeinen Farbwiedergabeindex R_a ausgedrückt. Dieser Index ermöglicht es, eine quantitative Bewertung der Farbunterschiede rechnerisch darzustellen, die sich bei direkter Beleuchtung von acht Testfarben mit der Normlichtart D65 und derselben Lichtart ergeben, wenn diese durch die Verglasung hindurch tritt.

Die Ermittlung erfolgt nach EN 410.

3.14 Lichtreflexionsgrad ϱ_V

Der Lichtreflexionsgrad ϱ_V gibt an, wie viel Prozent des sichtbaren Lichtes im Wellenlängenbereich von ca. 380 - 780 nm an der Glasscheibenoberfläche reflektiert wird. An jeder Grenzfläche von klarem Floatglas werden jeweils ca. 4% der sichtbaren Lichtstrahlen reflektiert. Das bedeutet, dass durch eine monolithische Glasscheibe 92 % der Lichtstrahlen entweder durchgehen oder absorbiert werden.

3.15 Circadianer Lichttransmissiongrad $\tau_{mel(490)}$

Circadiane Systeme (lateinisch: circa „ungefähr“ dia „Tag“) beschreiben den Tag/Nacht-Rhythmus von Organismen. Der hauptsächliche Zeitgeber für den Circadian von Organismen ist das Licht. Beim Menschen wird der Circadian vom Melatoninstoffwechsel bestimmt. Neueste Forschungen belegen, dass das schläfrig machende Melatonin erst durch eine hinreichende Menge Lichtes im Wellenlängenbereich von 400 bis 590 nm durch leistungsförderndes Serotonin ersetzt wird. Die höchste melanoptische Wirkung wird jedoch nicht etwa mit dem Maximum des Taglichtsehens bei λ = 555 nm erreicht, sondern verschiebt sich zur Wellenlänge $\lambda \approx$ 490 nm. [Quelle: DIN SPEC 5031-100:2015-08]

Daher genügt es nicht, den maximalen Lichtdurchgang lediglich an der Hellempfindlichkeit des Auges festzumachen. Zur Beschreibung der durch eine Verglasung hindurchgelassenen Lichtmenge muss künftig auch die Qualität des Lichtes im Bereich des Maximums der melanoptischen Wirkung bei $\tau_{mel(490)}$ benannt werden.

3.16 UV-Transmissionsgrad

Der UV-Transmissionsgrad ist der Durchlassgrad im Wellenlängenbereich von 280 nm bis 380 nm, bezogen auf die in diesem Bereich einfallende Sonneneinstrahlung (EN 410).

3.17 Selektivitätszahl S

Die Selektivitätszahl S wird aus dem Quotienten zwischen Lichttransmission τ_v (sh. 3.8) und Gesamtenergiedurchlassgrad g (sh. 3.11) ermittelt. Je höher die Zahl S, desto günstiger ist das Verhältnis. Das derzeit erreichbare Maximum von 2,22 wird mit UNIGLAS® I SUN 60/27 erreicht.

$$S = \frac{\text{Lichttransmission } \tau_v}{\text{g-Wert}}$$

3.18 UNIGLAS® I SLT

Es ist nicht zweckmäßig, alle Produktvarianten in einer Isolierglasübersicht darzustellen. Anforderungen an den Schall-, Objekt- oder Sonnenschutz führen zu unterschiedlichen Konstruktionen. Hinzu kommen planmäßige Einwirkungen aus Wind und Schnee, welche zusätzlich die Glasdicke beeinflussen.

Auf Grund der Eigenfarbe von Glas verändern sich die zuvor beschriebenen solar- und lichttechnischen Werte entsprechend. Teil 5 der Produktnorm für Isolierglas (EN 1279) gibt die Regeln für die Konformitätsbewertung vor. Kapitel 4.3.2.12ff dieser Norm schreiben ausdrücklich die rechnerischen Ermittlungen des Wärmedurchgangskoeffizienten nach EN 673 und der solar- und lichttechnischen Werte nach EN 410 vor. Messergebnisse nach EN 674 oder EN 675 dürfen nur dann verwendet werden, wenn die Berechnung des U_g-Wertes nicht möglich ist.

Allen UNIGLAS®-Gesellschaften steht ein vom ift Rosenheim validiertes Rechenprogramm zur Verfügung, mit dem sie für jeden individuellen Glasaufbau entsprechende Werte ermitteln können. Zeitaufwändig zu erstellende Prüfzeugnisse oder gutachtliche Stellungnahmen entfallen damit.

3.19 Sommerlicher Wärmeschutz

Nach den Bestimmungen der EnEV ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN V 18599 oder nach dem für Wohngebäude optional zulässigen vereinfachten Verfahren nach DIN 4108-2 zu führen. Damit soll sichergestellt werden, dass Räume durch eine Verglasung im Sommer nicht zu stark aufgeheizt werden.

Abb. 3.30: Sommerlicher Wärmeschutz mit UNIGLAS® I SHADE



Der Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz g_{tot} kann vereinfacht nach Gleichung berechnet werden. Alternativ kann das Berechnungsverfahren für g_{tot} nach DIN V 4108-6, Anhang B verwendet werden.

$$g_{tot} = g \cdot F_c$$

Für die Einflussfaktoren unterschiedlicher Sonnenschutzmaßnahmen auf die Verglasung bietet Tabelle 7 in der DIN 4108-2 vorgeschriebene Abminderungsfaktoren F_c.

Bei größer werdenden Glasflächenanteilen in der Außenhaut von Gebäuden ist eine Verwendung von UNIGLAS® I SUN, UNIGLAS® I SHADE oder UNIGLAS® I VARIO sinnvoll, um den Sonneneinwirkungskennwert deutlich nach unten abzusenken. (siehe → Kap. 6)

3.20 Interferenz-Erscheinungen

Bei Anordnung mehrerer Floatglasscheiben hintereinander, also auch beim Isolierglas, kann es aufgrund der absoluten Planparallelität der Scheiben bei bestimmten Lichtverhältnissen zu Interferenz-Erscheinungen auf der Fläche kommen. Dies können regenbogenartige Flecken, Streifen oder Ringe sein, die bei Druck auf die Verglasung ihre Lage verändern.

Diese Interferenzen sind rein physikalischer Natur und hängen mit Lichtbrechung und Überlagerungserscheinungen zusammen. Sie sind selten und stets von den Lichtverhältnissen, oder Lage der Verglasung und dem sich daraus ergebenden Lichteinfallswinkel abhängig. Dabei treten sie selten in der Durchsicht von innen nach außen auf, sondern wenn, dann in der Reflexion von außen. Solche Erscheinungen sind deshalb kein Mangel, sondern vielmehr Beleg für absolute Planparallelität der verwendeten Floatgläser, die damit eine verzerrungsfreie Durchsicht gewährleisten.

3.21 Isolierglas-Effekt

Der Scheibenzwischenraum eines Isolierglases ist hermetisch von der Außenwelt abgeschlossen. Der Gasdruck im Scheibenzwischenraum entspricht dem zum Zeitpunkt der Produktion vorherrschenden Luftdruck. Atmosphärische Luftdruckschwankungen,

Isolierglas-Terminologie

Abb. 3.31: Isolierglas-Effekt



Transporte in andere geodätische Höhenlagen sowie Temperaturänderungen lassen die Außenscheiben aus- oder einbauchen. So entstehen trotz absolut ebener Einzelscheiben unvermeidlich verzerrte Spiegelbilder.

Dieser Effekt ist abhängig von der Scheibengröße und -geometrie, der Breite des SZR sowie davon, ob es sich um ein Zwei- oder Dreifach-Isolierglas handelt. Beim Dreifach-Isolierglas bleibt die mittlere Scheibe nahezu unverformt. Die beiden SZR wirken vereinfacht dargestellt, wie ein einziger, entsprechend breiter SZR (Summe der Einzelbreiten). Somit verstärkt sich die Wirkung auf die Außenscheiben signifikant. Diese Verformungen sind systemimmanent und stellen keinen Mangel dar. Sie sind der Beleg für die Dichtheit der Isolierglaseinheit.

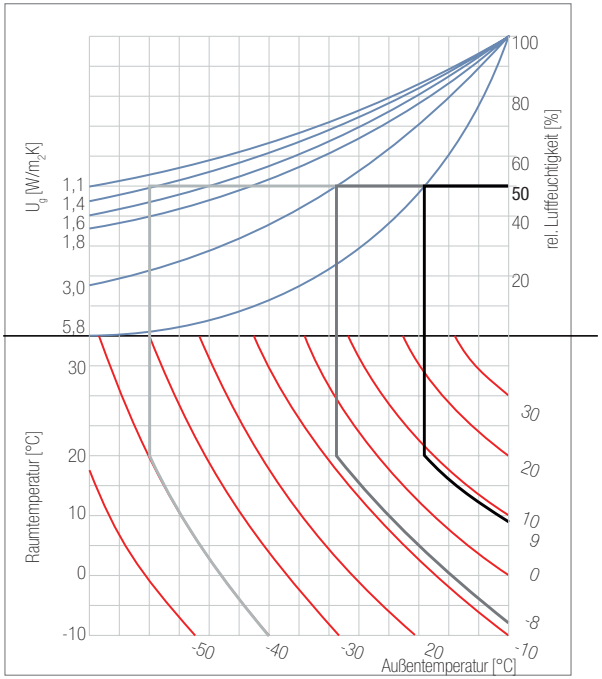
3.22 Taupunkt-Temperatur

Kondensatbildung auf der Innenseite der Verglasung

Der U-Wert einer Verglasung beeinflusst die raumseitige Oberflächentemperatur Θ_{si} eines Isolierglases und damit das Behaglichkeitsempfinden und eine mögliche Feuchtekondensation (in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz Θ_i-Θ_a zwischen Innenraum Θ_i und Außenraum Θ_a). Luft enthält stets einen gewissen Anteil Wasserdampf, kann aber in Abhängigkeit von der Temperatur nur eine begrenzte Menge davon aufnehmen. Je geringer die Temperatur, desto weniger Wasserdampf kann gebunden werden. Wird die Grenztemperatur (Taupunkt) unterschritten, fällt Wasser aus (Kondensation). Die in der Luft enthaltene Wassermenge wird im Verhältnis zur Sättigungsmenge als relative Feuchte ausgedrückt. Auf diese Weise kann es z.B. an einem Bauteil, welches eine Oberflächentemperatur von 9 °C hat, bei einer Raumtemperatur von 21 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % zum Ausfall von Kondensat kommen, weil die absolute Menge an Wasserdampf unverändert bleibt. Ob es tatsächlich zum Ausfall von Wasser kommt, hängt auch von Luftbewegung und Luftführung ab. Art und Einbaulage des Fensterrahmens in den Mauernischen. Vorhänge usw. beeinflussen den Kondensationseffekt.

Ein kurzzeitiges Auftreten von Kondensat ist unbedenklich. Durch Stoßlüftung wird die feuchte Luft gegen trockene Außenluft ausgetauscht ohne dabei die Oberflächentemperaturen der Bauteile abzusenken. Die ursprüngliche Raumlufttemperatur bei abgesenkter relativer Raumluftfeuchte stellt sich rasch wieder ein.

Abb. 3.32: Taupunktdiagramm (nach DIN 4701)



Kondensatbildung auf der Außenseite der Verglasung

In den Übergangszeiten besonders an Tagen mit klaren, windstillen und kalten Nächten ist bei modernem Isolierglas mit niedrigen U_g-Werten häufig Kondensat an der Außenoberfläche festzustellen. Besonders gefährdet sind Fenster die ungeschützt zum Nachthimmel zeigen. Durch die Temperaturabstrahlung der Außenscheibe in den Nachthimmel und gegen kalte Flächen kann die Oberflächentemperatur der Außenscheibe unter die Umgebungstemperatur absinken. Dieser Effekt wird umso wahrscheinlicher, je niedriger der Wärmestrom aus dem Innenraum durch das Isolierglas ist. Ein niedriger U_g-Wert bietet hierfür die ideale Voraussetzung. Bei entsprechend hoher Luftfeuchtigkeit wird der Taupunkt an der Außenscheibe unterschritten und es kommt zu Kondensat auf der Außenscheibe.

Dieses Phänomen stellt keineswegs einen Mangel dar, sondern ist vielmehr der Beweis für die exzellente Wärmedämmung des Isolierglases.

3.23 Pflanzenwachstum hinter modernem Isolierglas

Frühere Studien belegen, dass Pflanzenwachstum hinter Wärme- und Sonnenschutzglas per se gut funktioniert. Neuere Untersuchungen unter der Leitung von Prof. Dr. Ulbrich am Institut Chemie und Dynamik der Geosphäre – Phytosphäre am Forschungszentrum in Jülich zeigen jedoch, dass die Bedeutung des Blaulichtanteils lange unterschätzt wurde. Die Erhöhung des kurzwelligeren Lichtstrahlungsanteils einer Verglasung wirkt sich messbar günstig auf die Photosynthese aus. Die Dichte der Blätter bezogen auf deren Fläche erhöht sich und die Bildung des Vitalstoffes Chlorophyll wird verstärkt. Die spezielle Beschichtung des Glases bei UNIGLAS® | VITAL Wohlfühlglas verschiebt den maximalen Lichtdurchgang deutlich in den Blaulichtbereich, ohne dabei den Gesamtlichtdurchgang zu reduzieren. Somit stellt UNIGLAS® | VITAL Wohlfühlglas eine optimierte Verglasung für den Wintergarten dar und ist Garant für ein kräftigeres Pflanzenwachstum. Die Blätter färben sich stärker ein. Auf die erforderliche standortgerechte Planung der Begrünung, bei der die Aspekte des Neigungswinkels der Verglasung, des variierenden Sonnenstandes im Tagesverlauf, der Lüftung und der Wärmebelastung hinter Glas ebenso zu berücksichtigen sind wie die artgerechte Bewässerung der Pflanzen, wird ausdrücklich hingewiesen.

Besonders interessant wird die Wirkung von UNIGLAS® | VITAL Wohlfühlglas als lichtstreuende Variante beim Bau von Gewächshäusern. Durch die erhöhte Blattdichte, sowie den höheren Anteil von Chlorophyll können z.B. bei Heilkräutern Wirkstoffe in dem Maße entfaltet werden, wie es bislang bei einer Aufzucht hinter Glas nicht möglich war.

Abb. 3.33: Pflanzenwachstum im Gewächshaus



3.24 Elektromagnetische Dämpfung

Elektrische Geräte oder Anlagen, Hochspannungsleitungen, Sendeanlagen, aber auch Mobilfunkeinrichtungen emittieren elektromagnetische Wellen. Die Elektronik und damit auch die Belastung durch elektromagnetische Felder um uns herum nehmen stetig zu. Um elektromagnetische Strahlung im Gebäudeinneren zu reduzieren, muss auch das Bauteil Fenster einen wirkungsvollen Beitrag leisten. Bereits durch das Aufbringen von Low-E-Schichten wird eine teilweise Absorption und Reflexion der elektromagnetischen Wellen erreicht.

Der technische Terminus „Schirmung“ drückt in diesem Zusammenhang aus, welche Dämpfung in Dezibel (dB) erreicht wird, respektive welcher Wirkungsgrad bei welcher Maßnahme in Prozent erreicht werden kann. Dabei bewirkt eine Schirmdämpfung von 20 dB eine Reduzierung der so genannten Leitungsflussdichte auf 1 %. Also erreicht eine Dämpfung von 20 dB eine Verringerung des vorhandenen Elektrosmogs um 99 %. Maßgeblich hierfür ist sowohl die Reflexion als auch die Absorption.

Die Einstellung auf die geforderten Schirmdämpfungswerte kann im Einzelfall durch einen speziellen Glasaufbau erreicht werden. Dies erfordert frühzeitige Abstimmung schon vor der Ausschreibungsphase.

In Flughafennähe können Falschsignale, die durch Reflexion der Radarsignale an der Gebäudefassade entstehen, zu Beeinträchtigungen des Flugverkehrs führen.

In diesen Bereichen wird seitens der Flugsicherung eine Dämpfung der reflektierenden Radarstrahlen zwischen 10 dB und 20 dB, je nach Gebäudelage und -größe gefordert. Dieses Ziel wird durch spezielle Glasaufbauten erreicht.

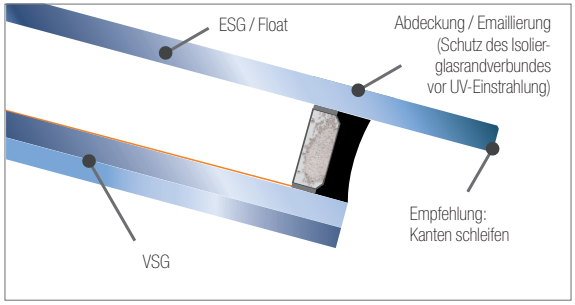
Da in aller Regel auch Funktionen des Wärmeschutzes, Sonnenschutzes, Schallschutzes usw. zu erfüllen sind, können die Aufbauten nur individuell objektbezogen bestimmt werden. Die Glas-Spezialisten der UNIGLAS® erarbeiten gemeinsam mit dem Planer, Fassaden- bzw. Fensterhersteller die optimale Lösung. Dabei sind folgende Fragen zu klären:

- Was ist abzuschirmen?
- Welche Frequenzbereiche sind wie hoch zu dämpfen?
- Wie werden die Potenzialverbindungen zwischen dem Fenster und dem Glas realisiert? Ist hierzu ein spezieller Randverbund erforderlich?
- Welche weiteren Funktionen soll das Glas erhalten?

3.25 Stufenisolierglas

Das Isolierglas mit einseitiger Stufe (überstehender Oberscheibe) für den Einsatz im Dachbereich, in Sheddächern, Wintergärten u. ä. macht aufwendige Dachkonstruktionen überflüssig und ermöglicht geringe Dachneigungen, bei denen keine Verglasungsprofile einen Wasserstau herbeiführen. Der dabei freiliegende Isolierglas-Randverbund kann in unterschiedlicher Art vor UV-Einstrahlung geschützt werden: Edelstahl- oder Siebdruckabdeckungen, Metallisierungsstreifen oder UV-beständige Dichtstoffe (Silikon etc.) für die Sekundärdichtung des Isolierglases.

Abb. 3.34: Stufenisolierglas

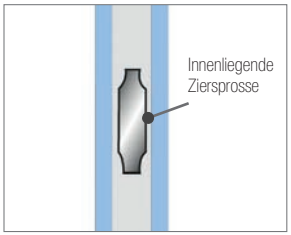


3.26 Dekoratives Isolierglas

Wünsche an optische Gestaltungen von Isolierglasscheiben, aber auch technische Anforderungen haben eine Reihe von dekorativen Isolierglas-Varianten entstehen lassen, die aus dem heutigen Produktangebot nicht mehr wegzudenken sind.

■ Isolierglas mit Sprossen

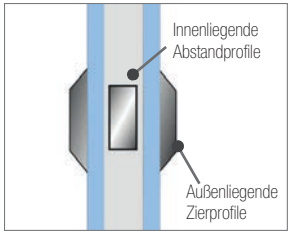
Abb. 3.35: Sprosse im Isolierglas



Fenster im Landhausstil sind nach wie vor im Trend. Allerdings sind die Wärmeverluste kleinformatiger Isolierglasscheiben in echten Sprossenfenstern deutlich erhöht. Aus diesem Grund bieten moderne Isolierglasprodukte innenliegende oder auch aufgesetzte Sprossen als Alternative. Die innenliegenden Sprossen bieten dabei neben einer Vielfalt an Farben, Breiten und Aufteilungsmöglichkeiten durch die Integration in den Scheibenzwischenraum eine absolute Pflegefreiheit und Langlebigkeit. Die Verglasung bleibt außen wie innen eben.

Eine zweite Möglichkeit, um noch näher an die Originaloptik heranzureichen, sind die so genannten „Wiener Sprossen“ (Scheinsprossen). Dabei wird die großflächige Isolierglasscheibe im SZR durch Profile, die dem Abstandhalterrahmen ähnlich sind, in gewünschter Sprossenaufteilung unterteilt. Die fertige Isolierglas-Einheit wird dann auf den beiden äußeren Glasoberflächen mit „Sprossenprofilen“ versehen und somit ein visueller Eindruck erreicht, der Fenstern mit Echtsprossen sehr nahe kommen. Diese Art Fensterelemente haben gegenüber klassischen, kleinscheibigen echten Sprossenfenstern den Vorteil, dass sie, bedingt durch den geringeren Anteil des Randverbundes im Verhältnis zur Glasfläche, eine erhebliche Verbesserung des U-Wertes darstellen (siehe → Kap. 4.1.1).

Abb. 3.36: Wiener Sprosse



Auch hierbei sind in Farbwahl, Breiten und Fensterunterteilung vielfältige Spielmöglichkeiten gegeben.

■ Isolierglas mit Bleiverglasung

Es ist möglich klassische Bleiverglasungen als fertiges Element im Isolierglas-Scheibenzwischenraum zu integrieren und so dauerhaft vor Witterungs- und mechanischer Beschädigung zu schützen. Derartige Fensterverglasungen werden in Kirchen, aber auch in privaten Bereichen, eingesetzt. Dabei lassen sich von Künstlern über farbige Glasstücke und Bleiruten, wie seit Jahrhunderten in Handarbeit verlötet, dekorative Bilder als Scheibeneinheit gestalten, die anschließend von modernem Isolierglas umschlossen zur Anwendung gelangen und so wartungsfrei über viele Jahre ihre ästhetische Wirkung ausstrahlen können.

Abb. 3.37: Anwendungsbeispiel



Isolierglas-Terminologie

- **Isolierglas mit dekorativer Gestaltung einer der beiden Glasflächen**

Eine weitere Möglichkeit, um den ganz persönlichen Geschmack bei der Fensterverglasung zu verwirklichen, ist die ganz- oder teilflächige Bearbeitung einer der Isolierglasscheiben. Dabei werden Ätz- oder Sandstrahltechniken sowie Glasfusing zum Einsatz gebracht. Während bei den beiden erstgenannten neben der handwerklichen Herstellung zwischenzeitlich auch teilautomatisierte Verfahren entwickelt wurden, ist das Glasfusing nach wie vor rein handwerklich orientiert. Diese alte Kunst des „Glas in Glas-Schmelzens" erfährt seit einigen Jahren eine Renaissance. Die reliefartige Gestaltung von Glasfusing-Bildern bietet ästhetische Reize und interessante Lichtbrechungseffekte, die, mit modernem, wärmedämmendem Isolierglas verbunden, den Reiz des Besonderen mit der modernen Verglasungstechnik verbindet. Ähnliches gilt auch für ein- und mehrstufige Ätzdekore sowie sandgestrahlte Gläser, bei denen nicht auf, sondern geringfügig in die Glasoberfläche hinein gestaltet wird, ohne jedoch die mechanische Festigkeit der Scheibe zu beeinträchtigen.

- **Isolierglas mit gewölbter Oberfläche**

Bei klassischen Sprossenfenstern werden vereinzelt noch gewölbte Gläser gewünscht. Die gewölbten Scheiben werden in speziellen Öfen geformt und mit einer Gegenscheibe zu Isolierglas verbunden. Dabei können sowohl eine als auch beide Scheiben des Isolierglases mit gewölbten Scheiben ausgeführt sein. Da die Wölbung zu den Rändern hin abnimmt, werden die Randanschlüsse sowohl bei der Isolierglas-Herstellung als auch bei der Verglasung wie bei planem Isolierglas ausgeführt.

- **Gebogenes Mehrscheiben-Isolierglas**

Sh. Kapitel 2.9

3.27 Glasdicken-Dimensionierung

Auf die Verglasungen wirken verschiedene Lasten, die über die flankierenden Bauteile abzutragen sind. Neben der Eigenlast des Glases wirken in der Gebäudehülle Windlasten, bei absturzsichernden Verglasungen zusätzlich Holmdrucklasten, bei Horizontalverglasungen Schnee und Eislasten auf die Verglasung ein, die bei Isolierglas durch den hermetischen Abschluss des Scheibenzwischenraumes mit den Klimalasten zu überlagern sind. Das Sicherheitskonzept für Tragwerksplanungen (statische Berechnungen) sowie die Einwirkungen auf die Tragwerke sind inzwischen weitgehend harmonisiert. So gilt hierfür die EN 1990 für das Sicherheitskonzept und die EN 1991-1-1 bis 4 für die Einwirkungen einschließlich den unterschiedlichen nationalen Anhängen zu beachten.

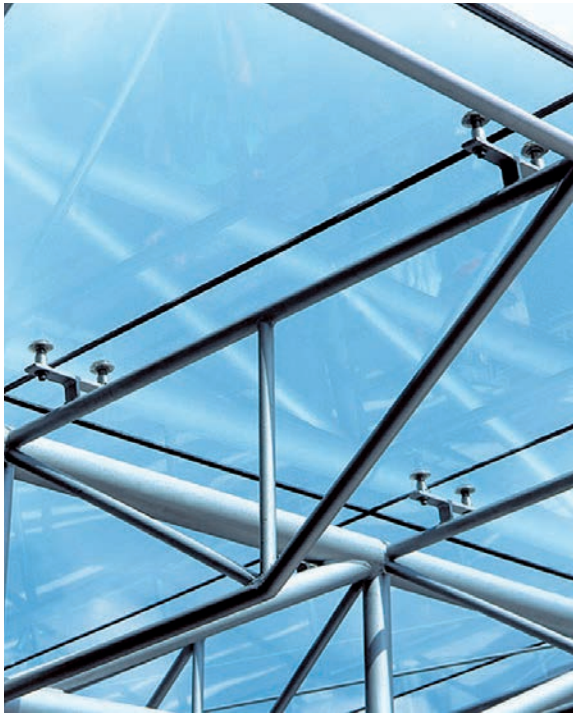
Die Konstruktionsregeln und Hinweise zur Glasbemessung unterscheiden sich nach wie vor innerhalb der europäischen Union. So ist in z.B. in Österreich die ÖNORM B 3716-1 bis 5 einschließlich Beiblatt 1 zu beachten, während in Deutschland die DIN 18008-1 bis -6 gilt.

Aus Gründen der Verpflichtung umfangreiche Nachweise zu führen, können sich die in dieser Publikation angegebenen Maximalabmessungen rein auf die Produktionsmöglichkeit beziehen und geben keine Aussage über die statischen Eignungen. Die Tragfähigkeitsnachweise bei genehmigungspflichtigen Bauten dürfen nach § 66 MBO nur von Personen mit einem berufsqualifizierenden Hochschulabschluss, eines Studiums der Fachrichtung Architektur, Hochbau oder des Bauingenieurwesens mit einer mindestens dreijährigen Berufserfahrung geführt werden.

Grundsätzlich ist der Besteller von Glasprodukten für die korrekte Dimensionierung der Scheiben verantwortlich.

Bei Glasdicken, die von UNIGLAS®-Gesellschaften angegeben werden, handelt es sich stets um unverbindliche Empfehlungen.

Abb. 3.38: Anwendungsbeispiel



Wärmedämmung / Energiegewinnung



4

4.1	Grundlagen	124
4.1.1	Randverbund-Systeme	126
4.1.2	Nenn- und Bemessungswerte bei Glas und Fenster	128
4.2	UNIGLAS®-Produkte zur Wärmedämmung	130
4.2.1	UNIGLAS® I TOP Energiegewinnglas	130
4.2.2	UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas	130
4.2.3	Heat Mirror™	133
4.2.4	UNIGLAS® I PANEL Vakuumisolierung	133
4.2.5	Allgemeine Hinweise	134

4.0 Wärmedämmung / Energiegewinnung

4.1 Grundlagen

Energieeffizientes Bauen steht heute im Fokus sowohl beim Neubau als auch in der Renovation. Das dient der Reduzierung des Energieverbrauches, um einerseits Primärenergieressourcen zu sparen und andererseits vor allem die CO_2-Emissionen zu reduzieren und somit dem Treibhauseffekt entgegenzuwirken.

Parallel zu dieser Entwicklung des Energiebewusstseins stieg in den letzten zwei Jahrzehnten aber auch das Bedürfnis, Lebens- und Arbeitsbereich stärker mit der Außenwelt zu verbinden und mehr lichtdurchflutete Innenräume zu schaffen. Dies lässt sich nur mit energetisch hochwertigen Verglasungen realisieren, die in diesem Zeitraum stetig optimiert wurden.

Vor 40 Jahren waren in vielen Regionen Deutschlands bei den Gebäuden häufig Einfach-Verglasungen mit U_g-Werten von 5,8 W/m²K vorzufinden. Nach der so genannten „Ölkrise" von 1973 wurde die erste Wärmeschutzverordnung verabschiedet, womit in allen Teilen Deutschlands Isoliergläser mit einem U_g-Wert von 3,0 W/m²K zum Standard wurden. Die Entwicklung der Isoliergläser wurde stetig vorangebracht, sodass heute beim Zweifach-Isolierglas ein U_g-Wert von 1,1 W/m²K und beim Dreifach-Isolierglas ein U_g-Wert von 0,5 W/m²K bei einem Aufbau von 4:-18-4-18-:4 mm (d = 48 mm) mit Argonfüllung üblich sind. Der Einsatz von Doppelsilberschichten und für die Anwendung auf der raumseitigen Außenoberfläche zugelassenen pyrolytischen Funktionsschicht ermöglichen heute die Herstellung eines Zweifach-Isolierglases mit einem U_g-Wert von bis zu 0,9 W/m²K. Auch hier kann auf das, in der Luft in extrem geringen Mengen, vorhandene Edelgas Krypton oder Xenon verzichtet werden.

Moderne Isoliergläser erhalten ihre hervorragende Wärmedämmeigenschaft durch die Kombination von Edelgasfüllungen – in der Regel Argon, in Ausnahmefällen Krypton im SZR – und einer hauchdünnen, nahezu unsichtbaren durch Metalloxid geschützten Silberschicht auf einer der dem Scheibenzwischenraum (SZR) zugewandten Glasflächen. Die Schichten werden im Magnetron-Verfahren aufgebracht. Das Silber bewirkt, dass langwellige Wärmestrahlung nahezu vollständig reflektiert wird.

Abb. 4.1: Edelmetallbeschichtung

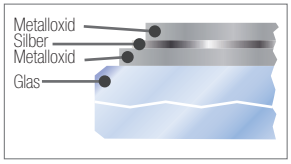
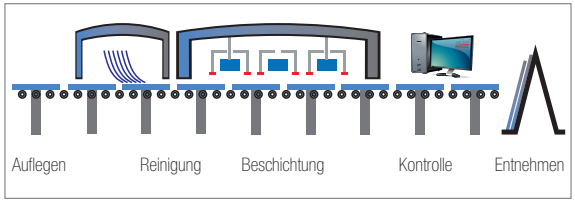
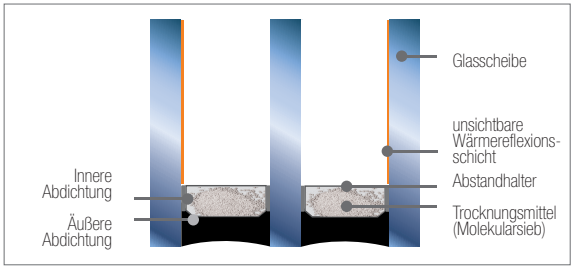


Abb. 4.2: Magnetron-Verfahren (Schematische Darstellung)



Im SZR eingeschlossen ist diese Schicht dauerhaft vor mechanischen und klimatischen Einflüssen geschützt. Sie ist farbneutral und nahezu unsichtbar. In der Regel wird die beschichtete Scheibe auf der dem Innenraum zugewandten Seite zum SZR hin verglast. Bei Dreifach-Isolierglas-Einheiten sind beide äußeren Scheiben zum SZR hin beschichtet.

Abb. 4.3: Dreischeibiger Isolierglas-Aufbau



Mit der exzellenten Wärmedämmung dieser Scheiben erhöht sich gleichzeitig das Behaglichkeitsgefühl im Raum, besonders in Fensternähe. Denn gegenüber Verglasungen aus nicht beschichteten Isolierglas liegt die Temperatur der raumseitigen Scheibe aufgrund der reflektierten Wärmestrahlung deutlich höher.

Modernes Wärmedämm-Isolierglas eliminiert das in Fensternähe, gerade in kalten Jahreszeiten, empfundene Zug- und Kältegefühl. Das kommt auch den Pflanzen auf der Fensterbank zu Gute.

Tab. 4.1: Oberflächentemperatur bei 20 °C Raumtemperatur [°C]

Außenlufttemperatur [°C] Glasart	0	-5	-11	-14
Einfachglas, U_g = 5,8 W/m²K	+6	+2	-2	-4
2-fach-Isolierglas, U_g = 3,0 W/m²K	+12	+11	+8	+7
2-fach-Isolierglas beschichtet, U_g = 1,1 W/m²K	+17	+16	+15	+15
3-fach-Isolierglas beschichtet, U_g = 0,7 W/m²K	+18	+18	+17	+17

4.1.1 Randverbund-Systeme

Die Isolierglas-Randbereiche stellen mit den Abstandhalterprofilen eine Wärmebrücke gegenüber der Scheibenfläche dar. Aus diesem Grund haben sich bei allen Funktions-Isoliergläsern in den letzten Jahren Abstandhaltersysteme mit dem wärmetechnisch verbesserten Randverbundsystem UNIGLAS® | TS THERMO SPACER, UNIGLAS® | STAR^{TPS}, sowie UNIGLAS® | STAR^{FLS} etabliert und lösen das bisher übliche Aluminiumprofil mehr und mehr ab. Mit dieser Entwicklung wird Kondensatbildung im Übergangsbereich zum Fensterrahmen deutlich seltener.

Abb. 4.4:
Aluminium-Abstandhalter

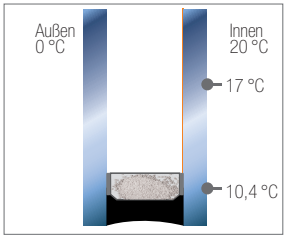
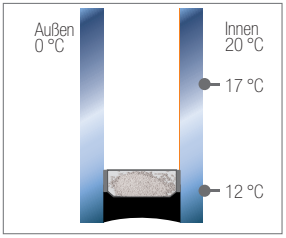


Abb. 4.5:
„warm edge“-Abstandhalter



Erreicht wird diese verbesserte thermische Trennung der einzelnen Scheiben im Isolierglasrandverbund durch unterschiedliche Ansätze, die sich im Markt verbreitet haben:

- **Konventionelle Abstandhaltersysteme aus Hohlprofilen**
  - **Edelstahl**

    Edelstahlprofile ersetzen das Aluminium, weil Edelstahl eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit als Aluminium aufweist. Durch die höheren Festigkeitswerte von Edelstahl gegenüber Aluminium lassen sich zudem deutlich dünnere Profilwandstärken realisieren, was zu einer weiteren Reduzierung der direkten Wärmeleitung beiträgt.

  - **Kombination aus Kunststoff mit Edelstahl mit Aluminium oder reine Kunststoffsysteme**

    Kunststoff mit seinen ausgezeichneten wärmedämmenden Eigenschaften allein ist nicht genügend gasdiffusionsdicht, so dass er in Kombination mit Edelstahl, Aluminium oder mehrlagige, beschichtete Folien diese Eigenschaft erhalten muss, um die Langlebigkeit des Isolierglases zu gewährleisten.

- **Flexible Abstandhaltersysteme mit integriertem Trocknungsmittel**

Bei diesen Isolierglassystemen werden die Hohlkammerprofile durch elastische oder plastische Materialien mit integriertem Trocknungsmittel ersetzt, die zugleich für eine Optimierung der Ψ-Werte sorgen und damit zu den besseren U_w-Werten führen.

Die Verformbarkeit des Abstandhalterprofils ermöglicht nicht nur außergewöhnliche Sonderformen von Isoliergläsern, sondern reduziert bei Pumpbewegungen die Spannungen im Randverbundbereich, sowohl beim Glas als auch beim Sekundärdichtstoff. Die geringe stationäre Wärmeleitfähigkeit der Materialien garantiert minimale Wärmeverluste am Isolierglasrand bei edlem Design. Zur Differenzierung zu den Isolierglassystemen mit Hohlprofilen werden die Systeme mit flexibler Kante als UNIGLAS® | STAR bezeichnet.

- **UNIGLAS® | STAR^{FLS}**

  Hierbei handelt es sich um einen Silikonschaum, der mit einer mehrlagigen und beschichteten Folie geringer Wärmeleitfähigkeit als Dampfbremse überzogen ist. Die Flanken zwischen dem Silikonschaum und dem Glas werden mit einer zusätzlichen Primärdichtung aus Polyisobutylen abgedichtet. Bei der UNIGLAS GmbH & Co. KG wird dieses System sowohl bei gebogenem, wie auch planem Isolierglas eingesetzt. Durch die Applikation mittels Roboter bei den planen Isoliergläsern der Gattung UNIGLAS® | STAR^{FLS} ist der geradlinige und bei Dreifach-Isolierglas der parallele Verlauf der Abstandhalter bei exakter Eckausbildung gewährleistet. Der Abstandhalter wird bis zu Breiten von 20 mm unterbrechungsfrei appliziert.

- **UNIGLAS® | STAR^{TPS}**

  Bei diesem System wird das herkömmliche Profil durch ein heiß extrudiertes, plastisches Spezialgemisch auf der Basis von Polyisobutylen ersetzt, das bei der Produktion zwischen die Scheiben gebracht wird. Durch die Applikation mittels Roboter ist bei den Isoliergläsern der Gattung UNIGLAS® | STAR^{TPS} der geradlinige und bei Dreifach-Isolierglas der parallele Verlauf der Abstandhalter bei exakter Eckausbildung gewährleistet. Dabei kann der Roboter Toleranzen aus den Basisglaserzeugnissen ausgleichen und somit die Abweichungen der Gesamtdicke des Isolierglases auf ein absolutes Minimum begrenzen. Der Abstandhalter wird bis zu Breiten von 20 mm unterbrechungsfrei appliziert und durch ein patentiertes Verfahren gasdicht verschlossen. Durch den Wegfall von 2 Grenzflächen bei Zweifach- und 4 Grenzflächen bei Dreifach-Isolierglas sowie die kontrollierte elastische Verformungsmöglichkeit des Systems ergibt sich ein außerordentlich dichtes Isolierglassystem.

Die Vielfalt der Produkte innerhalb der angebotenen Systeme, auch unter der Berücksichtigung der Verglasungssituation, ist groß und erbringt im direkten Vergleich eine mehr oder weniger starke Beeinflussung des Ψ-(PSI)-Wertes (siehe → Kap. 3.2). Die Vor- und Nachteile zwischen den einzelnen Systemen sind, je nach Anwendungsfall, sorgfältig abzuwägen.

Ihr UNIGLAS®-Partner hat bereits eine Vorauswahl des Systems getroffen, die er auf zahlreiche Prüfungen im Sinne eines nachhaltigen und langlebigen Produktes stützt.

Bei der Ermittlung des U_w-Wertes (Fenster-U-Wert) berücksichtigen die Tabellenwerte F.3 und F.4 in der EN ISO 10077-1 einen pauschalen Abschlag für die wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltersysteme. Das exakte Berechnungsverfahren ist in Kapitel 3.2 beschrieben.

4.1.2 Nenn- und Bemessungswerte bei Glas und Fenster

Bei den für Isolierglas angegebenen Nennwerten U_g- wie auch U_w-für Fenster handelt es sich um Herstellerangaben, die für das in Verkehr bringen der Produkte gültig sind. Für die Anwendung am Bau sind in Deutschland „Bemessungswerte" zu ermitteln und in Leistungserklärungen zu deklarieren. Der Korrekturwert für das Glas ΔU_g ist aus Tabelle 10 der DIN 4108-4:2013-02 zu entnehmen. Bei anderen Ländern sind die eventuell gültigen nationalen Bestimmungen zu beachten. Bei der Berechnung des $U_{w,BW}$ (Bemessungswert des Fensters ist ΔU_w nach Tabelle J.1 aus EN 14351-1:2006+A1:2010, Anhang J zu berücksichtigen. Alternativ können die U-Werte auch analytisch ermittelt werden. (vgl. 3.2)

- **Verglasungen**
  Bemessungswert

$$U_{g,BW} = U_g + \Delta U_g$$

Dabei ist ΔU_w =

+ 0,1 W/m²K bei einfachem Sprossenkreuz im SZR

+ 0,2 W/m²K bei mehrfachem Sprossenkreuz im SZR

- **Fenster**
  Bemessungswert

$$U_{w,BW} = U_w + \Delta U_w$$

Tab. 4.2: Wärmedurchgangskoeffizient für Sprossenfenster

Abb.	Beschreibung	ΔU_w [W/m²K]
4.6	Befestigte Sprosse(n)	0,0
4.7	Einfache Kreuzsprosse im Mehrscheiben-Isolierglas	0,1
4.8	Mehrfach Kreuzsprossen im Mehrscheiben-Isolierglas	0,2
4.9	Fenstersprosse(n)	0,4

Abb. 4.6

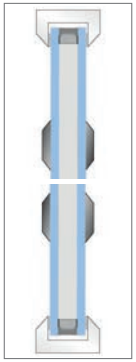


Abb. 4.7

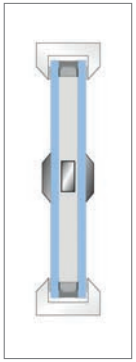


Abb. 4.8

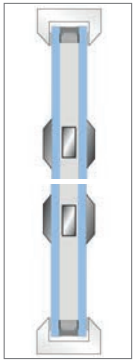
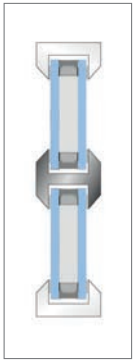


Abb. 4.9



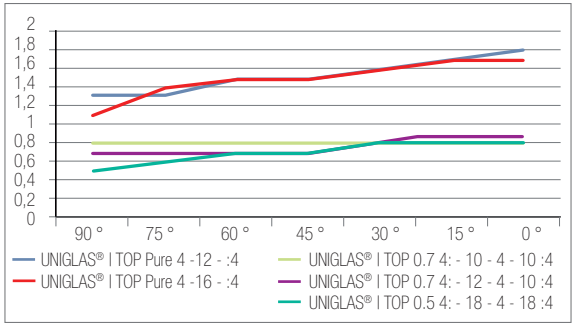
Neben dem Einbau von Sprossen hat auch die Neigung der Verglasung Einfluss auf den U_g- und damit auf den U_w -Wert der Konstruktion. Die Funktionsweise von Wärmeisolierglas beruht neben der beschriebenen Reflektion der Wärmestrahlen und der spezifischen Leitfähigkeit der Füllgase auch auf der weitgehenden Unterbindung einer Konvektion der Füllgase. So liegt bei senkrechtem Einbau die optimale Breite des SZR bei Zweifach-Isolierglas mit Argon Gasfüllung zwischen 15 und 16 mm, beim Dreifach-Isolierglas bei 2 x 17 bis 18 mm. Verringert man die Scheibenzwischenräume, erhöhen sich die U-Werte mehr oder weniger stark. Bei einer Vergrößerung ist eine weitere Absenkung nicht mehr möglich. Die U-Werte nehmen bedingt durch einsetzende Konvektion sogar wieder leicht zu.

Neigt man die Verglasung aus der Senkrechten, so setzt auch hier eine Konvektion ein, die umso größer wird, je breiter die Abstandhalter sind. Einige Beispiele sind nachstehender Tabelle zu entnehmen. Für die Berechnung des U_w-Wertes muss der Nennwert des U_g-Wertes in der entsprechenden Neigung eingegeben werden, der Ihnen Ihr UNIGLAS®-Partner gern mit dem UNIGLAS® I SLT nachweisen wird. Generell empfiehlt die UNIGLAS® bei Überkopfverglasungen wegen der erhöhten thermischen Belastung des Isolierglases, insbesondere bei größeren Neigungen, die Scheibenzwischenräume zu reduzieren.

Tab. 4.3: U_g-Werte in Abhängigkeit zur Neigung in W/m²K

Uniglas® I TOP		Pure		0,7	0,5
Lage		4 - 12 - :4	4 - 16 - :4	4:12 - 4 - 12 - :4	4: 18 - 4 - 18 - :4
senkrechter Einbau	90°	1,3	1,1	0,7	0,5
	75°	1,3	1,4	0,7	0,6
	60°	1,5	1,5	0,7	0,7
	45°	1,5	1,5	0,7	0,7
	30°	1,6	1,6	0,8	0,8
	15°	1,7	1,7	0,9	0,8
waagerechter Einbau	0°	1,8	1,7	0,9	0,8

Abb. 4.10: Grafische Darstellung zu Tab. 4.3



4.2 UNIGLAS® Produkte zur Wärmedämmung

Alle Isoliergläser der UNIGLAS®-Gruppe werden, wie beschrieben, aus hochwertigen und geprüften Materialien, entsprechend den gesetzlichen Forderungen hergestellt. Die Ausführung des Randverbundes bietet, ungeachtet seiner Ausführung, optimale Sicherheit gegen die hohen Beanspruchungen, denen ein Isolierglas über seine lange Lebensdauer ausgesetzt ist. Die Qualität des Endproduktes wird durch die ständig kontrollierte und dokumentierte Eigenüberwachung nach strengen Werksspezifikationen entsprechend DIN 1279-6 gesichert. Hinzu kommt, dass sich alle UNIGLAS®-Fertigungsstätten freiwillig einer Fremdüberwachung unterziehen, in der neben der Inspektion der laufenden Fertigung das Zeitstandverhalten von Mehrscheiben-Isolierglas in einer Kurzzeit-Klimaprüfung kontrolliert wird. Bei dieser Fremdüberwachung legt die UNIGLAS® Qualitätsmaßstäbe an, die über die normativen Mindestanforderungen hinausgehen. UNIGLAS®-Funktions-Isoliergläser sind somit gütegeprüft, eigen- und fremdüberwacht.

Bei allen Isoliergläsern ist Wärmedämmung die Basisfunktion, zu der weitere Funktionen hinzukommen können, wie Lärmschutz (siehe → Kap. 5), Sonnenschutz (siehe à Kap. 6), Sicherheit (siehe → Kap. 7) oder Selbstreinigung (siehe → Kap. 2.11) sowie Kombinationen aus diesen Funktionen.

4.2.1 UNIGLAS® I TOP Energiegewinnglas

UNIGLAS® I TOP ist ein Wärmeschutzglas, das langwellige Wärmestrahlen der Heizung reflektiert und so im Raum hält. Sichtbares Licht der Sonnenstrahlung lässt es hingegen nahezu ungehindert hindurchdringen und trägt so zur Erwärmung des Raumes bei.

UNIGLAS® I TOP PURE ist ein spezielles Wärmeschutzglas mit besonders hoher Lichttransmission ohne Zugeständnisse an den U-Wert.

4.2.2 UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas

Der Lichtdurchgang nach EN 410 orientiert sich ausschließlich an der für das Taglichtsehen maßgeblichen Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges und sagt noch nichts über die Qualität des Lichtes bzw. über die Beeinflussung des circadianen Systems von Organismen aus. (siehe → Kap. 3.15) Durch eine spezielle Behandlung auf einer oder mehreren Glasoberflächen ist es möglich, den Lichtdurchgang, der für den Circadian verantwortlich ist, signifikant zu erhöhen. Je nach Produktvariante erhält ein Dreifach-Isolierglas mit dem U_g-Wert von bis zu 0,5 W/m²K seinen maximalen Lichtdurchgang im Bereich von 480 bis 520 nm von bis zu 81 % (Abb. 4.13). Dies entspricht nahezu dem Lichtdurchgang eines Zweifach-Isolierglas aus unbehandelten Kalk-Natron-Glases mit 2 x 4 mm Dicke und bietet ein Optimum im Bereich der melanoptischen Wirkung.

Somit bewirkt UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas, dass beim Menschen das Schlafhormon Melatonin tagsüber auch beim Aufenthalt im Gebäude stärker abnimmt. UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas leistet somit einen deutlichen Beitrag zur Bekämpfung der weit verbreiteten Winterdepression. Die Qualität des Lichtes wird durch diese Beschichtung viel stärker dem natürlichen Licht im Freien angepasst. Dadurch vermindern sich zudem Schlafstörungen. In den skandinavischen Ländern sind in der dunklen Jahreszeit Lichtduschen mit künstlich erzeugtem Blaulicht längst anerkannte Therapiemethoden. In den Breitengraden Mitteleuropas steht auch bei bedecktem Himmel im Winter genügend qualitativ hochwertiges Licht zur Verfügung, welches bei einer Verglasung mit UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlgas in die Innenräume gelangt und kostenfrei genutzt werden kann.

Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass sich ein erhöhter Melatoninspiegel negativ auf den Hippocampus im Gehirn auswirkt. Diese Region im Gehirn ist wichtig für das Lernverhalten und das Erinnerungsvermögen. Somit erhöht sich Leistungsfähigkeit der Menschen, die sich hinter UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas aufhalten.

Abb. 4.11: Anwendungsbeispiel



Für therapeutische Zwecke ist der, sich unter natürlicher Beleuchtung einstellende Melatoninstoffwechsel, also der circadiane Rhythmus, von essentieller Bedeutung. Freie Radikale werden von körpereigenen Hormonen abgebaut. Somit entstehen natürliche Abwehrkräfte, die gegen Krebs, Herzinfarkt, Arteriosklerose und Schlaganfall vorbeugen und Therapien von bereits erkrankten Personen unterstützen.

Pflanzen in den Wohnräumen und Wintergärten profitieren vom circadianen Lichtdurchgang. Die Blätter werden kräftiger und unempfindlicher gegen Schädlingsbefall (siehe → Kap. 3.23).

Abb. 4.12: Spektrale Empfindlichkeit der drei Zapfentypen (Rezeptoren) Zapfen/Rezeptoren = Lichtempfindliche Zellen in der Netzhaut des Auges

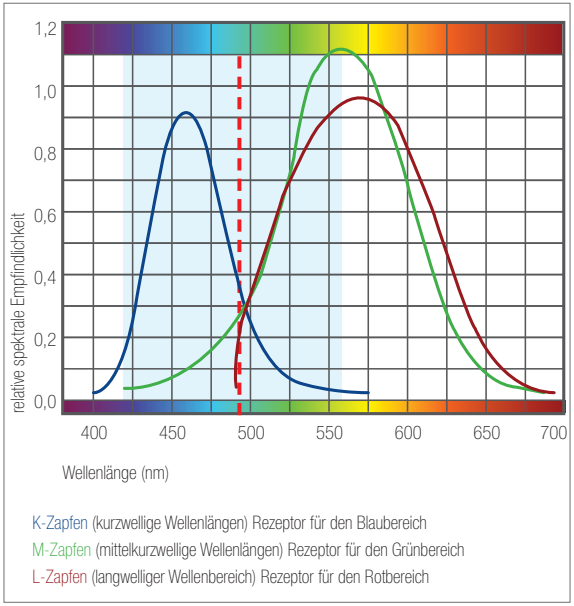
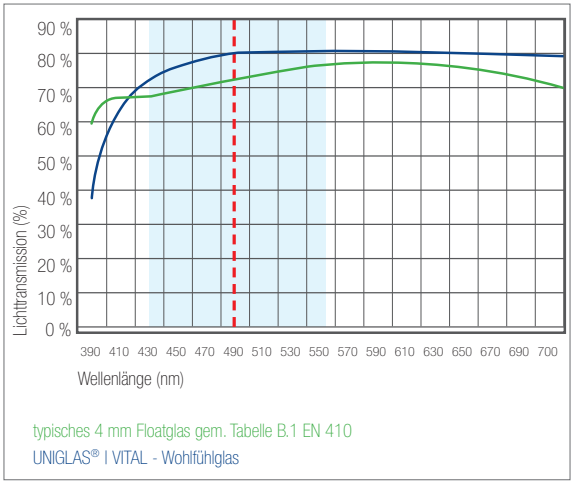


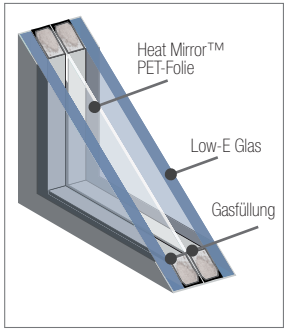
Abb. 4.13: Vergleich der Lichttransmission im wichtigen Wellenbereich von 460 nm zwischen einem 4 mm Floatglas nach Norm und dem neuen UNIGLAS® I VITAL Wohlfühlglas



4.2.3 Heat Mirror™

Ein besonderes „Dreifach-Isolierglas“ stellt „Heat Mirror™“ dar. Anstelle der Mittelscheibe ist eine PET-Folie eingelegt, die in einem speziellen Verfahren gespannt wird. Der Vorteil besteht darin, dass bei einem Gewicht, welches annähernd einem Zweifach-Isolierglas entspricht U_g-Werte wie bei Dreifach-Isolierglas mit hervorragenden Lichtdurchgangswerten zu erreichen sind. Auf Grund der Elastizität der PET-Folie erhöht sich zudem der Schalldämmwert um 1 bis 2 dB. Als Außenscheiben können beliebige Gläser nach EN 572 eingesetzt werden. Auch ist die Kombination mit Sonnenschutzglas gut möglich. Die PET-Folie kann umweltgerecht recycelt werden. Heat Mirror™ ist mit seinen hervorragenden technischen Werten bei geringen Einbaudicken ein ideales Renovationsglas.

Abb. 4.14: Heat Mirror™ Schematische Darstellung



Der UNIGLAS®-Gesellschafter Sofraver SA verfügt über mehr als 10 Jahre Produktionserfahrung mit Heat Mirror™ und liefert dieses spezielle Produkt ohne Einschränkung der Garantieleistung.

4.2.4 UNIGLAS® I PANEL Vakuumisolierung

UNIGLAS® I PANEL ist das Vakuumpaneel in der Isolierglastechnik für opake Bereiche einer Vorhangfassade. Die äußere heißgelagerte ESG-Scheibe wird dabei auf der zum SZR gewandten Seite emailliert und kann so farblich der transparenten Verglasung angepasst oder auch farblich pointiert werden, um gestalterische Akzente zu erzielen.

Hinter der ESG-Scheibe im SZR befindet sich ein Vakuum-Isolations-Paneel (VIP), welches raumseitig von einer zweiten ESG-Scheibe oder einem Alu- bzw. Stahlblech abgedeckt wird. Vakuumdämmungen erzielen 10-mal höhere Dämmwerte als herkömmliche Dämmstoffe der WLG 0,04.

Somit lassen sich auch die opaken Bereiche der Fassade in üblicher Isolierglasstärke realisieren, die nicht störend in den Nutzbereich eingreifen. Im Neubau entsteht auf diese Weise eine größere vermietbare Fläche gegenüber der Ausführung mit konventionell gedämmten Pannelen. Auch bei der energetischen Erneuerung der „Curtain wall“-Fassaden, die bei der Schottenbauweise der 70er Jahre üblich war, können Fassaden ohne Kompromisse auf den heutigen EnEV-Standard gebracht werden, ohne dass Heizkörper versetzt werden müssen.

Abb. 4.16: Vakuum-Paneel

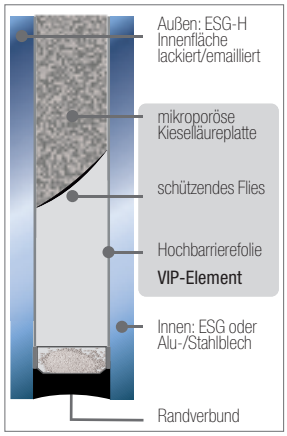
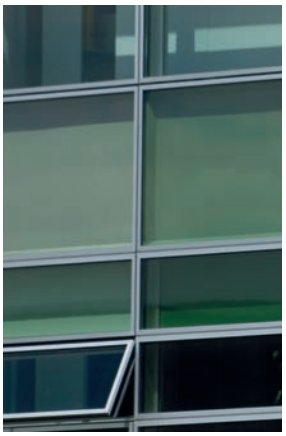


Abb. 4.17: Anwendungsbeispiel



4.2.5 Allgemeine Hinweise

UNIGLAS®-Produkte zur Wärmedämmung und Energiegewinnung sind hervorragend geeignet für alle Fenster- und Fassadenanwendungen, sowohl im Neubau als auch in der Renovation. Ein Auszug aus der Gesamt-Isolierglaspalette ist der Tabelle am Ende des Kompendiums zu entnehmen.

Allein in Deutschland sind 70 % aller bestehenden Verglasungen – das sind rund 500 Mio. m^2 - energetisch veraltet. Sowohl steigende Kosten und zur Neige gehende Primärenergieträger, als auch die Forderung nach Umweltschutz durch CO_2-Reduzierung, verlangen in den nächsten Jahren den Austausch dieser Altgläser als wesentlichen Faktor der energetischen Gebäudemodernisierung. Die Zeiten, dass Glasflächen die energetischen Schwachstellen der Gebäudehülle waren, sind längst vorbei.

Abb. 4.18: Anwendungsbeispiel



Der Austausch nur eines Quadratmeters „Altisolierglas“ gegen modernes UNIGLAS® I TOP Pure, U_g = 1,1 W/m^2K, bedeutet etwa 10 Liter Heizöl- und 40 kg CO_2-Einsparung pro Jahr. Dies entspricht, bezogen auf Deutschland, einem Einsparpotential von etwa 4,5 Mrd. Litern Heizöl beziehungsweise entsprechende andere Primärenergien. Argumente, die sich sehen lassen können und gerade in Zeiten breiter Klimaschutz-Diskussionen überzeugend sind.

Auf der Homepage der UNIGLAS GmbH & Co. KG finden Sie einen Heizkostenrechner, mit dem Sie den für Sie individuell erzielbaren Einspareffekt beim Austausch Ihres Glases gegen eine aktuelle UNIGLAS® I TOP Verglasung abschätzen können: http://www.uniglas.net

Schallschutz



5

5

5.1	Grundlagen	138
5.1.1	Bewertetes Schalldämmmaß	139
5.1.2	Koinzidenzfrequenz	142
5.2	Normen	143
5.3	UNIGLAS® I PHON Lärmschutzglas	144
5.4	Sonderanwendungen mit einschaligen Glasausführungen	145

5.0 Schallschutz

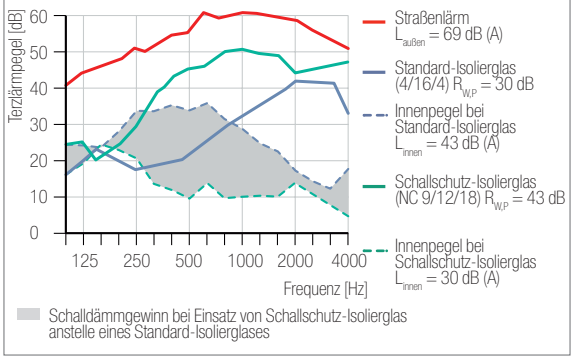
5.1 Grundlagen

Lärm stellt nicht nur eine gravierende Beeinträchtigung unserer Lebens-, Arbeits- und Wohnqualität dar, sondern gefährdet auch erwiesenermaßen unsere Gesundheit. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass Dauerlärm eine wesentliche Ursache für Herz-/Kreislauf-, Nerven- und Gefäßerkrankungen darstellt. Eine der wirksamsten Maßnahmen zur Schaffung von mehr Ruhe im Wohn- und Arbeitsumfeld ist die Schalldämmung der Außenbauteile von Büros, Wohnungen und Häusern.

Ein störendes Lärmspektrum setzt sich aus vielen Frequenzen mit unterschiedlicher Intensität zusammen. Die meisten Wohngeräusche liegen im Frequenzbereich von 100 Hz bis 3.150 Hz, daher ist dies der maßgebliche Bereich für die Bauakustik. Nachdem Menschen Töne gleichen Schallpegels bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich laut empfinden, d. h. auf hohe Frequenzen empfindlicher reagieren als auf tiefe Frequenzen werden die Messgrößen zudem gewichtet. Durch den in der Bauakustik üblichen A-Filter wird erreicht, dass Töne und Geräusche zwischen 20 und 40 Phon halbwegs gleich laut wahrgenommen werden. Dünne Bauteile, wie z.B. das Glas in den Fenstern werden von niedrigfrequenten Schalldrücken mit höherer Energie stärker zum Schwingen angeregt als von Drücken hoher Frequenz. Daher ist der Dämmeffekt für Geräusche niedriger Frequenzen geringer als gegen hohe Frequenzen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Glasscheiben bei einer von der Glasdicke abhängigen Frequenz, der so genannten Koinzidenzfrequenz, zum Schwingen angeregt werden und es zu Frequenzeinbrüchen kommt.

Jede Lärmquelle hat eine spezifische Frequenzverteilung. Bei der Schalldämmung kommt es daher darauf an, die störenden Frequenzbereiche unter Berücksichtigung der Frequenzausbrüche wirksam zu dämmen. Die Planung der Schallschutzmaßnahme

Abb. 5.1: Vergleich Schalldämmung Standard- / Schallschutz-Isolierglas



sollte sich daher immer nach der Lärmquelle richten und darf sich nicht auf das mittlere Schalldämm-Maß des Fensters oder das einzusetzende Glas beschränken. Gleich starke Lärmpegel mit abweichenden Frequenzbereichen können unterschiedliche Fensterkonstruktionen und Schalldämmgläser erfordern.

Bei der Schalldämmung von Fassaden spielen viele Faktoren eine Rolle. Die erforderliche Schalldämmung einer Glasscheibe hängt von der Lautstärke der maßgeblichen Frequenzen des Außenlärms ab und richtet sich nach dem akzeptierten Geräuschpegel im Innenraum. Format und Fensterkonstruktion, der Anteil der Fensterfläche an der Außenwand, das Dämmverhalten der Wand und der flankierenden Bauteilen haben einen maßgeblichen Einfluss. In der Praxis beeinflussen Schallnebenwege über Anschlussfugen und Zusatzbauteile am Fenster, Scheibengröße und Seitenverhältnis die Schalldämmung. Auch das Rahmenmaterial spielt vor allen Dingen bei Schalldämm-Maßen, die größer als 40 dB sind, eine erhebliche Rolle. Deshalb sollten die exakten Schalldämm-Maßen von Verglasungen und Rahmen im Fenster als Bauteil gemeinsam nach EN ISO 10140 im Prüfstand ermittelt werden.

5.1.1 Bewertetes Schalldämmmaß

Das gesunde menschliche Ohr eines jungen Menschen kann Frequenzen zwischen 16 Hz und 20 kHz (20.000 Hz) wahrnehmen. Um die über die Frequenzen unterschiedlich wahrgenommenen Lautstärken gleicher Schalldruckpegel L gerecht zu werden, ist es notwendig eine Bezugsfrequenz zu bestimmen, die bei f = 1.000 Hz festgelegt ist. Die Hörschwelle p_0 (gerade wahrnehmbarer Ton) bei 1.000 Hz liegt bei $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. Als oberer Grenzwert wird die Schmerzgrenze mit p = 20 Pa angenommen, welche individuell durchaus schwanken kann.

Der durchschnittlich hörende Mensch kann bei den unterschiedlichen Schalldruckpegeln zwischen der Hörschwelle und der definierten Schmerzschwelle etwa 120 verschiedene Lautstärken unterscheiden. Um die eine Million unterschiedlichen Schalldruckpegel auf 120 Einzahlwerte zu bekommen, bedient man sich einer dekadischen Logarithmusfunktion aus dem Quotienten des gemessenen Schalldruckpegels p zum Pegel p_0 der Hörschwelle. Nachdem diese Funktion sechs natürliche Zahlen ergibt ist das Ergebnis mit 20 zu multiplizieren. Die Definitionsgleichung lautet daher wie folgt:

$$L = 20\ lg\ \frac{p}{p_0}\ [dB]$$

Die Maßeinheit ist dB (Dezibel] nach dem Erfinder Graham Bell, der das Telefon zur Marktreife gebracht hat.

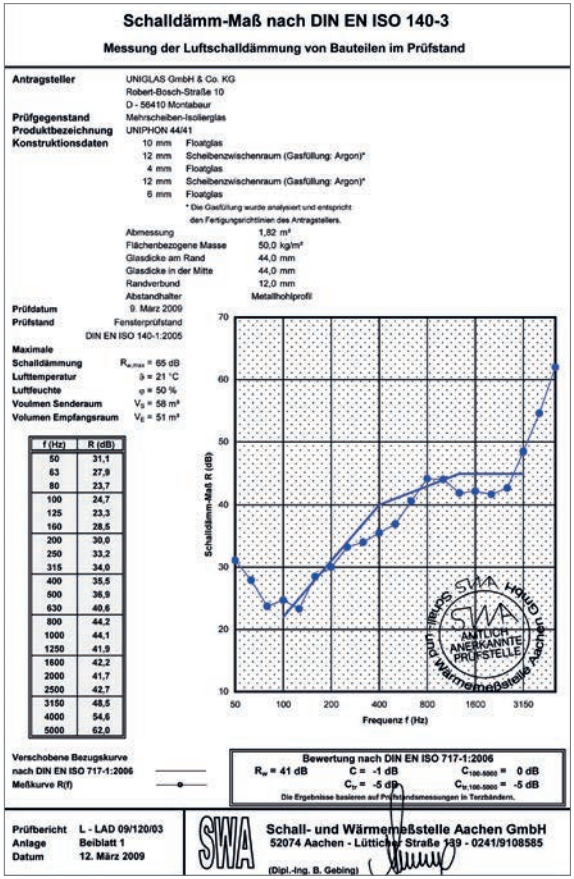
Die Logarithmusfunktion hat einige Kuriositäten zur Folge. Verdoppelt man den Schalldruck, so erhöht sich der Wert um lediglich 3 dB. Dies wäre nicht weiter problematisch, jedoch nimmt das menschliche Ohr die Änderungen nur sehr grob wahr. So ist ein Unterschied von 1 dB kaum wahrnehmbar, 3 dB

Schallschutz

sind deutlich hörbar und der Unterschied von 10 dB wird als Verdoppelung bzw. Halbierung des Geräuschpegels empfunden.

Zur Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes R_w eines Bauteils werden die Prüfkörper (hier das Glas oder das Fenster) in Normgröße von 1.230 x 1.480 mm in einen Prüfstand nach EN ISO 10140-5:2010 mit normgerecht gedämmter Flankenübertragung eingebaut. Die Messung erfolgt nach EN ISO 14140-2:2010, wobei im Senderaum Schall über definierte Frequenzen im Bereich von 100 bis 5.000 Hz abgegeben wird und die Schalldruckpegel der einzelnen Frequenzen im Empfangsraum aufgezeichnet werden. Die Differenz des gesendeten und des empfangenen Schalldruckpegels ist das jeweilige Schalldämmmaß in der entsprechenden Frequenz. Als resultierende Größe der schalltechnischen Bewertung von Glas findet das bewertete Schalldämmmaß R_W nach EN ISO 717-1 Anwendung. Dies wird per Abgleich der Einzelwerte mit einer Bezugskurve ermittelt. Dabei

Abb. 5.2: Schalldämm-Maß nach DIN EN ISO 140-3



werden die einzelnen Messergebnisse in einem kartesischen Koordinatensystem aufgetragen und die Bezugskurve nach EN ISO 717-1 so lange parallel zur Ordinate verschoben, bis die Unterschreitung der Messkurve im Mittel nicht mehr als 2 dB beträgt. Überschreitungen der Messkurve werden nicht berücksichtigt. Der Schnittpunkt bei der Frequenz von 500 Hz, mit der auf diese Weise verschobenen Bezugskurve, stellt das bezogene Schalldämm-Maß R_w dar, welches auf die nächste natürliche Zahl stets abgerundet angegeben wird. Vereinfacht ausgedrückt, handelt sich dabei etwa um einen gemittelten Schalldämmwert über die betrachteten Frequenzen.

Vor Gültigkeit der Normenreihe EN ISO 10140 wurden die Schallprüfungen nach der Normenreihe EN ISO 140 durchgeführt. Formell sind diese Normen auch noch gültig, weil verschiedene Produktnormen, wie z.B. für Isolierglas und für Fenster noch Bezug auf diese nehmen. Wesentliches wurde nicht geändert. Die Präzisierungen und Details zu den Randbedingungen des Messverfahrens sind so geringfügig, dass sie sich unter Berücksichtigung der Genauigkeit des Gesamtverfahrens nicht auf die Schalldämm-Maße und die Spektrumanpassungswerte auswirken. Die älteren Prüfzeugnisse behalten daher ihre Gültigkeit und dürfen nach wie vor verwendet werden.

In Deutschland ist die DIN 4109:2016-07 maßgeblich für die einzuhaltenden Schalldämmwerte. Dort ist nach folgenden Schalldämmmaßen zu unterscheiden:

- R_W bewertetes Schalldämmmaß in dB ohne Schallübertragung über angrenzende Bauteile
- R'_W bewertetes Schalldämmmaß in dB mit Schallübertragung über angrenzende Bauteile
- $R'_{W,res}$ resultierendes Schalldämmmaß in dB des gesamten Bauteils (z. B. ganze Wand inkl. Fenster aus Rahmen und Glas mit Anschlüssen)
- U_{prog} Sicherheitsbeiwert (Unsicherheit der Prognose Uprog -2 dB für Fenster und Fassaden bzw. -5 dB für Türen)
- $R_{W,B}$ bewertetes Schalldämmmaß in dB – am Bau gemessener Wert

Um bei der Bewertung den einzelnen Frequenzbereichen von Wohn- und Verkehrsbereichen gerecht zu werden, werden zusätzlich nach EN ISO 717-1 Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} im Frequenzbereich 100 – 3.150 Hz mit bestimmt. Für die erweiterten Frequenzbereiche (50 bis 5000 Hz) bezeichnet man die Korrekturfaktoren als $C_{100-5000}$ bzw. $C_{50-5000}$.

Tab. 5.1: Spektrum Anpassungswerte

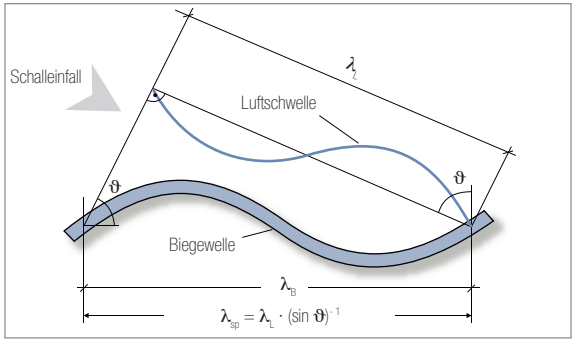
Geräuschquelle	Spektrum-Anpassungswert
Normale Frequenzgeräusche, wie Reden, Musik hören, Radio und TV	C
Spielende Kinder	
Schienenverkehr, mittlerer und hoher Geschwindigkeit*	
Autobahnverkehr über 80 km/h*	
Flugzeuge mit Düsenantrieb in geringem Abstand	
Produktionsbetriebe, die vorwiegend mittel- bis	
hochfrequenten Lärm abstrahlen	Spektrum 1
Innerstädtischer Straßenlärm	C_{tr}
Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit	
Propeller-Flugzeuge	
Flugzeuge mit Düsenantrieb in größerer Entfernung	
Discomusik	
Produktionsbetriebe mit vorwiegend tieffrequenter Lärmabstrahlung	Spektrum 2

* *In verschiedenen EU-Ländern gibt es Rechenverfahren für die Fixierung von Oktavbandschallpegeln für Straßen- und Schienenverkehrsgeräusche. Diese können zum Vergleich mit den Spektren 1 und 2 herangezogen werden.*

5.1.2 Koinzidenzfrequenz

Bei einschaligen Bauteilen verschlechtern sich oberhalb einer bestimmten Frequenz die Schalldämmwerte. Die Grenzfrequenz, ab welcher der Schalldämmwert einbricht, nennt man Koinzidenz- oder Spuranpassungsfrequenz. Ursache ist der gerichtete Schall, der das Bauteil unter einem definierten Winkel trifft. Wenn die Spurwelle einer Luftschallwelle neben der von dieser erzeugten Biegewelle mit der gleichen Wellenlänge herläuft, wird in diesem Fall die Spurwelle verstärkt. Infolgedessen wird auf der anderen Seite des Bauteils besonders viel Schall abgestrahlt. Bauteile, deren Grenzfrequenz $f_g < 2000$ Hz ist, heißen biegesteif. Bei derartigen Bauteilen spielt der Spuranpassungseffekt keine Rolle. Nachdem Glas zu den sogenannten biegeweichen Bauteilen gehört, ist die Koinzidenzfrequenz bei der Konstruktion

Abb. 5.3: Koinzidenzfrequenz



der Bauteile zu beachten. Das Produkt aus der Grenzfrequenz und der Schichtdicke ist eine Materialkonstante, die Koinzidenzkonstante. Bei Glas beträgt diese Konstante f_g d ≥ 1.200 Hz · cm. In der Praxis kann ein gerichteter, streifender Schalleinfall z.B. bei hohen Gebäuden einer Blockrandbebauung an stark befahrenen Straßen entstehen. In diesem Fall liegt die tatsächliche Schalldämmung des Bauteils etwas niedriger als im Prüfstand ermittelt. Durch den Einsatz höher dämmender Fenster kann hier Abhilfe geschaffen werden.

5.2 Normen

Basis für die Planung des Schallschutzes in Gebäuden ist in Deutschland die DIN 4109:2016-07 „Schallschutz im Hochbau“. Darin sind Mindestanforderungen an die Schalldämmung der Bauteile in Gebäuden abhängig von der Nutzung definiert und Berechnungsverfahren festgelegt. Ein neuer Bauteilkatalog liefert die benötigten Daten für die Berechnungen. Da sich die grundlegenden Ansätze für Berechnung und Datenermittlung z. T. wesentlich vom Vorgehen der DIN 4109:1989 unterscheiden, ergeben sich für die Anwender dieser Norm gravierende Neuerungen.

Bei zusammengesetzten Bauteilen wie der Außenwand eines Gebäudes, gibt man die Schalldämmung im so genannten „resultierenden Schalldämmmaß“ $R'_{W,res}$ an, in das die Schalldämmmaße der einzelnen Bauteile nach ihren Flächenanteilen eingehen.

Tabelle 8 der DIN 4109 legt den Mindestwert $R'_{W,res}$ für das Außenbauteil abhängig von Nutzung und äußerem Lärmpegelbereich fest.

In Übereinstimmung mit der EU-Bauproduktenrichtlinie bzw. der Bauregelliste gibt es zwei Möglichkeiten, den Eignungsnachweis der Schalldämmung von Fenstern zu führen:

- Nachweis durch Prüfung (Eignungsprüfung) des Fensters an einem in der Prüfnorm genannten Vorzugsmaß im Labor
- Ermittlung des Schallschutzes nach nach Anhang B zur EN 14351:2016-12

Abb. 5.4: Anwendungsbeispiel



Tabelle 1 in der DIN 4109-35:2016-07 gibt Konstruktionshilfen für Schallschutzfenster eines bestimmten Aufbaus in Abhängigkeit von Konstruktionsvarianten, Verglasungen, Größen, Flächenanteilen, Sprossenunterteilungen mit bewerteten Schalldämm-Maßen $R_{W,R}$ von 25 dB bis 45 dB.

Damit hat man ein Hilfsmittel, um die Schalldämmung der Fenster- und Fassadenkonstruktionen einfach und ohne Prüfung aufgrund von Konstruktionsmerkmalen zu ermitteln.

Die Anwendung der DIN 4109-35 zur Ermittlung der Leistungseigenschaft eines Fensters bezüglich seiner schalldämmenden Eigenschaften ist jedoch aufgrund der harmonisierten Produktnorm EN 14351 nicht zulässig.

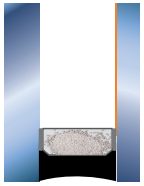
5.3 UNIGLAS® | PHON Lärmschutzglas

UNIGLAS® | PHON Lärmschutzglas teilt sich in drei Kategorien zur Erreichung des gewünschten Dämmmaßes:

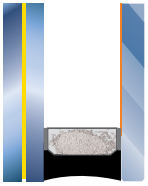
- Unterschiedlich dicke Einzelscheiben außen und innen: Dabei handelt es sich um die einfachste Art eines transparenten Schallschutzes. Je weiter die Koinzidenzfrequenzen (vgl. 5.1.2) der Einzelscheiben auseinander liegen desto höher sind die Schalldämm-Maße. Einschränkend muss erwähnt werden, dass aufgrund der unterschiedlichen Steifigkeiten der Einzelscheiben die dünnere Scheibe die Hauptlast aus den Verkehrslasten und dem isochoren Druck im SZR aufzunehmen hat. Daher muss die dünnere Scheibe bei ungünstigen Formaten u.U. vorgespannt werden.

  Durch Vergrößern des SZR werden die Schalldämmwerte in der Regel erhöht, wobei es hier natürliche Grenzen gibt. Zum einen kann sich der Wärmedurchgangskoeffizient bei größer werdendem SZR wieder geringfügig erhöhen und zum anderen verstärkt sich durch das größere eingeschlossene Gasvolumen der Isolierglaseffekt deutlich, so dass bei großen SZR aus statischen Erwägungen oftmals ESG für die dünnere der beiden Scheiben zum Einsatz kommen muss.

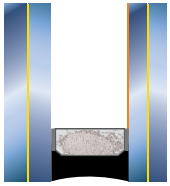
Abb. 5.5: UNIGLAS® | PHON: 3 Kategorien Schallschutz-Isoliergläser



Asymmetrischer Aufbau von Einzelscheiben mit Variation des Scheibenzwischenraums



Asymmetrischer Aufbau mit Verbund- oder Verbund-Sicherheitsglas mit speziellen Noise-Control-Folien in einer der beiden Isolierglasaußenscheiben



Asymmetrischer Aufbau mit Verbund-Sicherheitsglas mit speziellen Noise-Control-Folien in beiden Isolierglasaußenscheiben

- Bei höherer Anforderung an die Schalldämmung wird eine oder auch mehrere Scheiben des Isolierglases aus Verbund- und oder Verbund-Sicherheitsglas hergestellt. Beim Verbundglas handelt es sich um Floatglasscheiben, die mit einer speziellen transparenten Zwischenschicht elastisch, die schwingungsdämmend wirkt, verbunden werden.

- Mit UNIGLAS® NC (Noise-Control-Folien) werden je nach Bedarf Zwischenschichten speziell nur für den Schallschutz eingesetzt oder auch in Kombination mit Sicherheitseigenschaften, bis hin zum P2A, Sicherheitsglas (siehe → Kapitel 7). Diese Spezial-VSG-Folien eignen sich auch hervorragend für den Überkopfbereich, da sie das Geräusch von aufprasselndem Regen erheblich absorbieren.

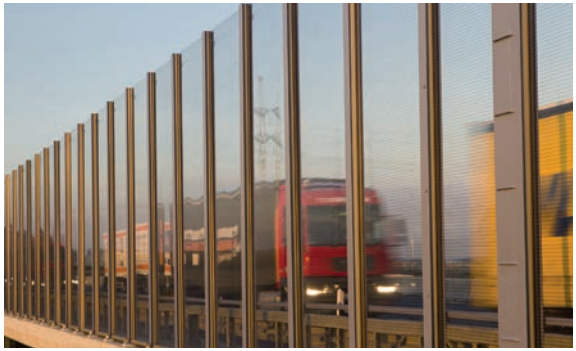
5.4 Sonderanwendungen mit einschaligen Glasausführungen

Lärmschutz mit Glas findet neben seinem Einsatz als Isolierglas in der Gebäudehülle auch als Einfachglas Anwendung, beispielsweise als Vorsatzschale vor Gebäudefassaden, die von starker Lärmbelastung tangiert werden. Diese Ausführung kann auch in Kombination mit Sonnenschutz erfolgen.

Ein stetig zunehmender Einsatz von monolithischen Lärmschutzaufbauten findet zwischenzeitlich im Straßenbau Anwendung. Klassische Schallschutzwände aus Beton, Stahl oder Holz erfüllen zwar seit Jahrzehnten ihren Dienst, schaffen aber ein beengendes Gefühl und zerstören oftmals das Landschaftsbild.

Lärmschutzwände aus Glas hingegen lassen den Blick offen und passen sich der Umgebung an. Dabei können sie, je nach Ausführung, die Anforderungen der Luftschalldämmung, der Standsicherheit unter Windlast sowie der Steinwurfresistenz erfüllen. Maßgebend für die Anforderungen und damit die Ausführungen sind die ZTV-LSW, die „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen“ des Bundesministeriums für Verkehr.

Abb. 5.6: Straßeneinhausung



Sonnenschutz



6

6.1	Grundlagen	148
6.2	UNIGLAS® I SUN Sonnenschutzglas	148
6.3	UNIGLAS® I VARIO Schaltbares Isolierglas	150
6.4	UNIGLAS® I SHADE Jalousie-System	150
6.5	Sonderanwendungen mit Einfachglas-Ausführungen	156

6

6.0 Sonnenschutz

6.1 Grundlagen

Der anhaltende Trend zu transparenter Architektur erfordert den Einsatz immer größer werdender Verglasungen. Große Glasfassaden in Büro- und Verwaltungsbauten sind dabei erst durch Sonnenschutzgläser möglich geworden. Je nach Himmelsrichtung und Sonnenstand sind Wärmezugewinne durch Energiesparglas nicht mehr nutzbar und sorgen sogar für eine Überhitzung der Räume. Ein temporärer Sonnenschutz durch geschlossene Rollläden oder Raffstores verhindern die freie Durchsicht. Daher sind Sonnenschutzgläser auch bei großflächigen Verglasungen im Wohnungsbau oder bei Verglasungen von Wintergärten sinnvolle Anwendungen. Solche Gläser vermindern das übermäßige Aufheizen der Innenräume durch Reflexion und Absorption des unsichtbaren Teils der Sonnenstrahlen. Auf diese Weise kann entweder ganz auf Kühlung der Räume verzichtet werden oder die Kosten für die Klimatisierung, begonnen bei der Anlagengröße bis zu den laufenden Energiekosten werden spürbar gesenkt. Damit leisten Sonnenschutzgläser einen wertvollen Beitrag zur Energieeinsparung und tragen zur Reduzierung der Umweltbelastung bei.

Die Energieeinsparverordnung berücksichtigt auch die durch Glas erzielten solaren Energiegewinne, unter Zugrundlegung der g-Werte. Je höher der g-Wert, desto höher die Energiegewinne – desto stärker aber auch die Aufheizung. Deshalb verlangt die Energieeinsparverordnung den rechnerischen Nachweis des „sommerlichen Wärmeschutzes“, mit dem die Höhe des Gesamtenergieeintrages begrenzt wird. Ziel ist es, bei Gebäuden die durchschnittlichen Maximaltemperaturen auch ohne Klimaanlage auf ein erträgliches Maß zu beschränken, oder den Energieverbrauch, der für die Konditionierung erforderlich wird, zu limitieren. Hintergrund ist, dass auch moderne Klimaanlagen immer noch ein Vielfaches an Energie verbrauchen, um die Temperatur um den gleichen Betrag zu senken, wie Heizungsanlagen benötigen, um die Räume zu erwärmen. Konkret darf bei Gebäuden die Aufheizung durch die Sonne einen Höchstwert, den „maximalen Sonneneintragskennwert S_{max}“, nicht überschreiten (siehe → Kap. 3.19). Dieser Höchstwert hängt von der Bauart des Gebäudes, der Neigung und Orientierung der Fenster und der Klimaregion ab.

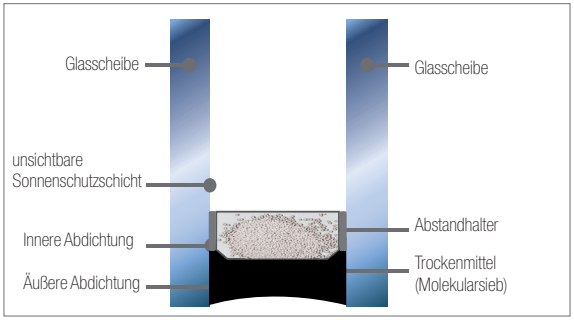
Für große Fensterflächen ist somit ein niedriger g-Wert (siehe → Kap. 3.9) sinnvoll, wie ihn Sonnenschutzgläser typischerweise aufweisen. Mit Sonnenschutzglas kann daher die Fensterfläche im Vergleich zu herkömmlichen Wärmeschutz-Verglasungen vergrößert werden, ohne den Energiehaushalt eines Gebäudes zu beeinflussen.

6.2 UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas

Mit UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas steht Bauherren und Planern eine umfassende Palette von Sonnenschutzgläsern zur Verfügung. Dabei kann, je nach Erfordernis, zwischen maximalen Lichtdurchgangswert bei minimal erreichbaren g-Wert und neutralen allgemeinen Farbwiedergabewerten ebenso frei gewählt werden wie in der farblichen Gestaltung der Verglasung bis hin zu spiegelnden Glasoberflächen.

UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas kann effektvoll zur Gestaltung eingesetzt werden. In der Architektur werden gerne mit den Reflexionsfarben dieser Gläser Akzente gesetzt. Neben neutral reflektierenden Produkten werden auch zahlreiche Sonnenschutzgläser mit unterschiedlichen Reflexionsfarben von wenig bis stark spiegelnd angeboten. Wie der Name sagt, erhält dabei lediglich die Reflexion eine „Farbe“ und nicht die Durchsicht. Diese bleiben in der Regel auch bei stark farblich reflektierenden Gläsern weitgehend neutral. Eine Ausnahme bilden hier lediglich in der Masse eingefärbte Basisgläser. Sie dienen bei einigen Typen als Basisgläser für die reflektierende Sonnenschutz-Beschichtung. Bei Verwendung derartiger Gläser ist eine vorherige Bemusterung sinnvoll und zweckmäßig. Der allgemeine Farbwiedergabeindex R_a liefert hierfür einen wertvollen Hinweis. (siehe → 3.13)

Abb. 6.1: Sonnenschutzglas-Aufbau



UNIGLAS® | SUN Sonnenschutzglas erstreckt sich in einer breiten Palette vom Sonnenschutzglas mit maximalen Lichtdurchgang bis hin zum Glas mit minimalen g-Wert. Auf diese Weise sind objektbezogen die optimal ausgewogenen Gläser zu finden. Dabei haben die Spitzenprodukte ein optimiertes Verhältnis der Selektivität (siehe → Kap. 3.17), das heißt einen g-Wert zu erreichen, der so niedrig wie nötig und eine Lichttransmission, die dabei so hoch wie möglich ist. Grundsätzlich ist bei UNIGLAS® | SUN zwischen zwei Schichtsystemen zu unterscheiden: „Hardcoatings“ und „Softcoatings“. Einige “Hardcoating“-Schichten können sogar nach außen auf der bewitterten Seite angeordnet werden, da sie der Umweltbelastung dauerhaft standhalten. Bei den „Hardcoating-Schichten“ muss allerdings die innere Scheibe des Isolierglases eine Wärmefunktionsschicht aufweisen, um den Anforderungen der EnEV zu genügen. Die „Softcoating-Schichten“ werden auf der äußeren Scheibe, dem Scheibenzwischenraum zugewandt, verarbeitet. Diese Schichten reflektieren sowohl einen Teil der Sonnen- wie auch der Wärmestrahlen. Somit ist in der Regel die Wärmedämmung bereits in der Sonnenschutzschicht integriert, und es kann auf eine zusätzliche Wärmeschutzschicht bei der Innenscheibe verzichtet werden.

6.3 UNIGLAS® | VARIO Schaltbares Isolierglas

Eine interessante Alternative zu UNIGLAS® SUN ist ein spezielles Sonnenschutzglas, dessen g-Wert sich jahreszeitlich und witterungsabhängig variieren lässt. Durch eine elektrische Schwachstromschaltung lassen sich die elektrochrome Außenscheibe und damit die Leistungswerte des Isolierglases in 5 Stufen verändern. Der g-Wert variiert dabei bei einem 2-fach-Isolierglas von 42% im ungeschalteten bis zu sensationellen 10 % im geschalteten Zustand, bei einem U_g-Wert von 1,1 W/m²K.

Das innovative Steuerungskonzept für die dynamische Sonnenschutzverglasung UNIGLAS® | VARIO ermöglicht es, Glasfassaden automatisch, via PC, Tablet oder Smartphone zu steuern. Die Fassade kann grafisch mit Elementen und Ansichten abgebildet werden. Sie lässt sich segmentiert bedienen und zeigt den momentanen Schaltzustand an. Für die kundenfreundliche Serviceabwicklung und schnelle Analysen bietet UNIGLAS® | VARIO zudem eine Fernzugriff-Lösung an.

Die Lichtdurchgangswerte betragen dabei 56% bzw. 10%. Im Einsatz von Dreifach-Isolierglas verringern sich die g-Werte auf 36% bis 8% und die Lichtdurchgangswerte von 51% bis 9% bei einem U_g-Wert von bis zu 0,5 W/m²K.

6.4 UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System

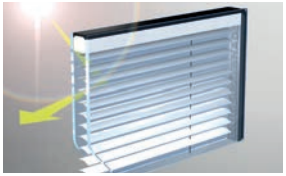
Eine weitere Möglichkeit variabler Sonnenschutzgläser ist der Einbau von Sonnenschutzeinrichtungen in den Scheibenzwischenraum der Isoliergläser zu UNIGLAS® | SHADE.

Herkömmliche Systeme, wie Außenverschattung oder innenliegende Stores oder Jalousien, haben den Nachteil von Verschmutzung und Zerstörung durch Sturm und/oder anderen mechanischen Beanspruchungen. Raumseitig angeordneter Sonnenschutz ist zudem bei Weitem nicht so wirkungsvoll. Systeme im Scheibenzwischenraum einer Isolierverglasung bieten den Vorteil, dass sie gegen jegliche Art von mechanischer Zerstörung und Verschmutzung dauerhaft geschützt sind und auch extreme Witterungsbedingungen, wie z. B. Sturm, keinen Einfluss auf die Stabilität des Systems haben. Die Jalousien bleiben im Gegensatz zu außen liegenden Sonnenschutzsystemen auch bei Sturm geschlossen. Die Bedienung solcher integrierten Systeme erfolgt manuell, elektrisch über Schalter, per Fernbedienung, oder völlig automatisch von einfachen Sensoren bis hin zur zentralen „Bussteuerung“ vom Leitstand oder vom Smartphone aus.

Neben der reinen Verschattung sind auch Lichtlenkung, Sicht- und Blendschutz zu realisieren. Anforderungen der Arbeitsstätten-Richtlinie und der Bildschirmarbeitsplatz-Verordnung lassen sich somit problemlos erfüllen.

Das UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System bietet eine optimale Lösung zur Sonnenlichtabschirmung sowie zur gezielten Steuerung von Licht und Wärme. Die Raumaufheizung wird durch die hohe Reflexion minimiert.

Abb. 6.2: Jalousie-System im Isolierglas



Durch den Einbau der Alulamellen in den hermetisch geschlossenen Scheibenzwischenraum ist das System witterungsunempfindlich, wartungs- und reinigungsfrei. Eine Beschattung ist auch an windigen Tagen gewährleistet. Mit dem Schutz vor Beschädigungen durch äußere Einflüsse ist eine hohe Lebenserwartung garantiert.

Die Lamellen lassen sich manuell oder motorisch je nach Anforderungsprofil nur drehen und wenden oder auch heben und senken. Der Neigungswinkel der Lamellen kann über die Steuerung stufenlos eingestellt werden, so dass sich der Lichteinfall regulieren lässt. Die Lichtreflexion auf den Lamellen kann in geöffnetem Zustand zur indirekten Deckenausleuchtung genutzt werden. Dadurch ist ein blendfreies Arbeiten mit Tageslicht möglich.

Das Multifunktionsglas UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System übernimmt in einem Bauteil die Funktionen Beschattung, Blendschutz und Tageslichtlenkung, Wärmedämmung und auf Wunsch auch weitere Funktionen. Es trägt wesentlich zu einer ausgewogenen Klimatisierung und Tageslichtversorgung von Büro- und Privatgebäuden bei.

Tab. 6.1: Technische Daten (in Komb. mit UNIGLAS® | TOP Pure 1.1)

Typ	Gesamternergie-durchlassgrad g [%]	Lichttrans-missionsgrad τ_v [%]	Ug-Wert U_g [W/m²K] [%]
Jalousie oben	64	80	1,2
Jalousie unten	12±3	3	1,2
- 90° Neigung	61	72	1,2

- **Aufbau** — 2-Scheiben-Isolierglas mit Alulamellen im Scheibenzwischenraum. Senken, Heben, Wenden und Drehen der Lamellen durch verschiedene Antriebssysteme möglich. Auch Steuerung mehrerer Jalousie-Einheiten möglich.
- **Antrieb** — Perlkette, Kurbel, Drehknopf, Motor
- **Maße** — Ausführungsvarianten beachten!

  Bei Scheibengrößen über 4 m² Fläche kommt ein Doppelbehang zur Ausführung. Die max. Breitenabmessung mit einem Behang beträgt ca. 2.600 mm (bei manuellem Antrieb ca. 2.200 mm).

  Maximale Fertigungsgrößen auf Anfrage.

Sonnenschutz

■ **Dicke**

Außenscheibe:	Float 6 mm
Innenscheibe:	Float 6 mm
ε_n = 0,03	
Scheibenzwischenraum:	27 / 32 mm
Gesamteinbaustärke:	39 / 44 mm

→ Glasdicken sind bauseits nach statischer Erfordernis festzulegen.

■ **Farben** laut Farbkarte

Selbstverständlich kann das Jalousie-System mit allen übrigen Funktionen der UNIGLAS®-Isoliergläser kombiniert werden. Es funktioniert u. a. mit Verbund- oder Einscheiben-Sicherheitsglas, Ornament-, Alarm-, Schallschutz-, Brandschutzglas.

Systemvielfalt

Das Standard-System wird motorisch angetrieben. Die Lamellen können gedreht und gewendet sowie gehoben und gesenkt werden.

Manuell betriebene Systeme können gedreht und gewendet (Antrieb per Drehknopf) oder zusätzlich gehoben und gesenkt werden (Antrieb per Perlkette oder Kurbel).

Für den Dachbereich und Schrägverglasungen ab 12° steht die DACH-Variante zur Verfügung. Sie wird mit zwei 24-DC-Motoren betrieben. Die Lamellen können gedreht und gewendet werden. Vertikal- und Horizontalspannseile sorgen für einen sicheren Betrieb des Systems in nahezu jeder Einbausituation.

Das UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System kann auch als Dreifach-Isolierglas mit herausragenden physikalischen Eigenschaften ausgeführt werden. Hierbei befindet sich die Jalousie im äußeren Scheibenzwischenraum. Dieses System ermöglicht U_g-Werte bis zu 0,7 W/m²K, die für moderne Gebäude mit großflächigen Glasfassaden ein Optimum darstellen.

Antriebssysteme
UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-06 Motor

■ **Funktionen**
- Heben
- Drehen
- Senken
- Wenden

■ **Abmessungen**
- B ca. 400 bis 2.600 mm
- H ca. 300 bis 3.000 mm

■ **Lamelle**
- Breite: 16 mm
- Stärke: 0,21 mm

■ **Motordaten**
- Encodermotor 24 Volt / DC mit 4-adrigem Anschlusskabel
- Kabellänge Standard 4 m, Sonderlängen möglich
- Motor- und Getriebeeinheit leicht austauschbar

■ **Elektroteile**
- Trafo 24 Volt / DC für bis zu 8 Antriebe gleichzeitig
- Steuerrelais IV für Einzel-, Gruppen- und Zentralsteuerung

Die minimalen Behangbreiten wurden angepasst. Optimal wird bei Breiten zwischen 550 mm und 600 mm der Einsatz eines Mittelmotors empfohlen.

Breiten <550mm sind nur mit Mittelmotor ausführbar!

Abb. 6.3: Typ I-06 Motor

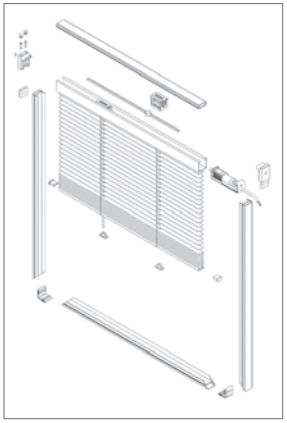
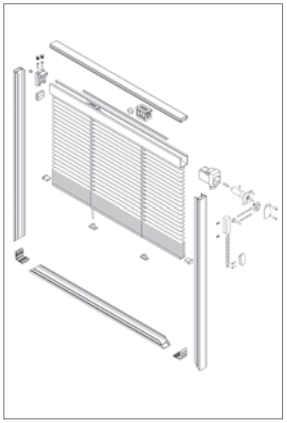


Abb. 6.4: Typ I-10 Perlkette



Antriebssysteme
UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-10 Perlkette

■ **Funktionen**
- Heben
- Drehen
- Senken
- Wenden

■ **Abmessungen**
- B ca. 400 bis 2.600 mm
- H ca. 300 bis 3.000 mm

■ **Lamelle**
- Breite: 16 mm
- Stärke: 0,21 mm

■ **Perlkette**
- Perlkette in den Farben weiß, grau und schwarz sowie transparent lieferbar
- Standardlänge der Perlkette beträgt ca. 2/3 der Scheibenhöhe
- Bei schweren Behängen wird die Perlkette mit einer speziellen Halterung fixiert
- Komfortable und einfache Handhabung
- Perlkettenhalterung im Lieferumfang inklusive

Antriebssysteme
UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-09 Kurbel

- **Funktionen** - Heben - Drehen - Senken - Wenden
- **Abmessungen** - B ca. 400 bis 2.200 mm - H ca. 300 bis 2.700 mm
- **Lamelle** - Breite: 16 mm - Stärke: 0,21 mm
- **Kurbel** - Kurbel standardmäßig in Farbe grau - Standardlänge der Kurbel beträgt ca. 2/3 der Scheibenhöhe - Kurbel auch in abnehmbarer Ausführung möglich - Leichtgängige Bedienung - Kurbelhalter im Lieferumfang inklusive

Antriebssysteme
UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-11 Drehknopf
1300 x 3000 mm, Einzelbehang, beidseitig Spannseile

- **Funktionen** - Drehen - Wenden
- **Abmessungen** - B ca. 300 bis 2.200 mm - H ca. 300 bis 2.700 mm
- **Lamelle** - Breite: 16 mm - Stärke: 0,21 mm
- **Drehknopf** - Farbe des Drehknopfes standardmäßig in Silbergrau - Länge der flexiblen Welle nach Bedarf festlegbar

Abb. 6.5: Typ I-09 Kurbel

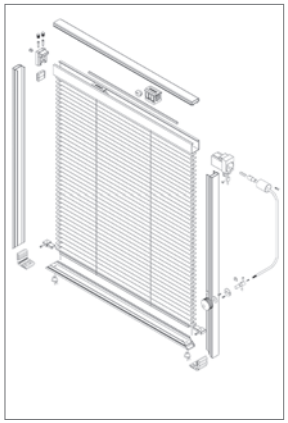
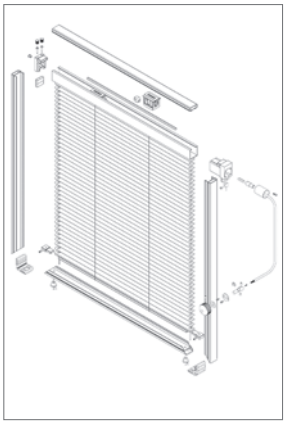


Abb. 6.6: Typ I-11 Drehknopf



Das System Drehknopf zum „Drehen“ und „Wenden“ eignet sich für den Einsatz in Büro-, Besprechungs- und Tagungsräumen.

Als Raumteiler oder Trennwand verhindert das System Drehknopf unerwünschte Einblicke und eröffnet individuell regelbare Transparenz.

Antriebssysteme
UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System – TYP I-Dach

- **Funktionen** - Drehen - Wenden
- **Abmessungen** - B ca. 500 bis 1.000 mm - H ca. 500 bis 2.000 mm
- **Lamelle** - Breite: 16 mm - Stärke: 0,21 mm
- **Motordaten** - Encodermotor 24 Volt / DC mit Wendegetriebe und 2-poligem Anschlusskabel - Kabellänge Standard 4 m, Sonderlängen möglich - Motor- und Getriebeeinheit leicht austauschbar
- **Elektroteile** - Trafo 24 Volt / DC für bis zu 8 Antriebe gleichzeitig - Impuls-Steuerrelais IV für Einzel-, Gruppen- und Zentralsteuerung.

Abb. 6.8: Anwendungsbeispiel

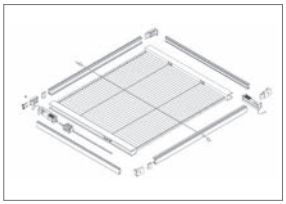


Sonnenschutz

Das System I-Dach wurde speziell für die unterschiedlichen Anwendungen im Dachbereich entwickelt.

Vertikal und horizontal eingebaute Stahlseile verhindern den Kontakt von Jalousie und Glas.

Abb. 6.7: Typ I-Dach



Durch den Einsatz eines zusätzlichen Motors, der diagonal versetzt im zweiten Systemkasten eingebaut wird, ist ein gleichmäßiges „Drehen“ und „Wenden“ über die gesamte Behangfläche gegeben.

6.5 Sonderanwendungen mit Einfachglas-Ausführungen

Neben dem Einsatz von Sonnenschutzgläsern als Isolierglas in Gebäudehüllen finden Hardcoating-Schichten auf VSG oder auch bestimmte Softcoating-Schichten zur Verbundfolie angeordnet, z. B. über Pergolen, auch als Einfachglas Anwendung.

In Attika- und in Brüstungsbereichen werden die ursprünglich transparenten Scheiben durch Emaillierung oder manchmal auch Lackierung opak gemacht. Dieser Vorgang lässt eine farbliche Anpassung an die umgebenden Elemente in der Reflexionsfarbe erreichen. So können Fassadenplatten als Vorsatzschale neutral oder farblich pointiert zum Einsatz gelangen. Sie werden als äußerer Wetterschutz vor den in der Regel mit Dämmstoff ausgeführten Attika- bzw. Brüstungsbereichen vorgebaut und harmonieren so mit den übrigen angrenzenden, transparenten Glasflächen.

Abb. 6.9: Warmfassade (Systemschnitt)

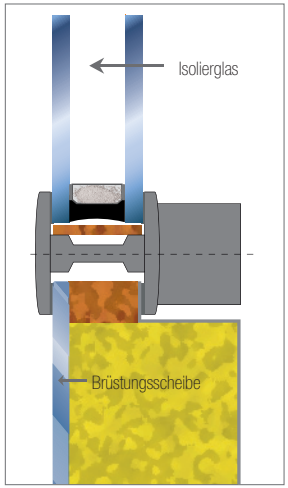
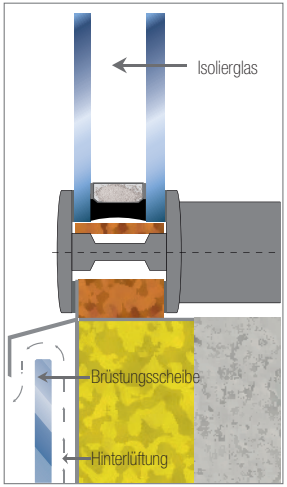


Abb. 6.10: Kaltfassade (Systemschnitt)





Sicherheit



7

7.1	Grundlagen	160
7.2	Spezielle Sicherheitsglas-Anwendungen	160
7.2.1	Ballwurfsicherheit	161
7.2.2	Aufzugsverglasung	161
7.2.3	Begeh- und betretbare Verglasungen	162
7.2.4	Klassifizierung der Sicherheitsgläser	164

7

7.0 Sicherheit

Verglaste Flächen stellen oft die Schwachstelle der Gebäudehülle gegen Angriffe aller Art dar. Hochwertige Isoliergläser mit aktiver, passiver und/oder konstruktiver Sicherheit bieten sowohl dem Objekt, als auch den darin befindlichen Personen Schutz vor Einbruch, Beschuss und Explosion.

7.1 Grundlagen

Passive Sicherheit bedeutet, dass bei Bruch einer Scheibe ein ausreichender Splitter- und damit Verletzungsschutz gewährleistet ist. Beispielsweise von frei zugänglichen Verglasungen in Schulen und Kindergärten oder auch von Türen.

Aktive Sicherheit hingegen sagt aus, dass die Verglasung definierten Angriffen zur Durchdringung standhält. Die Anforderungen an aktiver Sicherheit sind über Normen oder durch Anforderungen der VdS Schadensverhütung GmbH eindeutig geregelt und werden in Klassen eingeteilt. Die Klassifizierung reicht von Durchwurf- über Durchbruch- und Durchschusshemmung bis hin zur Sprengwirkungshemmung (siehe → Kapitel 7.2.4).

Die Ausführung als absturzsichernde Verglasung oder als Anwendung der Verglasung im Überkopfbereich bedeutet konstruktive Sicherheit.

Diese geprüfte Sicherheit findet im UNIGLAS® | SAFE Sicherheitsglas ihren Platz. Verarbeitet zu Isolierglas, sind neben dem definierten Schutz auch die Funktionen des Wärme-, Schall- und/oder Sonnenschutzes gegeben.

7.2 Spezielle Sicherheitsglas-Anwendungen

Anwendungen von sicherheitsrelevanten Produkten findet man natürlich auch außerhalb der Palette der Sicherheits-Isoliergläser. Dabei ist die Ausführung je nach Anforderungen in VSG aus Floatglas, ESG oder TVG, bzw. monolitischem ESG möglich. Neben den klassischen Geländerausfachungen und Absturzsicherungen (siehe → Kap. 9.6) sind folgende Bereiche wichtig:

Abb. 7.1: Anwendungsbeispiel



7.2.1 Ballwurfsicherheit

DIN 18032-3 geprüfte Sicherheitsgläser wie VSG und ESG gelten als ballwurfsicher.

Die Gläser werden nach DIN 18032-3 mit folgenden Prüfgeräten beschossen:

- **Handball**
  425 bis 475 g, Durchmesser 185 bis 191 mm
- **Hockeykugel**
  156 bis 163 g, Durchmesser 70 bis 75 mm

Dabei sind die Prüfscheiben 54-mal mit dem Handball und 12-mal mit der Hockeykugel zu beschießen, ohne dass sie zu Bruch gehen dürfen. Es liegt im Ermessen des Prüfers zu entscheiden, wo die Treffer angesetzt werden. Schwachstellen werden gezielt beansprucht.

7.2.2 Aufzugsverglasung

Transparente Schachtverglasungen und Aufzugkabinen liegen im Trend. Bei Planung und Realisierung solcher Anlagen sind eine Reihe von Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Grundsätzlich sind sowohl die Aufzugsverordnung (AufzV) 4/16 als auch die europäische Aufzugsrichtlinie 2014/33/EU heranzuziehen. Darüber hinaus gilt die EN 81-20:2014-II „Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen“. Vor Verkehrsflächen sind bei der Schachtverglasung zusätzlich die jeweils gültigen öffentlich rechtlichen Bestimmungen für absturzsichernde Verglasungen zu beachten. In Deutschland ist dies z. B. die DIN 18008-4 und in Österreich die ÖNORM B 3716-3.

Ebene oder gebogenen Glasscheiben von Wänden oder Decken der Schachtverglasung müssen aus VSG bestehen. Beim Tragfähigkeitsnachweis ist neben den Einwirkungen nach der EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 und EN 1991-1-4 sofern zutreffend, nach EN 81-20:2014 zusätzlich eine Einzellast von 1 kN auf eine Fläche von 0,3 x 0,3 m Größe an ungünstigster Stelle anzusetzen.

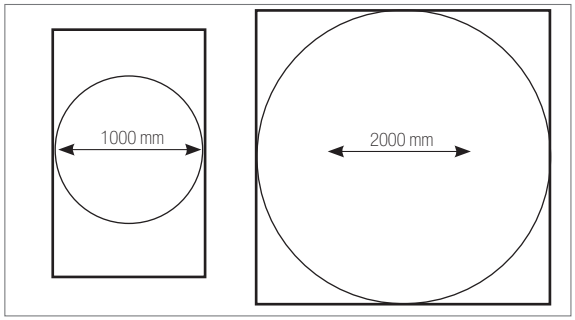
Schachttüren aus Glas müssen zudem Pendelschlagversuchen mit weichen Stoßkörper nach EN 81-50:2014, aus 800 mm Fallhöhe und mit hartem Stoßkörper EN 81-50:2014, aus 500 mm Fallhöhe unterzogen werden. Dabei darf es zu keinen Rissen im Glas kommen. Beim Pendelschlag mit hartem Stoßkörper dürfen keine größeren Abplatzungen als Ø 2 mm entstehen. Die Dicke des vorlaufenden Türblatts aus Glas muss mindestens 20 mm betragen und über gebrochene Kanten verfügen.

Fahrkorbwände aus Glas müssen Pendelschlagversuchen mit weichen Stoßkörper nach EN 81-50:2014, aus 700 mm Fallhöhe und mit hartem Stoßkörper EN 81-50:2014, aus 500 mm Fallhöhe unterzogen werden. Dabei darf es zu keinen Rissen im Glas kommen. Beim Pendelschlag mit hartem Stoßkör-per dürfen keine größeren Abplatzungen als Ø 2 mm entstehen.

Sicherheit

Auf die Pendelschlagversuche der Fahrkorbwände darf bei der Verwendung von allseitig gerahmten, planem VSG verzichtet werden, wenn folgende Mindestdicken eingehalten werden:

Abb. 7.2: max. Durchmesser des Innenkreises



Tab. 7.1 Mindest-Glasdicken von Kabinenverglasungen

Glasart	Durchmesser des Innenkreises	
	Ø ≤ 1.000 mm	1.001 < Ø ≤ 2.000 mm
	Mindest-Glasdicke d_n [mm]	
VSG aus FG	55.2	66.2
VSG aus ESG oder TVG	44.2	55.2

Sofern die Unterkante der Glasfläche unter eine Höhe von 1,1 m über dem Boden des Fahrkorbs liegt, ist zusätzlich zwischen 0,9 m und 1,1 m Höhe ein tragfähiger Handlauf anzubringen, der nicht am Glas befestigt sein darf.

Gemäß EN 81-20:2014 sind die Glasscheiben mit folgenden Mindestangaben zu kennzeichnen:

- Name des Herstellers bzw. Zulieferers und Handelsname
- Art des Glases (VSG)
- Dicke des Glases (z.B. 10/10/2)

7.2.3 Begeh-, betretbare und durchsturzsichere Verglasungen

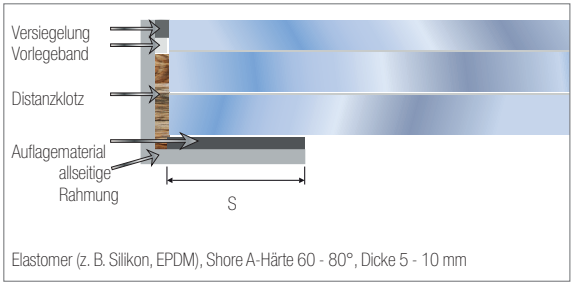
Als betretbare Verglasungen bezeichnet man die Glas-Konstruktionen, die zu Zwecken von Reinigung oder Wartung kurzzeitig betreten werden müssen. Unter durchsturzsichere Verglasungen sind Verglasungen zu verstehen, die bestimmungsgemäß nicht betreten werden, die jedoch in der Nähe von Flächen liegen, welche für Instandhaltungsmaßnahmen betreten werden können Für diese Verglasungen gibt es noch keine öffentlich-rechtlich angeordnete Konstruktions- und Bemessungsvorschrift. DIN 18008-6:2018-02 fasst die zusätzlichen Anforderungen an derartige Konstruktionen zusammen und stellt eine anerkannte Regel der Technik dar.

Verglasungen, die zur Nutzung von Personen oder zum Befahren freigegeben werden, bedürfen in der Regel einer vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen (vBG).

Voraussetzung für die Erteilung der vBG ist neben dem formlosen Antrag die Vorlage einer geprüften Statik sowie einer gutachtlichen Stellungnahme über die Resttragfähigkeit der Konstruktion bei der obersten Baubehörde des entsprechenden Bundeslandes (siehe → Kapitel 9).

Ein Sonderfall für begehbare Verglasungen ist in der DIN 18008-5 bzw. ÖNORM 3716-4 bauaufsichtlich geregelt. Demnach darf VSG aus mindestens drei Scheiben verwendet werden. (vgl. Grafik)

Abb. 7.3: Glasauflager aus DIN 18003-5



Tab. 7.2: Allseitig linienförmig gelagerte, planmäßig begehbare Verglasungen mit nachgewiesener Stoßsicherheit und Resttragsicherheit

Länge [mm max]	Breite [mm max]	VSG-Aufbau von oben nach unten [mm]	S [mm min]
1500	400	8 TVG / 1,52 P VB / 10 FG/ 1,52 PVB / 10 FG	30
1500	750	8 TVG / 1,52 P VB / 12 FG/ 1,52 PVB / 12 FG	30
1250	1250	8 TVG / 1,52 P VB / 10TVG/ 1,52 PVB / 10 TVG	35
1500	1500	8 TVG / 1,52 P VB / 12TVG/ 1,52 PVB / 12 TVG	35
2000	1400	8 TVG / 1,52 P VB / 15 FG/ 1,52 PVB / 15 FG	35

Abb. 7.4: Anwendungsbeispiel



Sicherheit

7.2.4 Klassifizierung der Sicherheitsgläser

Die EN 356 unterscheidet nach durchwurfhemmenden und durchbruchhemmenden Gläsern.

Durchwurfhemmende Gläser werden mit einer Stahlkugel von 4,05 bis 4,17 kg und einem Durchmesser 98 bis 102 mm geprüft.

Tab. 7.3:

Widerstandsklasse nach EN 356	Fallhöhe [mm] (Treffer)
P1A	1.500 (3)
P2A	3.000 (3)
P3A	6.000 (3)
P4A	9.000 (3)
P5A	9.000 (9)

Einbruchshemmung nach VdS	Fallhöhe [mm] „(Treffer)
EH 01	9.500 (3)
EH 02	12.500 (3)

Widerstandsklasse nach DIN / VdS“	Schläge (mindestens)
P6B / VdS EH1	30
P7B / VdS EH2	51
P8B / VdS EH3	71

Je nach Klassifizierung von P1A bis P5A wird die Kugel aus unterschiedlichen Höhen auf die Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks mit einer Seitenlänge von 130 mm um den Schwerpunkt der Prüfscheibe fallen gelassen. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn der Fallkörper das Glas nicht durchschlägt.

Im Fall erhöhten Sicherheitsbedarfes und im Geltungsbereich von Versicherungen werden durchbruchhemmende Verglasungen mit den Widerstandsklassen P6B, P7B und P8B bzw. VdS EH1, EH2 und EH3 verwendet. Die Eignungsprüfung erfolgt mit einer maschinell geführten 2 kg schweren Axt, nachdem der Probekörper zunächst durch 12 Hammerschläge entlang einer Linie von 400 x 400 mm vorgeschädigt worden ist. Entscheidend für die Klassifizierung sind die Anzahl der Schläge, die benötigt werden, um eine 400 x 400 mm große Durchbruchöffnung in die Prüfscheibe zu schlagen.

Verglasungen mit Widerstand gegen Beschuss werden je nach Klassifizierung mit unterschiedlichen Waffen und Kalibern jeweils 3 x in einem fixierten Abstand beschossen. Zusätzlich erfolgt eine Differenzierung nach „splitterfrei“ (NS) und „Splitterabgang“ (S).

Die durchschusshemmenden Verglasungen verfügen zudem über einen erhöhten Einbruchschutz.

EN 13541 legt die Anforderungen und die Prüfverfahren von sprengwirkungshemmenden Sicherheitsverglasungen für das Bauwesen fest. Die Klasseneinteilung gilt nur für die Größe des Prüfkörpers von etwa 1 m^2. Eine erhöhte Durchwurf- und Durchbruchhemmung ist auf Grund des Glasaufbaus zusätzlich gegeben.

Tab. 7.5: Klasseneinteilung sprengwirkungshemmend gemäß EN 13 541

Kennzahl der Klasse	Eigenschaften der ebenen Druckwelle Mindestwerte des/der		
	pos. Max.-Druckes der reflektierten Druckwelle (Pr) [kPa]	pos. spezifischen Impulses (i_+) [kPa · ms]	Dauer der pos. Druckphase (t_+) [ms]
ER 1	50 < Pr < 100	370 < i_+ < 900	> 20
ER 2	100 < Pr < 150	900 < i_+ < 1500	> 20
ER 3	150 < Pr < 200	1500 < i_+ < 2200	> 20
ER 4	200 < Pr <250	2200 < i_+ < 3200	> 20

Abb. 7.5: Durchbruchversuch mit Axt

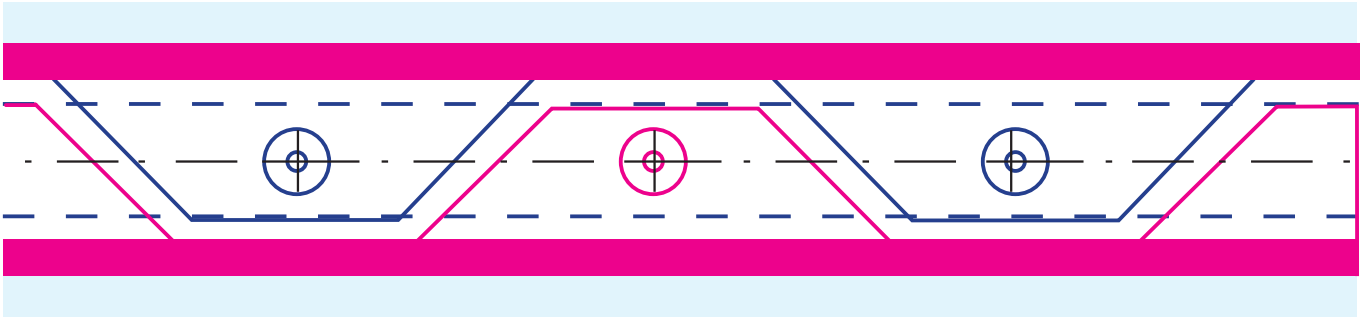


Tab. 7.4: Klasseneinteilung durchschusshemmend EN 1063

Kaliber	Geschoss			Beschussklasse		Schussentfernung	Geschwindkeit
	Art		Masse [g]	Splitterabgang	Splitterfrei	[m]	[m/s]
.22 LR	L/RN	Blei-Rundkopfgeschoss	2,6 ± 0,10	BR1-S	BR1-NS	10	360 ± 10
9 mm x 19	VMR/Wk	Vollmantel-Flachkopfgeschoss mit Weichkern	8,0 ± 0,10	BR2-S	BR2-NS	5	400 ± 10
.357 Magn.	VMKS/Wk	Vollmantel-Kegelspitzkopfgeschoss mit Weichkern	10,25 ± 0,10	BR3-S	BR3-NS	5	430 ± 10
.44 Magn.	VMF/Wk	Vollmantel-Flachkopfgeschoss mt Weichkern	15,55 ± 0,10	BR4-S	BR4-NS	5	440 ± 10
5,56 x 45	FJ/PB/SCP 1	Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Weichkern mit Stahleinlage	4,0 ± 0,10	BR5-S	BR5-NS	10	950 ± 10
7,62 x 51	VMS/Wk	Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Weichkern	9,45 ± 0,10	BR6-S	BR6-NS	10	830 ± 10
7,62 x 51	VMS/Hk	Vollmantel-Spitzkopfgeschoss mit Hartkern	9,75 ± 0,10	BR7-S	BR7-NS	10	820 ± 10
Flinte 12/70*	Brenneke		31,0 ± 0,50	SG1-S*	SG1-NS*	10	420 ± 10
Flinte 12/70	Brenneke		31,0 ± 0,50	SG2-S	SG2-NS	10	420 ± 10

* Die Prüfung erfolgt durch einmal Beschuss

UNIGLAS®-Systeme





8

8.1 UNIGLAS® I FACADE Holz-Glas-Verbundelement 168
8.2 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Isolierglas 171
8.2.1 UNIGLAS® I OVERHEAD 171
8.3 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme 174
8.3.1 GM PICO 174
8.3.2 GM PICO KING 175
8.3.3 GM PICO LORD 177
8.3.4 GM PUNTO 179
8.3.5 GM POINT P 60/22 SP 182
8.3.6 GM POINT P 80/29 SP 183
8.3.7 Weitere Punkthaltesysteme im Überblick 184
8.4 GM BRACKET S 185
8.5 UNIGLAS® I STYLE 186
8.5.1 GM TOPROLL BALANCE 186
8.5.2 GM TOPROLL 100 188
8.5.3 GM TOPROLL 100 SHIELD 189
8.5.4 GM TOPROLL SMART 190
8.5.5 GM TOPROLL 10/14 191
8.5.6 GM ZARGENPROFILE 192
8.5.7 GM LIGHTROLL 6/8 193
8.5.8 GM LIGHTROLL 10/12 194
8.5.9 Beschläge für Pendeltüren und Ganzglasanlagen 195
8.5.10 GM RAILING® 196
8.5.11 GM RAILING UNI 197
8.5.12 GM WINDOORAIL® 198
8.5.13 GM WINDOORAIL® Frameless 199
8.6 creaglas® LightCube – Sitzmöbel und Kunstobjekt 200

8

UNIGLAS®-Systeme

8.0 UNIGLAS®-Systeme

8.1 UNIGLAS® | FACADE Holz-Glas-Verbundelement

Bei UNIGLAS® | FACADE handelt es sich um ein tragend geklebtes Fassaden-Einsatzelement (SSG: Structural Sealant Glazing-Fassaden-Element) mit abZ, bei dem die Verglasung direkt, d.h. ohne Metallprofile auf einer Brettschichtholz (BSH) – Unterkonstruktion ausgeführt wird. Damit erhält der Fassadenbauer ein werkseits vorgefertigtes Element, welches innerhalb kürzester Zeit auf der Baustelle mit dem Tragwerk aus BSH-Pfosten und -Riegeln kraftschlüssig verbunden wird. Durch die Reduktion der Montagezeiten und den damit einhergehenden Risiken erhöht sich für den Fassadenbauer die Kostensicherheit.

Bereits im Herstellwerk werden Funktions-Isolierglas und Koppelleiste mit Klebstoff dauerhaft verbunden. Die Vorfertigung im Werk gewährleistet, dass die Verklebung unter definierten und kontrollierten Bedingungen abläuft. Ferner sind sowohl die Herstellung der Koppelleiste, des tragend verklebten Randverbundes des Isolierglases, wie auch die Applikation der Koppelleiste einer laufenden Fremdüberwachung durch eine notifizierte Prüfstelle unterzogen. Die spezielle Verzahnung der Koppelleiste ermöglicht, dass jedes beliebige Element innerhalb der Fassade in kürzester Zeit ausgetauscht werden kann. Dabei beschränkt sich die Bauweise nicht auf Festverglasungen. Öffnungselemente lassen sich mit dem Systemanschluss problemlos integrieren. Dem Anwender steht ein umfangreicher Detailkatalog als pdf-, dwg- oder dxf-Datei ebenso zur Verfügung, wie eine prüffähige Systemstatik.

Abb. 8.1: Aufbau, abZ und EPD



abZ Nr. Z-70.1-226



Abb. 8.2: Anwendungsbeispiel



Auch absturzsichernde geschosshohe Elemente der Kategorie A oder ausfachende Elemente der Kat. C sind sowohl durch Bauteilversuche, wie auch rechnerisch nachgewiesen.

Eine besondere Anwendung von UNIGLAS® I FACADE ist dessen Einsatz zur Gebäudeaussteifung. Unter Beachtung bestimmter Randbedingungen für Elementabmessungen, der Seitenverhältnisse und der Fassadenhöhe ist es möglich, die Scheibenwirkung der Elemente UNIGLAS® I FACADE statisch dahingehend auszunutzen, dass auf formal unbefriedigende Windverbände oder teure und energetisch ungünstige Stahlkonstruktionen verzichtet werden kann. UNIGLAS® I FACADE ist daher die ideale Fassade für vollverglaste Fachwerkbauten mit bis zu zwei Vollgeschossen, Wintergärten und Anbauten.

Durch den Verzicht auf eine Metallunterkonstruktion oder entsprechende Verbindungsmittel lassen sich bei Verwendung von Dreifach-Isolierglas ein, bei Ganzglasfassaden bisher nicht erreichter, U_{cw}-Wert von 0,69 W/m²K erzielen. Mit dieser Wärmedämmung werden die CO_2-Werte nachweislich um 43% gegenüber konventionellen Fassaden reduziert. Mit Holz als nachwachsendem Rohstoff und Glas als umweltfreundlichen und recyclingfähigen Baustoff zeichnen sich Fassadenkonstruktionen mit UNIGLAS® I FACADE Holz-Glas-Verbundelementen als besonders ökologisch und nachhaltig aus. Dabei entspricht die flächenbündige Außenansicht ohne störende Metallprofile und die Tragkonstruktion aus Holz zeitgenössischer Architektur.

Fordern Sie bei Interesse bei Ihrem UNIGLAS®-Partner das Handbuch für Planung und Erstellung von Fassaden mit UNIGLAS® I FACADE an.

8.2 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme für Vordächer aus Glas

8.2.1 UNIGLAS® I OVERHEAD

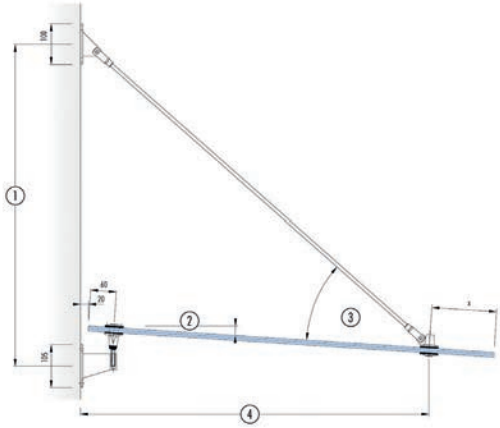
Das Beschlagsystem UNIGLAS® I OVERHEAD mit allgemein bauaufsichtlicher Zulassung für Deutschland (UNIGLAS® I OVERHEAD abZ Nr. Z-70.3-103) punktet auf der ganzen Linie mit folgenden Vorteilen:

- Kleinster Halterdurchmesser mit 45 mm
- Zugelassen für Schneelasten bis 1,5 kN/m²
- Große Formate möglich, z. B. bis 1800 x 4080 mm

Tab. 8.1: UNIGLAS® I OVERHEAD

Typ I	Ø 45 mm
Typ II	Ø 60 mm
Typ III	Ø 80 mm

Abb. 8.3: Montageansicht

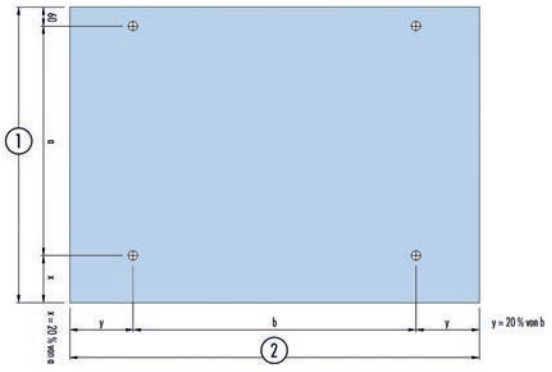


① Abstand Mitte Wandkonsole bis Mitte Wandkonsole
② Neigung Vordach in Grad β
③ α = min. 35°
④ Maß Wand bis Mitte Lochbohrung

Vordachsystem mit 2 Zugstangen Typ I, Typ II und Typ III

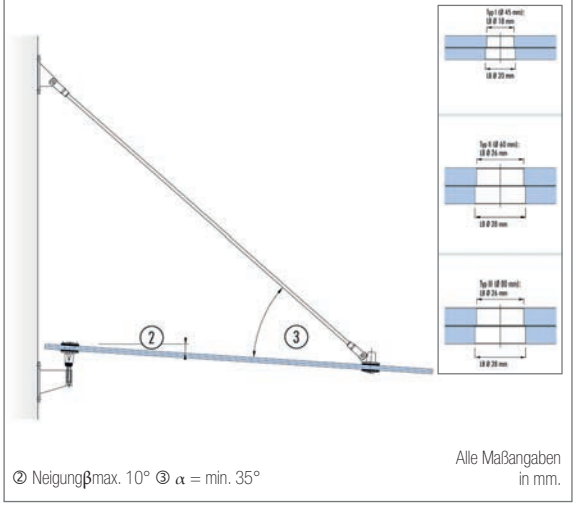
Information zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-70.3-103 (gültig für Deutschland).

Abb. 8.4: Bohrlochvorlage



① Vordachtiefe (VT) ② Vordachbreite (VB)

Abb. 8.5: Montageansicht / Glasbohrung



② Neigung β max. 10° ③ α = min. 35°

Alle Maßangaben in mm.

Wichtiger Hinweis: Die Werte sind nur unter Einhaltung der gesamten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gültig. Technische Änderungen vorbehalten!

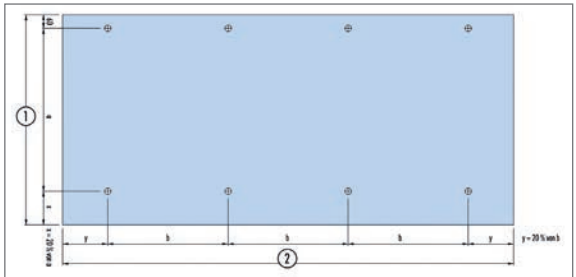
Tab. 8.2:

Typ	a	x	VT	b	y	VB	Glasaufbau	Schneelast
I	780	160	1000	1200	240	1680	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m²
I	780	160	1000	900	180	1260	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m²
II	950	190	1200	1200	240	1680	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m²
II	950	190	1200	900	180	1260	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m²
II	1120	220	1400	1300	260	1820	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m²
II	1120	220	1400	900	180	1260	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m²
III	1280	260	1600	1550	310	2170	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m²
III	1280	260	1600	1100	220	1540	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m²
III	1450	290	1800	1500	300	2100	VSG 2x12 mm TVG	0,75 kN/m²
III	1450	290	1800	1100	220	1540	VSG 2x12 mm TVG	1,50 kN/m²

Vordachsystem mit 4 Zugstangen Typ I, Typ II und Typ III

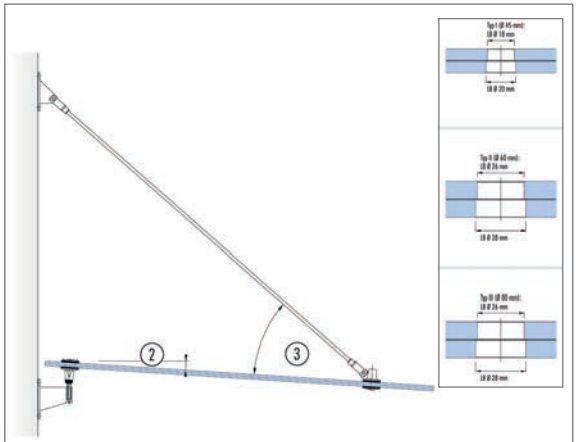
Information zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-70.3-103 (gültig für Deutschland).

Abb. 8.6: Bohrlochvorlage



① Vordachtiefe (VT) ② Vordachbreite (VB)

Abb. 8.7: Montageansicht / Glasbohrung



② Neigung β max. 10° ③ α = min. 35°

Alle Maßangaben in mm.

UNIGLAS®-Systeme

Wichtiger Hinweis: Die Werte sind nur unter Einhaltung der gesamten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gültig. Technische Änderungen vorbehalten!

Tab. 8.3:

Typ	a	x	VT	b	y	VB	Glasaufbau	Schneelast
I	950	190	1200	750	150	2550	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m²
I	950	190	1200	500	100	1700	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m²
II	1120	220	1400	850	170	2890	VSG 2x8 mm TVG	0,75 kN/m²
II	1120	220	1400	550	110	1870	VSG 2x8 mm TVG	1,50 kN/m²
II	1280	260	1600	850	170	2890	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m²
II	1280	260	1600	550	110	1870	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m²
III	1280	260	1600	1300	260	4420	VSG 2x10 mm TVG	0,75 kN/m²
III	1280	260	1600	900	180	3060	VSG 2x10 mm TVG	1,50 kN/m²
III	1450	290	1800	1200	240	4080	VSG 2x12 mm TVG	0,75 kN/m²
III	1450	290	1800	800	160	2720	VSG 2x12 mm TVG	1,50 kN/m²

8.3 UNIGLAS®-Punkthaltesysteme

8.3.1 GM PICO

GM PICO wurde speziell für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien (6 - 8 mm bzw. 10 - 12 mm Dicke) können beliebige Senkkopfschrauben mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet werden. Die weiche Auflagescheibe hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

- Spiegelwände
- Wandplattenverkleidungen
- Küchenrückwände
- Verglasungen im Sanitärbereich
- Verglasungen im Möbelbau

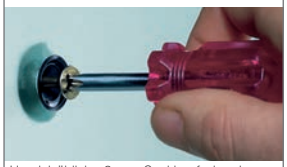
Abb. 8.8: Einfache Montage



GM PICO für Senkbohrungen 45° Ø 12 mm.



GM PICO eindrücken.

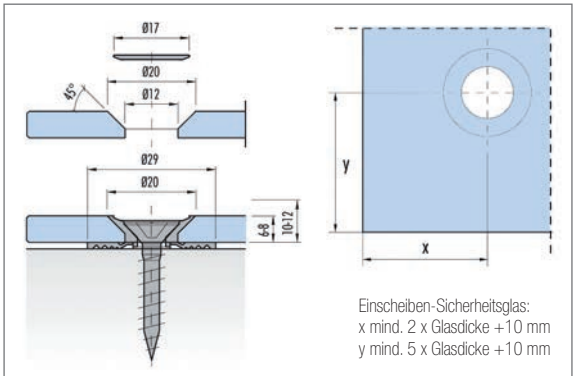


Handelsübliche 6 mm Senkkopfschraube eindrehen.



Flächenbündige Abdeckscheibe einklipsen – fertig!

Abb. 8.9: Technischer Aufbau



Einscheiben-Sicherheitsglas:
x mind. 2 x Glasdicke +10 mm
y mind. 5 x Glasdicke +10 mm

Verarbeitungshinweise Floatglas, Spiegel:
x mind. 20 mm
y mind. 20 mm

Tab. 8.4:

Glasdicke	Systemteil	Ausführung
6 - 8 mm	GM PICO Punkthalter	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, transparent
10 - 12 mm	GM PICO Punkthalter	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, transparent
	Abdeckscheibe	Messing, vernickelt
		Messing, vergoldet
		Messing, schwarz

Schrauben: Senkschraube Ø 6 mm mit Kopf Ø 12 mm bauseits.

8.3.2 GM PICO KING

GM PICO KING wurde speziell für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien (8 - 12 mm Dicke) können beliebige Senkkopfschrauben mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet werden. Die Höhenverstellung ist durch leichtes Verdrehen des Kunststoffteiles möglich. Deshalb ist auch ein schnelles Einstellen und Montieren der Plattenelemente ein großer Vorteil dieses Haltertyps. Durch den im Halterkopf eingesetzten Exzenter ist eine zusätzliche Justierung von ± 1,5 mm möglich.

Anwendungsbeispiele:

- Spiegelwände
- Wandplattenverkleidungen
- Küchenrückwände
- Verglasungen im Sanitärbereich
- Verglasungen im Möbelbau

Empfohlene Glasarten:

- Vorzugsweise Einscheiben-Sicherheitsglas ESG
- ESG-Emailglas

aber auch

- Spiegel
- Floatglas
- Drahtglas

sind möglich.

Abb. 8.10: Technischer Aufbau

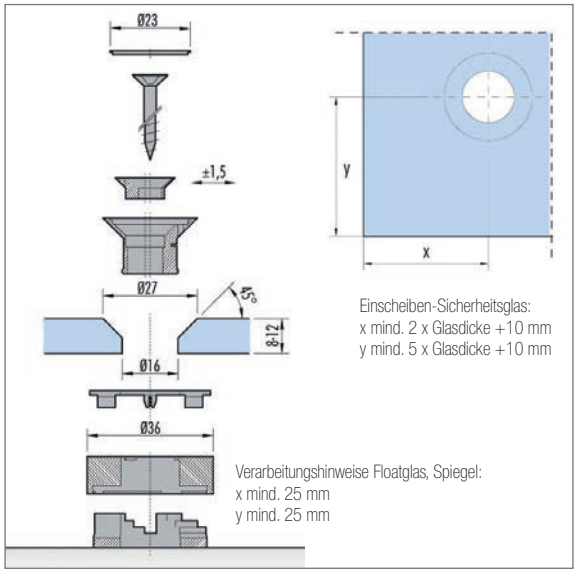


Abb. 8.11: Höhenverstellung im Handumdrehen

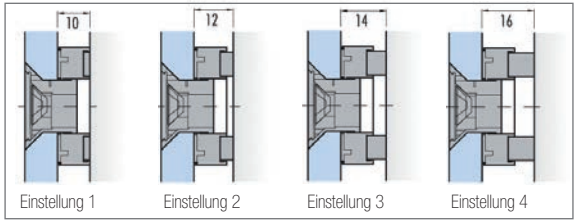


Abb. 8.12: Höhenverstellung



Tab. 8.5:

Glasdicke	Systemteil	Ausführung
8 - 12 mm	GM PICO King	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, lichtgrau
	Abdeckscheibe	Messing, vernickelt
		Messing, vergoldet

Schrauben: Senkschraube Ø 6 mm mit Kopf Ø 12 mm bauseits.

8.3.3 GM PICO LORD

GM PICO LORD wurde speziell für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien (8 - 12 mm Dicke) können Stockschrauben oder Gewindestifte mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet werden. Aufgrund der Gelenkigkeit des Halters können Winkel oder Justierfehler in der Unterkonstruktion ausgeglichen werden. Der Halter wird am Glas vormontiert und von der Außenfläche aus direkt am Untergrund verschraubt. Durch diese Direktmontage werden die Montagezeiten wesentlich verkürzt. Durch verschieden tiefes Eindrehen der Schraube sind auch Unebenheiten (z. B. Vertiefungen, Schrägen etc.) mit nur einem Haltertyp ausgleichbar.

Anwendungsbeispiele:

- Spiegelwände
- Wandplattenverkleidungen
- Küchenrückwände
- Verglasungen im Sanitärbereich
- Verglasungen im Möbelbau

Empfohlene Glasarten:

- Vorzugsweise Einscheiben-Sicherheitsglas ESG
- ESG-Emailglas

aber auch

- Spiegel
- Floatglas
- Drahtglas

sind möglich.

Abb. 8.13: Technischer Aufbau

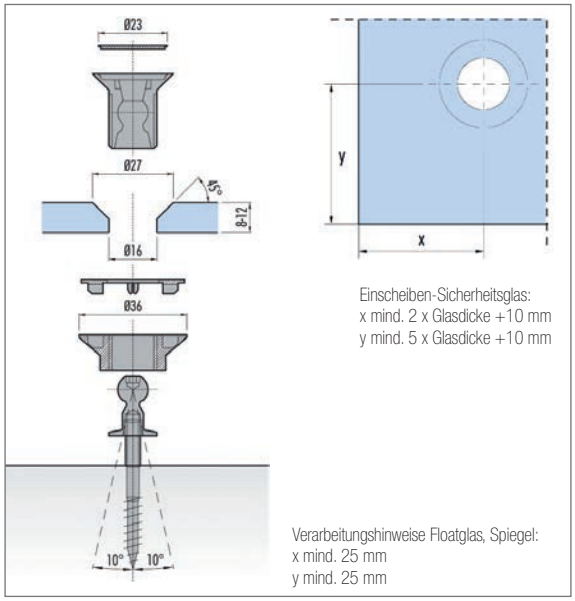


Abb. 8.14: Gewindestift oder Stockschraube

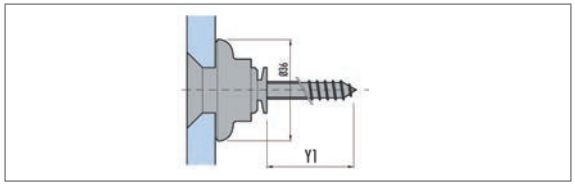
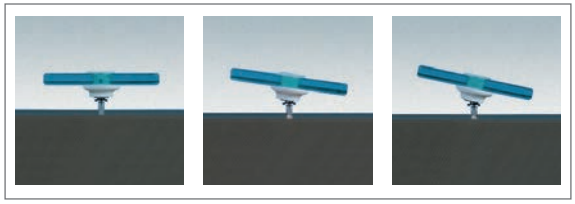


Abb. 8.15: Gelenkigkeit des Halters



Tab. 8.6:

Glasdicke	Systemteil	Ausführung
8 - 12 mm	GM PICO LORD	Kunststoff, schwarz
		Kunststoff, lichtgrau
	Abdeckscheibe	Messing, vernickelt
		Messing, vergoldet
Abstand Gewindestift: Y1	34 / 44 / 54 / 64 mm	
Abstand Stockschraube: Y1	22 / 40 / 60 mm	

8.3.4 GM PUNTO

GM PUNTO 13

GM PUNTO wurde für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Diese Punkthaltesysteme eignen sich für Glasstärken von 3 - 6 mm. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien können Senkkopfschrauben verwendet werden. Das Weichlager schützt die Glasbohrung und hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

Verglasungen im

- Sanitärbereich
- Möbelbau
- Laden-, Messe- und Displaybau

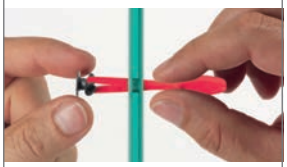
und natürlich auch für die

- Befestigung von Hinweis- und Türschildern.

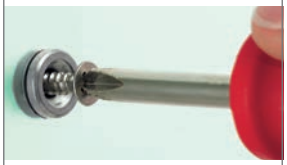
Abb. 8.16: Einfache Montage



GM PUNTO Ø 13 mm für Bohrung Ø 6 mm.



Weichlager zum Schutz der Glasbohrung einfach mit Hilfe des Montagewerkzeugs vormontieren.

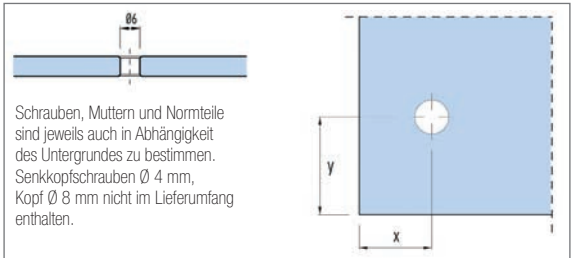


Glas mit Klemmscheibe und handelsüblicher 4 mm Senkkopfschraube befestigen.



Abdeckscheibe aufklipsen – fertig!

Abb. 8.17: Technischer Aufbau

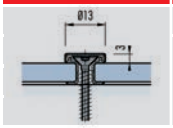


Schrauben, Muttern und Normteile sind jeweils auch in Abhängigkeit des Untergrundes zu bestimmen. Senkkopfschrauben Ø 4 mm, Kopf Ø 8 mm nicht im Lieferumfang enthalten.

Verarbeitungshinweise Floatglas, Spiegel:
x mind. 20 mm
y mind. 20 mm

Einscheiben-Sicherheitsglas:
x mind. 2 x Glasdicke + 3 mm
y mind. 4 x Glasdicke + 3 mm

Tab. 8.7:

	Glasdicke	Material	Bestandteile
	3 - 6 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
			Montagewerkzeug

GM PUNTO 25

GM PUNTO wurde für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Diese Punkthaltesysteme eignen sich für Glasdicken von 4 - 10 mm. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien können Senkkopfschrauben verwendet werden. Das Weichlager schützt die Glasbohrung und hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

Abb. 8.18: Anwendungsbeispiel



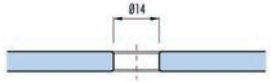
Verglasungen im

- Sanitärbereich
- Möbelbau
- Laden-, Messe- und Displaybau

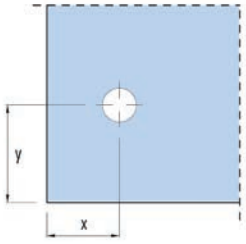
und natürlich auch für die

- Befestigung von Hinweis- und Türschildern.

Abb. 8.19: Technischer Aufbau



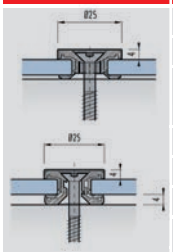
Schrauben, Muttern und Normteile sind jeweils auch in Abhängigkeit des Untergrundes zu bestimmen. Senkkopfschrauben Ø 4 mm, Kopf Ø 8 mm nicht im Lieferumfang enthalten.



Verarbeitungshinweise Floatglas, Spiegel:
x mind. 20 mm
y mind. 20 mm

Einscheiben-Sicherheitsglas:
x mind. 2 x Glasdicke + 7 mm
y mind. 4 x Glasdicke + 7 mm

Tab. 8.8:

	Glasdicke	Material	Bestandteile
	4 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	6 mm		
	8 - 10 mm	ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
	4 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	6 mm		
	8 - 10 mm	ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
		ZDG	Auflagenscheibe

GM PUNTO 36

GM PUNTO wurde für die einfache und rationelle Befestigung im Innenbereich entwickelt. Diese Punkthaltesysteme eignen sich für Glasstärken von 8 - 13,5 mm. Zur Montage sämtlicher Plattenmaterialien können Senkkopfschrauben verwendet werden. Das Weichlager schützt die Glasbohrung und hält das zu befestigende Element auf Distanz zur Unterkonstruktion.

Anwendungsbeispiele:

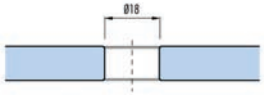
Verglasungen im

- Sanitärbereich
- Möbelbau
- Laden-, Messe- und Displaybau

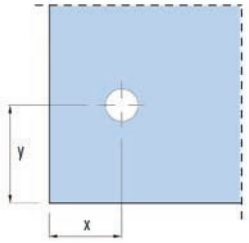
und natürlich auch für die

- Befestigung von Hinweis- und Türschildern.

Abb. 8.20: Technischer Aufbau



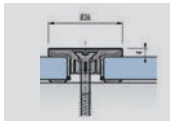
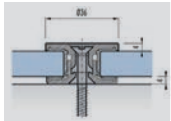
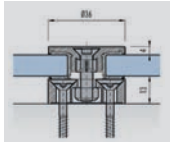
Schrauben, Muttern und Normteile sind jeweils auch in Abhängigkeit des Untergrundes zu bestimmen. Senkkopfschrauben Ø 6 mm, Kopf Ø 12 mm nicht im Lieferumfang enthalten. Das Abstandstück kann sowohl mit Senkkopf- wie mit Sechskantschrauben befestigt werden.



Verarbeitungshinweise Floatglas, Spiegel:
x mind. 20 mm
y mind. 20 mm

Einscheiben-Sicherheitsglas:
x mind. 2 x Glasdicke + 9 mm
y mind. 4 x Glasdicke + 9 mm

Tab. 8.9:

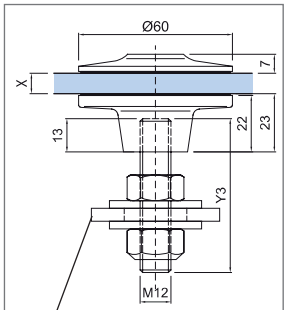
	Glasdicke	Material	Bestandteile
	8 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	10 - 13,5 mm		
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
	8 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	10 - 13,5 mm		
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
		ZDG	Auflagenscheibe
	8 mm	Edelstahl poliert	Abdeckscheibe
	10 - 13,5 mm		
		ZDG	Klemmscheibe
		Silikon	Weichlager
		ZDG	Abstandstück

8.3.5 GM POINT P 60/22 SP

Der Beschlag basiert auf einer punktförmigen, durch Lochbohrungen angebrachten Glasbefestigung. Alle Metallbeschlagteile sind gemäß System GM POINT ausnahmslos aus Edelstahl. Alle Beschlagteile, die mit der Glasoberfläche in Berührung kommen, sind in witterungsbeständiger Kunststoff- bzw. Gummiqualität ausgeführt. Alle Schraubverbindungen müssen geeignet gesichert werden (z. B. Loctite).

Die Ausführung der Beschläge sowie erwähnte Glasdicken sind nur Empfehlungen. Ein statischer Nachweis kann ausschließlich durch einen befugten Statiker erbracht werden. Dabei wird dann die Statik des gesamten Punkthaltesystems in Verbindung mit Glas und Unterkonstruktion geprüft und nachgewiesen.

Abb. 8.21: Systemschnitt



Unterkonstruktion (bauseits), Dicke nach statischen Erfordernissen.

Abb. 8.22: Anwendung Fassade

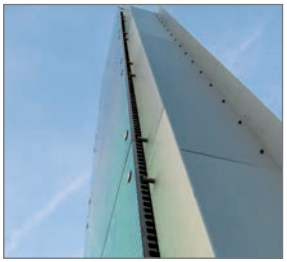
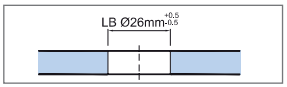


Abb. 8.23: Glasbohrung



Tab. 8.10:

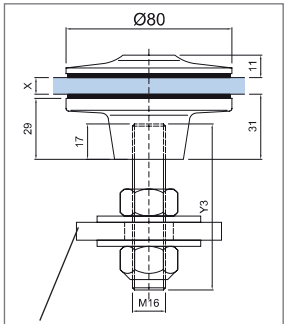
Ansicht	erhaben	DIN 18008	
Typ	starr		
Auflageteller	Ø 60 mm		
Bezeichnung	P 60/22 SP I	P 60/22 SP II	P 60/22 SP III
Glasstärke (X)	8 -13,5 mm	14 - 17,5 mm	18 - 22 mm
Gewindestiftlänge (Y3)	30-90 mm		
Material	Drehteile	Edelstahl rostfrei 1.4301	
	Kunststoff	Polyamid 6 schwarz	
	Schrauben	Edelstahl rostfrei A2 (1.4301)	

8.3.6 GM POINT P 80/29 SP

Der Beschlag basiert auf einer punktförmigen, durch Lochbohrungen angebrachten Glasbefestigung. Alle Metallbeschlagteile sind gemäß System GM POINT ausnahmslos aus Edelstahl. Alle Beschlagteile, die mit der Glasoberfläche in Berührung kommen, sind in witterungsbeständiger Kunststoff- bzw. Gummiqualität ausgeführt. Alle Schraubverbindungen müssen geeignet gesichert werden (z. B. Loctite).

Die Ausführung der Beschläge sowie erwähnte Glasdicken sind nur Empfehlungen. Ein statischer Nachweis kann ausschließlich durch einen befugten Statiker erbracht werden. Dabei wird dann die Statik des gesamten Punkthaltesystems in Verbindung mit Glas und Unterkonstruktion geprüft und nachgewiesen.

Abb. 8.24: Systemschnitt

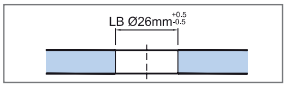


Unterkonstruktion (bauseits), Dicke nach statischen Erfordernissen.

Abb. 8.25: Anwendung Fassade



Abb. 8.26: Glasbohrung



Tab. 8.11:

Ansicht	erhaben	DIN 18008	
Typ	starr		
Auflageteller	Ø 80 mm		
Bezeichnung	P 80/29 SP II	P 80/29 SP III	P 80/29 SP IV
Glasstärke (X)	10 -14 mm	15 - 19,5 mm	20 - 22 mm
Gewindestiftlänge (Y3)	40 - 60 mm		
Material	Drehteile	Edelstahl rostfrei 1.4301	
	Kunststoff	Polyamid 6 schwarz	
	Schrauben	Edelstahl rostfrei A2 (1.4301)	

8.3.7 Weitere Punkthaltesysteme im Überblick

Tab. 8.12:

	Typ	starr	gelenkig	Ø [mm]
	**GM POINT**			
	P 25	•		25
	P 36	•		36
	P 36 HUK	•		36
	P 36 RR	•		36
	P 45	•		45
	P 45/5 SP	•		45
	P 45/30 ST	•		45
	P 50	•		50
	P 60/7 SP	•		60
	P 60/22 SP	•		60
	P 80/9 SP	•		80
	P 80/29 SP	•		80
	**GM POINTBALL**			
	PB 45/30 HM		•	45
	PB 45/30 S		•	45
	PB 45/40 S		•	45
	PB 60/33 HM		•	60
	PB 60/33 S		•	60
	PB 80/44 HM		•	80
	PB 80/44 S		•	80
	**GM SHIELD**			
	S 27/36	•		36
	S 27/36 A	•		36
	S 27/36 A 90°	•		36
	S 27/45 ST	•		45
	S 27/50	•		50
	S 45/60	•		60
	S 60/80	•		80
	**GM SHIELDBALL**			
	SB 27/45		•	45
	SB 45/60		•	60
	SB 60/80		•	80

8.4 GM BRACKET S

GM BRACKET S wurde speziell für die einfache und rationelle Montage von überschuppten Glasfassaden entwickelt. Das Haltesystem bedarf keinerlei Bohrungen oder sonstiger Bearbeitungen des Glases.

Das Glas wird mit der Weichlagerungseinlage und mit einem speziellen Befestigungssystem in die Halterung eingestellt und eingeklemmt.

Durch die vorliegenden statischen Berechnungen des Haltesystems ist eine einfachere Dimensionierung von Glasgrößen und -stärken möglich.

Anwendungsmöglichkeiten

- Vorsatzfassaden
- Laubengangverglasungen
- Treppenhausverglasungen
- Parkhausverglasungen
- Wind- und Wetterschutz
- Hinterlüftung
- Sonnenschutz

Abb. 8.27: Detailansicht



Abb. 8.28: Montageansicht



Abb. 8.29: Systemschnitt oben

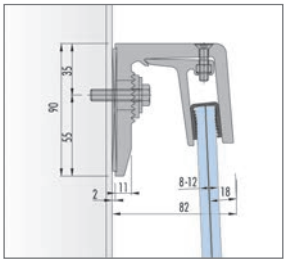
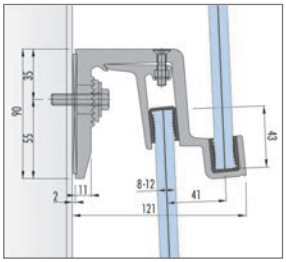


Abb. 8.30: Systemschnitt Mitte



8

Abb. 8.31: Systemschnitt unten

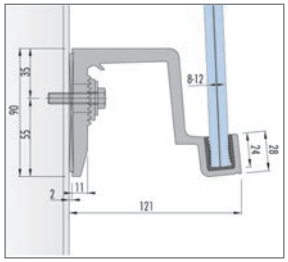


Abb. 8.32: Auszeichnungen



Abb. 8.33: Anwendungsbeispiel



8.5 UNIGLAS® | STYLE

8.5.1 GM TOPROLL BALANCE

■ System

Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebetüren. Die Gläser werden ohne Silikonverklebung mittels Einspannung gehalten. Durch die vielen gestalterischen Kombinationsmöglichkeiten des Systems (z. B. Deckenbefestigung, Wandbefestigung, Taschenmontage, Glas/Glas-Befestigung bei Ganzglasanlagen oder Fixteiladaptierung) ist ein breites Anwendungsspektrum realisierbar. Das System weist eine Bauhöhe von nur 50 mm auf.

■ Softstop

Das System ist mit oder ohne Einzugsdämpfung ausführbar. Das Dämpfungssystem ist für ein max. Glasgewicht von 80 kg ausgelegt, eine Mindestglasbreite von 810 mm erforderlich.

■ Nischeneinbau

Der Einbau in Wandnischen (Taschenmontage) gestaltet sich durch die diagonale Rollenmechanik besonders leicht.

■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe rund (Ø 55 mm), eckig (40 x 100 mm) oder Edelstahl G-Griffe (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestechen durch besondere optische Zurückhaltung.

Abb. 8.34: Auszeichnungen



■ Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang.

Abb. 8.35: Systemschnitt

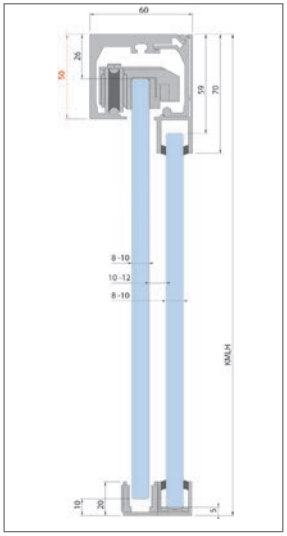


Abb. 8.36: Systemschnitt

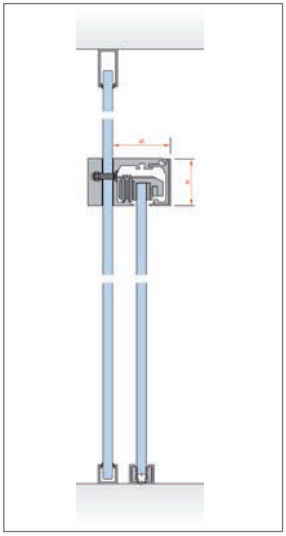
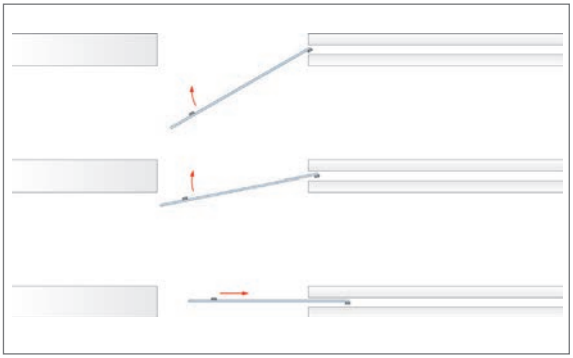


Abb. 8.37: Taschenmontage



8

8.5.2 GM TOPROLL 100

System

Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebeelemente. Die Gläser werden im oberen Laufschuh durch Verklebung und zusätzlich durch eine mechanische Sicherung gehalten. Durch die vielen gestalterischen Kombinationsmöglichkeiten des Systems (z. B. Deckenbefestigung, Wandbefestigung oder Fixteiladaptierung) ist ein breites Anwendungsspektrum realisierbar. Das System weist eine effektive Bauhöhe von nur 105 mm auf. Durch einen möglichen deckenbündigen Einbau der Laufschiene reduziert sich die Höhe des sichtbaren Beschlags auf 55 mm.

Abb. 8.38: Typ A

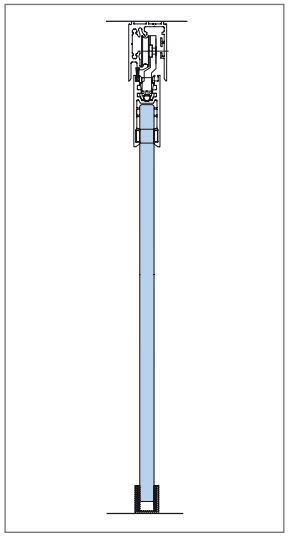


Abb. 8.39: Typ B

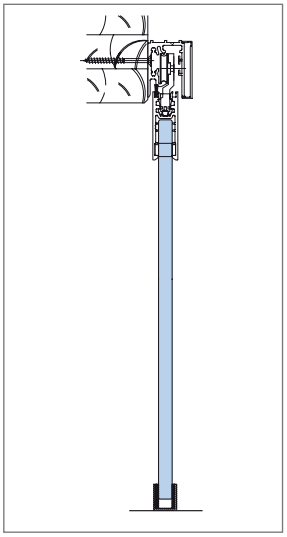


Abb. 8.40: Typ C

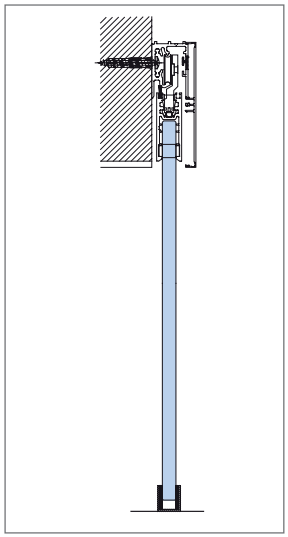
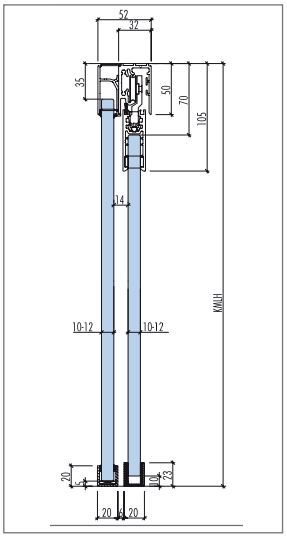


Abb. 8.41: Typ D



Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit Ø 55 mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestechen durch besondere optische Zurückhaltung.

Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang.

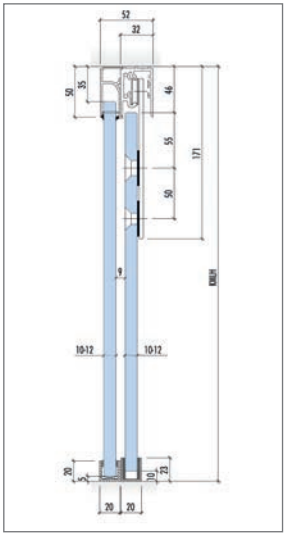
Das System GM TOPROLL 100 ist z. B. in Bürotrennwänden, zwischen Esszimmer und Küche, im Bad oder auch für Schrankwände einsetzbar.

8.5.3 GM TOPROLL 100 SHIELD

System

Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebeelemente. Jedes Schiebeelement wird an 2 sichtbaren Edelstahllaschen befestigt, die auch den Höhenausgleich ermöglichen. Die außen sichtbare Verschraubung wird nach Wunsch entweder mit sichtbaren Edelstahlinbusschrauben oder mit einem speziellen Sichtschraubstück aus Edelstahl ausgeführt. Durch die vielen gestalterischen Kombinationsmöglichkeiten des Systems (z. B. Deckenbefestigung, Wandbefestigung oder Fixteiladaptierung) ist ein breites Anwendungsspektrum möglich.

Abb. 8.42: Systemschnitt



Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit Ø 55 mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestechen durch besondere optische Zurückhaltung.

UNIGLAS®-Systeme

■ Führung

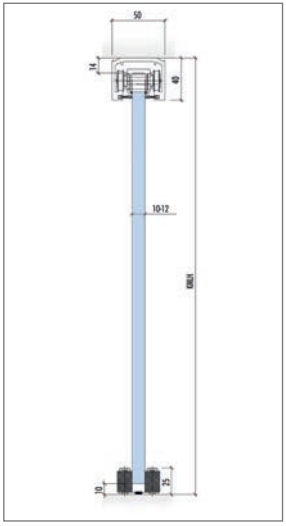
Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang.

Das System GM TOPROLL 100 SHIELD wurde für ansprechende Lösungen im Innenbereich wie z. B. für Shops, Bars oder im Bankenbereich entwickelt.

8.5.4 GM TOPROLL SMART

■ System

Abb. 8.43: Systemschnitt



Oben hängendes Schiebetürsystem für Ganzglasschiebeelemente. Das System zeichnet sich durch eine minimale Bauhöhe von nur 40 mm aus. Die Gläser werden im oberen Laufschuh durch Verklebung und zusätzlich durch eine mechanische Sicherung gehalten. Das System ist für Glasgewichte bis 150 kg ausgelegt. Dadurch lassen sich auch besonders große Schiebeglaselemente ausführen.

■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit Ø 55 mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestechen durch besondere optische Zurückhaltung.

■ Führung

Durch die örtliche Führung im Randbereich erhält man einen barrierefreien Durchgang. Auf Grund der geringen Bauhöhe des Systems (40 mm) eignet sich GM TOPROLL SMART besonders für die Montage bei niedrigen Durchgangshöhen oder für den deckenbündigen Einbau von Schiebetürverglasungen.

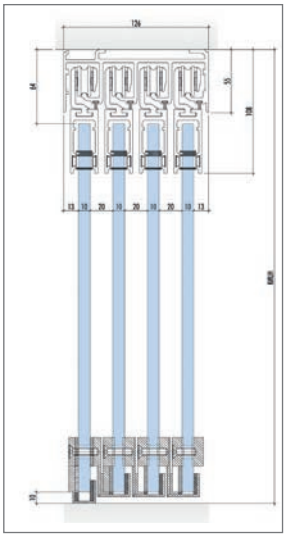
Abb. 8.44: Anwendungsbeispiel



8.5.5 GM TOPROLL 10/14

■ System

Abb. 8.45: Systemschnitt



Rahmenloses Schiebetürsystem mit oben hängenden Ganzglasschiebeelementen. Die Schiebegläser laufen auf 2, 3 oder 4 Bahnen und lassen sich nach rechts oder links verschieben. Dies bedeutet max. Öffnungsmöglichkeiten von 50 - 75 %. Die Bauhöhe beträgt nur 108 mm.

■ Griffe

Edelstahlmuschelgriffe mit Ø 55 mm oder der Edelstahl G-Griff (einfachere Bedienung bei Nischenausführung, da der Griff direkt an der Glaskante sitzt) bestechen durch besondere optische Zurückhaltung.

■ Führung

GM TOPROLL 10/14 ist ein einzigartiges mehrbahniges Schiebesystem ohne Bodenführung (schwellenlos) mit Mitnehmerfunktion und damit ideal als Raumtrennlösung geeignet.

Abb. 8.46: Anwendungsbeispiel



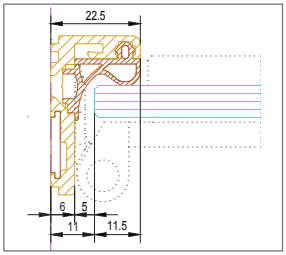
8

8.5.6 GM Zargenprofile

Wo Privatsphäre mit Offenheit und Licht Hand in Hand gehen sollen, sind gläserne Raumteiler die ideale Lösung. Dank der vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten der

GM ZARGENPROFILE sind Ihrem Gestaltungswunsch keine Grenzen gesetzt.

Abb. 8.47: Detail



Extrem schlanke, auf ihre wesentliche Funktionalität reduzierte Profilquerschnitte setzen den Werkstoff Glas perfekt in Szene. Passgenaue, elegante Materialstöße und filigrane Anbindungen an angrenzende Bauteile unterstreichen die technische Raffinesse des Profilquerschnitts.

Türen und Beschläge sind dezent in den Wandverlauf zu integrieren, ohne Kanten, Ecken und Vorsprünge. Die schlanke Silhouette der Gesamtkonstruktion bleibt vollständig erhalten.

Durch die variantenreiche Einbaumöglichkeit lassen sich fast alle Einbausituationen mit nur einem System realisieren. Mit nur 46 mm Ansichtsbreite und 40 mm Bautiefe steht das Glas klar im Vordergrund. Durch die reine Trockenverglasung erspart dies Zeit bei der Montage.

Aus hochwertigem Aluminium, lagerführend in den Oberflächen eloxiert EV1, ähnlich Niro matt und Chrom (Weitere Oberflächen sind auf Anfrage verfügbar). Gummidichtungen in Grau und Schwarz erhältlich. Ausführung der Glastüren in ESG und VSG (8 u.10 bzw. 8.2 u. 10.2), Seitenteile und Oberlichter in ESG und VSG (8-12 bzw. 8.2 – 16.2)

Lagermaße a 6000mm oder montagefertig konfektioniert.

Abb. 8.48: Detail

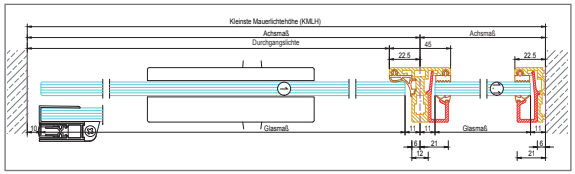


Abb. 8.49: Technischer Aufbau

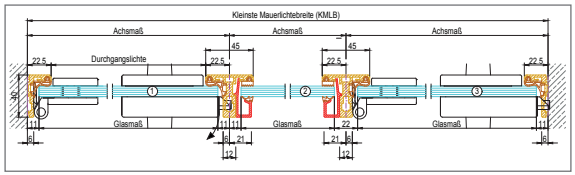


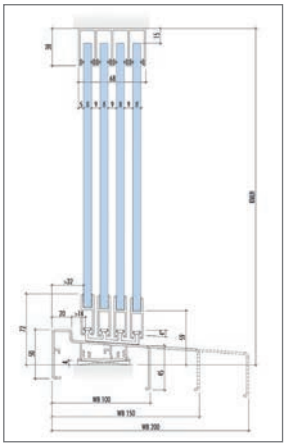
Abb. 8.50: Anwendungsbeispiel



8.5.7 GM LIGHTROLL 6/8

System

Abb. 8.51: Systemschnitt



Rahmenloses Schiebesystem mit unten laufenden Ganzglasschiebeelementen. Die Schiebegläser laufen auf 2, 3 oder 4 Bahnen und lassen sich nach rechts oder links verschieben. Dies bedeutet max. Öffnungsmöglichkeiten bis 75 %.

Das System GM LIGHTROLL 6/8 ist die klassische Variante der Balkonverglasung, von der Brüstung bis zur Decke (max. Anlagenhöhe ca. 1.800 mm).

Zur Anwendung kommen Profile aus Aluminium, wetterfeste Bürstendichtungen, speziell entwickelte witterungsbeständige Endstücke aus Kunststoff und Edelstahlkugellagerrollen.

Sicherheit

Das System ermöglicht eine einfache Montage. Zusätzlichen Schutz bieten Aushängesicherungen, Steckriegel und Druckzylinderschlösser. Der Laufschuh schützt die Glaskante perfekt.

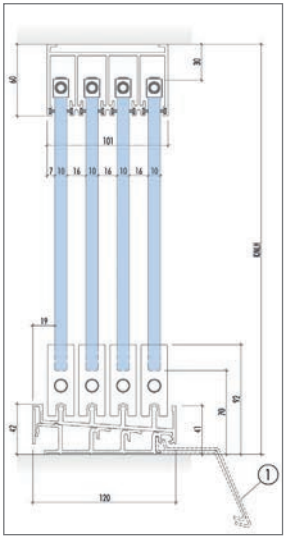
UNIGLAS®-Systeme

8.5.8 GM LIGHTROLL 10/12

System

Rahmenloses Schiebesystem mit unten laufenden Ganzglasschiebeelementen. Die Schiebegläser laufen auf 2, 3, 4 oder 5 Bahnen und lassen sich nach rechts oder links verschieben. Dies bedeutet max. Öffnungsmöglichkeiten bis 80 %. Das System GM LIGHTROLL 10/12 eignet sich ideal für raumhohe Balkon-, Loggia- und Terrassenverglasungen sowie thermische Pufferzonen (max. Anlagenhöhe ca. 2.500 mm). Zur Anwendung kommen Profile aus Aluminium, wetterfeste Bürstendichtungen, speziell entwickelte witterungsbeständige Endstücke aus Kunststoff und Edelstahlkugellagerrollen.

Abb. 8.52: Systemschnitt



(1) bauseits

Mitnehmerfunktion

Durch die neu entwickelte Mitnehmerfunktion (Komfortpaket) können die Schiebegläser sowohl miteinander gekoppelt als auch zugleich verriegelt werden.

Abb. 8.53: Anwendungsbeispiel



8.5.9 Beschläge für Pendeltüren und Ganzglasanlagen

Abb. 8.54 Beispiel Ganzglasanlage

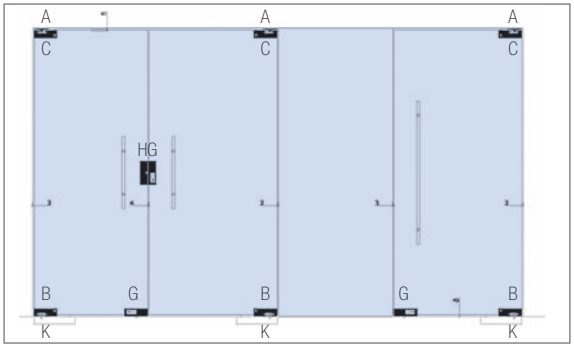
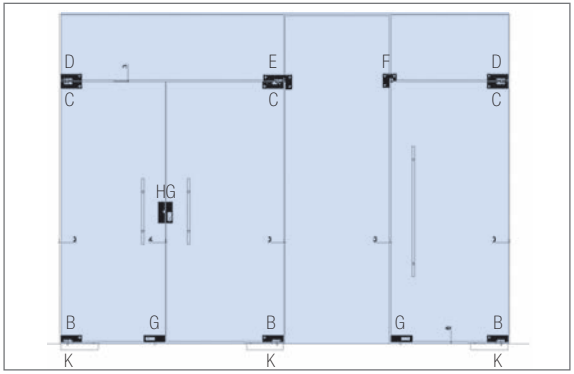


Abb. 8.55: Beispiel Ganzglasanlage mit Oberlicht



Tab. 8.13:

Lfd-Nr.	Bezeichnung
A	Anschraubplatte mit Zapfen
B	Eckbeschlag unten
C	Eckbeschlag oben
D	Oberlichtbeschlag
E	Winkelverbindung mit Zapfen
F	Winkelverbindung
G	Mittel / Eckschloss PZ
H	Gegenkasten für Mittelschloss
I	Stangengriff aus CNS 500 mm
J	Stangengriff aus CNS 1000 mm
K	Bodentürschließer

Tab. 8.14: Maximales Türflügelgewicht und maximale -Breite

maximales Türflügelgewicht	100 kg
maximale Türflügelbreite	1.100 mm

Abb. 8.56: Anwendungsbeispiel



8.5.10 GM RAILING®

Die Glasgeländersysteme GM RAILING® ermöglicht durch vorgefertigte Glasbaumodule in Verbindung mit einem Unterkonstruktionsprofil und einem durchgehenden Handlauf eine linienförmige Lagerung ohne senkrechte Steher.

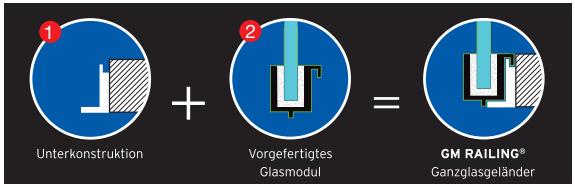
Die vorgefertigten Glasgeländermodule werden in die am Bau zu montierenden Unterkonstruktionsprofile eingehängt und mit Zylinderschrauben bzw. speziellen Abstandstücken miteinander verschraubt. Diese Verschraubung lässt einen Toleranzausgleich der vertikalen Stellung auf Holmhöhe zu.

Durch die Einspannung in die Tragschiene sind keine Glasbohrungen notwendig. Dies reduziert Planungs-, Montageaufwand und Kosten. Durch die Systematisierung können in allen Bereichen Vorteile generiert werden.

Das Wichtigste im Überblick

- Das Modulprinzip reduziert Konstruktions- und Planungsaufwand
- Stufenlose Justierbarkeit
- Geprüfte Baureihen
- Alle Nachweise nach DIN 18008 sind erbracht
- Detaildatenbank/mit zahlreichen praxisrelevanten Konstruktionsbeispielen Gestaltungsmöglichkeiten
- Einzigartige, norm- und glasgerechte Lagerung
- Lieferung erfolgt Montagefertig

Abb. 8.57: Montage in 2 Schritten

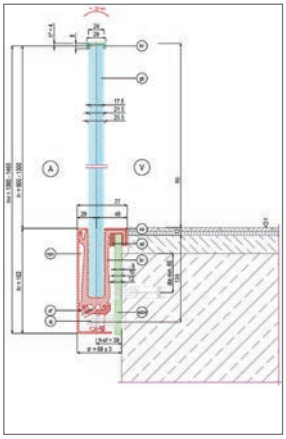


8.5.11 GM Railing UNI

Mit dem neu entwickelten Glasgeländersystem GM RAILING® UNI steht Planern und Verarbeitern ein modular aufgebautes Glasgeländersystem zur Verfügung die von der Planung bis zur Montage einen einfachen und effektiven Bauablauf ermöglicht.

Unabhängig von den Detaillösungen der tragenden Konstruktion kann die Anbindung des Systems GM RAILING® UNI durch die variantenreichen Unterkonstruktionen immer schnell und optimal abgestimmt auf die Gestaltung der angrenzenden Flächen erfolgen.

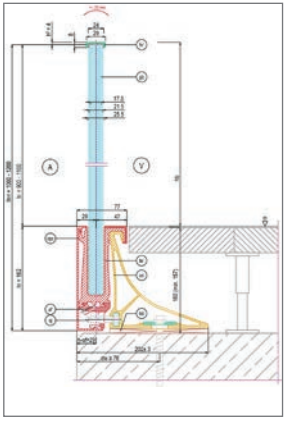
Abb. 8.58: GM RAILING® Side



Neben 3 Aluminium-Unterkonstruktionen besteht auch die Möglichkeit das System in Kombination mit einem einfachen Stahlwinkel am Baukörper zu befestigen.

Hierbei sind der Gestaltung der angrenzenden Flächen keine Grenzen gesetzt, für jede Detailplanung kann die passende Unterkonstruktion gewählt werden und der Bodenaufbau harmonisch an das Glasgeländer herangeführt werden. In Abhängigkeit der Höhe des Bodenaufbaus können durch die verschiedenen Montagepositionen und Unterkonstruktionen flache Aufbauten (z.B. Natursteinbeläge, Teppichböden im Innenbereich) oder auch hohe Bodenaufbauten inkl. der notwendigen Dämm- und Abdichtungsebenen angebunden werden.

Abb. 8.59: GM RAILING® Solo



Einen wesentlichen Vorteil des Systems GM RAILING® UNI stellt in diesem Zusammenhang die neu entwickelte Einheit aus Einhängeprofil und Justierblock dar. Egal welche Anforderungen durch die Detailplanung und Glasstärke gestellt werden, die Montage von Einhängeprofil und Justierblock erfolgt grundsätzlich nach demselben, einfachen Prinzip. Durch diesen durchdachten modularen Aufbau können alle Arbeitsschritte von der Arbeitsvorbereitung bis zur Montage der Glaselemente ausgesprochen effizient und mit hoher Ausführungsqualität ausgeführt werden.

Selbstverständlich werden hierbei die bewährten Konstruktionsprinzipien der GM RAILING® Glasgeländer konsequent umgesetzt. Eine dauerhaft hochwertige Glaslagerung, durch die werkseitig vorgefertigten Glasmodule, gewährleistet höchste Lagersicherung und die Vermeidung von unzulässigen Spannungsspitzen. Speziell der einzigartige Vorfertigungsgrad der GM RAILING® Glasgeländer sind die beste Voraussetzung die aktuellen Anforderungen an effiziente und kostenoptimierte Planungsprozesse zu erfüllen und termingerecht qualitativ hochwertige Ergebnisse zu erzielen.

8.5.12 GM WINDOORAIL®

GM WINDOORAIL® Glasgeländermodule für französische Fenster bieten der modernen Architektur mit Transparenz, Offenheit und Leichtigkeit einen ungehinderten Blick nach draußen.

GM WINDOORAIL® sind vorgefertigte Glasgeländermodule mit absturzsichernder Funktion für Fensterelemente, die unter die geforderte Brüstungshöhe reichen. Die Glas-Metall-Module garantieren höchste Sicherheit durch eine optimale und gleichmäßige Glaslagerung und einer optimierten, erprobten und geprüften Befestigung – eine perfekte Lösung für alle Fenstertypen (Kunststoff, Holz, Holz-Alu, Aluminium oder Stahl).

Abb. 8.60 Anwendungsbeispiel

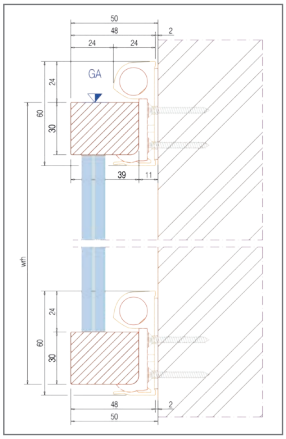


Das Wichtigste im Überblick

- Geprüfte Baureihen, abP bzw. abZ
- Das Modulprinzip reduziert Konstruktions- und Planungsaufwand
- Planungshandbuch
- Über 100 Original-Bauteilversuche
- In Ihrem Werk vormontierbar
- Perfekte, individuelle Lösung für jedes Fenster
- Impulskräfte werden durch den Mechanismus abgefedert

GM WINDOORAIL® ist eine fixe Einheit und besteht aus einem unteren und einem oberen Metallprofil sowie einem Glaselement mit zweiseitig freien, polierten Kanten.

Abb. 8.61:
GM WINDOORAIL®



Besondere Vorteile

- Variable Breiten und Höhen, max. Breite bis zu 1400 mm
- Montage direkt auf den Fensterrahmen
- Glaselement in fünf Minuten ohne Werkzeug einhängbar
- Vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten (Farbfolien, Siebdruck, Digitaldruck)
- AbP-A-13-008

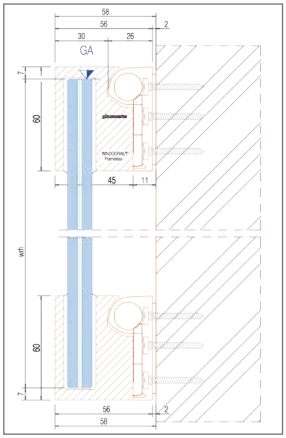
8.5.13 GM WINDOORAIL® Frameless

GM WINDOORAIL® Frameless ist eine fixe Einheit und besteht aus einem Glaselement mit allseitig freien Glaskanten und 4 Glashalterungen in den Ecken.

Besondere Vorteile

- Kein Kantenschutz oder Handlauf erforderlich
- Variable Breiten und Höhen, max. Breite bis zu 2500 mm
- Montage direkt auf den Fensterrahmen
- Glaselement in fünf Minuten ohne Werkzeug einhängbar
- Vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten (Siebdruck, Digitaldruck)
- AbZ-Z-70.5-201

Abb. 8.62:
GM WINDOORAIL® Frameless



UNIGLAS®-Systeme

8.6 creaglas® LightCube – Sitzmöbel und Kunstobjekt

Der LightCube ist schimmernde Lichtquelle, gläserner Sitzwürfel und Kunstobjekt zugleich. Als innenarchitektonisches Highlight werten die LightCubes ihre Umgebung gestalterisch auf und bilden einen attraktiven Anziehungspunkt. Da die Glaskuben nicht brennbar sind, erfüllen sie Sicherheitsanforderungen insbesondere zur Platzierung in Flucht- und Rettungswegen.

In Foyers oder Empfangshallen laden die LightCubes zum Platznehmen und zur Kommunikation oder einfach zum Verweilen ein.

Darüber hinaus können die LightCubes mit individuellen Schriftzügen und Logos versehen werden, um mit den Betrachtern zu kommunizieren.

Die Farbe des Lichts kann sowohl einfarbig oder als dynamisches Farbspiel eingestellt werden. Mit Hilfe einer Steuereinheit kann auch die Geschwindigkeit des Farbwechsels variiert werden.

Abb. 8.63: LightCube



Eigenschaften

- Sicherheitsglas
- 450 mm Kantenlänge
- Gefaste und polierte Kanten
- Illuminiert mit LED-Dioden
- Farbwechsel
- Variable Steuerung
- Individuelle Beschriftung
- Belastbar bis 150 kg
- Eignung für Flucht- und Rettungwege
- Fest verankert oder beweglich

Anwendungsmöglichkeiten

- Foyers
- Empfangshallen
- Messezentren
- Event Locations
- Flughäfen und Bahnhöfe
- Museen
- Theater
- Banken
- Schulen
- Seminarzentren
- u.v.m.

Abb. 8.64: LightCube



Abb. 8.65: LightCube



Abb. 8.66: LightCube



Abb. 8.67: Auszeichnungen

product design award 2008

DESIGNPREIS 2009 NOMINIERT

8

Normen und Standards



9

9.1	Zivilrechtliche Bestimmungen für das Bauwesen	204
9.2	DIN-Normen (nationale Deutsche Standards)	205
9.3	ÖNormen (nationale Österreichische Standards)	208
9.4	(DIN; ÖNORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in D, A, CH, NL, GB eingeführte Europäische Standards)	209
9.5	ISO-Normen (Internationale Standards)	216
9.6	Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV).	218
9.7	OIB-Richtlinie Nr. 6	223
9.8	CE-Zeichen	224
9.9	Güteprüfung durch UNIGLAS® und Gütezeichen	226
9.10	Verwendbarkeit von Glasprodukten	227
9.11	Wichtige Adressen	230
9.12	Einsatzempfehlungen für konkrete Anwendungen	232

9

Normen und Standards

9.0 Amtliche Normen, Verordnungen und Richtlinien

Herstellung, Bearbeitung, Prüfung und Handling von Glasprodukten werden durch eine Reihe aktueller Vorschriften begleitet. Die wichtigsten sind in der Folge aufgelistet. Einzelne Regeln können bei Bedarf im Internet eingesehen werden. Normen sind beim Beuth-Verlag erhältlich.

Zugelassene Prüfstellen der EU sind der NANDO-Liste zu entnehmen: http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/

Die wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Normen

Deutsche Energieeinsparverordnung 18.11.2013
Bauproduktenverordnung (BauPVo) vom 09.03.2011
Musterbauordnung (MBO)/Bauordnungen der Länder (LBO)
Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen MVV TB
Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt)
Österreichisches Energieausweisvorlagegesetz (EAVG)
OIB – Richtlinie 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
OIB – Richtlinie Nr. 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz
Österreichische Bauordnung
Österreichisches Bundesvergabegesetz 2018 BGBl. I Nr. 100/2018; BGBl. II 91/2019
Österreichisches Bundesgesetzblatt – Verzeichnis der österreichischen Normen und Prüfstellen
Mitteilungen, Richtlinien und Verordnungen der OIB
Österreichisches Bundesgesetzblatt, Bundesgesetz zum Schutz vor gefährlichen Produkten (Produktsicherheitsgesetz 2004 – PSG 2004) 4/05
Bautechnische Vorschriften der österreichischen Bundesländer
Niederländischer NEN normen 2916 (utiliteitsbouw) en NEN 5128 (woningbouw) - Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC)

9.1 Zivilrechtliche Bestimmungen für das Bauwesen

VOB Teil A (DIN 1960)	Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen, insbesondere § 4, Ausführung Ziff. 2.1.
VOB Teil B (DIN 1961)	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen
VOB Teil C (DIN 18299)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art.
VOB Teil C (DIN 18351)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Hinterlüftete Fassaden
VOB Teil C (DIN 18355)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Tischlerarbeiten
VOB Teil C (DIN 18357)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Beschlagarbeiten
VOB Teil C (DIN 18358)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Rolladenarbeiten
VOB Teil C (DIN 18360)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Metallbauarbeiten
VOB Teil C (DIN 18361)	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV): Verglasungsarbeiten.
ÖNORM A 2050	Vergabe von Aufträgen über Leistungen
ÖNORM A 2060	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Leistungen
ÖNORM B 2110	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen
ÖNORM B 2111	Umrechnung veränderlicher Preise von Bauleistungen
ÖNORM B 2118	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen unter Anwendung des Partnerschaftsmodells, insbesondere bei Großprojekten
ÖNORM B 2217	Bautischlerarbeiten
ÖNORM B 2225	Metallbauarbeiten, Herstellung von Stahl- und Aluminiumtragwerken sowie Korrosionsschutzarbeiten
ÖNORM B 2227	Glaserarbeiten – Werkvertragsnorm

9.2 DIN-Normen (nationale Deutsche Standards)

1249-11:2017-05	Flachglas im Bauwesen: Glaskanten – Begriffe, Kantenformen und Ausführung
4102-1:1998-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-1 Berichtigung 1:1998-08	Berichtigung zu DIN 4102-1:1998-05
4102-2:1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-3:1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-4:2016-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
4102-7:1998-07	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bedachungen: Begriffe Anforderungen und Prüfungen
4102-22:2004-11	Anwendungsnorm zu DIN 4102-4
4103-1:2015-06	Nichttragende innere Trennwände: Anforderungen und Nachweise
4108-2:2013-02	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Mindestanforderungen an den Wärmschutz
4108-3:2014-11	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
4108-4:2017-3	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Wärme- und feuchteschutztechnischen Bemessungswerte
4108-7:2011-01*)	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele
4108-10:2015-12	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

4109-1:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Anforderungen
4109-2:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
4109-32:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Massivbau
4109-33:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau
4109-34:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen
4109-35:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden
4109-36:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Gebäudetechnische Anlagen
4109-4:2016-07	Schallschutz im Hochbau: Bauakustische Prüfungen
4242:1979-01*)	Glasbaustein-Wände: Ausführung und Bemessung
4426:2017-01*)	Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen - Sicherheitstechnische Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege - Planung und Ausführung
5033-7:2014-10*)	Farbmessung: Messbedingungen für Körperfarben
5034-1:2011-07*)	Tageslicht in Innenräumen: Allgemeine Anforderungen
5034-2:1985-02*)	Tageslicht in Innenräumen: Grundlagen
5034-3:2007-02*)	Tageslicht in Innenräumen: Berechnungen
5034-5:2010-11*)	Tageslicht in Innenräumen: Messung
6169-1:1976-01*)	Farbwiedergabe: Allgemeine Begriffe
7863-1:2011-10*)	Elastomer-Dichtprofile für Fenster und Fassade - Technische Lieferbedingungen: Nichtzellige Elastomer-Dichtprofile im Fenster- und Fassadenbau
18008-1:2010-12	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Begriffe und allgemeine Grundlagen
18008-1:2020-05*	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Begriffe und allgemeine Grundlagen
18008-2:2010-12	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Linienförmig gelagerte Verglasungen
18008-2: Berichtigung 1	Berichtigung zu DIN 18008-2:2010-12
18008-2:2020-05*	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Linienförmig gelagerte Verglasungen
18008-3:2013-07	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Punktförmig gelagerte Verglasungen
18008-4:2013-07	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
18008-5:2013-07	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
18008-6:2018-02*)	Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln: Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen
18032-1:2014-11*)	Sporthallen - Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung: Grundsätze für die Planung

18032-3:1997-04*)	Sporthallen - Hallen für Turnen und Spielen und Mehrzwecknutzung: Prüfung der Ballwurfsicherheit
18057:2005-08	Betonfenster: Bemessung, Anforderungen und Prüfungen
V 18073:2008-05	Rollläden, Markisen, Rolltore und sonstige Abschlüsse im Bauwesen - Begriffe, Anforderungen
18095-1:1988-10	Türen; Rauchschutztüren: Begriffe und Anforderungen
18101-1:2014-08*)	Türen - Türen für den Wohnungsbau - Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitz - Gegenseitige Abhängigkeit der Maße
18111-1:2004-08*)	Türzargen - Stahlzargen: Standardzargen für gefälzte Türen in Mauerwerkswänden
18111-2:2004-08*)	Türzargen - Stahlzargen: Standardzargen für gefälzte Türen in Ständerwerkswänden
18111-3:2005-01*)	Türzargen - Stahlzargen: Sonderzargen für gefälzte und ungefälzte Türblätter
18111-4:2004-08*)	Türzargen - Stahlzargen: Einbau von Stahlzargen
18202:2019-07	Toleranzen im Hochbau - Bauwerke
18516-1:2010-06	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet: Anforderungen, Prüfgrundsätze
18545:2015-07*)	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen - Anforderungen an Glasfalze und Verglasungssysteme
V 18599-1 bis 10 Vornorm:2016-10*)	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung Teile 1 bis 10
32622:2006-09*)	Aquarien aus Glas - Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
51130:2014-02*)	Prüfung von Bodenbelägen - Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft - Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr
52338:1985-09*)	Prüfverfahren für Flachglas im Bauwesen - Kugelfallversuch für Verbundglas
52460:2015-12*)	Fugen- und Glasabdichtungen - Begriffe
68121-1:1993-09*)	Holzprofile für Fenster und Fenstertüren: Maße, Qualitätsanforderungen
68121-2:1990-07*)	Holzprofile für Fenster und Fenstertüren: Allgemeine Grundsätze
68706-1:2002-02*)	Innentüren aus Holz und Holzwerkstoffen: Türblätter; Begriffe, Maße, Anforderungen
68706-2:2002-02*)	Innentüren aus Holz und Holzwerkstoffen Türzargen; Begriffe, Maße, Einbau
81612:2016-05*)	Runde Schiffsfenster - Sehr leichte Bauart (Oberlichtfenster) - Zum Anschrauben, nicht zum Öffnen
ISO 614:2015-12*)	Schiffe und Meerestechnik - Scheiben aus Einscheiben-Sicherheitsglas für rechteckige und runde Schiffsfenster - Stempeldruckversuch zur zerstörungsfreien Prüfung der Festigkeit
ISO 1751:2015-12*)	Schiffe und Meerestechnik - Runde Schiffsfenster
ISO 3903:2015-12*)	Schiffe und Meerestechnik - Rechteckige Schiffsfenster
ISO 7619-1:2012-02*)	Elastomere oder thermoplastische Elastomere - Bestimmung der Eindringhärte: Durometer-Verfahren (Shore-Härte)
ISO 7619-2:2012-02*)	Elastomere oder thermoplastische Elastomere - Bestimmung der Eindringhärte: IRHD-Taschengeräteverfahren

**) Anwendung der Norm öffentlich-rechtlich in MVV TB bei Redaktionsschluss noch nicht relevant*

9.3 ÖNORMEN (nationale Österreichische Standards)

B 1600:2017-04	Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen
B 2459:2018-03	Glas für die Umwehrung von Aufzugsschächten
B 3710:2016-03	Glas im Bauwesen - Benennungen und Definitionen für Glasarten und Glaserzeugnisse
B 3716-1:2016-06	Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau: Grundlagen
B 3716-2:2013-04	Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau: Linienförmig gelagerte Verglasungen
B 3716-3:2015-01	Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau: Vertikale Verglasung mit absturzsichernder Funktion
B 3716-4:2009-11	Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau: Betretbare, begehbare und befahrbare Verglasung
B 3716-5:2013-04	Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau: Punktförmig gelagerte Verglasungen und Sonderkonstruktionen
B 3716-7:2014-09	Glas im Bauwesen - Konstruktiver Glasbau: Glasanwendungen
B 3719:2018-05	Glas im Bauwesen — Ganzglasduschen: Begriffe und Anforderungen
B 3722:2011-11	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen - Glasfalze - Benennungen und ihre Definitionen, Abmessungen, Anforderungen
B 3724:2011-11	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen - Verglasungssysteme
B 3725:2007-07	Glas im Bauwesen - Glaskanten - Begriffsbestimmungen für Formen und Ausführungsarten
B 3850:2014-04	Feuerschutzabschlüsse - Drehflügeltüren und -tore sowie Pendeltüren - Anforderungen und Prüfungen für ein- und zweiflügelige Elemente
B 5301:2003-05	Lawinenschutzfenster und -türen - Allgemeine Festlegungen, Anforderungen und Klassifizierung
B 5305:2018-05	Fenster - Kontrolle und Instandhaltung
B 5312:2018-05	Holzfenster - Konstruktionsregeln
B 5328:2005-11	Fenster und Türen - Terminologie sowie Lage- und Richtungsbezeichnungen
B 5330-1:2012-10	Innentüren: Allgemeine Maße
B 5330-8:2014-07	Innentüren: Stahlzargen für Massivwände
B 5330-10:2014-07	Innentüren - Teil 10: Stahlzargen für Ständerwandsysteme mit Gipsplatten
B 5371:2011-08	Treppen, Geländer und Brüstungen in Gebäuden und von Außenanlagen - Abmessungen

9.4 (DIN; ÖNORM; SN; NF; BS) EN-Normen (in Deutschland, Österreich, Schweiz, Niederlande, Großbritannien eingeführte Europäische Standards)

Die nachstehend aufgelisteten Normen sind im Europäischen Raum einschließlich der Schweiz gültig und zum Teil von einzelnen Mitgliedsstaaten der EU bauaufsichtlich eingeführt. Das Ausgabedatum bezieht sich auf die jeweilige DIN EN. Ausgaben anderer Nationen weichen zum Teil ab. Zum Teil gibt es neuere Ausgaben der Norm, die jedoch noch nicht bauaufsichtlich eingeführt wurden.

81-20:2014-11	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen - Aufzüge für den Personen- und Gütertransport: Personen- und Lastenaufzüge
81-50:2015-02	Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen - Prüfungen: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von Aufzugskomponenten
356:2000-02	Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung - Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen manuellen Angriff
357:2005-02	Glas im Bauwesen - Brandschutzverglasungen aus durchsichtigen oder durchscheinenden Glasprodukten - Klassifizierung des Feuerwiderstandes
410:2011-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen
572-1:2016-06	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
572-2:2016-06	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Floatglas
572-3:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Poliertes Drahtglas
572-4:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Gezogenes Flachglas
572-5:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Ornamentglas
572-6:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Draht-Ornamentglas
572-7:2012-11	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage
572-8:2016-06	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Liefermaße und Festmaße
572-9:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Konformitätsbewertung/Produktnorm
673:2011-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Berechnungsverfahren
674:2011-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Verfahren mit dem Plattengerät
675:2011-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Wärmestrommesser-Verfahren
1036-1:2008-03	Glas im Bauwesen - Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich: Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren

1036-2:2008-05	Glas im Bauwesen - Spiegel aus silberbeschichtetem Floatglas für den Innenbereich - Teil 2: Konformitätsbewertung - Produktnorm
1051-1:2003-04	Glas im Bauwesen - Glassteine und Betongläser: Begriffe und Beschreibungen
1051-2:2003-04	Glas im Bauwesen - Glassteine und Betongläser: Konformitätsbewertung - Produktnorm
1063:2000-01	Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung - Prüfverfahren und Klasseneinteilung für den Widerstand gegen Beschuss
1096-1:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas: Definitionen und Klasseneinteilung
1096-2:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas: Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen A, B und S
1096-3:2012-04	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas: Anforderungen an und Prüfverfahren für Beschichtungen der Klassen C und D
1096-4:2018-11	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
1096-5:2016-06	Glas im Bauwesen - Beschichtetes Glas: Prüfverfahren und Klasseneinteilung für das Selbstreinigungsverhalten von beschichteten Glasoberflächen
1279-1:2018-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas: Allgemeines, Maßtoleranzen und Vorschriften für die Systembeschreibung
1279-2:2018-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Feuchtigkeitsaufnahme
1279-3:2018-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration
1279-4:2018-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas: Verfahren zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Randverbundes
1279-5:2018-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas: Konformitätsbewertung
1279-6:2018-10	Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas: Werkseigene Produktionskontrolle und Auditprüfungen
1288-1:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas: Grundlagen
1288-2:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas: Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben mit großen Prüfflächen
1288-3:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas: Prüfung von Proben bei zweiseitiger Auflagerung (Vierschneiden-Verfahren)
1288-4:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas: Prüfung von Profilbauglas
1288-5:2000-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas: Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben mit kleinen Prüfflächen
1363-1:2012-10	Feuerwiderstandsprüfungen: Allgemeine Anforderungen;
1363-2:1999-10	Feuerwiderstandsprüfungen: Alternative und ergänzende Verfahren
1364-3:2014-05	Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile: Vorhangfassaden
1364-4:2014-05	Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile: Vorhangfassaden - Teilausführung

Normen und Standards

1365-2:2015-02	Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile: Decken und Dächer
1522:1999-02	Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschusshemmung - Anforderungen und Klassifizierung
1523:1999-02	Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschusshemmung - Prüfverfahren
1627:2011-09	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung - Anforderungen und Klassifizierung
1628:2016-03	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung - Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung
1629:2016-03	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung - Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung
1630:2016-03	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung - Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche
1748-1-1:2004-12	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Borosilicatgläser: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
1748-1-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Borosilicatgläser: Konformitätsbewertung - Produktnorm
1748-2-1:2004-12	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Glaskeramik: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
1748-2-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Spezielle Basiserzeugnisse - Glaskeramik: Konformitätsbewertung - Produktnorm
1863-1:2012-01	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas: Definition und Beschreibung
1863-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
1990:2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
1990/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
ÖNORM B 1990-1:2013-01	Eurocode: Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1990 und nationale Ergänzungen
1991-1-1:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
1991-1-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
ÖNORM B 1991-1-1:2017-02	Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht, Nutzlasten im Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-1 und nationale Ergänzungen
1991-1-3:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten
1991-1-3/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten
ÖNORM B 1991-1-3:2013-09	Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-3 und nationale Ergänzungen

1991-1-4:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
1991-1-4/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
ÖNORM B 1991-1-4:2013-05	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-4 und nationale Ergänzungen
10204:2005-01	Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen
13012150-1:2000-11	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas: Definition und Beschreibung
12150-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
12337-1:2000-11	Glas im Bauwesen - Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas: Definition und Beschreibung
12337-2::2005-01	Glas im Bauwesen - Chemisch vorgespanntes Kalknatronglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
12488:2016-11	Glas im Bauwesen - Empfehlungen für die Verglasung - Verglasungsgrundlagen für vertikale und geneigte Verglasung
12600:2003-04	Glas im Bauwesen - Pendelschlagversuch - Verfahren für die Stoßprüfung und Klassifizierung von Flachglas
12603:2003-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung der Biegefestigkeit von Glas - Schätzverfahren und Bestimmung der Vertrauensbereiche für Daten mit Weibull-Verteilung
12758:2011-04	Glas im Bauwesen - Glas und Luftschalldämmung - Produktbeschreibungen und Bestimmung der Eigenschaften
12898:2001-04	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Emissionsgrades
13022-1:2014-08	Glas im Bauwesen - Geklebte Verglasungen: Glasprodukte für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen für Einfachverglasungen und Mehrfachverglasungen mit oder ohne Abtragung des Eigengewichtes
13022-2:2014-08	Glas im Bauwesen - Geklebte Verglasungen: Verglasungsvorschriften für Structural-Sealant-Glazing (SSG-) Glaskonstruktionen
13024-1:2002-08	Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas: Definition und Beschreibung
13024-2:2005-01	Thermisch vorgespanntes Borosilicat-Einscheibensicherheitsglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
13031-1:2003-09	Gewächshäuser - Bemessung und Konstruktion: Kulturgewächshäuser
13120:2014-09	Abschlüsse innen - Leistungs- und Sicherheitsanforderungen
13123-1:2001-10	Fenster, Türen und Abschlüsse - Sprengwirkungshemmung: Anforderungen und Klassifizierung: Stoßrohr
13123-2:2004-05	Fenster, Türen und Abschlüsse - Sprengwirkungshemmung - Anforderungen und Klassifizierung: Freilandversuch
13380:2015-07	Vorhangfassaden - Produktnorm
13501-1:2010-01	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
13501-2:2016-12	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
13501-5:2016-12	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen

Normen und Standards

13541:2012-06	Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung - Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen Sprengwirkung
14019:2016-11	Vorhangfassaden - Stoßfestigkeit - Leistungsanforderungen
14072:2004-02	Glas in Möbeln - Prüfverfahren
14178-1:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Erdalkali-Silicatglas: Floatglas
14178-2:2005-01	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Erdalkali-Silicatglas: Produktnorm;
14179-1:2005-09	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas: Definition und Beschreibung
14179-2:2005-08	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
14321-1:2005-09	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas: Definition und Beschreibung
14321-2:2005-10	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
14351-1:2016-12	Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften: Fenster und Außentüren
14428:2015-09	Duschabtrennungen - Funktionsanforderungen und Prüfverfahren
14449:2005-07	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas – Konformitätsbewertung - Produktnorm
15254-4:2013-10	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen - Nichttragende Wände: Verglaste Konstruktionen
15254-6:2014-05	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen - Nichttragende Wände: Vorhangfassaden
15269-1:2010-07	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur F euerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Allgemeine Anforderungen
15269-2:2012-12	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Feuerwiderstandsfähigkeit von Drehflügeltüren aus Stahl
15269-3:2012-10	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Feuerwiderstandsfähigkeit von Drehflügeltüren und Fenstern aus Holz
15269-5:2012-05	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Feuerwiderstandsfähigkeit von verglasten Drehflügeltüren und zu öffnenden Fenstern mit Metall(rohr)rahmen
15269-7:2010-07	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Feuerwiderstandsfähigkeit von Schiebetoren aus Stahl
15269-10:2011-07	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Feuerwiderstandsfähigkeit von Rolltoren aus Stahl

15269-20:2009-12	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge: Rauchdichtigkeit von Drehflügeltüren und -toren aus Holz und Stahl sowie Metall- und Holzrahmentüren mit Verglasungen
15434:2010-07	Glas im Bauwesen - Produktnorm für lastübertragende und/oder UV-beständige Dichtstoffe (für geklebte Verglasungen und/oder Isolierverglasungen mit exponierten Dichtungen)
15651-1:2012-12	Fugendichtstoffe für nicht tragende Anwendungen in Gebäuden und Fußgängerwegen: Fugendichtstoffe für Fassadenelemente
15651-2:2012-12	Fugendichtstoffe für nicht tragende Anwendungen in Gebäuden und Fußgängerwegen: Fugendichtstoffe für Verglasungen
15651-5:2012-12	Fugendichtstoffe für nicht tragende Anwendungen in Gebäuden und Fußgängerwegen: Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit, Kennzeichnung und Etikettierung
15682-1:2013-10	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas: Definition und Beschreibung
15682-2:2013-10	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Erdalkali-Silicat-Einscheibensicherheitsglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
15683-1:2014-01	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Profilbau-Sicherheitsglas: Definition und Beschreibung
15683-2:2014-02	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Profilbau-Sicherheitsglas: Konformitätsbewertung - Produktnorm
16034:2014-10	Türen, Tore und Fenster - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Feuer- und/oder Rauchschutzeigenschaften
16034:2018-02	Berichtigung 1: Türen, Tore und Fenster - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Feuer- und/oder Rauchschutzeigenschaften
16035:2013-03	Baubeschläge - Leistungsbeschreibung - Identifizierung und Zusammenfassung der Prüfnachweise zur Unterstützung der Austauschbarkeit von Baubeschlägen für die Anwendung an feuerwiderstandsfähigen und/oder rauchdichten Toren, Türen und/oder zu öffnenden Fenstern
16337:2013-08	Möbelbeschläge - Festigkeit und Tragfähigkeit von Bodenträgern
ISO 717-1:2013-06	Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen: Luftschalldämmung
ISO 717-2:2013-06	Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen: Trittschalldämmung
ISO 868:2003-10	Kunststoffe und Hartgummi - Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)
ISO 7345:1996-05	Wärmeschutz – Physikalische Größen und Definitionen
ISO 9251:1996-01	Wärmeschutz - Zustände der Wärmeübertragung und Stoffeigenschaften - Begriffe
ISO 10077-1:2018-01	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten: Allgemeines
ISO 10077-2:2018-01	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten: Numerisches Verfahren für Rahmen
ISO 10140-1:2016-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte
ISO 10140-2:2010-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand: Messung der Luftschalldämmung

ISO 10140-4:2010-12	Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand: Messverfahren und Anforderungen
ISO 11600:2011-11	Hochbau - Fugendichtstoffe - Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen
ISO 11664-1:2011-07	Farbmetrik: CIE farbmetrische Normalbeobachter
ISO 11664-1:2012-11	Berichtigung 1: Farbmetrik: CIE farbmetrische Normalbeobachter
ISO 11664-2:2011-07	Farbmetrik: CIE Normlichtarten
ISO 11664-3:2013-08	Farbmetrik: CIE-Farbwerte
ISO 11664-4:2012-06	Farbmetrik: CIE 1976 L*a*b* Farbenraum
ISO 11664-5:2017-01	Farbmetrik: CIE 1976 L*u*v*-Farbenraum und gleichabständige u', v'-Farbtafel
ISO 12543-1:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas: Definitionen und Beschreibung von Bestandteilen
ISO 12543-2:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas: Verbund-Sicherheitsglas
ISO 12543-3:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas: Verbundglas
ISO 12543-4:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas: Verfahren zur Prüfung der Beständigkeit
ISO 12543-5:2011-12	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas: Maße und Kantenbearbeitung
ISO 12543-6:2012-09	Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas: Aussehen
ISO 12567-1:2010-12	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens: Komplette Fenster und Türen
ISO 12631:2018-01	Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
ISO 13788:2013-05	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren
ISO 11439:2007-11	Entwurf: Glas im Bauwesen - Anforderungen für die Verglasung - Verglasungsklötze
ISO 14438:2002-09	Glas im Bauwesen - Bestimmung des Energiebilanz-Wertes - Berechnungsverfahren
ISO 16283-1:2014-06	Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau: Luftschalldämmung
ISO 16283-2:2016-05	Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau: Trittschalldämmung
ISO 16283-3:2016-09	Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau: Fassadenschalldämmung
ISO 52022-1:2018-01	Energieeffizienz von Gebäuden - Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen: Vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen
ISO 52022-3:2018-01	Energieeffizienz von Gebäuden - Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen: Detailliertes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen

Normen und Standards

9.5 ISO-Normen (Internationale Standards)

ISO 9050:2003-08	Glas im Bauwesen - Bestimmung von Lichttransmissionsgrad, direktem Sonnenlichttransmissionsgrad, Gesamttransmissionsgrad der Sonnenenergie und Ultravioletttransmissionsgrad sowie der entsprechenden Verglasungsfaktoren
11479-1:2011-10	Glass in building — Coated glass —: Physical defects
11479-2:2011-10	Glass in building — Coated glass —: Colour of façade
11485-1:2011-12	Glas im Bauwesen - Gebogenes Glas: Terminologie und Begriffe
11485-2:2011-12	Glas im Bauwesen - Gebogenes Glas: Qualitätsanforderungen
11485-3:2014-09	Glass in building - Curved glass - Part 3: Requirements for curved tempered and curved laminated safety glass

Ergänzende Regelwerke

ETAG 002	Leitlinie für die europäische technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen
ETAG 003	Leitlinie für die europäische Zulassung für Bausätze für innere Trennwände
GS-BAU-18	Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzsicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten
GUV-SR 2001	Richtlinien für Schulen
GUV-SR 2002	Richtlinien für Kindergärten
GUV-R1 / 111	Sicherheitsregeln für Bäder (Schwimmbäder)
GUV-I 56	Treppen
GUV SI 8027	Mehr Sicherheit bei Glasbruch
ONR 22000	Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen (Hochhäuser)
ONR 41010	Präsentation von Kunstgegenständen in Vitrinen
VdS 2163	Einbruchhemmende Verglasungen
VdS 2270	Anforderungen an Alarmgläser
VdS 3029	Richtlinien für Einbruch-Meldeanlagen
VDI 2078	Errechnung der Kühllast, Ermittlung des b-Faktors
VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern



Normen und Standards

9.6 Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV)

Zusammenfassung in Bezug auf die Anforderungen an Glas, Fenster und Fassaden auf Basis der seit dem Mai 2014 mit Änderungen ab 2016 gültigen Ausgabe

Die CO_2-Emissionen sollen bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 40% verringert werden. Das größte Potential zur Energie- und damit Kohlendioxid-Einsparung liegt in der Verringerung des Heizwärmebedarfs für Gebäude. Ca. 17 Mio. Wohngebäude und ca. 6 Mio. Verwaltungs-, Gewerbe und Kulturbauten stehen zur energetischen Modernisierung an. Die beschlossenen Verschärfungen betreffen seit 2016 auch Fenster und Fassaden

Wesentliche Regelungen der EnEV:

- Energetische Mindestanforderungen für Neubauten [§3 Wohngebäude / WG; §4 Nichtwohngebäude / NWG]
- Energetische Mindestanforderungen für Modernisierung, Umbau, Ausbau und Erweiterung bestehender Gebäude [§9 Gebäudebestand]
- Energieausweise für Gebäude (Bestand und Neubau)
- Ordnungswidrigkeiten

Überblick über die Neuerungen

- Die energetischen Anforderungen an den Jahresprimärenergiebedarf (Gesamtenergieeffizienz) werden beim Neubau seit 2016 um 25% erhöht.
- Die energetischen Einzelanforderungen an die Gebäudehülle bei wesentlichen Veränderungen im Bestand werden sich lediglich bei Außen- und bestimmten Fenstertüren verändern.
- Der einzuhaltende Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes H'_T wird bei Wohngebäuden seit 2016 um die Zusatzbedingung des Referenzgebäudes $H'_{T,max} = H'_T$ ergänzt.
- Bei Erweiterung der Nutzfläche haben sich die Regelungen geändert. Bei gleichzeitiger Erneuerung eines bestehenden oder Einbau eines zusätzlichen Wärmeerzeugers im erweiterten Bereich gilt das Bauteilverfahren nicht. Es ist der Nachweis wie bei einem Neubau zu führen. Ohne neuen Wärmeerzeuger dürfen die Regeln für die Modernisierung eines Gebäudes im Bestand, also auch das Bauteilverfahren, angewendet werden. Wenn die neu hinzugekommene Nutzfläche 50 m² überschreitet, ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes zu führen
- Die Nachrüstverpflichtung [§ 10] bei Anlagen (z.B. alte Heizkessel) wurden aktualisiert und angepasst.
- Die vorgesehene Außerbetriebnahme von Nachtstromspeicherheizungen ab dem 01.01.2020 [§10a] wurde aufgehoben.
- Bei den Energieausweisen wurden Energieeffizienzklassen eingeführt, die sich an der Endenergie orientieren. Die Verpflichtungen zur Anwendung der Energieausweise z.B. Verkaufsinserate oder dem Aushang wurden erweitert. Die Energieausweise sind verpflichtend zu registrieren und stichprobenartige Kontrollen sind vorgesehen. Die Qualitätsanforderungen an Aussteller von Energieausweisen für Nichtwohngebäude wurden angepasst. (z.B.§ 21)

Glasrelevante Gebäude- und Bauteilvorgaben

Referenzgebäude

Der maximal zulässige Primärenergiebedarfskennwert wird für das Gebäude individuell anhand eines „Referenzgebäudes“ ermittelt. Bei dem „Referenzgebäude“ handelt es sich um das geplante Objekt, d.h. ein Gebäude mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzfläche. Jedoch wird das „Referenzgebäude“ zur Ermittlung des zulässigen Primärenergiebedarfs mit standardisierten Bauteilen und Anlagentechnik ausgestattet. Der sich auf diese Weise am fiktiven „Referenzgebäude“ ermittelten Primärenergiebedarf darf am tatsächlich realisierten Gebäude nicht überschritten werden, wobei es keine individuellen Grenzwerte für Bauteile oder Vorschriften für die gebäudetechnischen Anlagen gibt. Ein höherer U_w-Wert als der Referenz-U_w-Wert kann z.B. durch einen geringeren Wärmedurchgangskoeffizienten beim Mauerwerk ausgeglichen werden. Zu beachten ist jedoch die Gebäudehülle insgesamt. Der spezifische Transmissionswärmeverlust H'_T der Gebäudehülle, wobei H'_T der Transmissionswärmeverlust durch die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle und A die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes ist, darf einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten.

Normen und Standards

Tab. 9.1: Wohngebäude

Bauteil	Eigenschaft	Referenzausführung Wert (Maßeinheit)
Fenster / Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	U_W = 1,30 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60
Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	U_W = 1,40 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60
Lichtkuppel	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	U_W = 2,70 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,64
Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	U_W = 1,80 W/(m²K)
Sonnenschutzvorrichtung	Keine Sonnenschutzvorrichtung	

Auszug aus der EnEV für das Referenzgebäudeverfahren

Abb. 9.1: Anwendungsbeispiel



Tab. 9.2: Nichtwohngebäude

Bauteil	Eigenschaft	Referenzausführung Wert (Maßeinheiten) Raum-Solltemperatur im Heizfall ≥ 19 °C	Raum-Solltemperatur im Heizfall < 19 °C
Vorhangfassade	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung	U = 1,40 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,48 0,72	U = 1,90 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60 0,78
Glasdächer	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung t_{D65}	U = 2,70 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,63 0,76	U = 2,70 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,63 0,76
Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung t_{D65}	U = 2,40 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,55 0,48	U = 2,40 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,55 0,48
Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung t_{D65}	U = 2,70 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,64 0,59	U = 2,70 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,64 0,59
Fenster / Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung t_{D65}	U = 1,30 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60 0,78	U =1,90 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60 0,78
Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffzient Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung Lichttransmissionsgrad der Verglasung t_{D65}	U = 1,40 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60 0,78	U =1,90 W/(m²K) $g_\perp$ = 0,60 0,78
Außentüren	Wärmedurchgangskoeffzient	U = 1,80 W/(m²K)	U = 2,90 W/(m²K)
Sonnenschutzvorrichtung	Für das Referenzgebäude ist die tatsächliche Sonnenschutzvorrichtung des zu errichtenden Gebäudes anzunehmen; sie ergibt sich ggf. aus den Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz. Soweit hierfür Sonnenschutzverglasung zum Einsatz kommt, sind für diese Verglasungen folgende Kennwerte anzusetzen: - anstelle der der Vorhangfassade - Lichttransmissionsgrad der Verglasung t_{D65} 0,58 - Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung 0,35	- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung 0,35 - anstelle der Werte der Fenster und Dachflächenfenster - Lichttransmissionsgrad der Verglasung 0,62	

Normen und Standards

- Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts H'_T bei Wohngebäuden

Bei Wohngebäuden darf der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust folgende Höchstwerte nicht überschreiten:

Nebenanforderungen der EnEV 2014 für Wohngebäude – Höchstwerte für H'_T entsprechend den jeweiligen Gebäudetypen		
Zeile	Gebäudetyp	Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350\ m^2$ $H'_T = 0{,}40\ W/(m^2K)$ mit $A_N > 350\ m^2$ $H'_T = 0{,}50\ W/(m^2K)$
2	Einseitiges angebautes Wohngebäude	$H'_T = 0{,}45\ W/(m^2K)$
3	Alle anderen Wohngebäude	$H'_T = 0{,}65\ W/(m^2K)$
4	Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß § 9 Absatz 4	$H'_T = 0{,}65\ W/(m^2K)$

EnEV 2014, Anlage 1, Tabelle 2: Höchstwerte des spezifischen, auf die wärmeübertragenden Umfassungsflächen bezogenen Transmissionswärmeverlusts

- Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts H'_T bei Nichtwohngebäuden
  $H'_{T,max} = H'_T$ des Referenzgebäudes

Bei Nichtwohngebäuden dürfen die Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche folgende Höchstwerte nicht überschreiten:

Nebenanforderungen der EnEV 2014 für Nichtwohngebäude –mittlere U-Werte -Ü- von Bauteilgruppen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten, bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Bauteile			
Zeile	Bauteil	Zonen mit Raum-Soll-Temperaturen im Heizfall ≥ 19 °C	Zonen mit Raum-Soll-Temperaturen im Heizfall von 12 °C bis 19 °C
1	Opake Bauteile*	0,28 W/(m²K)	0,50 W/(m²K)
2	Transparente Außenbauteile*	1,5 W/(m²K)	2,8 W/(m²K)
3	Vorhangfassade	1,5 W/(m²K)	3,0 W/(m²K)
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,5 W/(m²K)	3,1 W/(m²K)

EnEV 2014, Anlage 2, Tabelle 2: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden
** soweit nicht in Bauteilen Vorhangfassade, Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln enthalten*

- Änderung und Modernisierung von Bauteilen

Bei der Modernisierung einzelner Bauteile dürfen bei Anwendung des Referenzgebäudeverfahrens der Primärenergiebedarf und der spezifische Transmissionswärmeverlust jeweils 40% über den für einen Neubau geforderten Werten liegen. Alternativ zum Referenzgebäudeverfahren darf ein Bauteilverfahren angewendet werden, wobei die Wärmedurchgangskoeffizienten in diesem Fall zu begrenzen sind. Die Höchstwerte bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen sind u. a.

Tab. 9.3: Änderungen von Bauteilen

Bauteil	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{max}	
	Wohngebäude / Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen ≥ 19 °C	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12° bis > 19 °C
Außenliegende Fenster, Fenstertüren	1,30 W/(m²K)	1,90 W/(m²K)
Dachflächenfenster	1,40 W/(m²K)	1,90 W/(m²K)
Verglasungen	1,10 W/(m²K)	keine Anforderung
Vorhangfassaden (wenn ganzes Bauteil ersetzt wird)	1,40 W/(m²K)	1,90 W/(m²K)
Vorhangfassaden (wenn Verglasung oder Paneele ersetzt wird)	1,90 W/(m²K)	keine Anforderung
Glasdächer	2,00 W/(m²K)	2,70 W/(m²K)
Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasung	2,00 W/(m²K)2,80 W/(m²K)	1,60 W/(m²K)
Vorhangfassaden mit Sonderverglasung	2,30 W/(m²K)	3,00 W/(m²K)

* *Ist die Glasdicke im Rahmen dieser Maßnahme aus technischen Gründen begrenzt, so gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn eine Verglasung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von höchstens 1,30 W/(m²K) eingebaut wird.*

Sonderverglasungen sind: Schallschutzverglasungen mit einem bewerteten Schalldämmmaß der Verglasung von $R_w \geq 40$ dB nach DIN EN ISO 717-1:1997-01, Isolierglas-Sonderaufbauten zur Durchschuss-, Durchbruch- oder Sprengwirkungshemmung, Isolierglas-Sonderaufbauten als Brandschutzglas mit einer Einzelelementdicke von mindestens 18 mm nach DIN 412-13:1990-05

Der komplette Text der EnEV und Informationen am Rande können kostenfrei aus dem Internet unter www.bmwi.de heruntergeladen werden.

9.7 OIB-Richtlinie Nr. 6

Das österreichische Pendant zur EnEV ist die OIB-Richtlinie 6. Diese Richtlinie regelt:

1. Energieausweise für Gebäude

2. energetische Mindestanforderungen für

   - Neubauten

   - Modernisierung, Umbau, Ausbau und Erweiterung von Gebäuden im Bestand und gilt für Wohn- und Nicht-Wohngebäude. Letztere werden in 13 Klassen unterteilt.

Mit dem österreichischen Energieausweis-Vorlage-Gesetz, kurz (EAVG), wird die EU-Energieeffizienzrichtlinie umgesetzt. Die Umsetzung der OIB – Richtlinien ist Ländersache. Die Bundesländer können z.B. die Höchstgrenzen an den Heizwärmebedarf abweichend von der Richtlinie niedriger ansetzt. Es sind also grundsätzlich die Anforderungen der Bundesländer zu beachten.

Grenzwerte für Glas und Fenster nach der OIB-Richtlinie 6 seit dem März 2015:

- Maximale U-Werte:

  - Fenster und Fassaden in Wohngebäuden, bezogen auf das Normprüfmaß
    $U_w \leq 1{,}40$ W/m²K

  - Sonstige Gebäude
    $U_w \leq 1{,}70$ W/m²K

  - Dachflächenfenster
    $U_w \leq 1{,}70$ W/m²K

  - Sonstige transparente Bauteile in Schrägen
    $U_w \leq 2{,}00$ W/m²K

  - Sommerlicher Wärmeschutz: ÖNORM B 8100-3 ist einzuhalten

Der komplette Text der OIB-Richtlinie kann kostenfrei unter www.oib.or.at. aus dem Internet heruntergeladen werden.

9.8 CE-Zeichen

CE-Zeichen

CE bedeutet Communautés Européennes – Europäische Gemeinschaften. Mit diesem Kürzel werden u. a. Bauprodukte gekennzeichnet, die den harmonisierten europäischen Produktnormen entsprechen. Die Produkteigenschaften müssen in einer Typprüfung („type test“) von einer notifizierten Stelle nachgewiesen werden.

Das CE-Zeichen ist weder ein Herkunfts- noch ein Qualitätszeichen. Es darf nur dann verwendet werden, wenn das Produkt der Bauproduktenverordnung (BauPVo) entspricht. Damit ist sichergestellt, dass das Produkt EU-weit ohne Einschränkungen in Verkehr gebracht werden darf.

Das CE-Zeichen ist die Erklärung des Herstellers, dass das Produkt mit der zugrundeliegenden, harmonisierten Produktnorm übereinstimmt.

Der Nachweis der Übereinstimmung mit der BauPVo erfolgt auf unterschiedlichem Niveau (AVCP; en: **A**ssessment and **V**erification of **C**onstancy of **P**erformance). Für Glas sind zwei AVCP-Levels von Bedeutung.

- AVCP-1:

Typprüfung mit Eigen- und Fremdüberwachung (Konformitätszertifikat durch eine anerkannte Prüfstelle)

- AVCP-3:

Herstellererklärung nach Typprüfung mit Eigenüberwachung (Konformitätserklärung des Herstellers nach vorheriger Typprüfung durch eine anerkannte Prüfstelle)

Die Anforderungen, die sich aus der BauPVo ergeben, sind in den nachfolgenden Produktnormen formuliert:

Tab. 9.4:

Produktnorm	Seit dem	Level
Basiserzeugnisse aus Kalk-Natron-Silikatglas (z.B. Floatglas) EN 572	01.09.06	3
Mehrscheiben-Isolierglas EN 1279	01.09.06	3
Beschichtetes Glas EN 1096	01.03.07	3
Thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas EN 12 150	01.09.06	3
Teilvorgespanntes Kalk-Natron-Glas EN 1863	01.09.06	
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalk-Natron-Einscheiben-Sicherheitsglas EN 14 179	01.03.07	3
Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas EN 14449	01.03.07	3 oder 1

Mit Einführung der harmonisierten europäischen Norm (EN) für Glasprodukte sollen die entsprechenden nationalen DIN-Normen abgelöst werden.

Generell haben die neuen europäischen Normen für Glas gemeinsame Merkmale:

- Es wird ein Qualitätsmanagement-System gefordert,
- es werden Qualitätsmerkmale vorgeschrieben und
- Qualitätsprüfungen festgelegt.

Die europäische BauPVo ist von den Wirtschaftsakteuren umzusetzen. CE–Zeichen müssen im Zusammenhang mit einer Leistungserklärung deklariert werden, in der mindestens eine wesentliche Produkteigenschaft verbindlich erklärt wird. Details hierzu ergeben sich aus der BauPVo, den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen der Länder (VV TB), den gesetzlichen Bestimmungen oder den Anwendungsnormen.

9.9 Güteprüfung durch die UNIGLAS® GmbH & Co. KG und Gütezeichen

Neben dem CE-Zeichen, die ausschließlich das in Verkehr bringen von Bauprodukten regeln und keineswegs Qualitätsmerkmale in sich tragen, werden die Produkte der UNIGLAS®-Gesellschaften ergänzend nach strengen Güte- und Qualitätsrichtlinien der UNIGLAS® GmbH & Co. KG hergestellt, die von den Technischen Ausschüssen der UNIGLAS® erarbeitet wurden.

Je nach Liefergebiet führen einige UNIGLAS®-Gesellschaften das RAL-Gütezeichen, das A-Gütezeichen (Österreichisches Gütezeichen) oder das CEKAL (Französisches Gütezeichen). Die werkseigene Produktionskontrolle der Gesellschaften ohne jegliches Gütezeichen wird zusätzlich nach Prüfplan in einer Fremdüberwachung durch ein akkreditiertes Prüfinstitut im Auftrage der UNIGLAS® GmbH & Co. KG kontrolliert. Die UNIGLAS® GmbH & Co. KG führt zusätzlich bei allen Gesellschaften Prüfungen durch, die über die jeweiligen Güte- und Prüfbestimmungen der Prüfzeichenträger hinausgehen. Mit den Fremdüberwachungen ist sichergestellt, dass jede UNIGLAS®-Gesellschaft regelmäßig überprüft wird. Die zusätzlichen Materialprüfungen im eigenen Prüflabor oder bei einem externen Institut garantieren den hohen Qualitätsstandard aller UNIGLAS®-Isoliergläser.

Maßgebliche Stufen sind dabei:

- Die Typprüfung der hergestellten Isoliergläser
- Das Organigramm der werkseigenen Produktionskontrolle
- Die Verfolgung der externen Fremdüberwachung

Jede gütegesicherte Isolierglas-Einheit muss der Systembeschreibung entsprechen und verlangt die Qualitätskontrollen von:

- Glas
- Abstandhalter
- Dichtstoff
- Trocknungsmittel
- Randabdichtung
- Gasfüllung
- Toleranzen der Gasfüllung
- Toleranzen der Komponenten und des Fertigproduktes

Tab. 9.5: Vorgaben und zusätzliche qualitätsbestimmende Merkmale bei der Isolierglasproduktion

EN 1279	Güte- und Prüfbestimmungen
Systembeschreibung	Fremdüberwachung
Produktbeschreibung	Prüfung Vorprodukte
Erstprüfung	Typenübersichtsliste
Werkseigene Produktionskontrolle	Übereinstimmung Prüfkörper mit Systembeschreibung
Auditprüfungen und Inspektionen	Toleranzen Gasfüllung
Konformitätserklärung	Visuelle Anforderungen an Endprodukt
Deklaration der Leistungsmerkmale	
Kennzeichnung CE	

9.10 Verwendbarkeit von Glasprodukten

Geregelte Bauprodukte

Damit Bauprodukte oder Bauarten bei der Errichtung, Änderung und Instandhaltung von baulichen Anlagen verwendet werden können, müssen sie in Deutschland den allgemeinen Anforderungen der Landesbauordnungen genügen. Sie müssen dauerhaft gebrauchstauglich sein und von ihnen dürfen keine Gefahren ausgehen. Für die meisten Bauprodukte regeln die VV TB der Länder den Nachweis ihrer Verwendbarkeit: Sie nennt technische Regeln für den Verwendungszweck dieser Bauprodukte, denen diese entsprechen müssen.

Nicht geregelte Bauprodukte und Bauarten

Bauprodukte und Bauarten, die von technischen Regeln abweichen, nicht vollständig geregelt sind oder für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt, sehen die Landesbauordnungen (LBO) drei mögliche Verwendbarkeitsnachweise vor:

- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ),
- eine allgemeine Bauartengenehmigung (aBG),
- eine Europäische Technische Bewertung (ETA)
- ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP),
- eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE), oder
- eine vorhabenbezogene Bauartengenehmigung (vBG)

Die ersten vier Möglichkeiten der Nachweisführung werden in der Regel vom Hersteller des Bauprodukts verifiziert – ZiE bzw. vBG wird dagegen vom Bauherrn oder Architekten eingeholt. Mit der ZiE und der vBG wird die anwendungsbezogene Verwendbarkeit von nicht geregelten Bauprodukten bzw. Bauarten für ein bestimmtes Bauvorhaben festgelegt.

Eine abZ wird für einen bestimmten Zeitraum (z. B. 5 Jahre) durch das DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) in Berlin erteilt. Nach dessen Ablauf muss die Verlängerung der abZ beantragt werden.

Eine weitere Möglichkeit des Verwendbarkeitsnachweises ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP), welches von einem vom DIBt akkreditiertem Prüfinstitut ausgestellt werden kann. Mit dem abP kann z. B. das Resttragverhalten einer bestimmten Verglasung nachgewiesen werden. Im Gegensatz zur ZiE kann der Eigentümer der abP den Eignungsnachweis auf andere Bauvorhaben übertragen. (vgl. Kapitel 9.7 mit dem Verwendbarkeitsnachweis von Isolierglas aus 2 x VSG im Zuge der DIN 18008-4).

Zustimmung im Einzelfall u. vorhabenbezogene Bauartengenehmigung

Für die Erteilung einer ZiE und der vBG sind die obersten Baubehörden der einzelnen Bundesländer zuständig (siehe → Kap. 9.13). Dazu muss ein formloser Antrag gestellt werden, der das Bauvorhaben genau beschreibt, die Art der Verwendung des Bauprodukts im Bauvorhaben darlegt und ggf. schon vorliegende Prüfberichte enthält. Die Bauaufsichtsbehörde erteilt die Zustimmung für diese Verwendung des Bauprodukts, ggf. mit Nebenbestimmungen und zusätzlichen Auflagen. Die ZiE ist mit Gebühren verbunden, die je nach Aufwand des Nachweises vom zweistelligen bis vierstelligen Eurobetrag reichen können. Zusätzlich fallen Kosten für Gutachten und ggf. beinhaltende Prüfungen, Berechnungen und Bauteilversuche an.

Eine vBG ist zum Beispiel erforderlich bei absturzsichernden Verglasungen, deren Aufbau nicht der DIN 18008-4 entsprechen und deren Verwendbarkeit auch nicht über ein abP nachgewiesen ist, oder die Verglasung oder die Unterkonstruktion nicht den Vorgaben der DIN 18008-4 entspricht. Weitere Beispiele sind begehbare, punktgehaltene oder Überkopfverglasungen mit einer Stützweite über 1,20 m, sowie Tragwerke aus dem Bereich des konstruktiven Glasbaus.

Es wird empfohlen, vor dem Einreichen des Antrags das Vorhaben durch erfahrene Glas-Sonderfachleute aus dem Bereich Tragwerksplanung (Statiker) bewerten und optimieren zu lassen:

- Beratung und Bewertung des Glasbauteils
- Abschätzung der Gefährdung und des Gefahrenpotenzials bei Glasbeschädigung
- Festlegung des Tragkonzeptes der geplanten Glaskonstruktion
- Konstruktive Beratung, evtl. Verbesserungsvorschläge
- Ausarbeitung der erforderlichen Prüfungspläne zur Bewertung von Glasfestigkeit/Resttragfähigkeit/Qualitätskontrolle/sonstigen Anforderungen.

Je nach Konstruktion und Anwendungsfall können Bauteilversuche zur Resttragfähigkeit notwendig werden. Die Ergebnisse aus der gutachterlichen Bewertung werden zu einer Stellungnahme zusammengefasst, die die Grundlage der Entscheidung der obersten Baubehörden darstellt. Dieses Gutachten ersetzt nicht grundsätzlich die Tätigkeiten von Tragwerksplaner und Prüfingenieur.

Der Antrag auf ZiE muss beinhalten:

- Formloses Antragsschreiben
- Angaben zum Bauvorhaben: Bauherr, Verfasser des Entwurfs, Unternehmer, untere Bauaufsichtsbehörde, Tragwerksplaner, Prüfingenieur, Sachverständige
- Genaue Beschreibung des Glasbauteils:
- Darlegung der technischen Lösung sowie der Abweichung von technischen Regeln oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen
- Angaben zu den eingesetzten Materialien und deren Eigenschaften
- Angaben zur vorgesehenen Nutzung
- Übersichtszeichnungen sowie Konstruktionszeichnungen des Glasbauteils
- Gutachten bzw. gutachterliche Stellungnahmen von anerkannten Prüfinstituten oder -ämtern.
- Prüfbericht zur Tragwerksplanung.

Auf den Internetseiten der zuständigen Behörden können die aktuellen Bestimmungen abgefragt werden. Die Behörden benennen zugelassene Sachverständige und Prüfinstitute.

Europäische Technische Bewertung

Eine ETA kann für jedes Bauprodukt beantragt werden, das nicht oder nicht vollständig von einer harmonisierten Norm erfasst ist. Gegenüber der harmonisierten Norm lässt sich die ETA individuell auf das Produkt zuschneiden. Zudem können Leistungsmerkmale in die ETA aufgenommen werden, die in bestehenden harmonisierten Normen fehlen.

Vorteil gegenüber der nationalen Zulassung ist die größere räumliche Reichweite der ETA. Allerdings ist bei ETAs immer ein Abgleich zwischen der ausgewiesenen Leistung und den nationalen Bauwerksanforderungen notwendig. ETAs sind zeitlich unbegrenzt gültig. Das DIBt empfiehlt jedoch eine regelmäßige technische Überprüfung der ETA und ggf. eine Anpassung an den Stand der Technik.

Die Antragsstellung erfolgt z.B. auf einem Formblatt des DIBt, oder einer anderen europäischen Technischen Bewertungsstelle.

Normen und Standards

9.11 Wichtige Adressen:

Oberste Baubehörden der Bundesländer

Baden-Württemberg
Wirtschaftsministerium
Theodor-Heuss-Straße 4
70174 Stuttgart
Telefon: 0711 / 123-0

Bayern
Bayerisches Staatsministerium
des Innern
Franz-Josef-Strauß-Ring 4
80539 München
Telefon: 089 / 2192-02

Berlin
Senatsverwaltung für Bauen,
Wohnen und Verkehr
Dienstgebäude Berlin-
Wilmersdorf
Württembergische Str. 6
10707 Berlin
Telefon: 030 / 867-0

Brandenburg
Ministerium für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr
Dortusstraße 30-33
14467 Potsdam
Telefon: 0331 / 287-0

Bremen
Der Senator für Bau und
Stadtentwicklung
Ansgaritorstraße 2
28195 Bremen
Telefon: 0421 / 361-0

Hamburg
Amt für Bauordnung und Hochbau
Stadthausbrücke 8
20355 Hamburg
Telefon: 040 / 34913-0

Hessen
Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Verkehr und
Landesentwicklung
Friedrich-Ebert-Allee 12
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 / 353-0

Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Bau, Landes-
entwicklung und Umwelt
Schloßstraße 6-8
19053 Schwerin
Telefon: 0385 / 588-0

Niedersachsen
Niedersächsisches
Sozialministerium
Hinrich-Wilhelm-Knopf-Platz 2
30159 Hannover
Telefon: 0511 / 120-0

Nordrhein-Westfalen
Ministerium für Bauen und Wohnen
Elisabethstraße 5-11
40217 Düsseldorf
Telefon: 0211 / 3843-0

Rheinland-Pfalz
Ministerium der Finanzen
Kaiser-Friedrich-Straße
55116 Mainz
Telefon: 06131 / 16-0

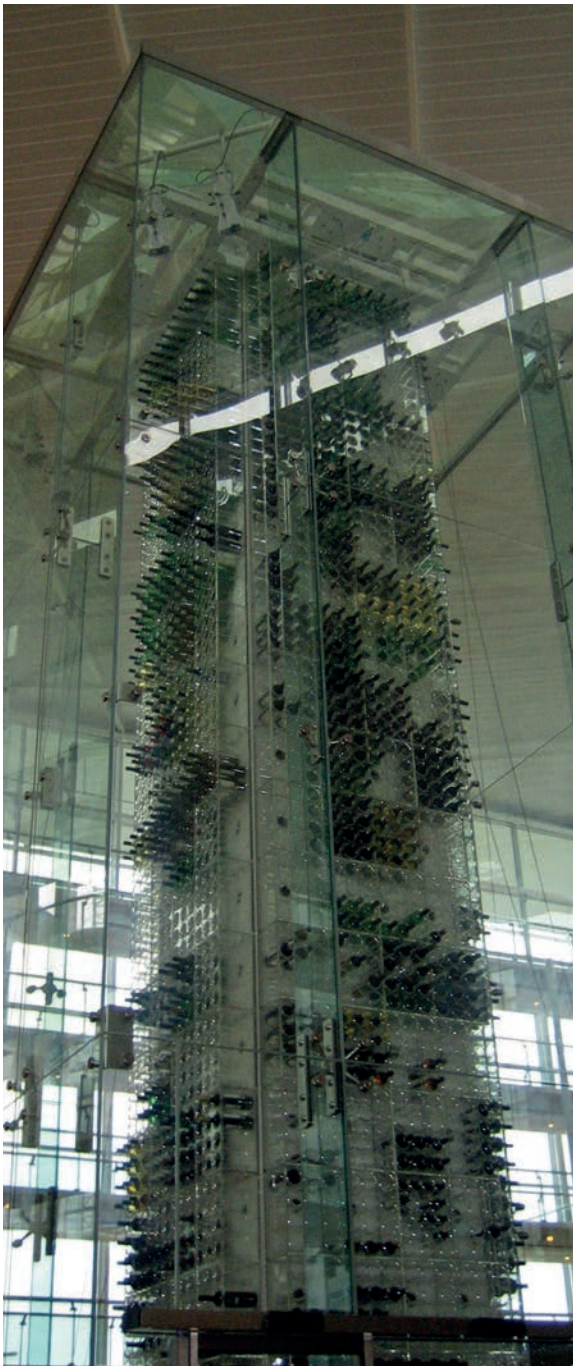
Saarland
Ministerium für Umwelt, Energie
und Verkehr
Hardenbergstraße 8
66119 Saarbrücken
Telefon: 0681 / 501-00

Sachsen
Staatsministerium des Innern
Archivstraße 1
01097 Dresden
Telefon: 0351 / 564-0

Sachsen-Anhalt
Ministerium für Wohnungswesen,
Städtebau und Verkehr
Turmschanzenstraße 30
39114 Magdeburg
Telefon: 0391 / 567-01

Schleswig-Holstein
Innenministerium des Landes
Schleswig-Holstein
Düsternbrooker Weg 92
24105 Kiel
Telefon: 0431 / 988-0

Thüringen
Ministerium für Wirtschaft und
Infrastruktur
Max-Reger-Straße 4-6
99096 Erfurt
Telefon: 0361 / 379-0



Normen und Standards

9.12 Einsatzempfehlungen für konkrete Anwendungen

Die Glasbemessungs- und Konstruktionsnormen der Normenreihe DIN 18008 legen detailliert die Anforderungen an den Glasaufbau fest. Diese Normen werden in den Einsatzempfehlungen nicht im Einzelnen benannt. Zusätzliche objektspezifische Anforderungen, wie z. B. diverse Brandschutzklassen, Durchwurf-, Durchbruchhemmung etc. sind zusätzlich zu beachten.

Tab. 9.6: Verwendbarkeit von Glasarten in Abhängigkeit der Nutzungsart

Nutzungsart		FG	ESG[1]	VSG FG	VSG TVG	VSG ESG	Regelwerk
A Vertikalverglasungen (ohne absturzsichernde Funktion)							
A.1 Vertikalverglasung (linienförmig)		■	■	■	■	■	DIN 18008-2
A.2 Vertikalverglasung (punktförmig)	EG	■	□[2]	□[2]	■	■	DIN 18008-3
	MIG	□[2]	□[2]	□[2]	□[2]	□[2]	DIN 18008-3
A.3 Hinterlüftete Fassade		■	■	■	-	-	DIN 18008-2
A.4 Structural Glazing	innen	■	■	■	■	■	ETAG 002
	außen	■	■	■	■	■	
A.5 Glasschwerter		■	■	■	■	■	vBG
A.6 Schaufenster		■	■	■	■	■	DIN 18008-2[3]
A.7 Ganzglas-Türanlagen und Windfanganlagen		■	■	■	■	■	DGUV Regel 108-005, ARBSTÄTTV, DGUV Inform. 208-014, ASR A1.7
A.8 Lärmschutzwand		■	■	■	■	■	DIN 18008-2, ZTV-LSW 06
B Horizontalverglasungen (oberhalb von Verkehrsflächen)							
B.1 Horizontalverglasung[4] (linienförmig)	oben	■	■	■	■	■	DIN 18008-2
	unten	■	■	■	■	■	
B.2 Horizontalverglasung[4,5] (punktförmig)		■	■	■	■	■	DIN 18008-3
B.3 Begehbare Verglasung		■	■	■[6]	■	■[6]	DIN 18008-5
B.4 Betretbare und durchsturzsichere Verglasung	oben	■	■	■	■	■	DIN 18008-6
	unten	■	■	■	■	■	

Normen und Standards

Nutzungsart	FG ESG[1]	VSG FG TVG ESG	Regelwerk
B Horizontalverglasungen (oberhalb von Verkehrsflächen)			
B.5 Glasbalken	■ ■	■ ■ ■	vBG
B.6 Glasvordach	■ ■	■[7] ■ ■	DIN 18008-2
B.7 Glaslamellen	■ ■	■[7] ■ ■	DIN 18008-2
C Absturzsichernde Verglasungen			
C.1 Raumhohe Verglasung (Kat. A) EG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.1 Raumhohe Verglasung (Kat. A) MIG	□[8,9] □[9]	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.2 Ganzglasgeländer mit aufgesetztem Holm (Kat. B)	■ ■	□[10] ■ ■	DIN 18008-4
C.3 Geländerausfachung punktförmig[11] (Kat. C1)	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.4 Geländerausfachung linienförmig (Kat. C1)	■ ■[12]	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.5 Unterhalb von Querriegeln (Kat. C2) EG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.5 Unterhalb von Querriegeln (Kat. C2) MIG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.6 Raumhoch mit vorgesetztem tragendem Holm (Kat. C3) EG	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.6 Raumhoch mit vorgesetztem tragendem Holm (Kat. C3) MIG	□[8,9] □[9]	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.7 Doppelfassade innen[13]	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.7 Doppelfassade außen	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4
C.8 Aufzugsschacht	■ ■	■ ■ ■	DIN 18008-4, DIN EN 81-20
D Verglasungen in Gebäuden mit spezieller Nutzung			
D.1 Büroräume (Wände, Türen, etc.)	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, ASR A1.6, DGUV R.108-005
D.2 Schule	□[14] ■	■ ■ ■	DGUV VORSCHRIFT 81
D.3 Kindertageseinrichtung	□[14] ■	■ ■ ■	DGUV Regel 102-002

Normen und Standards

Nutzungsart	FG ESG[1]	VSG FG TVG ESG	Regelwerk
D Verglasungen in Gebäuden mit spezieller Nutzung			
D.4 Krankenhaus	■ ■	■ ■ ■	DGUV Information 207-016
D.5 Einkaufsbereiche	■ ■	■ ■ ■	DGUV Regel 108-005
D.6 Schwimmbäder	■[14] ■	■ ■ ■	GUV-R 1/111, DGUV Regel 107-001
D.7 Sporthallen	■[14] ■	■ ■ ■	DIN 18032-1
D.8 Squashhallen	■ ■	■ ■ ■	DIN 18038[15]
D.9 Parkhaus, Bushof, etc.	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV Anh. 1.7(4), ASR A1.6, ASR A1.7
D.10 Eingangshallen und -bereiche	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, DGUV R. 108-005, ASR A1.7
E Nicht absturzsichernde Innenraumanwendungen			
E.1 Duschwandabtrennung	■[14] ■	■ ■ ■	DIN EN 14428
E.2 Türausschnitt	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, DGUV Inform. 208-014
E.3 Türausschnitt im oberen Drittel der Tür	■ ■	■ ■ ■	DGUV Information 208-014
E.4 Ganzglastür	■ ■	■ ■ ■	ARBSTÄTTV, DGUV Inform. 208-014, ASR A1.7, DGUV Regel 108-005

■ mindestens geforderte Glasart ■ empfohlene Glasart ■ alternativ nutzbare Glasart □ eingeschränkt nutzbare Glasart ■ nicht nutzbare Glasart

1 Entsprechend DIN 18008-2 dürfen monolithische Einfachgläser oder äußere monolithische Scheiben von MIG aus Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und heißgelagertem ESG aufgrund der Versagenswahrscheinlichkeit durch Nickelsulfid-Einschlüsse (Spontanbrüche) nur eingebaut werden, wenn deren Oberkante unter 4 m über Verkehrsflächen liegt. Davon abweichend darf heißgelagertes ESG als monolithische Einfachverglasung oder äußere monolithischeScheibe von MIG ohne Begrenzung der Einbauhöhe verwendet werden, wenn durch entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen die Zuverlässigkeitsklasse RC2 (RC; en: reliability class) nach DIN 1990 durch angemessene Begrenzung der Versagenswahrscheinlichkeit erreicht wird.
2 Entsprechend DIN 18008-3 nur bei Verwendung von Klemmhaltern.
3 Bislang liegen keine zusätzlichen Regeln vor.
4 Bei ausschließlicher Verwendung von monolithischem Glas gelten für die erforderliche Glasart die Vorgaben an die untere Scheibe bei MIG.
5 Entsprechend DIN 18008-3 nur bei Verwendung von Tellerhaltern. Es dürfen nur Einfachverglasungen verwendet werden.
6 Entsprechend DIN 18008-5 kann die oberste Glasschicht anstatt TVG auch aus ESG bestehen.Floatglas ist hingegen nicht als oberste Glasschicht anzuordnen.
7 Bei punktförmiger Lagerung Ausbildung nur mit VSG aus TVG möglich.
8 Entsprechend DIN 18008-4 dürfen grob brechende Glasarten unmittelbar hinter einer stoßzugewandten Verglasung aus ESG verwendet werden, wenn letztgenannte beim Pendelschlagversuch nicht versagt.
9 Generell muss mindestens eine Scheibe von Mehrscheiben-Isolierverglasungen aus VSG bestehen.
10 VSG aus Floatglas in der Ausführung als Kategorie B Verglasung ist nicht von den Nachweisen der Tabelle B.1 der DIN 18008-4 abgedeckt
11 Lagerung mittels Klemmhalterung bedarf einer ZiE oder abZ.
12 Ausschließlich allseitig linienförmig gelagerte Einfachverglasungen der Kategorie C1 und C2 nach DIN 18008-4 dürfen auch als monolithisches ESG ausgeführt werden.
13 Keine absturzsichernde Wirkung.
14 Lichtdurchlässige Flächen sind bis zu einer Höhe von 2,0 m mit bruchsicheren Werkstoffen auszubilden oder müssen ausreichend abgeschirmt sein.
15 Die Rückwand muss nach DIN 18038 (mittlerweile zurückgezogen) mindestens aus 12 mm ESG bestehen

Quelle: Glasbau, Grundlagen · Berechnung · Konstruktion 2. Aufage, Jens Schneider, Johannes Kuntsche, Sebastian Schula, Frank Schneider, Johann-Dietrich Wörner VDI-Buch, Springer Vieweg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001, 2016

Verglasungsrichtlinien



10

10 Verglasungsrichtlinien

10.1 Geltungsbereich und Allgemeines 240
10.2 Ermittlung der notwendigen Glasdicke 241
10.3 Grundsätzliches zum Verglasungssystem 241
10.4 Materialverträglichkeit 242
10.5 Anforderungen an den Glasfalz 243
10.6 Anforderungen an Verglasungssysteme 245
10.7 Transport, Lagerung, Einbau und Unterhalt 248
10.8 Zusatzanforderungen bei besonderen Anwendungen 252
10.9 Eigenschaften von Glasprodukten 256
10.10 Wahl der richtigen Glaserzeugnisse 265
10.11 Werterhaltung und Pflege von Gläsern 268
10.12 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen [3] 270

10

10 Grundsätzliche Anforderungen an Verglasungen

10.1. Geltungsbereich und Allgemeines

Diese Verglasungsrichtlinien sollen sowohl dem Fachplaner und Architekten, als auch dem Verarbeiter von Glasprodukten sowie dem Konstrukteur von Fenstern, Türen und Fassadensystemen die grundsätzlichen Informationen und Hinweise für materialgerechtes Planen und Bauen mit Glas geben. Hierüber hinausgehende, detailliertere Hinweise sind in den Verarbeitungsrichtlinien der jeweiligen Lieferanten sowie in spezifischen Normen und Richtlinien zu finden.

Diese Verglasungsrichtlinien beschreiben Anforderungen und geben Hinweise für die Anwendung von Einfachglas und Mehrscheiben-Isolierglas, sowohl für die Anwendung in der Gebäudehülle als auch im Innenausbau. Abweichende Verglasungssysteme, wie z. B. punktförmig gehaltene oder geklebte Systeme, werden von diesen Richtlinien nicht erfasst. An sie werden gegebenenfalls weitergehende Anforderungen gestellt. Hier ist im Vorfeld eine enge Abstimmung zwischen Konstrukteur, UNIGLAS®-Gesellschafter und Monteur notwendig.

Das System Fenster, Tür oder Fassade muss so konstruiert und ausgeführt werden, dass die Dauerhaftigkeit und Funktionsfähigkeit der Verglasung bei planmäßig einwirkenden Lasten über den gesamten Nutzungszeitraum sichergestellt ist.

Die Festlegung der zu berücksichtigenden planmäßigen Lasten und Einwirkungen auf ein Verglasungssystem ist eine Planungsaufgabe. Diese Rahmenbedingungen sind daher vom Architekten oder Fachplaner vorzugeben. Die Vorleistungen sind auf Mängelfreiheit zu überprüfen und gegebenenfalls Bedenken anzumelden.

Es ist daher notwendig, dass u. a. die Profile und Glasauflager ausreichend tragfähig bemessen und dimensioniert werden. Bei bestimmten Gläsern (z. B. Schallschutz- oder einbruchhemmenden Gläsern) sind die entsprechenden Anforderungen aus den Prüfberichten zur Leistungserklärung zu beachten. Die Auswahl der Glasprodukte und ihr Einbau muss den Anforderungen an das Gesamtsystem (Fenster / Tür / Fassade) entsprechen. Es ist auf einen dauerhaft funktionsfähigen Druckausgleich und eine dauerhaft funktionsfähige Belüftung zu achten. Darüber hinaus muss der Kontakt zwischen Metall und Glas dauerhaft verhindert werden.

Vor Beginn der Verglasungsarbeiten muss die Konstruktion, unabhängig vom Rahmenmaterial, u. a. in trockenem, staub- und fettfreiem Zustand sein und auf ausreichende Festigkeit und Befestigung geprüft werden. Vorhandene und ausreichend dimensionierte Öffnungen zum Druckausgleich müssen überprüft werden. Ebenso, ob die Eigenschaften der Glasart für die Verwendung geeignet ist und die erforderlichen Befestigungen für die Glasscheiben vorhanden sind. (vgl. 10.10)

10.2. Ermittlung der notwendigen Glasdicke

Es ist erforderlich, die Dicke der Gläser vor der Ausführung festzulegen. Bei der Dimensionierung der Glasdicke(n) sind, je nach Einbausituation, alle planmäßigen und zu erwartenden Lasten wie Windlast, Nutzlast, Schneelast, Über- oder Unterdruck im Scheibenzwischenraum, Eigengewicht usw. zu berücksichtigen. Die Dimensionierung der Glasdicken (Statik) ist eine Planungsleistung und ist zu vereinbaren sowie gesondert zu vergüten.

Folgende Punkte müssen beachtet werden:

- Die am Ort der Anwendung geltenden Normen und Richtlinien, u. a. zum Sicherheitskonzept, zu den Einwirkungen auf das Gebäude und die Bauteile, zur Auswahl der Glasart (vgl. 10.10), der mindestens erforderlichen Glasdicke(n) sowie zur Bemessung von Glas, sind zu beachten.
- Die Einwirkungen müssen entsprechend den nationalen Vorgaben möglichst realitätsnah ermittelt werden, u. a. Windlasten entsprechend der Lage innerhalb der Fassade mit Überlagerung des isochoren Druckes (vgl. 10.9.11) sowie zusätzlich Schnee- und Eigenlast mit Einflüssen von möglichen Schneeansammlungen bei Horizontalverglasungen.
- Für absturzsichernde Verglasungen ist neben dem statischen Nachweis auch der Nachweis der Stoßsicherheit zu führen.
- Stimmen die gewählten Glasaufbauten/Glasarten und/oder die Konstruktionsvorgaben nicht mit den technischen Regeln bzw. Normen überein, so sind gegebenfalls weitere Nachweise erforderlich.
- Die möglichen Höhenunterschiede zwischen Produktions- und Einbauort einschließlich des Transportweges sind zu beachten.

10.3. Grundsätzliches zum Verglasungssystem

Die grundsätzlichen Anforderungen sind in Abb. 10.1 schematisch dargestellt. Diese können je nach Gebäudenutzung (z. B. für Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit) und je nach Klimazone (z. B. in Klimazonen mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit) variieren und müssen entsprechend angepasst werden.

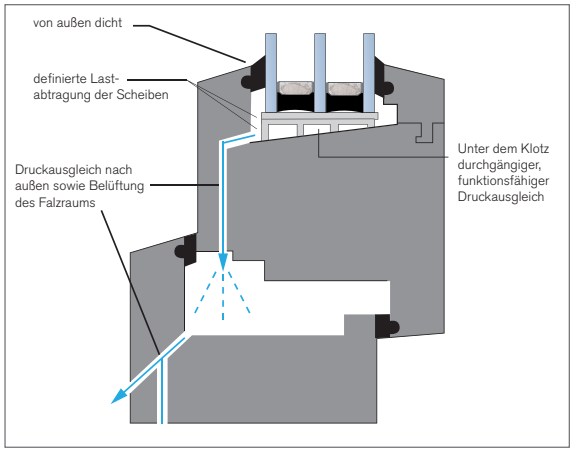
So kann es u. a. notwendig sein, die Glashalteleisten nicht raum-, sondern außenseitig anzubringen oder zusätzliche Öffnungen für den Druckausgleich vorzusehen.

Um dies zu gewährleisten, ist eine ordnungsgemäße Nutzung und Reinigung sowie Instandhaltung notwendig. Falls vorhanden, sind die Verarbeitungsvorgaben von Systemherstellern einzuhalten.

Das komplette Verfüllen des Falzraums ist zu vermeiden, da ein blasenfreies Verfugen des Falzraums kaum zu realisieren ist. Dadurch

bestünde ein erhöhtes Risiko von Feuchtebelastung, die auf Dauer die Isolierglas-Einheit oder den Rahmen schädigen könnte. Daher wird empfohlen, nur Systeme mit dichtstofffreiem Falzraum zu verwenden. Sonderfälle, wie z. B. Fenster und Fassadensysteme zur Erfüllung von einbruchhemmenden Anforderungen oder geklebte Fenstersysteme, müssen mit dem Fenster-/Fassadenhersteller und dem UNIGLAS®-Gesellschafter in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Materialverträglichkeit abgestimmt werden. Hier empfiehlt es sich, auf geprüfte Systeme zurückzugreifen.

Abb. 10.1: Allgemeine Anforderungen an die Konstruktion



10.4. Materialverträglichkeit

Randverbund-Dichtstoffe von Mehrscheiben-Isolierglas kommen mit zahlreichen anderen Werkstoffen in Kontakt, die sich wechselweise beeinflussen und zum vorzeitigen Ausfall des Systems führen können. Daher dürfen nur zueinander kompatible Materialien, deren Verträglichkeit geprüft wurde, verwendet werden.

10.5 Anforderungen an den Glasfalz

10.5.1 Anforderungen an Geometrie und Ausführung

- Die für den Rahmen bzw. das Glashaltesystem verwendeten Werkstoffe müssen für das Verglasungsverfahren geeignet sein.
- Der Glasfalz und die Glashalteleisten müssen ausreichend dimensioniert sein, damit die auftretenden Lasten sicher abgetragen werden können, die zulässigen Toleranzen ausgeglichen werden und die Kanten des Glases abgedeckt werden. Hierbei ist zu beachten, dass Spezialgläser wie beispielsweise vorgespanntes Glas, Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas, reflektierendes und absorbierendes Glas oder Ornamentglas fertigungsbedingt andere Toleranzen bzw. anwendungsbeschränkende Abmessungen aufweisen können.
- Die Glasfalzbreite muss auch für die erforderliche Dicke des Dichtungsmaterials auf beiden Seiten des Glases und für die ordnungsgemäße Anbringung der Glashalteleisten ausgelegt sein.

10.5.2 Anforderungen an den Glasfalz

Die Anforderungen an den Glasfalz, den Glaseinstand sowie die Dichtstoffauswahl erfolgt u. a. nach DIN 18545 sowie EN 15651-2.

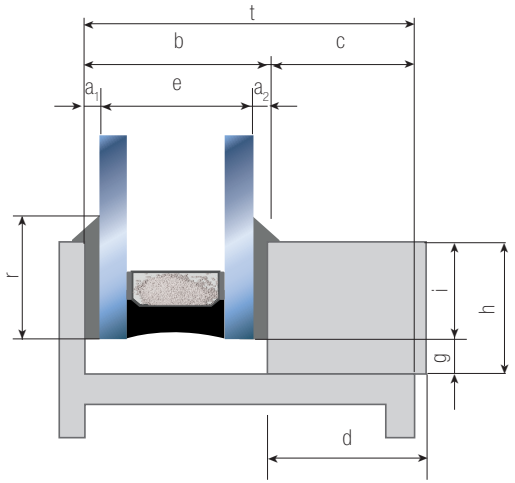
Die schematische Darstellung eines Verglasungssystems mit den dazugehörigen Begriffen, ist in Abb. 10.2 dargestellt. Diese entspricht im Wesentlichen der Beschreibung in der DIN 18545. Die in der DIN 18545 beschriebenen Anforderungen gelten in der Regel für Verglasungssysteme mit spritzbaren Dichtstoffen (Nassverglasung), können aber grundsätzlich auch auf andere Verglasungssysteme mit anderen Arten der Abdichtung verwendet werden.

Der Glaseinstand soll in der Regel mindestens 2/3 der Glasfalzhöhe betragen und in der Konstruktion 20 mm nicht überschreiten, damit die thermische Belastung der Scheibe auf ein Minimum reduziert wird. Bei einer Erhöhung des Glaseinstandes größer 20 mm ist sicherzustellen, dass die zulässigen Temperaturdifferenzen innerhalb der Scheibe für die eingesetzte Glasart nicht überschritten wird und darüber hinaus auch durch mechanische Belastungen keine Glasbruchgefahr besteht (siehe 10.1).

Zusätzlich müssen neben den Anforderungen an einen Mindestglaseinstand nach DIN 18545 auch die Anforderungen der DIN 18008-2 beachtet werden. Hier wird ein Mindestglaseinstand von 10 mm und eine Mindestauflagerbreite von 5 mm bei maximaler Verkürzung durch Verformung vorgeschrieben. Wenn diese nicht eingehalten werden kann, muss die Verformung des Glases auf 1/100 (Gebrauchstauglichkeitskriterium) begrenzt werden.

Von den genannten Anforderungen kann im Einzelfall, in Absprache mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter, abgewichen werden. Siehe hierzu auch das BF-Merkblatt 021/2017 „Gebrauchstauglichkeit linienförmig gelagerter Gläser“.

Abb. 10.2: Schemtische Darstellung d. Glasfalzes



Abmessungen

a_1 = äußere Dichtstoffdicke bzw. äußeres Dichtprofil
a_2 = innere Dichtstoffdicke bzw. inneres Dichtprofil
b = Glasfalzbreite
c = Breite der Auflage für die Glashalteleiste
d = Breite der Glashalteleiste
e = Dicke der Verglasungseinheit
g = Glasfalzgrund, mind. 5 mm
h = Glasfalzhöhe
i = Glaseinstand (in der Regel $\approx {}^2/_3 \cdot h \leq 20$ mm)
r = Abdeckung des Isolierglas-Randverbundes
t = Gesamtfalzbreite

Tab. 10.1: Glasfalzhöhen aus DIN 18545:2015-07

Längste Seite B / H der Verglasungseinheit [mm]	Glasfalzhöhe h bei Einfachglas	MIG
B / H ≤ 1.000	10	18
1.000 < B / H ≤ 3.500	12	18
3.500 < B / H	15	20

Bei Mehrscheiben-Isolierglas mit einer Kantenlänge bis 500 mm darf mit Rücksicht auf eine schmale Sprossenausbildung die Glasfalzhöhe auf 14 mm und der Glaseinstand auf 11 mm reduziert werden. Bei schwergewichtigen Scheiben bitte Rücksprache mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter.

10.5.3 Besondere Anforderungen bei gebogenen Gläsern

Die für plane Verglasungen formulierten Verglasungsrichtlinien sind im Grundsatz auch für gebogene Verglasungen anzuwenden. Aufgrund des besonderen Verhaltens von gebogenem Glas sind ergänzende Hinweise der Hersteller zu beachten.

Aufgrund seiner hohen Steifigkeit sind die Toleranzen des gebogenen Glases bei der Konstruktion unbedingt zu berücksichtigen, um einen zwängungsfreien Einbau und Lagerung sicherzustellen.

Die zwängungsfreie Lagerung ist erforderlich, um Glasbruch oder, bei Verwendung von gebogenem Mehrscheiben-Isolierglas, auch Überbeanspruchungen des Randverbundes zu vermeiden. Zudem können nicht zwängungsfreie Lagerungen zu optischen Beeinträchtigungen führen.

Die Unterkonstruktion muss den besonderen Anforderungen für gebogene Verglasungen entsprechen. Hierzu sind ausreichend dimensionierte Falze bei Rahmen- oder Fassadenkonstruktionen erforderlich. Die sich hieraus ergebende erforderliche Mindestfalzbreite entspricht der Summe aus der Gesamtglasdicke zuzüglich der Toleranz aus der Konturtreue.

Glasdicken sind als Nennmaße zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Vorgaben der DIN 18545 zu beachten. Zusätzlich sind Toleranzen der Unterkonstruktion zu berücksichtigen. Bei gebogenem Glas wird die Ausführung von Fenster- und Fassadensystemen mit Nassversiegelung empfohlen.

Die Hersteller von gebogenem Glas sollten frühzeitig in die Planung mit einbezogen werden, um die Besonderheiten der gebogenen Gläser konstruktiv berücksichtigen zu können. Dies ist im Besonderen auch für den Einsatz im konstruktiven Glasbau notwendig.

10.6 Anforderungen an Verglasungssysteme

Es ist zwischen Trockenverglasungen und Verglasungen mit Nassversiegelung zu unterscheiden. Die Abdichtung von Trockenverglasungen erfolgt mittels Dichtlippen, Dichtleisten oder Dichtprofilen. Die Abdichtung von Nassversiegelungen erfolgt in der Regel mit spritzbaren Dichtstoffen. Vereinzelt kommen auch Mischsysteme zur Ausführung. Hierbei wird die raumseitige Abdichtung in der Regel mit Dichtprofilen und die witterungsseitige Abdichtung mit spritzbarem Dichtstoff ausgeführt.

Die Verglasungssysteme müssen von außen zur Raumseite absolut wasserdicht sein. Bei der Luftdichtheit gilt dies von innen nach außen. Die Dampfdichtigkeit wiederum muss von der Raumseite in den Glasfalz sichergestellt werden. Der Abtransport von Feuchtigkeit und der Druckausgleich müssen nach außen erfolgen.

10.6.1 Verglasungen mit beidseitiger Versiegelung

Bei einer Nassversiegelung wird die notwendige Dicke der Dichtstoffvorlage üblicherweise durch die Verwendung von Vorlegebändern sichergestellt.

Verglasung mit beidseitigem Vorlegeband

Nach diesem System werden üblicherweise Holzelemente, aber auch andere Rahmenmaterialien verglast. Das Glas wird innen- und außenseitig elastisch auf dem Vorlegeband gelagert. Damit sind Zwängungen aus Montage und Nutzung minimiert. Die Dicke des Vorlegebandes gibt gleichzeitig die Dicke der Dichtstoffvorlage vor und ist nach der Größe der Verglasung und den Herstellervorschriften zu wählen. Das Vorlegeband verhindert eine harte Einspannung des Glasrandes.

Die Geometrie der Dichtfuge wird über die Ausbildung des Überschlags und der Glashalteleiste erreicht (siehe auch IVD Merkblatt Nr. 10).

Verglasung mit einseitigem Vorlegeband

Durch das äußere Vorlegeband muss sichergestellt werden, dass die Isolierglaselemente nicht im Falz eingespannt werden und keine örtliche Überbeanspruchung im eingebauten Zustand auftritt.

Weitere Informationen zu diesem Verglasungssystem können der ift-Richtlinie VE-13/2 „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“ entnommen werden. In dieser wird u. a. ein Mindestabstand zwischen Glashalteleiste und Glasscheibe beschrieben. Die Richtlinie VE-13/2 gilt nicht für Fenster aus anderen Rahmenwerkstoffen, für Schaufenster und Sonderverglasungen wie z.B. Brandschutz-, Dach- und Unterwasserverglasungen, Verglasungen für Hallenbäder sowie für geklebte Verglasungen.

Verglasung ohne Vorlegeband

Ein Verglasungssystem ohne Vorlegeband muss sehr sorgfältig ausgewählt und geplant werden.

Sollte diese Verglasungsart gewählt werden, sind die in der ift-Richtlinie VE-13/2 „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“ aufgezeigten Toleranzen unbedingt einzuhalten. Anderenfalls sind Zwängungen und die damit verbundene potenzielle Bruchgefahr der Isolierglaseinheit nicht auszuschließen.

10.6.2 Trockenverglasungen – Dichtlippen, Dichtleisten und Dichtprofile

Dichtprofile müssen auf das Verglasungssystem abgestimmt sein. Die Abdichtung muss nach im Kapitel 10.6 beschriebenen Prinzipien erfolgen. Vor allem bei Ecken und Stößen muss auf eine sorgfältige und dauerhaft funktionsfähige Abdichtung geachtet werden.

Diese Profile können aus Chloroprene, EPDM (APTK) Silikon, TPE oder PVC bestehen. Sie sollten an der Witterungsseite bzw. bei Hallenbädern und Feuchträumen und in Räumen, bei denen eine hohe Luftfeuchtigkeit zu erwarten ist, beidseitig umlaufend dicht ausgeführt sein. Auch Belastungen aus dynamischen Beanspruchungen müssen sicher und ohne Verlust der Dichtheit aufgefangen werden, z. B. Druckwechsellast oder Torsion. Es sind die Anforderungen der EN 12365 zu beachten.

Dichtprofile müssen auf die Befestigung im Rahmen und auf die Dicke des Glaselementes, inkl. Toleranzen, abgestimmt sein. Sie müssen eine ausreichende Rückstellkraft aufweisen.

10.6.3 Anpressdruck

Bei geschraubten Glashalteleisten ist das jeweilige Drehmoment resultierend aus dem Abstand der Schrauben zueinander sowie dem Abstand von der Ecke und der Schraubenart vom Systemhersteller festzulegen. Es muss sichergestellt sein, dass die Glashalteleiste einen gleichmäßigen Druck auf die Glaskante erzeugt. Zu hohe Anpressdrücke können den Randverbund von Isolierglas dauerhaft schädigen.

10.6.4 Ebenheit

Es sind Rahmenmaterialien zu wählen, die auch unter planmäßigen Lasten an den Glasauflageflächen dauerhaft eben bleiben.

10.6.5 Durchbiegungsbegrenzung

Die Rahmen müssen hinreichend steif sein, sodass die Durchbiegung unter Maximallast 1/200 der Kantenlänge nicht überschreitet (siehe auch BF-Merkblatt 021/2017 „Gebrauchstauglichkeit linienformig gelagerter Verglasungen“).

10.6.6 Dichtheit und Abdichtung

Die Dichtstoffe sowie Dichtungen müssen u. a. witterungs-, umwelt- und reinigungsmittelbeständig sein. Dichtfugen von Nassverglasungen sind Wartungsfugen. Die Fugen sollten regelmäßig, mindestens einmal jährlich, hinsichtlich ihrer Adhäsion am Rahmen und am Glas sowie auf Versprödung überprüft und bei Bedarf erneuert werden. Mit spritzbaren Dichtstoffen können in der Regel Fugen aller im Fensterbau verwendeten Rahmenmaterialien abgedichtet werden. Die entsprechenden Vorgaben der Dichtstoffhersteller sind zu beachten. Dabei ist die Vorbehandlung/Vorbereitung des Werkstoffes für die Abdichtung von großer Bedeutung. Der Ausführende hat jede im Dichtsystem verwendete Oberfläche zu prüfen. Bei Änderungen der Adhäsionspartner ist im Allgemeinen eine erneute Prüfung und eine Freigabe des Herstellers erforderlich. Gerade unter dem Aspekt der dauerhaften Gebrauchstauglichkeit der Fensterkonstruktionen ist eine ganzheitliche Betrachtung notwendig.

10.6.7 Verklebung von Isoliergläsern

Eine allgemeingültige Freigabe kann für ein verklebtes Verglasungssystem nicht erteilt werden. Es bedarf hierbei je nach vorliegenden Prüfergebnissen der Abstimmung und Freigabe im Einzelfall je definiertem System mit und durch den UNIGLAS®-Gesellschafter.

Grundprinzip beim Einkleben der Verglasung in den Rahmen, ist die Steifigkeit des Glases zu nutzen und, durch eine konstruktive Verklebung Flügelrahmen und Glas, das Fenster als Verbundelement zu versteifen und setzungsfrei zu gestalten. Die Fensterkonstruktionen und die einzelnen Funktionsträger müssen dabei ganzheitlich betrachtet werden. Als eine der wesentlichen Komponenten kann Isolierglas bei geklebten Verglasungssystemen unter Umständen zusätzliche Belastungen erfahren, die sich aus dem entsprechenden Fenstersystem ergeben.



10.7 Transport, Lagerung, Einbau und Unterhalt

10.7.1 Transport und Lagerung

Für den Erhalt der Qualität und Dauerhaftigkeit von Einfach- und Isoliergläsern sind sachgemäßer Transport und sachgerechte Lagerung zwingende Voraussetzung. Glasflächen, Glaskanten und Randverbund von Isolierglas dürfen bei Transport, Lagerung und Einbau nicht beschädigt werden. Dabei ist insbesondere zu beachten:

- Der Transport von Einfach- und Isoliergläsern darf nur auf transportgesicherten Gestellen oder in geeigneten Kisten erfolgen.
- Der Transport muss generell so durchgeführt werden, dass die Scheiben über die vollständige Glasdicke unterstützt sind. Dies gilt insbesondere für große und schwere Glaseinheiten.
- Zum Manipulieren der Verglasungseinheit beim Verglasen ist ein kurzzeitiges Anheben mit Hebegeräten an nur einer der Scheiben des Mehrscheiben-Isolierglases möglich. Die Vorgaben des Isolierglas- und Dichtstoffherstellers sind zu beachten.
- Das Abstellen oder Lagern der Gläser muss annähernd vertikal auf geeigneten Gestellen bzw. Einrichtungen erfolgen. Die Vorgaben der Berufsgenossenschaften zu Lagerung und Transport von Glas sind zu beachten.
- Die Abstützung gegen Kippen, die Unterlage und die obere Sicherung dürfen keine Beschädigungen von Glasfläche, Glaskante oder Randverbund verursachen. Die Unterlagen müssen rechtwinklig zur Scheibenfläche angeordnet sein und ein Aufliegen der gesamten Elementdicke gewährleisten.
- Beim Transport verschieden großer Glaseinheiten ist darauf zu achten, dass durch Glaskanten keine Scheuerstellen auf benachbarten Glasoberflächen verursacht werden. Wenn mehrere Scheiben gestapelt werden, sind Zwischenlagen (z. B. Zwischenpapier, Zwischenpuffer, Stapelscheiben) notwendig. Diese dürfen keine Feuchtigkeit aufnehmen.
- Generell ist Mehrscheiben-Isolierglas am Bau vor schädigenden chemischen oder physikalischen Einwirkungen zu schützen.
- **Transport auf Gestellen:**
  Die Glasscheiben sind auf den Gestellen für den Transport zu sichern. Dabei darf durch die Sicherungseinrichtung kein unzulässiger Druck auf die Glasscheiben einwirken.
- **Transport in Kisten:**
  Für Kisten als Leichtverpackungen, die nicht für die Einwirkung von statischen oder dynamischen Lasten ausgelegt sind, ist im Einzelfall sorgfältig zu prüfen, wie die Handhabung der Kisten erfolgen kann oder ob z. B. Transportseile verwendet werden können. Die Lagerung oder das Abstellen darf nur in vertikaler Lage auf geeigneten Gestellen oder Einrichtungen erfolgen. Kisten sind ein Transportmittel und nicht für längere Lagerung vorgesehen.
- Mehrscheiben-Isoliergläser sind im Freien vor länger anhaltender Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung durch eine geeignete, vollständige Abdeckung zu schützen.

10.7.2 Zusätzliche Anforderungen für gebogenes Glas

Die Verglasungseinheiten aus gebogenem Glas müssen entsprechend ihrer Geometrie spannungsarm stehend gelagert und transportiert werden. Die Vorgaben des UNIGLAS®-Gesellschafters sind zu beachten.

Die Unterlagen und Abstützungen gegen Kippen dürfen keine Beschädigungen des Isolierglas-Randverbundes oder des Glases hervorrufen.

Der Transport schwerer Verglasungseinheiten muss so durchgeführt werden, dass alle Einzelscheiben gleichmäßig gehalten werden. Das kurzzeitige Anheben der Verglasungseinheit an nur einer Scheibe zum Manipulieren und Einsetzen ist zulässig, sollte aber nur mit geeigneter Ausrüstung erfolgen.

10.7.3 Transport und Einbau von Isolierglas in Höhen und Tiefenlagen

Der Einbau und/oder der Transport von Isolierglas an Orte, die deutlich unter oder über dem Herstellungsort des Isolierglases liegen, machen besondere Maßnahmen für die Bemessung und eventuell einen Druckausgleich notwendig. Es sind dabei weitere Parameter, u. a. Format, Abmessung der MIG-Einheit und Temperatur im SZR in Abhängigkeit der verwendeten Glasprodukte zu betrachten. Bei der Anfrage/Bestellung besteht Hinweispflicht über den Einbauort des MIG.

10.7.4 Einbau

Jedes gelieferte Glaselement ist vor dem Einbau auf Beschädigung zu überprüfen. Unter anderem wird in der DIN 18008-1 im Abschnitt 5.1.4 eine maximale Kantenverletzung von thermisch vorgespanntem Glas von 15 % der Scheibendicke in das Glasvolumen vorgegeben.

Das Eigengewicht sowie äußere Einwirkungen (wie z. B. Wind-, Verkehrs- oder Schneelasten) müssen sicher an das Primärtragwerk abgeleitet werden.

10.7.5 Klotzung

Das Klotzen des Isolierglases hat folgende Aufgaben:

- das Gewicht der Glasscheibe im Rahmen so zu verteilen bzw. auszugleichen, dass der Rahmen die Glasscheibe trägt,
- den Rahmen unverändert in seiner richtigen Lage zu belassen,
- bei zu öffnenden Elementen die Funktionsfähigkeit sicherzustellen,
- die Glasscheibenkanten dauerhaft vom Rahmen trennen und den Mindestspielraum von 5 mm zum Falzgrund aufrecht zu erhalten,
- das Glas statisch bestimmt zu lagern.

Verglasungsrichtlinien

Die Breite des Verglasungsklotzes muss 2 mm größer als die Glasdicke sein. Die Mindestklotzdicke beträgt 5 mm. Bei Glasscheiben deren Gewicht mehr als 300 kg beträgt, sind Schwerlastklötze zu verwenden. Die Klötze sollten nicht direkt unter der Ecke der Scheibe angeordnet werden. Der Abstand zwischen Klotz und Ecke der Glaseinheit sollte ca. eine Klotzlänge (100 mm) betragen. Bei besonderen Rahmenkonstruktionen (breite, feststehende Einheiten, z. B. Schaufenster) müssen die Tragklötze über den Befestigungsstellen des Rahmens sitzen. Dabei darf der Abstand zwischen Klotz und Ecke max. 250 mm betragen. (Klotzfibel ROTO 2017)

Die Rahmen müssen so dimensioniert sein, dass sie die Glasscheiben einwandfrei tragen. Bezüglich der Ausführung der Verklotzung ist außerdem die EN 12488 bzw. die Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 3 „Klotzung von Verglasungseinheiten“ zu beachten.

Dichtstoffüberstände, die über die Glaskante des Isolierglases hinausragen, sind vor dem Einsetzen des Glases im Klotzbereich zu entfernen. Durch die Klotzung darf die Kante des Glases nicht überbeansprucht werden.

Durch die Verklotzung darf keine unzulässige Durchbiegung der Rahmenprofile verursacht werden. Die Durchbiegungsbegrenzungen für die Rahmenprofile sind einzuhalten. Insbesondere bei Pfosten-Riegel-Konstruktionen ist darauf zu achten, dass sich bei übereinander angeordneten Isoliergläsern die Durchbiegungen der Riegelprofile nicht addieren und die unteren Scheiben die Lasten aus den darüber liegenden Scheiben tragen müssen.

Bei der Verwendung von VG/VSG und/oder schweren Verglasungseinheiten (> 170 kg) wird empfohlen, die Standkanten zu kennzeichnen und diese gegebenenfalls mit geschliffenen Kanten (KGN) auszuführen.

10.7.6 Schutz vor UV-Strahlung

Der Randverbund von Mehrscheiben-Isolierglas ist üblicherweise nicht gegen UV-Strahlung beständig. Daher muss der Randverbund vollständig vom Rahmen abgedeckt sein oder durch andere Maßnahmen, wie z. B. Abdeckprofile oder geeignete Teilbedruckung, geschützt werden. Dies gilt prinzipiell auch für die Lagerung der Isolierglaseinheiten auf Transportgestellen.

Ist eine vollständige Rahmung nicht gewünscht, kann alternativ ein UV-beständiger Randverbund aus speziellem Silikon ausgeführt werden.

10.7.8 Verarbeitungswerkzeuge und -geräte

Es dürfen nur geeignete Verarbeitungswerkzeuge benutzt werden. Der Kontakt der Glaskante mit harten Gegenständen, wie Stemmeisen, Schraubendreher etc., ist unbedingt zu vermeiden. Klotzhebel sind so vorsichtig einzusetzen, dass Abplatzungen und Ausmuschelungen an den Glaskanten vermieden werden.

10.8 Zusatzanforderungen bei besonderen Anwendungen

10.8.1 Außerordentliche thermische Belastungen

Bei teilflächiger oder punktueller Temperatureinwirkung auf Glasscheiben ergeben sich durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung Spannungen, die unmittelbar zum Bruch führen können. Aus diesem Grunde sind über die Fläche des Glases ungleichmäßig einwirkende Temperaturbelastungen zu vermeiden. Glasschäden, deren Ursache in einer unplanmäßigen Belastung liegen, fallen nicht unter die Sachmängelhaftung des Herstellers.

Thermische Belastungen können sich u.a. in folgenden Situationen ergeben:

- **Folien, Farben, Poster, Innenjalousien, Möblierung:** Das nachträgliche Aufbringen von absorbierenden Folien, (Finger-) Farben, Postern sowie die zum Wärmestau führende raumseitige Anbringung von Jalousien oder Möblierung ohne ausreichenden Abstand zum Glas, usw. können bei Sonneneinstrahlung zu thermisch induzierten Glasbrüchen führen. Weitere Informationen zur thermischen Belastung von Gläsern siehe VFF Merkblatt V.02 „Thermische Beanspruchung von Gläsern in Fenstern und Fassaden“ sowie die BF-Information 006/2016 „BF-Information zu nachträglich angebrachten Folien“. Nachweise bzw. Einschätzungen können auch durch eine Thermostressanalyse vorgenommen werden.

- **Gussasphaltverlegung:** Bei Verlegung von Gussasphalt in Räumen, auf Balkonen und Terrassen mit verglasten Fenstern kommt es zu starker, ungleichmäßiger und einseitiger Erwärmung der Gläser. Vor diesen Einflüssen ist die Verglasung mit geeigneten Mitteln zu schützen.

- **Heizkörper:** Zwischen Heizkörper und normal gekühltem Glas muss ein Mindestabstand von 30 cm eingehalten werden. Bei Isolierglas in Kombination mit ESG raumseitig kann der Mindestabstand auf 15 cm reduziert werden. Zugleich sollte die Breite des Heizkörpers in etwa dem Breitenmaß der Isolierglas-Einheit entsprechen, um eine gleichmäßige Erwärmung der Scheiben zu gewährleisten. Werden Hitzeschutzschilde zwischen Heizkörper und Verglasung eingesetzt, vermindert dies Wärmeverluste und verringert die thermische Belastung der Isolierglas-Scheibe. Der Abstand zwischen Hitzeschutzschild und Verglasung muss dann mindestens 10 cm betragen.

10.8.2 Schiebetüren oder -fenster

Bei Verglasungen mit Isolierglas jeglicher Art und insbesondere mit in der Masse eingefärbten Gläsern empfiehlt sich die Verwendung von ESG oder TVG, da sich die Scheiben bei Sonneneinstrahlung sehr stark erwärmen können. Wenn eine ausreichende Be-/Entlüftung des Raums zwischen den Schiebeelementen gewährleistet wird, kann gegebenenfalls darauf verzichtet werden. Dies gilt auch bei teilweise geöffneten Schiebeelementen. Eine ausreichende Be-/Entlüftung kann beispielsweise durch einen Anschlag/Stopper gewährleistet werden. Das gilt auch z. B. für Einbausituationen, bei der die Schiebetür keine direkte Sonneneinstrahlung bekommt. Im Einzelfall ist die thermische Belastung zusammen mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter einzuschätzen.

10.8.3 Hohe Raumluftfeuchten und chemische Belastungen

Unter Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit versteht man u. a. Hallenbäder, Badezimmer, klimatisierte Räume, Fabrikräume in Brauereien, Metzgereien, Bäckereien, Blumengeschäfte, Molkereien, chemische Reinigungen usw., aber auch Räume wie z. B. nicht belüftete Schlaf- und Wohnzimmer, bei denen sich Kondensat auf raumseitigen Oberflächen bilden kann. Hier werden erhöhte Anforderungen sowohl an die Dichtheit der Konstruktion auf der Raumseite als auch an die verwendeten Materialien gestellt.

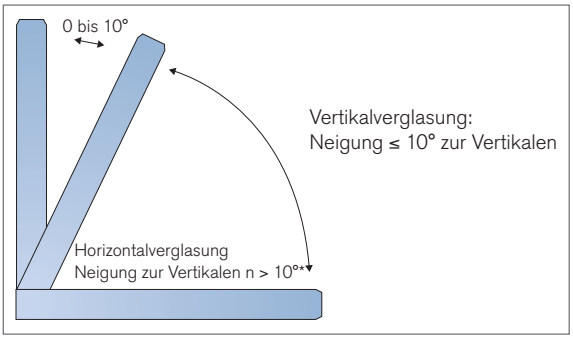
In allen Fällen muss für einen gut funktionierenden Druckausgleich vom Glasfalz nach außen gesorgt werden. Zusätzliche Öffnungen im oberen Eckbereich des Glasfalzes haben sich hier bewährt.

10.8.4 Horizontal- und Überkopfverglasungen

Im Gegensatz zur Vertikalverglasung treten bei Horizontal- und Überkopfverglasungen höhere thermische und mechanische Beanspruchungen auf (Wind-, Schnee- und Eislast sowie Eigengewicht). Das Verglasungssystem muss in der Lage sein, diese Beanspruchungen dauerhaft aufzunehmen. Der Scheibenzwischenraum muss u. U. verringert werden, um die Belastung des Isolierglases durch höhere Klimalasten (isochorer Druck) zu reduzieren. Wird die äußere Scheibe des Isolierglases als Traufkante verwendet, ist dies nur in Ausführung als Stufenisolierglas möglich. In der Regel soll hier aus thermischen Gründen die äußere Scheibe als ESG oder TVG ausgeführt werden.

Das Isolierglas darf nicht als vollständige Verglasungseinheit über das Verglasungssystem hinaus eingebaut werden. Es wird die Ausführung als Stufenisolierglas empfohlen.

Abb. 10.3: Definition von Horizontalverglasung nach DIN 18008*)



*) Anmerkung: In Österreich, sowie den meisten anderen europäischen Nationen gilt abweichend die Neigung n > 15° für Horizontalverglasungen

10.8.5 Stufenisolierglas

Bei derartigen Isolierglaseinheiten ist wenigstens eine Kante inklusive des Randverbundes der UV-Strahlung ausgesetzt. Daher sind bei der Ausführung von MIG als Stufenisolierglas die Hinweise in Abschnitt 10.7.6 „Schutz vor UV-Strahlung" zu beachten.

10.8.6 Umwehrungen

Glaselemente können ohne zusätzliche Geländer als Umwehrungen eingesetzt werden. Es ist jedoch grundsätzlich eine Verglasungseinheit mit VSG bzw. ESG vorgeschrieben.

Für die Dimensionierung der entsprechenden Glasdicken, die Auswahl der erforderlichen Glasarten sowie die Anforderungen an die Glashaltekonstruktion sind die zusätzlichen Vorgaben der jeweils gültigen national geregelten Glasbemessungs- und -konstruktionsnorm zu beachten. Zum Beispiel in Deutschland ist dies die DIN 18008-4 und in Österreich die ÖNORM B 3716-3.

10.8.7 Brüstungselemente

Brüstungselemente werden klassifiziert in

- Brüstungsplatten und
- Brüstungspaneele.

Bei den Brüstungsplatten handelt es sich um ein- oder zweischeibige (Isolierglas-) Verglasungselemente die aus ESG bestehen. Verwendung finden die Brüstungsplatten bei hinterlüfteten Außenwandkonstruktionen (Kaltfassade).

Brüstungspaneele bestehen aus ein- oder zweischeibigen Brüstungsplatten, die auf der Rückseite mit einer Wärmedämmung versehen sind. Der Einsatzbereich ist die Warmfassade.

Bei Brüstungselementen, bei denen Mehrscheiben-Isoliergläser vor Vorwanddämmungen oder in so genannte „Shadowboxes" eingesetzt werden, muss mit einer erhöhten Temperatur im Scheibenzwischenraum gerechnet werden (siehe DIN 18008-1, Tab. 4).

Allgemeine Forderungen an die Verglasung bei Brüstungselementen

Die Verglasung der zweischeibigen Brüstungsplatten und der Brüstungspaneele hat nach den in diesen Verglasungsrichtlinien beschriebenen Grundlagen zu erfolgen.

10.8.8 Lackiertes Glas

Glas kann mit unterschiedlichen Verfahren farblich gestaltet werden oder als Spiegel Anwendung finden. Für diese Gläser sowie Spiegel sind bezüglich des Einbaus/Verwendungszwecks bzw. der Befestigung die Vorgaben der Hersteller sowie die Technischen Richtlinien des Glaserhandwerks zu beachten. Dies gilt auch für die Beurteilung der visuellen Qualität.

10.8.9 Ganzglasecken und Glasstöße

Bei der Planung und Ausführung von Glasstößen und Ganzglasecken aus Isolierglas sind zusätzliche Hinweise zu beachten.

Unter anderem gilt:

- Freiliegende Glaskanten, insbesondere bei Stufenisolierglas, sollen in der Regel mindestens gesäumt oder geschliffen ausgeführt werden. Bleibt die Kante sichtbar, wird die Ausführung mit polierter Kante empfohlen.
- **Fugengeometrie:**
  Fugenbreite b ≥ 8 mm. Fugentiefe t ≈ 0,5 • b, mind. 6 mm.
- Fugen zwischen Glasscheiben, die als so genannte „Stoßfugen" ausgeführt werden, dürfen in der Regel bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt werden. Soll die Stoßfuge statische Funktionen übernehmen, ist eine entsprechende Dimensionierung und gegebenenfalls eine vorhabenbezogene Bauartengenehmigung notwendig.
- Die Verarbeitungs- und Anwendungshinweise der Dichtstoffhersteller, die entsprechenden Regeln der Technik, sowie das Merkblatt V.07 „Glasstöße und Ganzglasecken in Fenster und Fassaden" vom VFF sind zu beachten.

10.8.10 Brandschutzverglasungen

Bei den Verglasungen von Brandschutzelementen gelten vorrangig die in der abZ oder ETA festgelegten Bestimmungen.

Verglasungsrichtlinien

10.8.11 Spiegel

Für die Verglasung bzw. Montage von Spiegeln ist die Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 11 „Montage von Spiegeln“ zu beachten.

10.9 Eigenschaften von Glasprodukten

10.9.1 Basisglas

Das Basisglas für alle weiteren Glaserzeugnisse ist in der Regel ein Floatglas nach EN 572-2. Floatglas ist als planes, durchsichtiges, klares oder gefärbtes Kalk-Natronsilicatglas mit parallelen und polierten Oberflächen, hergestellt durch kontinuierliches Aufgießen und Fließen (Floaten) über ein Metallbad, definiert. Es zeichnet sich durch eine sehr gute optische Qualität aus.

Daraus können veredelte Glasprodukte, wie z. B. beschichtetes Glas, Mehrscheiben-Isolierglas, Einscheiben- und Verbund-Sicherheitsglas sowie dekorative Gläser hergestellt werden.

Die allgemeinen Eigenschaften von Basiserzeugnissen aus Kalk-Natronsilicatglas sind in der EN 572-1 beschrieben.

10.9.2 Einscheibensicherheitsglas (mit/ohne Heißlagerungstest)

Einscheibensicherheitsglas (ESG) entspricht der Produktnorm EN 12150-2. Um das Risiko eines Spontanbruchs zu reduzieren, wird ESG nach EN 14179 heißgelagert. Die nationalen Vorgaben bzgl. der Anwendung von ESG und heißgelagertem ESG sind zu beachten.

10.9.3 Teilvorgespanntes Glas

Teilvorgespanntes Glas (TVG) entspricht der Produktnorm EN 1863-2 in Verbindung mit den Verwendbarkeitsnachweisen der jeweiligen Hersteller bzw. nach den Vorgaben der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) des jeweiligen Bundeslandes in Deutschland.

10.9.4 Ornamentglas

Ornamentglas entspricht der EN 572-5. Die Anwendung von Ornament- und Drahtornamentglas (Ornamentglas mit Drahteinlage) ist aufgrund seiner besonderen Eigenschaften sehr sorgfältig auszuwählen. Auf die bauordnungsrechtlichen Vorgaben und weiteren anwendungstechnischen Hinweisen (z. B. DIN 18008) wird ausdrücklich hingewiesen.

Strukturverlauf

Für den Zuschnitt gilt als Standard, dass die Struktur parallel mit dem Höhenmaß läuft. Ausnahmen sind nur möglich, wenn der Strukturverlauf auf der Zeichnung angegeben ist und der Hinweis „Strukturverlauf laut Zeichnung“ bei der Bestellung vermerkt ist.

Wenn gewünscht wird, dass der Strukturverlauf des Glases über mehrere Einheiten fortgeführt werden soll, muss bei der Bestellung ausdrücklich darauf hingewiesen und Referenzpunkte angegeben werden.

Dies gilt sinngemäß auch bei Motivgläsern z. B. sandgestrahlten oder bedruckten Gläsern.

Tab. 10.2: Eigenschaften von Glasprodukten

	Floatglas	TVG	ESG
Biegezugfestigkeit σ_B	45 N/mm²	70 N/mm²	120 N/mm²
Beständigkeit gegen Temperaturunterschiede und plötzliche Temperaturwechsel ΔT	40 K	100 K	200 K
Schneiden	Ja	Nein	Nein
Bruchbild	Radiale Anrisse große Stücke	Radiale Anrisse große Stücke	Netzartige Risse, kleine Stücke

10.9.5 Verbund- und Verbund-Sicherheitsglas

Für Anwendungsbereiche mit freiliegender Glaskante dürfen Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas nur mit

- gesäumter Kante,
- geschliffener Kante,
- polierter Kante oder
- Gehrungskante

verwendet werden.

Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung vorzugeben. Optische Effekte an der Abstellkante sowie Folienreste im Saumbereich und Folienüberstände bzw. Folieneinzüge bei VSG-Festmaßen sind fertigungstechnisch nicht vermeidbar.

Bei Außenverglasungen mit permanenter Feuchtebelastung der Folie an der Glaskante können in einer Randzone von ungefähr 15 mm optische Veränderungen auftreten. Diese Veränderungen sind zulässig. Abweichende Regelungen können mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter vereinbart werden. Um diesen optischen Effekt zu unterbinden, muss die Konstruktion so ausgeführt werden, dass eine permanente Feuchtebelastung der Folie auf der Glaskante konstruktiv oder durch eine ausreichende Belüftung vermieden wird.

Im Bereich von Vordächern kann dies z. B. durch die Ausführung in Form eines Verbund-Sicherheitsglases mit Überstand (Stufe) erfolgen. Um die Eigenschaften des Verbundglases über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte Reinigung der Glaskanten in geeigneten Zeitintervallen Voraussetzung. Diese sind in Abhängigkeit von der Einbausituation z.B. Innenstadtlagen und Bereiche mit zu erwartenden hohen Verschmutzungen durch andere Gebäudeteile festzulegen. Es ist auch zu beachten, dass es durch Wechselwirkung mit anderen Materialien zu bestimmten Merkmalen (z.B. Blasen) kommen kann. (vgl. Kap. 10.4)

Weitere Hinweise zur Anwendung von Verbund-Sicherheitsglas finden sich im BF Merkblatt 013/2013 „Verbund-Sicherheitsglas (VSG) für die Anwendung im Bauwesen".

10.9.6 Beschichtetes Glas u. Produkteigenschaften

Glaserzeugnisse können mit unterschiedlichsten Beschichtungen versehen sein. Durch diese Beschichtungen werden optische Veränderungen, Änderungen der technischen und lichttechnischen Werte oder besondere Eigenschaften der Glasoberfläche erreicht. Am häufigsten kommen Schichten zum Einsatz, die das energetische Verhalten der Verglasung verändern. Dazu gehören insbesondere solche Schichten, die das Wärmedämmverhalten verbessern und /oder die Transmission von Sonnenstrahlung verringern. Mit Beschichtungen ist in der Regel ein entsprechender Farbeindruck verbunden. Die ästhetischen Anforderungen (Reflexion des beschichteten Glases, Farbgebung durch die Beschichtung oder auch des Glassubstrates) müssen daher bereits in der Planungsphase mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abgestimmt werden.

Für die Festlegung der optischen Eigenschaften und die Abstimmung der zu erwartenden optischen Qualität mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter sollte daher vor allem bei größeren Objekten von Anfang an mit Mustern in Bauteilgröße gearbeitet werden. Eine erste Produktfestlegung kann aber auch mit so genannten „Handmustern" i. d. R. 200 mm x 300 mm Größe erfolgen. Die genannten Anforderungen müssen von gebogenen und planen Verglasungen gleichermaßen erfüllt werden.

Weiterführende Hinweise können folgenden Merkblättern, Richtlinien und Normen entnommen werden:

- VFF Merkblatt V.03 „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen", Ausgabe 09/2004
- Richtlinie "GEPVP – Code of Practice for in-situ Measurement and Evaluation of the Colour of Coated Glass used in Façades", Ausgabe 2005
- ISO 11479-2 "Glass in building. Coated glass – Part 2: Colour of facade", Fassung 2011

Beschichtungsmöglichkeiten für gebogenes Glas in Abhängigkeit von Geometrie, Glasaufbau und Größe müssen im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter geklärt werden. Eine pauschale Festlegung auf erreichbare U_g-Werte, g-Werte, etc. ist aufgrund der Vielzahl der zuvor genannten Parameter nicht möglich.

Die Angabe von U_g-Werten sowie von lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennwerten erfolgt in der Regel für plane Verglasungen mit gleichem Glasaufbau. Die Ermittlung erfolgt nach EN 673 und EN 410.

- **UNIGLAS® I ACTIVE Leichtpflegeglas**

UNIGLAS® I ACTIVE ist mit einer photokatalytisch und hydrophil wirkenden Titanoxidschicht versehen. Bei der Montage von UNIGLAS® I ACTIVE sind einige Besonderheiten zu beachten. So ist z. B. die Lage weiterer Funktionsschichten in bestimmten Verglasungspositionen vorzunehmen. Deshalb sind hierbei die gesonderten Verglasungsrichtlinien und Anweisungen auf den Scheibenetiketten besonders sorgfältig zu beachten und die Einbauposition exakt einzuhalten.

Der direkte Kontakt zwischen Silikon/Silikonöl und UNIGLAS® I ACTIVE muss vermieden werden.

Bei der Verglasung müssen speziell zugelassene, saubere Schutzhandschuhe getragen werden, die nicht mit Silikonen in Berührung gekommen sind. Es sind nur Sauger mit einem sauberen Überzug zu verwenden. Auch darf kein silikonölhaltiges Spray zur Behandlung der Beschläge verwendet werden.

Zur Reinigung der Gläser sind die für Glas üblichen Reinigungsverfahren und Materialien verwendbar. Abrasive Reinigungsmittel sind ungeeignet.

Verschmutzungen während der Bauphase sind unverzüglich mit viel sauberem Wasser zu entfernen.

Dichtprofile für Trockenverglasungen werden häufig zur besseren Verarbeitbarkeit mit Silikonölen behandelt. Diese Behandlung ist bei hydrophil und photokatalytisch wirkenden Produkten wie UNIGLAS® I ACTIVE nicht zulässig, da die Silikonöle hohe Kriecheigenschaften besitzen und die reinigungsunterstützende Funktion außer Kraft setzen. Die meisten Dichtungshersteller bieten trockene oder z. B. mit Talkum, Glyzerin, Gleitpolymeren oder Gleitlack geschmierte Dichtungen an, die mit UNIGLAS® I ACTIVE verträglich sind.

Sollten Dichtungen ohne Gleitmittel verwendet werden, so können diese mit Seifenlauge, Glycerin ö. a. gleitfähig gemacht werden. Es darf auf keinen Fall Montagespray (Silikonöl) verwendet werden.

Anstelle der häufig verwendeten Silikone zur Nassverglasung müssen spezielle, ausdrücklich freigegebene Dichtstoffe verwendet werden. Ihr UNIGLAS®-Gesellschafter wird Ihnen im Anwendungsfall entsprechende Verarbeitungsinformationen zukommen lassen.

Verglasungsrichtlinien

- UNIGLAS® | VARIO schaltbares Glas

Verglasungen von schaltbaren Gläser mit dynamischen Lichtdurchgangs- und g-Werten stellen besondere Anforderungen an die Rahmenkonstruktion und Kabeldurchführungen, die im Auftragsfall bzw. auf Anfrage vom UNIGLAS®-Gesellschafter zur Verfügung gestellt werden.

10.9.7 Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)

Die in den Veröffentlichungen der UNIGLAS® aufgeführten technischen Daten/Werte beziehen sich auf Angaben von verschiedenen Basisglasherstellern und sind im Einzelfall vom UNIGLAS®-Gesellschafter zu bestätigen.

Eine weitergehende Garantie für technische Werte wird nicht übernommen. Insbesondere, wenn Prüfungen mit anderen Einbausituationen durchgeführt werden oder wenn Nachmessungen am Bau erfolgen. Für die zugesicherten Eigenschaften sind ausschließlich die Hersteller-Angaben in der jeweiligen Leistungserklärung nach erfolgter Lieferung maßgeblich.

10.9.8 Energiegewinn- und Sonnenschutzglas

Beschichtetes Mehrscheiben-Isolierglas erhält seine technischen Eigenschaften durch die Beschichtung der Glasoberfläche im SZR. Die technischen Daten sind zum Teil von der Einbaulage dieser Schicht abhängig. Daher wird für die Montage durch einen Aufkleber auf die richtige Einbauposition hingewiesen.

Wird beschichtetes Mehrscheiben-Isolierglas in Verbindung mit Drahtglas gewünscht, entfällt die Beschaffenheits- und Haltbarkeitsgarantie. Die Kombination von beschichtetem Mehrscheiben-Isolierglas mit eingefärbten Gläsern erfordert eine eingefärbte Scheibe aus ESG oder TVG.

10.9.9 Lärmschutzglas

Unter Lärmschutzglas versteht man Einfachglas oder Mehrscheiben-Isolierglas, welches die Schalldämmung deutlich verbessert. Im Allgemeinen unterliegt die Verglasung von Lärmschutz-Isolierglas den gleichen Grundsätzen wie Mehrscheiben-Isolierglas. Lärmschutzglas hat in der Regel ein höheres Flächengewicht. Deshalb ist auf die Ausführung und Stabilität der Rahmen, Beschläge und der Verklotzung zu achten. Die gute Schalldämmung von Lärmschutzglas kann nur dann voll zur Geltung kommen, wenn das gesamte Fensterelement inkl. Befestigung und Ausführung der Anschlussfugen eine hohe Luftdichtheit aufweist. Beim Schallschutz kommt es wesentlich auf das eingebaute Gesamtelement Fenster und Fassade an. Dabei sollen u. a. nachfolgend genannte Aspekte beachtet werden:

- Ein umlaufend gleichmäßiges Anliegen des Flügelrahmens,
- versetzt angeordnete Dichtungsebenen,
- größtmöglicher Abstand der Dichtungen,
- UNIGLAS® PHON Lärmschutzglas (geprüft nach EN ISO 10140-2),
- dem Scheibengewicht angepasste Beschläge,
- ein fachgerechter Wandanschluss,
- Bau- und Öffnungsart des Fensters (z. B. Dreh- oder Dreh-Kipp-Ausführung),
- Größe des Fensterelements (siehe Korrekturwerte nach DIN 4109-35 und EN 14351-1, Anhang B).

In der Regel ist der Aufbau von Lärmschutzglas asymmetrisch. Die Einbauposition der dickeren Scheibe ist für die Funktion des Lärmschutzes bei dem in der Regel diffus einwirkenden Schall unerheblich. Daher soll, mit Ausnahme von Lärmsituationen mit gerichtetem Schall, aus optischen Gründen die dickere Scheibe außen angebracht werden.

10.9.10 MIG mit freiliegendem Randverbund

Ein freiliegender Randverbund muss durch geeignete Maßnahmen vor UV-Strahlung geschützt werden (Abdeckstreifen, Teilbedruckung o. ä.) vgl. Kap. 10.7.6.

10.9.11 Kleinformatige Isolierglasscheiben

Unter „kleinformatig“ sind alle Isolierglas-Elemente mit einer Kantenlänge von < 500 mm bei Zweifach-Isolierglas und < 700 mm bei Dreifach-Isolierglas anzusehen. Bei derartigen Scheiben ergeben sich höhere Beanspruchungen von Glas und Randverbund gegenüber größeren Formaten.

Während der Isolierglasfertigung wird der Scheibenzwischenraum (SZR) hermetisch versiegelt, d. h. der Gasdruck im SZR entspricht dauerhaft dem am jeweiligen Produktionsort zum Zeitpunkt der Herstellung vorherrschenden Luftdruck. Durch Temperatur- und atmosphärische Luftdruckschwankungen, z. B. bei Wetterveränderung oder bei Transport in eine andere geographische Höhe, entstehen Druckunterschiede zwischen der Außenluft und dem im SZR vorherrschenden Gasdruck.

Dies führt zu Spannungen im Glas und im Randverbund. Bei asymmetrischem Glasaufbau, vergrößertem SZR, wie z. B. bei Lärmschutz-Isoliergläsern und Dreifach-Isolierglas mit SZR > 16 mm treten diese Belastungen verstärkt auf. Unter ungünstigen Bedingungen kann dies zum Glasbruch führen. Zudem besteht die Gefahr, dass der Randverbund durch die hohen Belastungen auf Dauer in seiner Funktion beeinträchtigt wird.

Bei einem SZR > 16 mm oder zwei SZR je > 12 mm und einem ungünstigen Seitenverhältnis wird grundsätzlich ESG für die dünnere Scheibe empfohlen.

Bei einem ungünstigen Seitenverhältnis (≥ 3 : 1) sowie bei großen SZR empfiehlt es sich bei Isolierglas, grundsätzlich die bruchgefährdete(n) Scheibe(n) in ESG auszuführen.

10.9.12 Horizontalverglasungen

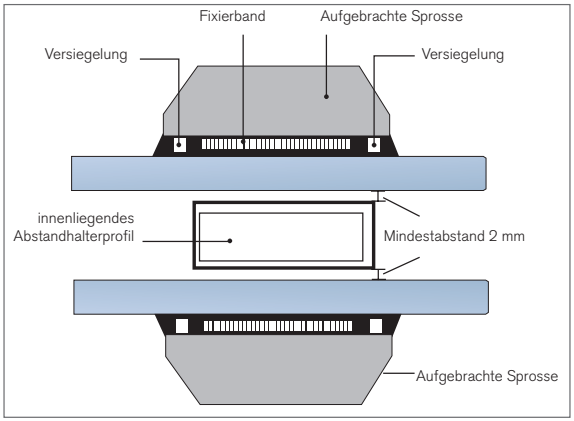
Bei einer Neigung aus der Vertikalen erhöht sich der U_g–Wert des MIG durch einsetzende Konvektion im SZR. Zur Deklaration des korrekten U_g–Werts in der Leistungserklärung oder im Datenblatt ist daher in der Bestellung der Neigungswinkel zur Vertikalen unbedingt anzugeben.

10.9.13 MIG mit innen liegenden Sprossen

Innenliegende Sprossen im Scheibenzwischenraum verändern den Wärmedurchgangskoeffizienten sowie das Schalldämm-Maß. Alle genannten Werte sind Standard-Nennwerte und unterliegen den entsprechenden Produkttoleranzen nach relevanten EN-Normen.

Das BF-Merkblatt 016 „BF-Merkblatt zur Beurteilung von Sprossen im SZR“ ist zu beachten. Es ist darauf zu achten, dass die Parallelität der Sprossen zu den Rahmenprofilen eingehalten wird. Bei der Bemessung „Lastfall Klimalasten“ ist die Behinderung der Scheibendurchbiegung durch die eingelegten Sprossenprofile zu berücksichtigen. Bedingt durch Klimalasten können sich die Scheiben verformen und den Scheibenzwischenraum reduzieren. Ergänzend zu den statischen Lastannahmen nach den geltenden Normen (Wind-, Verkehrs-, Klimalasten) sind in Abhängigkeit der Elementabmessungen die systemspezifischen Mindestabstände des SZR zur Sicherstellung der (beweglichen) Funktion zu beachten. Beim Aufkleben von Sprossen auf die Scheibenaußenflächen sind die planmäßigen Durchbiegungen der Außenscheiben zu beachten.

Abb. 10.4: Beispiel für Wiener Sprosse



10.9.14 UNIGLAS® | SHADE Jalousie-System

Verglasungen von UNIGLAS® | SHADE stellen besondere Anforderungen an die Rahmenkonstruktion und Kabeldurchführungen, die im Auftragsfall bzw. auf Anfrage von Ihrem UNIGLAS®-Gesellschafter zur Verfügung gestellt werden.

10.9.15 MIG mit Heizglas

Verglasungen von MIG mit Heizglas stellen besondere Anforderungen an die Rahmenkonstruktion und Kabeldurchführungen, die im Auftragsfall bzw. auf Anfrage von Ihrem UNIGLAS®-Gesellschafter zur Verfügung gestellt werden.

10.9.16 MIG mit Alarmglas (ESG oder VSG)

Bei der Bestellung von Alarmglas ist die Lage des Anschlusses sowie die Ansichtsseite anzugeben. Hierbei sind die Handhabungs- und Einbauvorschriften der Hersteller zu beachten sowie die VdS-Vorgaben aus der Zulassung zu beachten.

10.9.17 Technische Gläser

Verglasungen von technischen Gläsern, wie z. B. Röntgenschutzglas oder Gläser mit Dämpfung von elektromagnetischen Wellen (Schirmdämpfung), stellen besondere Anforderungen an die Rahmenkonstruktion und ggf. an Potentialausgleiche, die im Auftragsfall bzw. auf Anfrage vom Ihrem UNIGLAS®-Gesellschafter zur Verfügung gestellt werden.

10.9.18 Blei- und Messingverglasungen

Um wertvolle, handwerklich gefertigte Bleiverglasungen vor Witterungseinflüssen zu schützen und gleichzeitig eine erhöhte Wärmedämmung zu erreichen, können auf Kundenwunsch die Bleiverglasungen im SZR eingebaut werden. Die Verwendung von klarem Bleiglas sollte vorab mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abgestimmt werden.

Bei Bleiverglasungen mit mundgeblasenen Gläsern ist es möglich, dass kleine Farbschwankungen, Haarrisse, offene Blasen usw. auftreten. Dies ist fertigungstechnisch bedingt und ein Zeichen „echter Handarbeit". Bei allen im SZR eingebauten Blei- und Messingverglasungen kann es bei Bewegungen des Fensterflügels zu Klappergeräuschen oder Berührungen mit dem Glas kommen. Dies ist technisch nicht absolut vermeidbar.

10.9.19 Gewölbtes Isolierglas / Großbutzen

Aus produktionstechnischen Gründen sind geringfügige Abweichungen der Wölbung sowie kleine Mineralschmelzpunkte auf der Scheibenoberfläche möglich. Diese herstellungsbedingten Merkmale sind ein Zeichen „echter Handarbeit" und kein Reklamationsgrund.

10.9.20 MIG mit Ornament- und Drahtglas

Die strukturierte Oberfläche von Ornamentglas wird generell nach außen eingebaut. Wenn eine stark strukturierte Seite des Glases zum SZR zeigt, besteht die Gefahr der Undichtigkeit. Derartige Ausführungen sind bei ausdrücklicher Anordnung bei der Bestellung möglich, werden jedoch von der Gewährleistung ausgeschlossen.

Das maschinell gefertigte Ornamentglas „Altdeutsch K" hat fertigungsbedingt offene Blasen, stark unregelmäßige Strukturverläufe und unterschiedliche Glasdicken. Aus diesen Gründen besteht erhöhte Bruchgefahr, vor allem bei kleinformatigen Scheiben. Wir raten daher von der Anwendung dieses Dekors im Isolierglas ab.

Bei Eisblumenglas befinden sich herstellungsbedingt vereinzelt Reste von Knochenleim auf der Oberfläche, die nicht entfernt werden können. Diese spezifischen Merkmale stellen keinen Reklamationsgrund dar.

Der vertikale Einbau von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) in Kombination mit Drahtglas bzw. Stahlfaden-Verbundglas ist möglich. MIG in Kombination mit Drahtglas oder Drahtornamentglas sowie MIG aus zwei Drahtglasscheiben unterliegen einer erhöhten Bruchgefahr. Glasbruch ist kein Reklamationsgrund.

Bei Drahtglas, Drahtornamentglas oder Stahlfaden-Verbundglas ist ein gleichmäßiger oder deckungsgleicher Drahtverlauf aus herstellungstechnischen Gründen nicht möglich.

10.10 Wahl der richtigen Glaserzeugnisse

Die Auswahl und die Bemessung von Glaserzeugnissen richtet sich grundsätzlich nach den jeweils gültigen nationalen Bestimmungen der jeweiligen Nation. In Deutschland sind dies z.B. die Bauordnungen in Verbindung mit den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) und den Einführungserlassen der jeweiligen Bundesländer.

Für die Anwendung von Glas ist in Deutschland im Wesentlichen die Normenreihe DIN 18008 und in Österreich die Normenreihe ÖNORM B 3716 zu beachten. Diese technischen Baubestimmungen gelten für jedes Gebäude, egal ob öffentlich, gewerblich oder privat genutzt. In öffentlichen, öffentlich zugänglichen oder Gewerbegebäuden gelten neben den technischen Baubestimmungen zahlreiche zusätzliche Sicherheitsregeln, die sich an der Art der Nutzung orientieren. Dies sind Regeln, welche die Verkehrssicherheit mit Glas behandeln, wie die Unfallverhütungsvorschriften (UVV), Arbeitsstättenverordnungen, Versammlungsstätten-Verordnung etc. In ihnen sind die spezifischen Sicherheitsanforderungen für Gebäude wie etwa Kindertagesstätten, Schulen, Sportstätten, Büros oder Verkaufsstätten geregelt. Für den Privatbereich gibt es keine eindeutigen gesetzlichen Vorgaben. Für diese gilt lediglich eine allgemein formulierte Verkehrssicherungspflicht. Unter dieser Verkehrssicherungspflicht ist zu verstehen, dass jeder, der eine Gefahrenlage schafft, auch dazu verpflichtet ist, eine mögliche Schädigung anderer abzuwenden. Diese allgemeine Formulierung wird sehr unterschiedlich ausgelegt, wie zahlreiche durchaus widersprüchliche Urteile in Einzelfallentscheidungen der Rechtsprechung belegen.

Es ist davon auszugehen, dass jedes Bauwerk und das darin verbaute Bauteil aus Glas eine Gefahrenlage für deren Nutzung schafft. Daher müssen sämtliche Gebäude, in denen mit Menschenansammlungen und Gedränge zu rechnen ist und in denen schutzbedürftige Personen wie körperlich eingeschränkte oder gebrechliche Personen, aber auch Kinder oder Sportler mit Bauteilen aus Glas in Berührung kommen können, nach sicherheitsrelevanten Aspekten beurteilt werden. Neben Sportstätten, Krankenhäusern, Altenheimen, Schulen, Kindertages- und Versammlungsstätten betrifft dies aber auch Privatgebäude. Es ist stets sicherzustellen, dass im Falle von Glasbruch Menschen nicht gefährdet werden. Für alle an Verkehrs- und Aufenthaltsbereiche grenzende und frei zugängliche Verglasungen gilt, dass diese mit bruchsicheren bzw. bruchhemmenden Eigenschaften auszuführen sind. Diese Attribute sind bei der Verwendung von Verbund-Sicherheitsglas oder ESG gegeben, bei deren Bruch keine spitzen oder scharfkantigen Glasteile herausgelöst werden, die schwere Verletzungen verursachen könnten.

Die optionale Wahl eines dieser Glaserzeugnisse genügt jedoch nicht. Es muss stets die gesamte verglaste Konstruktion beurteilt werden. Kriterien zur Beurteilung der Verkehrssicherheit sind beispielsweise

- die Standsicherheit (Welche Einwirkungen sind zu erwarten und wie werden diese sicher getragen und abgeleitet?),
- die Glasdicke, Art und Ausführung von Rahmenkonstruktionen, Beschläge und/oder sonstige Montage- oder Befestigungsmöglichkeiten,
- die Vorgaben für die Eignung von Verglasungen für den vorgegebenen Verwendungszweck im Rahmen einer technischen Regel, einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses oder einer vorhabenbezogenen Zulassung,
- die Art und Weise der Abschirmung von nicht ausreichend verkehrssicheren oder nicht bruchsicheren Verglasungen.

Verglasungsrichtlinien

Planer und ausführende Firmen sind bei der Realisierung von Bauteilen aus Glas mit diversen Sicherheitsregeln, Unfallverhütungsvorschriften, Verordnungen und Normen konfrontiert, welche den Einsatz von Glas im Bauwesen regeln. Wesentliche Regelwerke, welche die Verwendung und/oder Eignung von verschiedenen Glasarten im Bauwesen einschränken, können Kap. 9 entnommen werden. Darüber hinaus können weitere Anforderungen, z.B. einer allgemeinen Bauartengenehmigung (aBG), einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBG), einer Europäisch Technischen Bewertung (ETA), einer allgemein bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) oder einem allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) gestellt sein, sodass die Anforderungen immer objektspezifisch zu prüfen sind. In Abhängigkeit der Nutzung ist in Tab. 9.6 eine Auswahl möglicher Verwendbarkeit von Glas im Bauwesen mit Nennung der zugehörigen technischen Regelwerke aufgeführt. Hierbei sind die konstruktiven Randbedingungen des jeweiligen technischen Regelwerks zusätzlich zu den Grundvoraussetzungen nach DIN 18008 zu beachten.

Verglasungsrichtlinien

10.11 Werterhaltung und Pflege von Gläsern

10.11.1 Oberflächenschäden am Glas

Oberflächenschäden am Glas können durch mechanische, thermische und chemische Einwirkungen entstehen. Verglasungen können bereits werkseits mit der temporär auf die Glasflächen außerhalb des Falzraums aufgebrachten UNIGLAS® | PROTEC Glasschutzfolie bestellt werden.

10.11.2 Verätzungen durch alkalische Einwirkungen

Mörtelspritzer, Zementschlämme sowie Auswaschungen aus Faserzementplatten oder unbehandelten Betonoberflächen auf Glaselementen können bereits nach kurzer Einwirkungsdauer zu Verätzungen der Glasoberfläche führen.

Während der Bauphase sind bereits eingebaute Verglasungseinheiten unbedingt vor derartigen Einwirkungen zu schützen. Während sich frische Mörtelspritzer und noch nicht abgebundene Zementschlämme mit viel Wasser entfernen lassen, sind die durch Verätzungen eingetretenen Glasschäden günstigen Falls nur noch durch spezielle Reinigungs- oder Poliermittel, wie Essigsäure, Schlämmkreide oder Ceroxid zu entfernen. Nach längerer Einwirkdauer sind Verätzungen in der Regel nicht mehr reversibel. Besonders empfindlich sind Funktionsschichten, die sich auf den Außenseiten (Pos. 1) der Gläser befinden. Für diese Schichten gelten besondere Reinigungsvorschriften, die im Anwendungsfall beim UNIGLAS®-Gesellschafter erhältlich sind.

Beim Schutz mit nachträglich aufgebrachten Folien ist die BF-Information 006/2016 „BF-Information zu nachträglich angebrachten Folien“ zu beachten. Es ist bei diesen Folien auch auf die Verträglichkeit zu achten. So z.B., ob sich eine Veränderung der Glasoberfläche durch das Aufbringen dieser Folie ergibt (z. B. durch Klebstoffe verursachte Veränderung der Oberflächenspannung des Glases, was sich in einer veränderten Benetzbarkeit zeigen kann).

10.11.3 Schweißperlen bzw. Schäden durch Schleif- und Trennscheiben

Werden in der Nähe von ungeschützten Glasflächen Schweiß- oder Schleifarbeiten durchgeführt, kann es zu nicht mehr entfernbaren Einbränden von Schweißperlen oder glühenden Schleifpartikeln kommen. Die Verglasung ist hierbei z. B. durch mobile Schutzwände, Holzplatten o. ä. entsprechend zu schützen.

10.11.4 Fassadenaufbereitungsmittel

Häufig sind Fassaden – vor allem Mauerwerk – während des Baufortganges stark verunreinigt. Auch kann es zu Ausblühungen kommen. Zur Reinigung der Flächen werden dann häufig flusssäurehaltige Fassadensteinreiniger verwendet, deren Bestandteile die Glasoberfläche irreversibel verätzen können. Dies muss durch Abdecken der Gläser mit einer geeigneten Folie verhindert werden.

10.11.5 Instandhaltungsarbeiten

Für Instandhaltungsarbeiten werde möglicherweise Beizen, Holzschutzmittel, Fassadenversiegelung, Mittel gegen Schimmel- und Pilzbefall o. ä. verwendet. Die Glasoberflächen können durch die chemischen Bestandteile dieser Mittel angegriffen werden. Die Herstellerangaben sind vor Anwendung dieser Mittel zu beachten. Fluorhaltige oder stark alkalisch wirkende Mittel sind von den Glasflächen fern zu halten.

10.11.6 Schlierenbildung durch Abrieb von Fugendichtstoffen

Bei verschiedenen Verglasungsdichtstoffen kann es beim Reinigen zu Abrieb kommen, der sich als Schlieren auf der Glasoberfläche zeigt. Vor den beschriebenen Einflüssen ist das Glaselement zu schützen.

Generelle Schutzmaßnahmen können auf Grund der Verschiedenartigkeit der Ursachen nicht aufgeführt werden. Sie sind in jedem einzelnen Fall zu beurteilen, zu veranlassen und bereits in der Planung zu berücksichtigen. Es empfehlt sich abriebfeste Dichtstoffe zu verwenden.

10.11.7 Reinigung und Instandhaltung von Glas

Um die dauerhafte Funktion der Glasprodukte sicherzustellen, ist eine regelmäßige Reinigung und Instandhaltung erforderlich. Je nach verwendetem Glasprodukt, Einbausituation und Einbauort können diese Intervalle variieren und müssen individuell gewählt werden. Es ist die UNIGLAS® Fachinformation „Glas verträgt viel – aber nicht alles“ zu beachten.

Grundsätzlich sollen vor Beginn der Reinigung von besonders fest anhaftenden Verschmutzungen und bei der Verwendung von Reinigungsmitteln Versuche durchgeführt und ggf. Nachweise bzgl. der Verträglichkeit erbracht werden.

Verglasungsrichtlinien

10.12 Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen [3]

Glaserzeugnisse im Bauwesen werden für unterschiedlichste Anwendungen produziert und verarbeitet. Grundsätzlich kann man unterscheiden zwischen Einfachgläsern (eine monolithische Scheibe oder mindestens zwei über einen Verbund zusammengefügte Scheiben) und Mehrscheiben-Isoliergläsern als Kombination mehrerer Einfachgläser mit Scheibenzwischenräumen, für die unterschiedliche spezifische technische Regeln gelten.

Je nach Produkteigenschaften müssen diese Gläser verschiedene Produktionsschritte durchlaufen. Jeder Produktionsschritt kann Einfluss auf die visuelle Qualität der Gläser nehmen. So gibt es bereits bei der Herstellung des Einfachglases unvermeidbare optische Erscheinungen, die nur durch visuelle Kontrollen mit Aussondern von fehlerhaften Teilen reduziert werden können. Dies gilt auch für alle nachfolgenden Verarbeitungsschritte.

Die Richtlinie soll visuelle Qualitäten von Glas beschreiben, die ein akzeptables Kosten- /Nutzenverhältnis erlauben. In jedem Fall wird empfohlen, dass sich Vertragsparteien über das zu liefernde Qualitätsniveau verständigen (z. B. durch eindeutige Vorgabe in einem Leistungsverzeichnis). Die Richtlinie erfüllt mindestens die Anforderungen in Anhang F der EN 1279-1: 2018 und definiert ein Standardqualitätsniveau.

Anforderungen, die über diese Standardqualität hinausgehen, sind gesondert zu vereinbaren.

10.12.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen (Verwendung in der Gebäudehülle und beim Ausbau von baulichen Anlagen/Bauwerken). Die Beurteilung erfolgt entsprechend den nachfolgend beschriebenen Prüfgrundsätzen mit Hilfe der in den Tabellen nach Abschnitt 10.12.3 angegebenen Zulässigkeiten.

Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende lichte Glasfläche. Glaserzeugnisse in der Ausführung mit beschichteten Gläsern, in der Masse eingefärbten Gläsern, Verbundgläsern oder vorgespannten Gläsern (Einscheiben-Sicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas) können ebenfalls mit Hilfe der Tabelle nach Abschnitt 10.12.3 beurteilt werden.

Schaltbare/dimmbare Gläser und Gläser mit eingebauten, beweglichen Vorrichtungen sind im transparenten, hellen Zustand zu bewerten.

Die Richtlinie gilt nicht für Glas in Sonderausführungen, wie z. B. Glaserzeugnisse unter Verwendung von Ornamentglas, Drahtglas, Sicherheits-Sondergläser (VSG und VG aus mehr als zwei Scheiben), Brandschutzgläser und nicht transparente Glaserzeugnisse. Diese Glaserzeugnisse sind in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, der Produktionsverfahren und der entsprechenden Herstellerhinweise zu beurteilen. Eingebaute Elemente im Scheibenzwischenraum (SZR) oder im Verbund werden nicht beurteilt.

Die Bewertung der visuellen Qualität der Kanten von Glaserzeugnissen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Für freie Glaskanten entfällt das Betrachtungskriterium Falzzone; stattdessen gilt mindestens die Beurteilung für die Randzone oder eine gesonderte Vereinbarung. Der geplante Verwendungszweck ist bei der Bestellung anzugeben. Für die Betrachtung von Glasfassaden in der Außenansicht müssen besondere Bedingungen vereinbart werden.

10.12.2 Prüfung

Generell ist bei der Prüfung die Durchsicht durch die Verglasung, d. h. die Betrachtung des Hintergrundes und nicht die Aufsicht maßgebend. Dabei dürfen die Beanstandungen nicht besonders markiert sein.

Die Prüfung der Gläser gemäß den Tabellen nach Abschnitt 10.12.3 ist aus einem Abstand von mindestens 1m von innen nach außen in einer Zeitdauer von bis zu 1 Minute je m und aus einem Betrachtungswinkel, der der allgemeinen Raumnutzung entspricht (im Bereich von Senkrecht bis zu 30° zur Glasfläche), vorzunehmen. Geprüft wird vorzugsweise bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung. Für die Bewertung im Produktionsprozess sind diese Bedingungen zu simulieren.

Die Gläser innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung, unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden. Änderungen der Beleuchtung in Räumlichkeiten, z. B. durch die Installation neuer Beleuchtungskörper, können den optischen Eindruck der Gläser verändern.

Eine eventuelle Beurteilung von außen nach innen erfolgt im eingebauten Zustand unter üblichen Betrachtungsabständen. Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Glaserzeugnisse können hiervon abweichen. Die in diesen Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

Verglasungsrichtlinien

10.12.3 Zulässigkeiten für die visuelle Qualität

Tab. 10.3: Zulässige Anzahl punktförmiger Merkmale

Zone	Größe der Fehler (ohne Höfe, Ø in mm)	Größe der Scheibe S (m^2)			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	S > 3
R	Alle Größen	Uneingeschränkt			
E	Ø ≤ 1	Zulässig sind maximal 2 in einem Bereich mit Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 3	4	1 je Meter umlaufender Kantenlänge		
	Ø ≤ 3	Nicht zulässig			
M	Ø ≤ 2	2	3	5	5 + 2 je zusätzlichem m^2 über 3 m^2
		Zulässig ist maximal 1 in einem Bereich mit Ø ≤ 50 cm			
	Ø > 2	Nicht zulässig			

Tab. 10.4: Zulässige Anzahl von Rückständen (Punkte und Flecken)

Zone	Größe und Art (Ø in mm)	Größe der Scheibe S (m^2)	
		S ≤ 1	1 < S
R	Alle	Uneingeschränkt	
E	Punkte Ø ≤ 1	Zulässig sind 3 in jedem Bereich mit Ø ≤ 20 cm	
	Punkte 1 mm < Ø ≤ 3	4	1 je umlaufenden m Kantenlänge
	Flecken Ø ≤ 17	1	
	Punkte Ø > 3 und Flecken Ø > 17	Nicht zulässig	
M	Punkte Ø ≤ 1	Zulässig sind 3 in jedem Bereich mit Ø ≤ 20 cm	
	Punkte 1 < Ø ≤ 3	Nicht zulässig	
	Punkte Ø > 3 und Flecken Ø > 17	Nicht zulässig	

Tab. 10.5: Zulässige Anzahl von Kratzern

Zone	Einzellänge (mm)	Summe der Einzellängen (mm)
R	Uneingeschränkt	
E	≤ 30	≤ 90
M	≤ 15	≤ 45

Tab. 10.3-10.5 Zulässigkeiten zur Beurteilung der visuellen Qualität

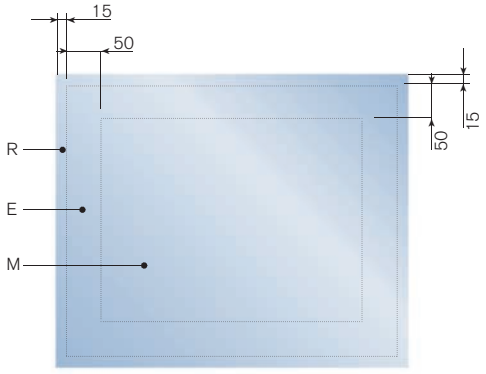
Haarkratzer sind nicht gehäuft erlaubt. Die Zulässigkeiten erhöhen sich im eingebauten Zustand in den Längen um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet auf volle 5 mm.

Vorhandene Störfelder (Höfe) dürfen nicht größer als 3 mm sein.

Zulässig in der Falzzone R sind: Außenliegende flache Randbeschädigungen bzw. Muscheln, die die Festigkeit des Glases nicht beeinträchtigen und die Randverbundbreite nicht überschreiten sowie innenliegende Muscheln ohne lose Scherben, die durch Dichtungsmasse ausgefüllt sind.

10.12.3.1 Zonen zur Beurteilung der visuellen Qualität

Abb. 10.5: Zonen zur Beurteilung der visuellen Qualität



R = Falzzone (engl. Rabbet):
Bereich von 15 mm der normalerweise vom Rahmen abgedeckt wird (mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen keine Einschränkungen - siehe auch Abschnitt 4.1.3).
Für freie Glaskanten entfällt das Betrachtungskriterium Falzzone (s.o.)

E = Randzone (engl. Edge)
Bereich am Rand der sichtbaren Fläche, mit einer Breite von 50 mm.
Für Glaskanten < 500 mm sind 1/10 der Glaskantenlängen als Randzone anzusetzen.

M = Hauptzone (engl. Main):
Der übrige Bereich

10.12.3.2 Zulässigkeiten von Fehlern, Rückständen und Kratzern

vgl. Tab. 10.3 bis 10.5

10.12.3.3 Zulässigkeiten für Dreifach-Isolierglas, Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

Die Zulässigkeiten der Zone E und M in den Tabellen 10.3 bis 10.5 erhöhen sich in der Häufigkeit je zusätzlicher Glaseinheit und je Verbundglaseinheit um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.

10.12.3.4 Zulässigkeiten für monolithische Einfachgläser

Die Zulässigkeiten der Zone E und M in den Tabellen 10.3 bis 10.5 reduzieren sich in der Häufigkeit um 25 % der oben genannten Werte. Das Ergebnis wird stets aufgerundet.

10.12.3.5 Zusätzliche Anforderungen bei thermisch behandelten Gläsern

Für Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und teilvorgespanntes Glas (TVG) sowie Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) aus ESG und/oder TVG gilt:

- Die lokale Welligkeit auf der Glasfläche – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf 0,3 mm bezogen auf eine Messstrecke von 300 mm nicht überschreiten.
- Die Verwerfung bezogen auf die gesamte Glaskantenlänge – außer bei ESG aus Ornamentglas und TVG aus Ornamentglas – darf nicht größer als 3 mm pro 1.000 mm Glaskantenlänge sein. Bei quadratischen Formaten und annähernd quadratischen Formaten (bis 1:1,5) sowie bei Einzelscheiben mit einer Nenndicke < 6 mm können größere Verwerfungen auftreten.

Für geklebte Glaskonstruktionen sind i. d. R. höhere Anforderungen erforderlich, um die Vorgaben der Zulassung bzgl. Geometrie der Klebefuge einhalten zu können.

10.12.4 Weitere visuelle Aspekte zur Beurteilung

Die Richtlinie stellt einen Bewertungsmaßstab für die visuelle Qualität von Glas im Bauwesen dar. Bei der Beurteilung eines eingebauten Glaserzeugnisses ist davon auszugehen, dass außer der visuellen Qualität ebenso die Merkmale des Glaserzeugnisses zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Eigenschaftswerte von Glaserzeugnissen, wie z. B. Schalldämm-, Wärmedämm- und Lichttransmissionswerte etc., die für die entsprechende Funktion angegeben werden, beziehen sich auf Prüfscheiben nach der entsprechend anzuwendenden Prüfnorm. Bei anderen Scheibenformaten und Kombinationen sowie durch den Einbau und äußere Einflüsse können sich die angegebenen Werte und optischen Eindrücke ändern.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Glaserzeugnisse lässt nicht zu, dass die Tabellen nach Abschnitt 10.12.3 uneingeschränkt anwendbar sind. U. U. ist eine produktbezogene Beurteilung erforderlich. In solchen Fällen, z. B. bei Sonderverglasungen, sind die besonderen Anforderungsmerkmale in Abhängigkeit der Nutzung und der Einbausituation zu bewerten. Bei Beurteilung bestimmter Merkmale sind die produktspezifischen Eigenschaften zu beachten.

10.12.4.1 Visuelle Eigenschaften von Glaserzeugnissen

10.12.4.1.1 Eigenfarbe

Alle bei Glaserzeugnissen verwendeten Materialien verursachen rohstoffbedingte Eigenfarben, die mit zunehmender Dicke der Gläser deutlicher wahrnehmbar werden können. Aus funktionellen Gründen werden beschichtete Gläser eingesetzt. Auch die Beschichtungen haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in

der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein. Schwankungen des Farbeindruckes sind aufgrund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden.

10.12.4.1.2 Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (vg. Kap. 11.6.6)

10.12.4.1.3 Bewertung des sichtbaren Bereiches des Isolierglas-Randverbundes, Geradheit der Abstandhalter

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit außerhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterrahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein.

Die zulässigen Abweichungen der Parallelität der/des Abstandhalter(s) zur geraden Glaskante oder zu weiteren Abstandhaltern (z. B. bei Dreifach-Wärmedämmglas) betragen bis zu einer Kantenlänge l von:

0,0 m < l ≤ 2,5 m	3 mm *)
2,5 m < l ≤ 3,5 m	4 mm *)
3,5 m < l	5 mm *)

*) Die Abweichungen dürfen 2 mm je 200 mm Kantenlänge nicht überschreiten.

Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden, die nicht Gegenstand der Richtlinie sind und im Einzelfall zu vereinbaren sind.

Besondere Rahmenkonstruktionen und Ausführungen des Randverbundes von Isolierglas erfordern eine Abstimmung auf das jeweilige Verglasungssystem.

10.12.4.1.4 Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

Durch klimatische Einflüsse (z. B. Isolierglaseffekt) sowie Erschütterungen oder manuell angeregte Schwingungen können zeitweilig bei Sprossen Klappergeräusche entstehen.

Sichtbare Sägeschnitte sind herstellungsbedingt. Größere Farbablösungen sind im Schnittbereich nicht zulässig.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

10.12.4.1.5 Außenflächenbeschädigung

Bei mechanischen oder chemischen Außenflächenverletzungen, die nach dem Verglasen erkannt werden, ist die Ursache zu klären. Solche Beanstandungen können auch nach Abschnitt 10.12.3 beurteilt werden.

Im Übrigen gelten u. a. folgende Normen und Richtlinien:

- Technische Richtlinien des Glaserhandwerks
- VOB/C ATV DIN 18361 „Verglasungsarbeiten“
- Produktnormen für die betrachteten Glasprodukte
- UNIGLAS® Fachinformation „Glas verträgt viel – aber nicht alles“
- Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isolierglas, herausgegeben u. a. vom Bundesverband Flachglas e. V.

10.12.4.1.6 Physikalische Merkmale

Für eine Reihe unvermeidbarer physikalischer Phänomene, die sich in der lichten Glasfläche bemerkbar machen können, können keine Beurteilungskriterien im Rahmen dieser Richtlinie definiert werden.

Dazu zählen:

- Interferenzerscheinungen
- Isolierglaseffekt
- Anisotropien
- Kondensation auf den Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)
- Benetzbarkeit von Glasoberflächen

10.13 Begriffserläuterungen

10.13.1 Interferenzerscheinungen

Bei Isolierglas aus Floatglas können Interferenzen in Form von Spektralfarben auftreten. Optische Interferenzen sind Überlagerungserscheinungen zweier oder mehrerer Lichtwellen beim Zusammentreffen auf einen Punkt.

Sie zeigen sich durch mehr oder minder starke farbige Zonen, die sich bei Druck auf die Scheibe verändern. Dieser physikalische Effekt wird durch die Planparallelität der Glasoberflächen verstärkt. Diese Planparallelität sorgt für eine verzerrungsfreie Durchsicht. Interferenzerscheinungen entstehen zufällig und sind nicht zu beeinflussen.

10.13.2 Isolierglaseffekt

Isolierglas hat ein durch den Randverbund eingeschlossenes Luft-/Gasvolumen, dessen Zustand im Wesentlichen durch den barometrischen Luftdruck, die Höhe der Fertigungsstätte über Normal-Null (NN) sowie die Lufttemperatur zum Zeitpunkt und am Ort der Herstellung bestimmt wird. Bei Einbau von Isolierglas in anderen Höhenlagen, bei Temperaturänderungen und Schwankungen des barometrischen Luftdruckes (Hoch- und Tiefdruck) ergeben sich zwangsläufig konkave oder konvexe Wölbungen der Einzelscheiben und damit optische Verzerrungen.

Auch Mehrfachspiegelungen können unterschiedlich stark an Oberflächen von Glas auftreten.

Verstärkt können diese Spiegelbilder erkennbar sein, wenn z. B. der Hintergrund der Verglasung dunkel ist.

Diese Erscheinung ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit.

10.13.3 Anisotropien

Anisotropien sind ein physikalischer Effekt bei wärmebehandelten Gläsern, resultierend aus der internen Spannungsverteilung. Eine abhängig vom Blickwinkel entstehende Wahrnehmung dunkelfarbiger Ringe oder Streifen bei polarisiertem Licht und/oder Betrachtung durch polarisierende Gläser ist möglich.

Polarisiertes Licht ist im normalen Tageslicht vorhanden. Die Größe der Polarisation ist abhängig vom Wetter und vom Sonnenstand. Die Doppelbrechung macht sich unter flachem Blickwinkel oder auch bei im Eck zueinanderstehenden Glasflächen stärker bemerkbar.

10.13.4 Kondensation auf Scheiben-Außenflächen (Tauwasserbildung)

Kondensat (Tauwasser) kann sich auf den äußeren Glasoberflächen dann bilden, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft (z. B. beschlagene PKW-Scheiben).

Die Tauwasserbildung auf den äußeren Oberflächen einer Glasscheibe wird durch den U_g-Wert, die Luftfeuchtigkeit, die Luftströmung und die Innen- und Außentemperatur bestimmt.

Die Tauwasserbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzirkulation, z. B. durch tiefe Laibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, Jalousetten sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper, mangelnde Lüftung o. ä. gefördert.

Bei Isolierglas mit hoher Wärmedämmung kann sich auf der witterungsseitigen Glasoberfläche vorübergehend Tauwasser bilden, wenn die Außenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte außen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

10.13.5 Benetzbarkeit von Glasoberflächen

Die Benetzbarkeit der Glasoberflächen kann z. B. durch Abdrücke von Rollen, Fingern, Etiketten, Papiermaserungen, Vakuumsaugern, durch Dichtstoffreste, Silikonbestandteile, Glättmittel, Gleitmittel oder Umwelteinflüsse unterschiedlich sein. Bei feuchten Glasoberflächen infolge Tauwasser, Regen oder Reinigungswasser kann die unterschiedliche Benetzbarkeit sichtbar werden.

10.14 Dickentoleranzen bei Isolierglas im Randbereich der Einheit

Die tatsächliche Dicke muss an jeder Ecke und in der Nähe der Mittelpunkte der Kanten zwischen den äußeren Glasoberflächen gemessen werden. Die Messwerte sind auf 0,1 mm genau zu bestimmen. Die Messwerte der Dicken dürfen von der vom Hersteller des Mehrscheiben-Isolierglases angegebenen Nenndicke um nicht mehr als die in Tab. 10.7 angegebenen Abmaße abweichen. Geringere Dickentoleranzen als in Tab. 10.7 angegeben bedürfen einer einzelvertraglichen Regelung.

Tab. 10.7: Dickentoleranzen von MIG [Quelle: EN 1279-1:2018-10]

	Glaserzeugnis	zulässige Abmaße der Elementdicke*
Zweifach-verglasung	Alle Scheiben Floatglas	± 1,0 mm
	Mind. eine Scheibe VG, Ornamentglas oder vorgespannt	± 1,5 mm
Dreifach-verglasung	Alle Scheiben Floatglas	± 1,4 mm
	Mind. eine Scheibe VG, Ornamentglas oder vorgespannt	+ 2,8 / - 1,4 mm

**) wenn eine der Einelscheiben aus normal gekühltem Floatglas oder ESG eine größere Nenndicke als 12 mm, oder VG bzw. VSG eine größere Nenndicke (ohne Zwischenlage) als 20 mm aufweist, sind die Toleranzen mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen. [6]*

Toleranzen



11

11 Toleranzen

11.1	Basisgläser	282
11.2	Zuschnitt	283
11.3	Bearbeitungen	294
11.4	Thermisch vorgespanntes Glas	303
11.5	Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid	304
11.6	Emaillierung, Lackierung und Sandstrahlung	304
11.7	Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG)	304
11.8	Gebogenes Glas	317
11.9	Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)	317

11. Toleranzen über normative Anforderungen

Vorwort

Dieses Kapitel regelt die Toleranzen für Basisgläser, Bearbeitungen und die daraus veredelten Produkte wie Einscheibensicherheitsglas (ESG), heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas, teilvorgespanntes Glas (TVG), Verbundglas (VG), Verbund-Sicherheitsglas (VSG), gebogenes Glas und Mehrscheiben-Isolierglas (MIG).

Die nationalen bzw. internationalen Normen reichen in der Praxis nicht immer aus, um die Toleranzen eindeutig zu beschreiben. Dieses Kapitel beschreibt daher die in den Normen nicht zweifelsfrei oder gar nicht beschriebenen Anwendungen.

Standardtoleranzen

Standardtoleranzen sind alle jene Toleranzen, welche im normalen Produktionsablauf sichergestellt werden können.

Sondertoleranzen

Sondertoleranzen können mit zusätzlichen Vorkehrungen in der Fertigung realisiert werden und sind im Einzelfall zu vereinbaren. Die für diese Vorkehrungen notwendigen Zusatzaufwendungen sind bei den jeweiligen Toleranzen vermerkt und können gegen Berechnung von Mehrkosten erfüllt werden, wenn diese in den Bestellungen angegeben sind.

Wichtiger Hinweis:

Änderungen bei den Toleranzen werden sofort aufgenommen und eingearbeitet. Diese können als aktuellste Fassung im Internet eingesehen werden: **www.uniglas.net**

11.1 Basisgläser

Für die Basisgläser gelten folgende normative Grundlagen:

EN 572-1	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
EN 572-2	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Floatglas
EN 572-3	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Poliertes Drahtglas
EN 572-4	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Gezogenes Flachglas
EN 572-5	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Drahtornamentglas
EN 572-6	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
EN 572-7	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage
EN 572-8	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Liefermaße und Festmaße
EN 572-9	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Konformitätsbewertung/Produktnorm

In den Auszügen aus den zuvor angeführten Normen ergeben sich die Grenzabmaße der Nenndicken und Liefermaße für die unterschiedlichen Glaserzeugnisse. In den Normen sind zudem die Anforderungen an die Qualität sowie die zulässigen Merkmale der Basisglaserzeugnisse beschrieben. Teil 8 der Norm regelt die visuelle Qualität von Zuschnitten (Festmaße). Höhere Anforderungen müssen im Einzelfall ausdrücklich mit dem jeweiligen UNIGLAS®-Gesellschafter vereinbart werden.

Tab. 11.1: Grenzabmaße und Nenndicken

Nenndicke d [mm]	Grenzabmaße [mm] Floatglas
2	± 0,2
3	
4	
5	
6	
8	± 0,3
10	
12	
15	± 0,5
19	± 1,0

11.2 Zuschnitt

Ergänzend zur EN 572 gilt:

Generelle Längen- bzw. Breitenabmaße ± 0,2 mm/m Kantenlänge.

11.2.1 Allgemeines

Zu berücksichtigen ist der so genannte Über- oder Unterbruch (Abb. 11.1 u. 11.2)

Abb. 11.1: Überbruch



Abb. 11.2: Unterbruch



Der Über- oder Unterbruch ist von der jeweiligen Glasstärke und der Beschaffenheit des Basisglases (Sprödheit etc.) abhängig und bei Toleranzangaben zu berücksichtigen. Die Glasabmessungen können sich bei gesäumter Kante um den doppelten Schrägbruchwert ändern.

Bei nicht rechtwinkligen Elementen gilt, dass die in Tab. 11.2 dargestellten Toleranzen bei den angegebenen Winkeln anfallen können (ähnlich dem Rückschnitt). Die Geometrie der Elemente bleibt erhalten.

Tab. 11.2: Über- und Unterbruchwerte (Schrägbruchwerte)

Nenndicke d [mm]	Maximalwert [mm]
2	± 1,0
3	
4	
5	
6	
8	± 1,5
10	
12	± 2,0
15	± 3,0
19	+ 5,0 / – 3,0

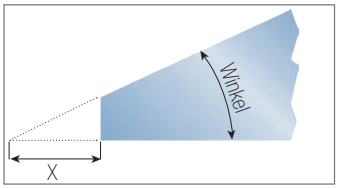
11.2.2 Rückschnitt bei Floatglaszuschnitten

UNIGLAS®-Gesellschaften behalten sich aus produktionstechnischen Gründen das Recht vor, einen Rückschnitt gemäß Tab. 11.3 und 11.4 durchzuführen. Wird dieser nicht durchgeführt, gelten die in Tab. 11.3 und 11.4 aufgeführten Maße als nicht zu beurteilende Zone. Hier können Unregelmäßigkeiten an den Kanten (z. B. Überbrüche) sowie auch in der Fläche auftreten und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

Tab. 11.3: Rückschnitt bei Floatglaszuschnitten

Winkel	x [mm]
≤ 12,5°	- 30
≤ 20°	- 18
≤ 35°	- 12
≤ 45°	- 8

Abb. 11.3: Rückschnitt



11.2.3 Rückschnitt bei ESG, heißgelagertem ESG, TVG, VG, VSG und MIG

Bei Winkeln > 25° entspricht der Rückschnitt dem Abbruch.

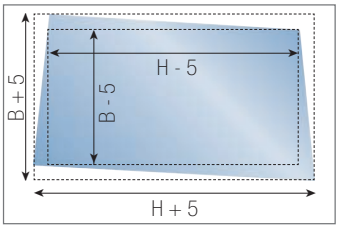
Die unter 11.3.2.1. in Tab. 12 angeführten Toleranzen sind nicht zu den in Tab. 11.3 und 11.4 angeführten Toleranzen zu addieren.

Tab. 11.4: Rückschnitt bei ESG, TVG, VSG und MIG

Winkel	x [mm]
≤ 12,5°	– 65
≤ 20°	– 33

11.2.4 Länge, Breite und Rechtwinkligkeit

Abb. 11.4: Winkligkeit



Die Scheibe muss in eine von zwei Rechtecken begrenzte Fläche passen, deren Abmessungen von den Nennmaßen der Scheibe ausgehend um das obere Abmaß vergrößert und das untere Abmaß verringert wurde. Die Seiten der vorgegebenen Rechtecke müssen parallel zueinander stehen und die Rechtecke müssen einen gemeinsamen Mittelpunkt haben (siehe Abb. 4). Diese Rechtecke beschreiben auch die Grenzen der Rechtwinkligkeit. Die Grenzabmaße für die Nennmaße der Länge H und Breite B betragen ± 5 mm.

Toleranzen

11.2.5 Strukturverlauf bei Ornamentgläsern

Als Standard gilt: Verlauf der Struktur parallel mit dem Höhenmaß. Ausnahmen werden nur berücksichtigt, wenn der Strukturverlauf auf der Zeichnung angegeben ist und der Hinweis „STRUKTURVERLAUF lt. Zeichnung" bei der Bestellung und Auftragspapieren vermerkt ist. Wenn der Strukturverlauf in der Verglasung über mehrere Einheiten fortgeführt werden soll, muss bei der Bestellung besonders auf diese Forderung hingewiesen werden. Dies gilt sinngemäß auch bei Motivgläsern z. B. sandgestrahlte oder bedruckte Gläser.

11.2.6 Besondere Merkmale von Ornamentgläsern

Die Beurteilung der besonderen Merkmale von Ornamentgläsern erfolgt nach Tab. 11.5 bis Tab. 11.8.

Tab. 11.5: Masterglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 2 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 10 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	Maximal 10 pro cm^3
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 4 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

Toleranzen

Tab. 11.6: Spiegelrohglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 2 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 2 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 15 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	Maximal 10 pro cm^3
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 6 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

Toleranzen

Tab. 11.7: Ornamentglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 5 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 25 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	Maximal 10 pro cm^3
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m^2] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 6 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 2 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

Toleranzen

Tab. 11.8: Draht- und Drahtspiegelglas

Nr.	Parameter	Bezeichnung/Einheit	
1	**Aspektmerkmal:** maximale Anzahl. Prüfkriterien gemäß EN 572-5; Betrachtungsabstand 1,5 m senkrecht auf die im Abstand von 3 m vor einer mattgrauen Fläche aufgestellte Scheibe	Einschlüsse	sichtbare Einschlüsse sind nicht zulässig
2		Kugelförmige Blasen	Ø bis 5 mm ohne Einschränkung zulässig; Ø > 5 mm sind nicht zulässig
3		Längliche Blasen	Breite > 2 mm ist nicht zulässig; Länge > 25 mm ist nicht zulässig
4		Gispen (Blasen < 1 mm)	entfällt
5	**Abmessungen / Gewicht**	verfügbare Nenndicken d [mm]	7,0 / 9,0 mm
6		Dickenabmaß	Nenndicke ± 0,5 mm
7		Gewicht [kg]	2,5 kg x Fläche A [m²] x d [mm]
8		Längen- u. Breitenabmaß	Nennabmessung ± 3 mm
9		Rechtwinkeligkeit	Soll - Diagonalmaß ± 4 mm
10	**Oberfläche**	Oberflächenbeschaffenheit	Ein- oder beidseitig strukturiert
11		Welligkeit der Oberfläche	Maximal 0,8 mm (gemessen mit Fühlerlehre auf idealer Platte)
12		Generelle Verwerfung (Tafelung)	Maximal 3 mm pro m Gesamtbreite (stehend gemessen)
13		Musterverzug quer (Breite	Maximal 7 mm innerhalb eines Meters
14		Musterverzug längs (Länge)	Maximal 7 mm innerhalb eines Meters
15		Deformation	Maximal 10% der Nenndicke
16		Durchbiegung	Maximal 2 mm

11.3 Bearbeitungen

Die Toleranzen sind abhängig von der jeweiligen Art der Kantenbearbeitung. Ergänzend gilt:

EN 12150	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas
DIN 1249-11	Glas im Bauwesen - Glaskanten
EN 14179	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
EN 1863	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas

11.3.1 Kantenbearbeitungen – allgemein

Grundlage der Kantenbearbeitung ist DIN 1249-11 Kap. 5 und EN 12150-1. Es bleibt dem UNIGLAS®-Gesellschafter aus produktionstechnischen Gründen überlassen, die geschliffenen Kanten auch poliert auszuführen.

Bei VG- und VSG – Elementen aus wenigstens zwei Scheiben, können die einzelnen Scheiben in den nachstehend beschriebenen Qualitäten ausgeführt werden. In der Regel wird das gesamte Element bearbeitet. Ausnahmen sind VG und VSG aus vorgespannten Scheiben. Hier werden die Einzelscheiben vor dem Vorspannen bearbeitet und anschließend laminiert. Nachträgliche Bearbeitungen sind nicht zulässig.

■ **Toleranzen bei Standardbearbeitungen:**

Es wird zwischen den nachfolgenden Kantenbearbeitungen unterschieden:

Kante gesäumt	(KGS)
Kante maßgeschliffen	(KMG)
Kante gesägt	(KGG)
Kante wasserstrahlgeschnitten	(KWG)
Kante geschliffen	(KGN)
Kante poliert	(KPO)

Die Ausführung der Kanten KGS, KMG, KGN und KPO ist in der DIN 1249-11 beschrieben.

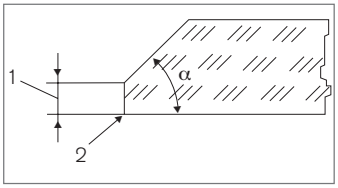
Für gesäumte Kanten gilt die unter Zuschnitt angegebene Toleranz mit Über- und Unterbruch (Abb. 1 u. 2).

Bei gesägten Kanten können durch Radial- oder Bandsägen hergestellte Kanten an den Anfangs- und Endpunkten Ein- und Auslaufspuren aufweisen. Die Toleranzen von gesägten Kanten sind im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Durch die abrasive Zerspanung der Glasscheibe besitzen wasserstrahlgeschnittene Scheiben keine scharfkantigen Ausprägungen der Kante. Die Kantenflächen sind uneben und haben ein mattes Aussehen. Die Toleranzen von wasserstrahlgeschnittenen Kanten sind im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Bei der Ausführung von Gehrungskanten in einem Winkel α zwischen $0° < \alpha \leq 45°$ zur Waagerechten, läuft die „Restkante" lotrecht zur waagerecht liegenden Glasoberfläche aus. Wenn nicht anders vereinbart, beträgt die Restkante 1/3 der Nennglasdicke d, max. jedoch 2 mm. (Abb. 11.5) Die Gehrungskante kann geschliffen oder poliert, die Restkante gesäumt, geschliffen oder poliert ausgeführt werden.

Abb. 11.5: Gehrungskante



Legende:
1 Restkante
2 Saum unter 45°

Für geschliffene oder polierte Kanten von Rechtecken gilt die nachfolgende Tab. 11.9. Sonderformen sind in Kap. 11.3.2 beschrieben.

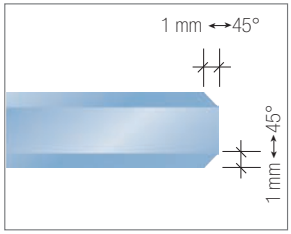
Tab. 11.9: Standardabmaße bei Rechtecken

Kantenlänge [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 o. 19 mm
≤ 1.000	± 1,5	± 2,0
≤ 2.000	± 2,0	± 2,5
≤ 3.000	+ 2,0 / – 2,5	± 3,0
≤ 4.000	+ 2,0 / – 3,0	+ 3,0 / – 4,0
≤ 5.000	+ 2,0 / – 4,0	+ 3,0 / – 5,0
≤ 6.000	+ 2,0 / – 5,0	+ 3,0 / – 5,0

Toleranzen

Das Abmaß der Diagonalen ergibt sich wie folgt:
Beispiel:
Scheibe b x h = 1.000 x 3.000 mm
daraus folgt:
Plusabmaß: $\sqrt{(1{,}5^2 + 2{,}0^2)}$ = +2,5 mm;
Minusabmaß: $\sqrt{(1{,}5^2 + 2{,}5^2)}$ = -2,9 mm
daraus folgt:
Diagonalabmaß: +2,5/-3,0 mm

Abb. 11.6: Kantenbearbeitung



■ Toleranzen bei Sonderbearbeitungen:

In Tab. 11.10 sind die Toleranzen angegeben, die bei Rechtecken mit erhöhtem Aufwand realisiert werden können. Dieser Sonderaufwand resultiert daraus, dass die erste Scheibe genau vermessen werden muss. Nicht ausgeschliffene Scheiben müssen neu zugeschnitten werden.

Tab. 11.10: Sonderabmaße bei Rechtecken

Kantenlänge [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 o. 19 mm
≤ 1.000	+ 0,5 / – 1,5	+ 0,5 / – 1,5
≤ 2.000	+ 0,5 / – 1,5	+ 0,5 / – 2,0
≤ 3.000	+ 0,5 / – 1,5	+ 0,5 / – 2,0
≤ 4.000	+ 0,5 / – 2,0	+ 0,5 / – 2,5
≤ 5.000	+ 0,5 / – 2,5	+ 0,5 / – 3,0
≤ 6.000	+ 1,0 / – 3,0	+ 1,0 / – 3,5

11.3.2 Sonderformen

Auch hier erfolgt die Unterscheidung in Toleranzen bei Standard- und Sonderbearbeitungen, wobei anzumerken ist, dass einige Bearbeitungen von Sonderformen grundsätzlich im CNC-Bearbeitungszentrum erfolgen.

Bei 15 mm und 19 mm dicken Gläsern sind die Abmaße im Einzelfall mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen.

Tab. 11.11: Abmaße bei Sonderformen

Kantenlänge [mm]	Standardabmaß [mm]	Sonderabmaß [mm]
≤ 1.000	± 2,0	± 1,0
≤ 2.000	± 3,0	+ 1,0 / – 1,5
≤ 3.000	± 4,0	+ 1,0 / – 2,0
≤ 3.900	± 5,0	+ 1,0 / – 2,5
≤ 4.000	± 5,0	+ 2,0 / – 4,0
≤ 5.000	+ 5,0 / – 8,0	+ 2,0 / – 4,0
≤ 6.000	+ 5,0 / – 10,0	+ 2,0 / – 5,0

11.3.2.1 Kantenbearbeitungen von Sonderformen

Tab. 11.12: Abmaße bei Kantenbearbeitungen

Winkel	x [mm]
≤ 12,5°	– 15
≤ 20°	– 9
≤ 35°	– 6
≤ 45°	– 4

11.3.2.2 Bearbeitungen von Sonderformen

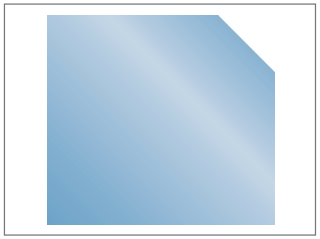
Unter Bearbeitungen von Sonderformen sind Eckausschnitte, Flächenausschnitte und Randausschnitte einer Scheibe zu verstehen. Die Lage und Abmessung der Bearbeitungen sind individuell mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen. Bei Eck- und Randausschnitten ist der Mindestradius, der durch das Bearbeitungswerkzeug eingebracht wird, zu beachten. Die Lochlagen bzw. die Lagetoleranzen der Bearbeitungen entsprechen den Toleranzen der Kantenbearbeitungen.

11.3.2.3 Eckabschnitt < 100 x 100 mm

- **gesäumt:**
  Standardabmaß:

  ± 4 mm auf Lage sowie auf Abmessung

Abb. 11.7: Eckabschnitt



- **geschliffen:**
  Standardabmaß:

  ± 4 mm auf Lage sowie auf Abmessung

  Sonderabmaß: ± 1,5 mm bei Fertigung am CNC-Bearbeitungszentrum

- **poliert:**
  Standardabmaß: ± 2 mm auf Lage sowie auf Abmessung

  Sonderabmaß: ± 1,5 mm bei Fertigung am CNC-Bearbeitungszentrum

11.3.2.4 Eckabschnitt ≥ 100 x 100 mm

- **gesäumt:**
  Standardabmaß: ± 4 mm auf Lage sowie auf Abmessung

- **geschliffen oder poliert:**
  siehe Sonderformen Kap. 11.3.2 Tab. 11.11

11.3.2.5 Randausschnitt

- **gesäumt – Handbearbeitung (HB):**
  Standardabmaß – Ausschnittmaße:

Tab. 11.13: Abmaß Randausschnitt HB gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
≤ 1.000	± 6,0

- **gesäumt - CNC-Bearbeitung:**
  Standardabmaß – Ausschnittmaße:

Tab. 11.14: Abmaß Randausschnitt CNC-Bearbeitung gesäumt

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
≤ 3.400	± 4,0
≤ 6.000	± 5,0

Achtung: Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter

- **geschliffen oder poliert - CNC-Bearbeitung:**
  Standardabmaß – Ausschnittmaße:

Tab. 11.15: Abmaß Randausschnittabmaß CNC-Bearbeitung geschliffen oder poliert

Ausschnittlänge [mm]	Abmaß [mm]
< 500	± 2,0
≤ 2.000	± 3,0
≤ 3.400	± 4,0

Achtung: Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter
Sonderabmaß - ± 1,5 mm

11.3.2.6 Eckausschnitt

- **gesäumt:**
  Standardabmaß: ± 4,0 mm auf Lage und Abmessungen

- **geschliffen:**
  Standardabmaß: auf die Größe ± 2,0 mm; auf die Lage ± 3,0 mm

  Sonderabmaß: CNC-Bearbeitungszentrum - auf Größe und Lage ±1,5 mm

Achtung: In Abhängigkeit von der Glasstärke d - Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter.

- **poliert – CNC-Bearbeitungszentrum:**

  Standardabmaß ± 2,0 mm
  Sonderabmaß ± 1,5 mm

Achtung: In Abhängigkeit von der Glasstärke d - Mindestradien laut UNIGLAS®-Gesellschafter

11.3.3 Lochbohrungen

11.3.3.1 Durchmesser von zylindrischen Bohrungen

Der Nenndurchmesser der Bohrung sollte mindestens der Nenndicke des Glases entsprechen.

Kleinere Bohrlochdurchmesser sind mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter abzustimmen. Die Abmaße sind Tab. 11.16 zu entnehmen.

Tab. 11.16: Bohrlochabmaße

Nenndurchmesser [mm]	Abmaß [mm]
4 ≤ d < 20	± 1,0
20 ≤ d < 100	± 2,0
100 ≤ d	auf Anfrage

11.3.3.2 Durchmesser von Senklöchern

- Abmaß bei monolithischem Glas:

d ≤ 30 mm: + 1 mm
d > 30 mm: + 2 mm

- Abmaß bei VG und VSG:

Eine zylindrische Lochbohrung der Gegenscheibe ist mit einem 4 mm größeren Durchmesser als der Kerndurchmesser der Senklochbohrung zu erstellen.

X = (Senkungs-Ø abzüglich Kern-Ø) ≥ 2 mm Glasdicke d ≥ X + 2 mm

Abb. 11.8: Senklochabmaß

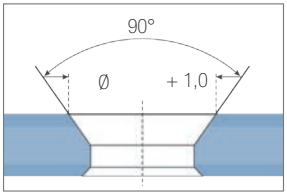
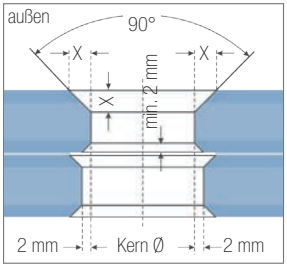


Abb. 11.9: Abmaße Senklochbohrung im VSG

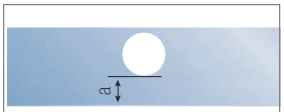


11.3.3.3 Begrenzung und Lage des Bohrlochs

Die Lage des Bohrlochs (Rand der Bohrung) bezogen auf die Glaskante, Glasecke und zur nächsten Bohrung ist abhängig von:

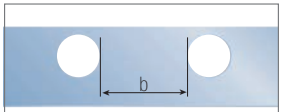
- der Glasdicke d,
- dem Durchmesser ø der Bohrung,
- der Form der Glasscheibe, sowie
- der Anzahl der Bohrungen.

Abb. 11.10: Lage des Bohrlochs zur Kante



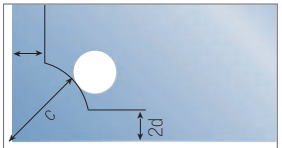
a ≥ 2d
Der Abstand des Bohrlochrandes sollte nicht kleiner als 2 x d sein

Abb. 11.11: Lage benachbarter Bohrlöcher



b ≥ 2d
Der Abstand der Bohrlöcher untereinander sollte nicht kleiner als 2 x d sein

Abb. 11.12: Lage des Bohrlochs zur Ecke



c ≥ 6d
Der Abstand des Randes einer Bohrung zur Ecke sollte nicht kleiner als 6 x d sein

Hinweis: Ist einer der Abstände vom Rand einer Bohrung zur Glaskante kleiner als 35 mm, kann es erforderlich sein, die Lochbohrung asymmetrisch zur Glasecke zu setzen. Hierzu bitte separat beim UNIGLAS®-Gesellschafter nachfragen.

- Abmaße der Lage einzelner Bohrungen:

Die Abmaße der Lage von einzelnen Bohrungen entsprechen denen von Breite (B) und Länge (H) aus Tab. 11.17.

Die Position der Bohrungen wird in rechtwinkligen Koordinaten (X- und Y- Achse) vom Bezugspunkt zur Bohrlochmitte gemessen. Der Bezugspunkt ist allgemein eine vorhandene Ecke oder ein angenommener Fixpunkt. Die Lage der Bohrungen (X, Y) ist (X± t, Y± t) wobei X und Y die geforderten Abstände sind und t das Abmaß.

Hinweis: Engere Toleranzen bitte separat beim UNIGLAS®-Gesellschafter nachfragen.

Tab. 11.17: Abmaße der Bohrlochlage

Nennmaße der Seite B oder H [mm]	Abmaß t für Nennglasdicken d ≤ 12 mm [mm]	d ≤ 12 mm [mm]
≤ 2.000	± 2,5	± 3,0
2.000 < B oder H ≤ 3.000	± 2,0	± 2,0
> 3.000	± 4,0	± 5,0

Abb. 11.13: Bohrlochlage

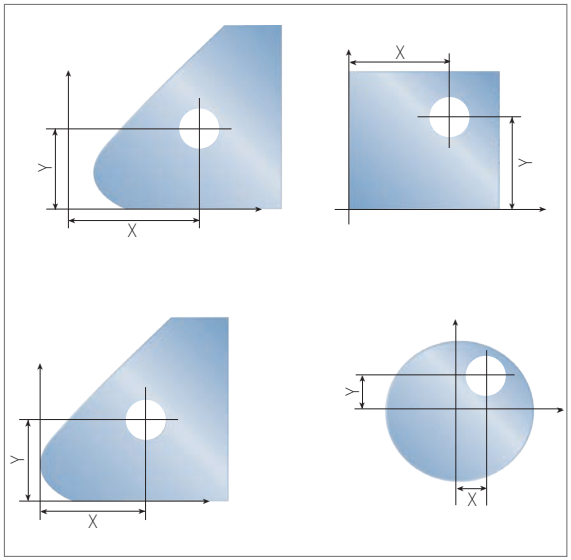
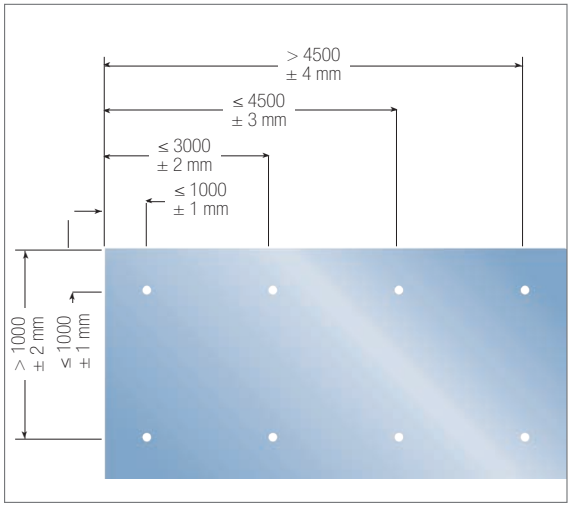


Abb. 11.14: Lochbohrungslagen



■ Abmaße der Lagen mehrerer Bohrungen:

11.4 Thermisch vorgespanntes Glas

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach EN 12150-1 und -2

Heißgelagertes Einscheiben-Sicherheitsglas nach EN 14179-1 und -2

Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach EN 1863-1 und -2, sowie dem Verwendbarkeitsnachweis des Herstellers.

Die visuelle Qualität, mit Ausnahme der in den Produktnormen und nachstehend beschriebenen Merkmale, entspricht der EN 572-8.

11.4.1 Geradheit von thermisch vorgespanntem Glas

Siehe EN 12150-1 und EN 1863-1

Bei nahezu quadratischen Formaten mit einem Seitenverhältnis zwischen 1:1 und 1:1,3 und bei Glasdicken d ≤ 6 mm ist durch den thermischen Prozess die Abweichung von der Geradheit größer als bei schmalen rechteckigen Formaten bzw. dickeren Gläsern.

11.4.2 Empfohlene Mindestglasdicken in Abhängigkeit der Scheibenabmessungen

Bei den Empfehlungen werden keine anwendungstechnischen Anforderungen berücksichtigt.

Tab. 11.18: Produktionstechnisch bedingte Mindestglasdicken

Maximale Glasabmessung B x H [mm]	Mind. Nennglasdicke d [mm]
1.000 x 2.000	4
1.500 x 3.000	5
2.100 x 3.500	6
2.500 x 4.500	8
2.800 x 5.000	10
3.000 x 7.000	19 ≥ d ≥ 12

11.5 Glasbruch bei ESG durch Nickelsulfid

vgl. Kapitel 2.2.1

11.6 Emaillierung, Lackierung und Sandstrahlung

vgl. Kapitel 2.4 bis 2.7

11.7 Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG)

Verbundglas (VG) und Verbund-Sicherheitsglas (VSG) bestehen aus mindestens zwei Scheiben, die mit einer oder mehreren organischen Zwischenschichten verbunden sind. Die beiden Glaserzeugnisse unterscheiden sich dadurch, dass für die Bezeichnung VSG durch eine Prüfung die Erfüllung besonderer Sicherheitsanforderungen nachgewiesen werden muss.

Das Glaserzeugnis VSG gilt als „sicher brechend", wenn im Bruchfall die entstehenden Bruchstücke an der Zwischenschicht haften bleiben.

Für die Herstellung und Konformitätsbewertung von VG und VSG gilt die Produktnorm EN 14449. Nach Maßgabe dieser Europäischen Norm ist die visuelle Qualität für diese Produkte nach der EN ISO 12543-6 zu bewerten. Diese internationale Norm begrenzt die zulässigen Merkmale in der Glasscheibe, der Zwischenschicht und legt die Prüfverfahren in Bezug auf das Aussehen fest. Die Bewertung gilt nur für VG und VSG im Auslieferungszustand.

Zusätzlich sind die Teile 1 und 5, sowie die maßgeblichen Produktnormen der verwendeten Basisgläser zu beachten. Für beschichtetes VSG gilt zusätzlich EN 1096-4.

Die wesentlichen Definitionen und zulässigen Merkmale sind nachstehend aufgeführt. Bei Widersprüchen gelten die Festlegungen in der Norm vorrangig zu diesen Richtlinien.

Bearbeitungsmöglichkeiten:

VG- und VSG-Elemente können gebohrt oder gefräst werden, die Kanten der Einzelscheiben nach DIN 1249-11 geschnitten (KG), gesäumt (KGS), maß geschliffen (KGM), geschliffen (KGN) oder poliert (KPO) ausgeführt sein. (vgl. 11.3.1.)

Bei Einzelscheiben aus ESG- oder TVG-Gläsern sind die Bearbeitungen vor dem Laminieren durchzuführen. Die nachträgliche Bearbeitung des Kantenversatzes oder in der Oberfläche ist nicht zulässig. Bei Kombinationen aus normal gekühlten Gläsern kann auch das Gesamtpaket bearbeitet werden und eine Nachbearbeitung ist möglich.

11.7.1 Definitionen möglicher Merkmale

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen von EN ISO 12543-1 sowie wie im Folgenden beschrieben:

11.7.2 Punktförmige Merkmale

Diese Merkmale umfasst undurchsichtige Flecken, Blasen und Fremdkörper.

11.7.3 Lineare Merkmale

Diese Merkmale umfassen Fremdkörper und Kratzer oder Schleifspuren.

11.7.4 Andere Merkmale

Kerben und Inhomogenitäten der Zwischenschicht wie z. B. Falten, Schrumpfung und Streifen.

11.7.5 Undurchsichtige Flecken

Sichtbare Merkmale im Verbundglas, wie z. B. Zinnflecken, Einschlüsse im Glas in der Zwischenschicht.

11.7.6 Blasen

Üblicherweise Luftblasen, die sich im Glas oder in der Zwischenschicht befinden können.

11.7.7 Fremdkörper

Jeder unerwünschte Gegenstand, der während der Herstellung in das Verbundglas eingedrungen ist.

11.7.8 Kratzer oder Schleifspuren

Lineare Beschädigung der äußeren Oberfläche des Verbundglases.

11.7.9 Kerben

Scharf zugespitzte Risse oder Sprünge, die von einer Kante in das Glas verlaufen.

11.7.10 Falten

Beeinträchtigungen, die durch Falten in der Zwischenschicht entstehen und nach der Herstellung sichtbar sind.

11.7.11 Durch Inhomogenität der Zwischenschicht bedingte Streifen

Optische Verzerrungen in der Zwischenschicht, die durch die Herstellung in der Zwischenschicht verursacht und nach der Herstellung sichtbar sind.

11.7.12 Zulässige Merkmale

11.7.13 Punktförmige Merkmale in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in der EN ISO 12543-6 und unter 11.7.23 angegebenen Prüfverfahren hängt die Zulässigkeit von punktförmigen Merkmalen von Folgendem ab:

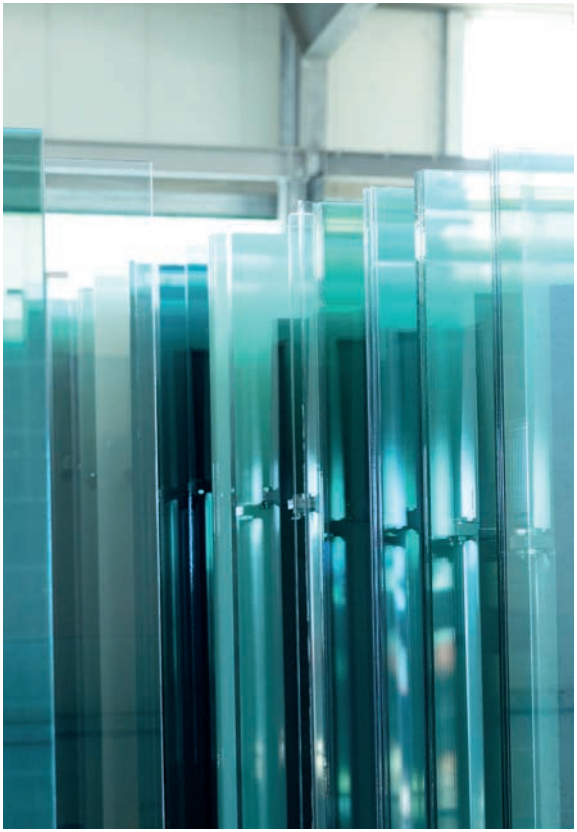
- Größe des Merkmals
- Häufigkeit des Merkmals
- Größe der Scheibe
- Anzahl der Scheiben als Bestandteile des Verbundglases

Dies wird in der Tab. 11.19 dargestellt. Merkmale, die kleiner als 0,5 mm sind, werden nicht berücksichtigt. Merkmale, die größer als 3 mm sind, sind unzulässig.

ANMERKUNGEN: Die Zulässigkeit von punktförmigen Merkmalen im Verbundglas ist von der Dicke des einzelnen Glases unabhängig.

Eine Anhäufung von Merkmalen entsteht, wenn vier oder mehr Merkmale in einem Abstand < 200 mm voneinander entfernt liegen. Dieser Abstand verringert sich auf 180 mm bei dreischeibigem Verbundglas, auf 150 mm bei vierscheibigem Verbundglas und auf 100 mm ab fünfscheibigem Verbundglas. Die Anzahl der zugelassenen Merkmale in Tab. 11.19 ist um 1 für einzelne Zwischenschichten zu erhöhen, die dicker als 2 mm sind.

Errechnete Dezimalwerte der zulässigen Anzahl von Merkmalen sind generell auf die nächsthöhere natürliche Zahl aufzurunden.



Toleranzen

Tab. 11.19: Zulässige punktförmige Merkmale in der Sichtfläche

Größe der Merkmale [mm]		0,5 < d ≤ 1,0 [mm]	1,0 < d ≤ 3,0 [mm]			
Scheibengröße A [m²]		für alle Größen	A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	8 < A
Anzahl der zugelassenen Merkmale	2 Scheiben	Keine Begrenzung, jedoch keine Anhäufung von Merkmalen	1	2	1,0 /m²	1,2 /m²
	3 Scheiben		2	3	1,5 /m²	1,8 /m²
	4 Scheiben		3	4	2,0 /m²	2,4 /m²
	5 Scheiben		4	5	2,5 /m²	3,0 /m²
	–		–	–	–	–

11.7.14 Lineare Merkmale in der Sichtfläche

Bei Überprüfung nach dem in der EN ISO 12543-6 und unter 3.4.9.7 angegebenen Prüfverfahren sind lineare Merkmale, wie in Tab. 11.20 angegeben, zulässig.

Lineare Merkmale von weniger als 30 mm Länge sind zulässig.

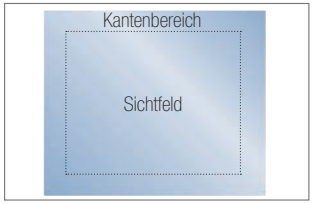
Tab. 11.20: Zulässige lineare Merkmale in der Sichtfläche

Scheibengröße A [m²]	Anzahl der zulässigen Merkmale l ≤ 30 mm
A ≤ 5	nicht zulässig
5 < A ≤ 8	1
8 < A	2

11.7.15 Merkmale im Bereich der Kanten bei gerahmten Rändern

Merkmale bis zu einem Durchmesser ø ≤ 5 mm im Bereich der Kanten gem. Abb. 11.15 sind zulässig.

Abb. 1:



Bei Scheibenmaßen A ≤ 5 m² ist die Breite des Kantenbereichs auf 15 mm festgelegt. Der Breite des Kantenbereichs bei Scheibengrößen A > 5 m² beträgt 20 mm. Sind Blasen vorhanden, darf die mit Blasen versehene Fläche 5 % der Kantenfläche nicht überschreiten.

11.7.16 Kerben

Kerben sind nicht zulässig.

11.7.17 Falten und Streifen

Falten und Streifen sind in der Sichtfläche nicht zulässig.

11.7.18 Merkmale an Kanten, die nicht gerahmt werden

Bei Außenverglasungen von VG oder VSG mit freiliegender, d. h. nicht gerahmter Glaskante können aufgrund der permanenten Feuchtebelastung der Folie in einer Randzone von ungefähr 15 mm optische Veränderungen auftreten, die nicht unter die Gewährleistung fallen. Diese Veränderungen entstehen überwiegend bei der Verwendung von Zwischenschichten, z. B. aus PVB, welche hydrophil (wasserliebend) sind. Um diesen optischen Effekt zu unterbinden, sollte die Konstruktion so ausgeführt werden, dass eine permanente Feuchtebelastung der Folie auf der Glaskante konstruktiv oder durch eine ausreichende Belüftung vermieden wird. Im Bereich von Vordächern kann dies z. B. durch eine Ausführung in Form eines VSG mit Stufe erfolgen. Ausfachende Verglasungen aus VSG mit frei liegenden Kanten, z. B. von Geländern, sollten vermieden werden.

Für Anwendungsbereiche mit freiliegender Glaskante sollte Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas nur mit:

- gesäumter Kante,
- geschliffener Kante oder
- polierter Kante

verwendet werden. Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung vorzugeben. Fehlt die Angabe, wird von einer allseitig gerahmten Ausführung ausgegangen. Visuelle Effekte

an der Abstellkante sowie Folienreste im Saumbereich und Folienüberstände oder Folieneinzüge sind fertigungstechnisch bedingt und nicht vermeidbar.

Um die Eigenschaften des Verbundglases über den gesamten Nutzungszeitraum zu erhalten, ist eine fachgerechte Reinigung der Glaskanten mindestens 1 x jährlich Voraussetzung.

11.7.19 Dickentoleranzen

Die Nenndicke von VG und VSG ergibt sich aus der Summe der Nenndicken der einzelnen Scheiben sowie der Zwischenschichten.

Die Grenzabmaße der Dicke von VG und VSG dürfen die Summe der Grenzabmaße der einzelnen Glasscheiben, die in den Produktnormen der Basisgläser angegeben sind plus Folienstärke, nicht überschreiten.

Wenn die Gesamtdicke der Zwischenschicht ≤ 2 mm beträgt, gilt ein zusätzliches Grenzabmaß von ± 0,1 mm. Bei Zwischenschichten > 2 mm beträgt das zusätzlich zu berücksichtigende Grenzabmaß abweichend ± 0,2 mm. Die Nenndicken der Standard PVB-Folien betragen 0,38 mm bzw. das n-fache von 0,38 mm, wobei n eine beliebige natürliche Zahl > 1 einnehmen kann. Abweichende Dicken von fast allen NC-Folien sind 0,5 mm sowie das n-fache von 0,38 mm.

Beispiel: Für ein VSG mit der Nenndicke 44.4, d. h. zwei Floatgläser à 4 mm Dicke und eine PVB – Folie mit 1,52 mm Dicke, errechnet man die Grenzabmaße wie folgt: Das Grenzabmaß für das Floatglas 4 mm beträgt ± 0,2 mm und für die Zwischenschicht ± 0,1 mm. Daher beträgt die Nenndicke d = 9,52 mm ± 0,5 mm.

Die Dicke der VG bzw. VSG-Einheit ist als der Mittelwert der Messungen in der Glasmitte aller vier Seiten zu berechnen. Die Messungen sind mit einer Messunsicherheit von 0,01 mm durchzuführen, und der Mittelwert wird dann auf 0,1 mm gerundet.

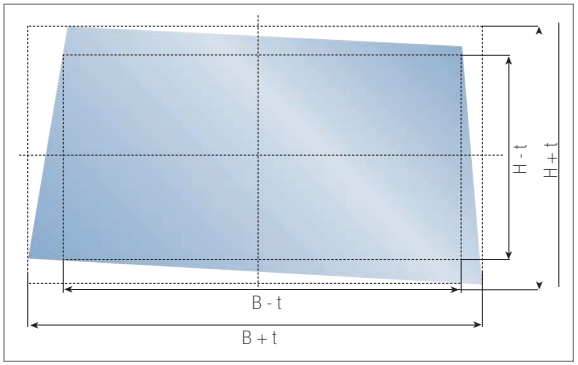
Auch die auf 0,1 mm gerundeten Einzelmessungen müssen innerhalb der Grenzabmaße liegen.

Bei Verbundglas, welches Ornamentglas einschließt, müssen die Messungen mit einem Dickenmessgerät mit Messteller mit einem Durchmesser d = 55± 5 mm durchgeführt werden.

11.7.20 Größentoleranzen

Die Glasscheibe darf weder größer sein, als das um das obere Grenzabmaß (t) vergrößerte Nennmaß, noch kleiner sein, als das um das untere Grenzabmaß (t) verringerte Nennmaß. (vgl. Abb. 22)

Abb. 11.16: Grenzabmaße für rechtwinklige Scheiben



Das Abmaß der Winkel orthogonaler Glasscheiben wird mithilfe der Differenz zwischen den Diagonalen angegeben.

Die Differenz zwischen den beiden Diagonalen darf nicht größer als das Grenzabmaß (v) nach Tab. 21 bzw. 22 sein.

Toleranzen

Tab. 11.21: Grenzabmaße für VG und VSG aus normal gekühlten Glas in Anlehnung an EN ISO 12543-5

	Grenzabmaße (t) in der Breite [B] oder Höhe (H) aus normal gekühlten Glas [mm]						
Kantenausführung	geschnitten oder gesäumt		KMG, KGN, KPO und GK (vgl. 3.1.1.)				v [mm]
Elementdicke d [mm]	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d	d ≤ 26	d ≤ 40	40 < d	
B o. H ≤ 2.000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	± 1,0 – 2,0	+ 1,0 – 3,0	+ 1,0 – 3,0	≤ 1,0
2.000 < B o. H ≤ 3.500	± 2,0	± 2,0	± 3,0	+ 1,0 – 3,0			≤ 2,0
3.500 < B o. H ≤ 5.000	–	± 3,0					≤ 3,0
5.000 < B o. H	–	± 4,0	± 4,0	–	–	–	≤ 4,0

Tab. 11.22: Grenzabmaße für VG und VSG aus vorspanntem Glas in Anlehnung an EN ISO 12543-5

	Grenzabmaße (t) in der Breite [B] oder Höhe (H) aus therm. vorgespanntem Glas [mm]				
Kantenausführung	geschnitten oder gesäumt		KMG, KGN oder KPO (vgl. 2.3.1.)		v [mm]
Elementdicke d [mm]	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d	generell	
B o. H ≤ 2.000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	± 2,0	≤ 1,0
2.000 < B o. H ≤ 3.500	± 2,0	± 2,0	± 3,0		≤ 2,0
3.500 < B o. H ≤ 5.000	–	± 3,0		± 3,0 – 2,0	≤ 3,0
5.000 < B o. H	–	± 4,0	± 4,0	+ 4,0 – 2,0	≤ 4,0

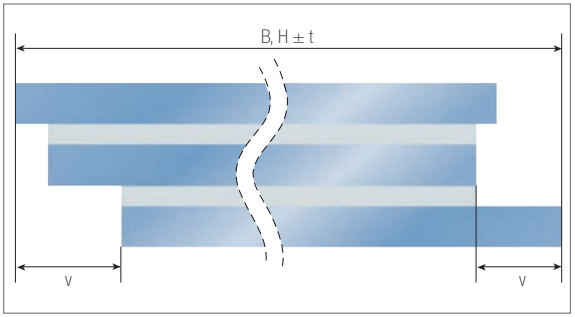
Die in den Tab. 11.21 und 11.22 angegebenen Grenzabmaße gelten nicht für feuerwiderstandsfähiges VSG

11.7.21 Versatztoleranz

Die Einzelscheiben von VG und VSG können sich aus fertigungstechnischen Gründen im Verbundprozess gegeneinander verschieben. Bei VG und VSG aus zwei oder mehreren Gläsern wird standardmäßig jede Einzelscheibe nach DIN 1249-11 bearbeitet. Zu den Verschiebetoleranzen addieren sich die Zuschnitttoleranzen. Die längste Kante des Elementes muss innerhalb der Grenzabmaße der Tab. 11.21 und 11.22 liegen. Versatztoleranzen treten nur bei VG und VSG aus normal gekühlten Gläsern mit Schnittkanten oder gesäumten Kanten, sowie grundsätzlich aus thermisch vorgespannten Gläsern mit allen Kantenbearbeitungen auf. Das zulässige Versatzmaß ergibt sich aus den Tab. 11.23 und 11.24.

Toleranzen

Abb. 11.17: Versatzmaß v



Tab. 11.23: Zulässige Versatzmaße für Rechtecke

Kantenlänge B o. H [mm]	Zul. Höchstmaß v je Nenndicke d [mm] d ≤ 8	8 < d ≤ 20	20 < d
B o. H ≤ 2.000	± 1,0	± 2,0	± 3,0
2.000 < B o. H ≤ 3.500	± 2,0	± 2,5	± 3,5
3.500 < B o. H	± 3,0	± 3,0	± 4,0

Tab. 11.24: Zulässige Versatzmaße für Sonderformen

Kantenlänge B o. H [mm]	Zul. Höchstmaß v je Nenndicke d [mm] d ≤ 8	8 < d ≤ 20	20 < d
B o. H ≤ 2.000	1,5	3,0	4,5
2.000 < B o. H ≤ 3.500	3,0	4,0	5,5
3.500 < B o. H	4,5	5,0	6,0

Bei VG und VSG-Gläsern aus thermisch vorgespannten Gläsern ist keine nachträgliche Egalisierung des Kantenversatzes möglich. Bei Kombinationen aus normal gekühlten Gläsern ist eine Nachbearbeitung zulässig.

Bei VG und VSG-Gläsern, bestehend aus thermisch vorgespannten Gläsern mit einer Breite unter 20 cm und einer Höhe über 50 cm, kann es zu Verwerfungen an den langen Kanten der Gläser kommen. Das VG oder VSG-Glas ist dann nicht mehr rechtwinklig, sondern kann eine leichte sichelförmige Krümmung aufweisen. Dieser Zustand ist produktionsbedingt und stellt keinen Reklamationsgrund dar.

11.7.22 Planität

Die Planität ist als maximaler Abstand zwischen einer gekrümmten Glasoberfläche zu einem angelegten Lineal auf die Messlänge von einem Meter definiert.

Für VSG aus zwei Floatglasscheiben beträgt der zulässige Abstand max. 1,5 mm/m.

Ein Wellenprofil (S-förmig) mit einer Periode von weniger als 3 m ist nicht zulässig.

Bei VG oder VSG aus anderen Glaserzeugnissen ist zusätzlich die Planität der Basisgläser zu beachten.

11.7.23 Prüfverfahren

Das zu betrachtende VG oder VSG wird senkrecht vor und parallel zu einem matt-grauem Hintergrund aufgestellt und diffusem Tageslicht oder gleichwertigem Normlicht (D65) ausgesetzt. Der Betrachter befindet sich in einem Abstand von 2 m von der Scheibe und betrachtet sie im Winkel von 90° (wobei sich der matte Hintergrund auf der anderen Seite der Glasscheibe befindet). Merkmale, die bei dieser Betrachtungsweise störend sind, müssen gekennzeichnet werden. Anschließend erfolgt die Beurteilung der festgestellten Merkmale wie in den Kapiteln 11.7.1ff beschrieben.

11.7.24 Farbfolien

Bei Farbfolien kommt es bedingt durch Witterungseinflüsse (z. B. Sonnenlicht) mit der Zeit zu Farbintensitätsverlusten. Daher können Nachlieferungen mehr oder weniger starke, visuell wahrnehmbare Farbunterschiede zu bereits eingebauten Gläsern des gleichen Typs aufweisen. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

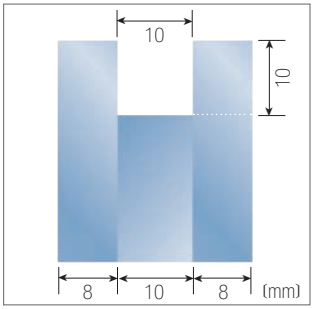
11.7.25 VSG mit Stufen

Grundsätzlich werden bei allen VSG-Gläsern mit Stufe im Bereich der Stufe die Folienüberstände abgeschnitten. Auch bei zweischeibigen VSG-Elementen ist dies generell durchführbar, jedoch ausdrücklich zu vereinbaren.

Bei VSG-Gläsern, die aus drei oder mehr Gläsern bestehen und bei denen die mittlere(n) Scheibe(n) zu den äußeren Gläsern versetzt ist (sind), wird die Folie abgeschnitten, wenn die Stufenbreite der Glasstärke der Mittelscheibe entspricht bzw. die Stufentiefe den Glasdicken der Mittelscheiben entspricht. Bei allen anderen Stufengrößen muss eine Vereinbarung über den Folienrückschnitt erfolgen.

Soweit die Entfernung der Folie wie beschrieben machbar ist, sind Rückstände produktionstechnisch nicht gänzlich zu vermeiden und stellen keinen Reklamationsgrund dar. Bei allen nicht wie oben beschriebenen Stufenausbildungen können Folienreste bei den Stufen nicht entfernt werden. Dies stellt keinen Reklamationsgrund dar.

Abb. 11.18: Stufen VSG



Ein Gegenstück, welches in das VSG-Element geschoben werden soll, sollte vom Kunden bekannt gegeben werden (Breite, Tiefe etc.). Produktionsbedingt sind Folienrückstände an den Glaskanten vorhanden, diese können an der Abstellkante durch Auflagerpunkte deformiert sein und stellen keinen Reklamationsgrund dar.

11.7.26 Sondertoleranzen für Konstruktionsglas VSG aus TVG

Sind bei VSG aus 2 x TVG für Anwendungen im konstruktiven Glasbau geringere Toleranzen erforderlich, sind diese gesondert mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter zu vereinbaren.

Erreichbare Grenzabmaße ergeben sich am Beispiel von Tab. 11.25.

Tab. 11.25: Erreichbare Sonder-Grenzabmaße für VSG aus 2 x TVG für den konstruktiven Glasbau

	Sonder-Grenzabmaße (t) in der Breite [B] oder Höhe (H) [mm]
VSG aus 2 x TVG [mm]	12.12..2 ≤ d ≤ 66.2
B o. H ≤ 3.000	± 2,0
3.000 < B o. H ≤ 4.000	± 2,5
4.000 < B o. H ≤ 5.000	± 3,0
Lage der Bohrungen zueinander	± 1,0
Versatz an Kante und Bohrung	1,0
Kantenausführung	KGM, KGN oder KPO (vgl. 2.4.9. u. 2.3.1.)
Scheibenformat	rechtwinkelig
Minimalmaß B x H	300 mm x 400 mm
Maximalmaß B x H	2.600 mm x 4.200 mm

11.7.27 Kennzeichnung

VG und VSG werden üblicherweise nicht gekennzeichnet. Ausnahmen sind VSG–Aufbauten mit Scheiben aus ESG, heißgelagertem ESG oder TVG. Hier ist mindestens eine der thermisch vorgespannten Scheiben entsprechend der Produktnorm dauerhaft zu kennzeichnen. Mehrfachkennzeichnungen sind möglich. Es muss bei der Bestellung ausdrücklich angegeben werden, ob eine Kennzeichnung mit Ausnahme der Kennzeichnung der vorgespannten Produkte gewünscht wird.

Anwendungen von VSG in Aufzugsanlagen sind dauerhaft nach EN 81-20 zu kennzeichnen. Der Bestimmungszweck oder der Kennzeichnungsbedarf der Verglasung muss spätestens bei der Bestellung angegeben werden.

VSG mit durchschuss- oder explosionshemmenden Eigenschaften muss nach dem AVCP–System 1 (Assessment and Verification of Constancy of Performance) gekennzeichnet werden.

11.8 Gebogenes Glas

siehe Kap. 2.9.6f

11.9 Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)

Die Wärmedurchgangskoeffizienten U_g und die lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kennzahlen werden im Auftragsfall individuell vom UNIGLAS®-Gesellschafter gemäß den anzuwendenden Normen EN 673 und EN 410 mithilfe des vom ift Rosenheim validierten Computerprogramm UNIGLAS® I SLT berechnet. Sofern nichts anderes bekannt, wird von einer Vertikalverglasung ausgegangen.

Um ein optisch einwandfreies Erscheinungsbild zu erhalten, sollte die Gegenscheibe von Isolierglas mit Sonnenschutzglas dünner sein als die Sonnenschutzscheibe. Draht-, Drahtornament- sowie Drahtspiegelglas dürfen nicht als innere Scheibe hinter Sonnenschutzscheiben verwendet werden.

11.9.1 Randverbund

Die Ausführung des Randverbundes entspricht den Systemspezifikationen der UNIGLAS GmbH & Co. KG.

11.9.2 Dickentoleranz im Randbereich der Einheit

Siehe Kap. 10.14

11.9.3 Abmessungstoleranz / Versatz

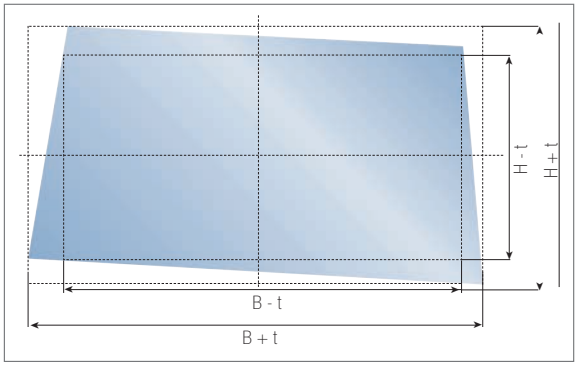
Als Abmessungstoleranz für das Isolierglaselement gilt Tab. 11.26.

Tab. 11.26: Abmaße von MIG in der Breite und in der Höhe

Zweifach- / Dreifach-MIG	Abmaße in der Breite [B] oder Höhe (H) [mm]
alle Einzelscheiben d_n ≤ 6 mm sowie (B und H) ≤ 2.000 mm	± 2,0
d_n = 6 mm < dickste Einzelscheibe ≤ d_n = 12 mm oder 2.000 mm < (B oder H) ≤ 3.500 mm	± 3,0
d_n = 6 mm < dickste Einzelscheibe ≤ d_n = 12 mm und 3.500 mm < (B oder H) ≤ 5.000 mm	± 4,0
d_n = 12 mm < dickste Einzelscheibe oder 5.000 mm < (B oder H)	± 5,0

Als mögliches Versatzmaßes aus dem Isolierglaszusammenbau gilt Tab. 11.27 in Verbindung mit Abb. 11.19. Für gebogenes Isolierglas gb-MIG gilt sowohl für die Toleranzen, wie auch für das Versatzmaß Tab. 2.3.

Abb. 11.19: Grenzmaße rechtwinkliger Scheiben



Tab. 11.27: Maximales Versatzmaß von MIG

Zweifach- / Dreifach-MIG	Versatzmaß [mm]
alle Einzelscheiben $d_n \leq 6$ mm sowie (B und H) ≤ 2.000 mm	≤ 2,0
$d_n = 6$ mm < dickste Einzelscheibe ≤ $d_n =$ 12 mm oder 2.000 mm < (B oder H) ≤ 3.500 mm	≤ 3,0
$d_n = 6$ mm < dickste Einzelscheibe ≤ $d_n =$ 12 mm und 3.500 mm < (B oder H) ≤ 5.000 mm	≤ 4,0
$d_n = 12$ mm < dickste Einzelscheibe oder 5.000 mm < (B oder H)	≤ 5,0

11.9.4 Thermisch vorgespanntes Glas mit Festmaßbeschichtung im MIG

Bei Kombinationen mit thermisch vorgespannten Gläsern (ESG, heißgelagertes ESG oder TVG) mit nachträglich applizierten Lohnbeschichtungen sind Beschichtungsrückstände auf der Glasaußenseite des Isolierglases möglich. Diese Rückstände sind technisch bedingt und nicht vermeidbar bzw. entsprechen dem Stand der Technik. Die Rückstände korrodieren und wittern von selbst nach einiger Zeit ab.

11.9.5 Visuelle Qualität von MIG

Siehe Kap. 10.12

11.9.6 Farbgleichheit

Die individuelle Farbwahrnehmung kann sehr unterschiedlich sein. Die Beurteilung der Farbe einer Fassade von außen unterliegt einer Vielzahl von Einflüssen, wie

- dem Tageslicht (vom stark bewölkten Himmel bis zum Sonnenschein),
- dem Abstand und Betrachtungswinkel,
- der Art und Farbe der in der Fassade verbauten Pfosten und Riegel,
- dem Abstand zwischen zwei benachbarten Glasscheiben,
- dem individuellen Wahrnehmungsvermögen des Betrachters,
- dem Zustand der Innenräume z. B. das Fehlen der Innenbeleuchtung im Gebäude (dunkler Hintergrund) kann die Wahrnehmung von Farbunterschieden verstärken, oder
- den Umgebungsbedingungen wie andere Gebäude oder Begrünungen, die sich im Glas spiegeln.

Farbreflexionen von Glasfassaden geben oft verschiedene Farbtöne wieder, obwohl sie Gläser mit gleichen Funktionsschichten aufweisen. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn die Fassade unter verschiedenen Blickwinkeln betrachtet wird. Zu den möglichen Ursachen für Farbunterschiede gehören sowohl geringfügige Farbabweichungen im beschichteten Substrat als auch geringfügige Dickenabweichungen der Beschichtung. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit des menschlichen Auges können geringfügige Dickenabweichung bei hochselektiven Beschichtungen zu unterschiedlichen Farbwahrnehmungen führen. Eine subjektive Beurteilung der Farbgleichheit der Fassade ist nicht zielführend. Dieses Kapitel beschreibt ausführlich die normierte Methode, die zur Farbmessung bei beschichtetem Glas vor Ort anzuwenden ist.

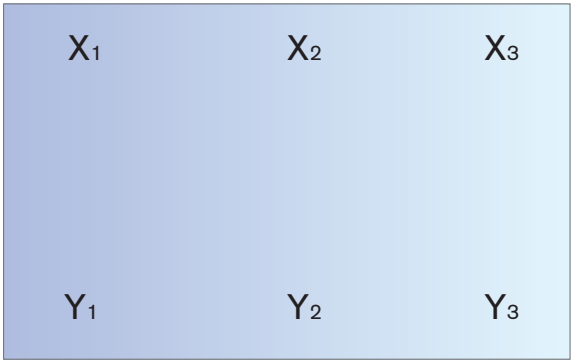
Die ISO 11479-2 "Glass in building – Coated glass-Part 2: Colour of façade" beschreibt eine Methode zur objektiven Bewertung der Farbe von beschichteten Isolierglas (EN 1096-1) und legt zugleich Grenzwerte der zulässigen Farbunterschiede fest. Dabei können sowohl Farbunterschiede innerhalb einer Glasscheibe wie auch zwischen zwei benachbarten Scheiben der gleichen Fassade bestimmt und quantifiziert werden. In dieser Norm werden spezifische Anforderungen an beschichtetes Glas in Abhängigkeit von der Lichtdurchlässigkeit und Lichtreflexion des Glases beschrieben. Ferner werden Hinweise zur Winkelabhängigkeit gegeben. Farbwahrnehmungen in den Räumen oder in der Durchsicht des Glases werden nicht von dieser Norm erfasst.

Toleranzen

Alle gemessenen Werte beziehen sich auf das in die Fassade eingebaute Endprodukt und nicht auf Einzelkomponenten. Dabei sind nur baugleiche Produkte (z. B. Glasdicke und -art und Beschichtungsart) zu vergleichen.

Innerhalb einer Glasscheibe sind die Parameter für Helligkeit L* und für den Farbort a* und b* nach dem CIE Farbmodell (Commission Internationale d'Eclairage) mit einem Spektraphotometer aus dem Labor oder einem gemäß Herstellerangaben für den Vor-Ort-Einsatz geeigneten Handfarbmessgerät zu ermitteln. Die Empfindlichkeit dieser Geräte, ob im Labor oder vor Ort verwendet, muss vergleichbar mit der des menschlichen Auges sein. Zur Bestimmung von Helligkeit und Farbort werden L*, a* und b*, in den Bereichen in denen repräsentative Farbunterschiede wahrgenommen werden, an mindestens drei Punkten gemessen. (vgl. Abb. 11.20) Nachdem der Fensterrahmen, bzw. Pfosten und Riegel, die Farbmessung des Isolierglases beeinträchtigen kann, müssen die Messpunkte jedoch in mindestens 150 mm Abstand zum Glasrand liegen.

Abb. 11.20: Beispiel von Messpunkten



Aus den gemessenen Einzelwerten innerhalb der jeweiligen Messreihen sind die jeweiligen Mittelwerte für die Parameter L*m, a*m und b*m zu bilden:

$$L^*_m = \sum_1^n \frac{(L_1 + L_2 + ... + L_n)}{n} \qquad a^*_m = \sum_1^n \frac{(a_1 + a_2 + ... + a_n)}{n} \qquad b^*_m = \sum_1^n \frac{(b_1 + b_2 + ... + b_n)}{n}$$

Die den Farbunterschied kennzeichnenden Parameter ΔL*, Δa* und Δb* ergeben sich aus der Subtraktion der jeweiligen Mittelwerte:

$$\Delta L = L^*_{mx} - L^*_{my} \qquad \Delta a^* = a^*_{mx} - a^*_{my} \qquad \Delta b^* = b^*_{mx} - b^*_{my}$$

Der Farbabstand ΔE* ist entsprechender folgender Formel zu berechnen:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Um Farbabstände zwischen zwei benachbarten Scheiben zu bestimmen, sind die Parameter L*, a* und b* wie zuvor beschrieben bei identischem Hintergrund zu messen. Dabei sind die Parameter an jeder Scheibe an mindestens drei Punkten gemäß Abb. 11.30 a und b entlang einer Diagonale festzustellen und deren Mittelwerte miteinander zu vergleichen.

Dabei kann die Referenzscheibe mit jeder der vier benachbarten Scheiben (oben, unten, links und rechts) verglichen werden. Es sollten jedoch nur bauartgleiche Scheiben, d. h. gleicher Glasart, Glasdicken und gleicher Beschichtungen verglichen werden. Bedingt durch die Eigenfarbe von Glas oder von Zwischenlagen bei VSG kann es bei anderen Glasarten oder Glasdicken zu Farbabweichungen außerhalb des zulässigen Bereichs kommen.

Abb. 11.21a: Scheibe X

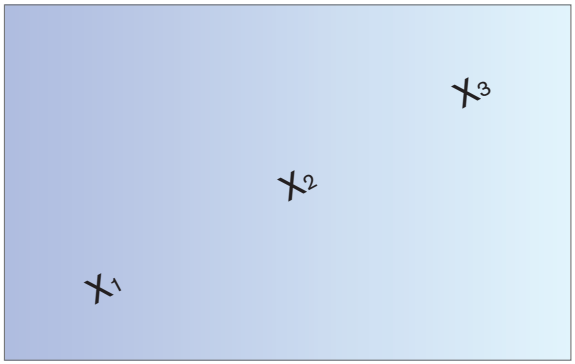
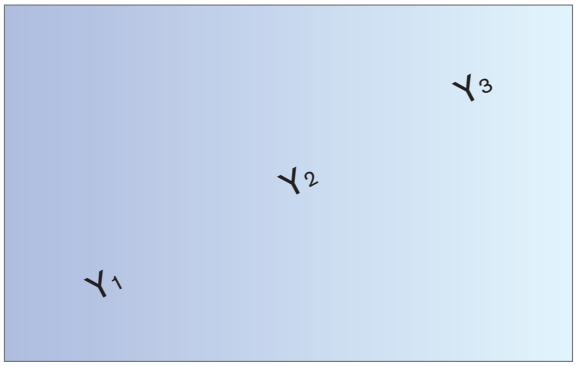


Abb. 11.21b: Scheibe Y



Toleranzen

Die Beurteilung der Zulässigkeit gemessener Farbtoleranzen sind in Tab. 11.28 aufgeführt.

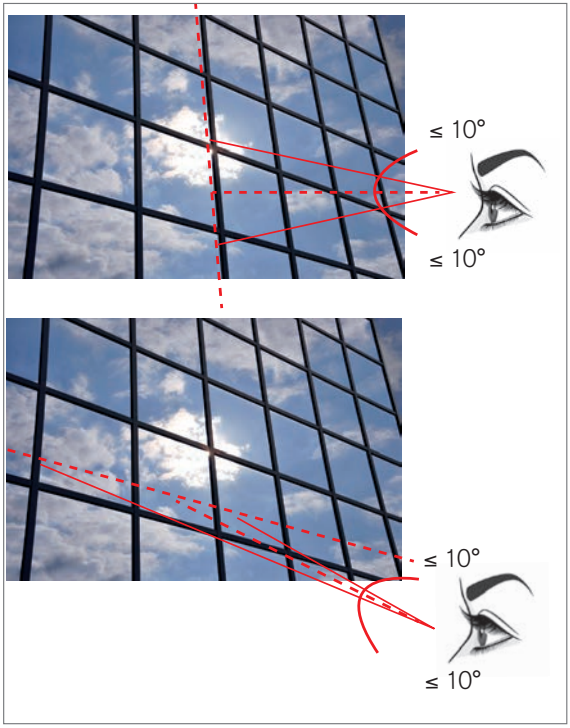
Tab. 11.28: Zulässige Farbunterschiede

ΔL*	≤ 5,0
Δa*	≤ 5,0
Δb*	≤ 5,0
ΔE*	≤ 6,0

Die Farbe von Sonnenschutzglas, insbesondere von hochselektivem Glas, variiert mit dem Blickwinkel. Diese Abweichungen können nur im Labor an kleinen Musterscheiben gemessen werden und sollten nicht an Ort und Stelle bestimmt werden.

Die farbliche Homogenität einer Fassade ist bei bedecktem Himmel zu beurteilen, welcher der Normlichtart D65 möglichst nahekommt. Bei der visuellen Betrachtung ist ein Winkel von max. 10° nicht zu überschreiten. (vgl. Abb. 11.22)

Abb. 11.22: Beschränkung der Betrachtungswinkel bei der Beurteilung der farblichen Homogenität einer Fassade



Um sicherzustellen, dass immer die gleichen Messbedingungen herrschen, sollten die Messungen immer mit der gleichen Lichtquelle bzw. bei vergleichbarer natürlicher Beleuchtung und dem gleichen Beleuchtungsverfahren erfolgen. Marktübliche Handfarbmessgeräte eignen sich nur für eine Farbmessung in Reflexion unter einem definierten Betrachtungswinkel. Laborgeräte hingegen können die Eigenschaften von Glasscheiben in Transmission und Reflexion mit unterschiedlichen Betrachtungswinkeln messen.

Eine Fassade sollte nur unter Bedingungen betrachtet werden, die repräsentativ für ein Gebäude „in Betrieb" sind. Andernfalls müssen diese Faktoren bei der Bewertung angemessen berücksichtigt werden. Nur dadurch wird gewährleistet, dass die Messergebnisse und Bewertungen verwertbar sind.

Farbunterschiede bei Betrachtung von innen gelten nicht als Mangel. Für die Beurteilung von Farbunterschieden in Transmission ist eine Messung vor Ort nicht möglich, da hierfür kein geeignetes Messgerät zur Verfügung steht. Der Transmissionsfarbunterschied lässt sich lediglich durch visuelle Betrachtung bewerten.

Toleranzen

11.9.7 Stufenisolierglas und SSG-Verglasungen

Die Abmaße des Stufenüberstands bei MIG betragen ± 3,0 mm bei einem Überstand von bis zu 100 mm, ansonsten ± 4,0 mm.

Auf Wunsch wird die Stufe mit Silikon beschichtet. Hierbei wird das Silikon von Hand mit einer Spachtel verteilt. Leichte Marmorierungen, Schlieren oder Verunreinigungen der Glaskante sind dabei nicht vermeidbar. Die Dicke der Silikonschicht kann innerhalb einer Stufe variieren. Ferner kann es zu Farbunterschieden zwischen dem vom Isolierglashersteller verwendeten Silikon und dem bei den Verglasungsarbeiten zur Anwendung kommenden Silikon kommen. Das Schwärzen der Stufe mit Silikon ist daher keine Alternative zu einer visuell einwandfreien Emaillierung des Randbereichs und der Stufe.

Es ist zu beachten, dass die mit Silikon gespachtelte Fläche in der Regel keinen geeigneten Klebepartner für Structural Sealant Glazing (SSG)-Anwendungen darstellt. In jedem Fall muss die Stufe vor der Weiterverarbeitung des MIG frei von Staub, Schutz und Fett sein. Der Ersteller des Fensters bzw. der Fassade ist für den Nachweis der Kompatibilität der einzelnen Komponenten, die im direkten und indirekten Kontakt zueinander stehen, verantwortlich. Auch der Nachweis einer eventuell tragfähigen Verklebung der Stufe liegt in seinem Verantwortungsbereich. Er muss alle hierfür erforderlichen Genehmigungen einholen und Verwendbarkeitsnachweise veranlassen. Nachdem die UNIGLAS®-Gesellschafter verschiedene Silikone verarbeiten, muss sich der verantwortliche Konstrukteur rechtzeitig erkundigen, welche Materialien zur Anwendung gelangen.

Freiliegende Glaskanten sollten mindestens gesäumt ausgeführt werden, im sichtbaren Bereich geschliffen oder poliert. Die gewünschte Kantenqualität ist bei der Bestellung anzugeben. Unabhängig von der bestellten Kantenqualität sind Dichtstoffrückstände aus dem Produktionsprozess nicht vollständig auszuschließen. Diese stellen keinen Reklamationsgrund dar.

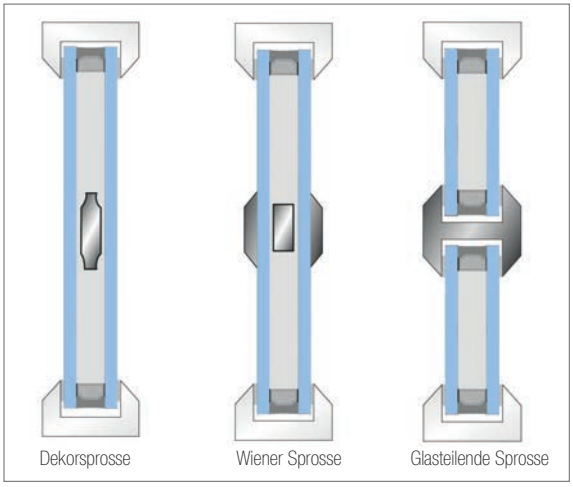
Bei Isolierglas für SSG-Verglasungen handelt es sich um MIG Typ B oder C nach EN 1279-5. Diese Systeme müssen nach ETAG 002 (European Technical Approval Guideline) bewertet werden und nach dem AVCP – System 1 (Assessment and Verification of Constancy of Performance) gekennzeichnet werden. Da die tragende Verklebung zur Fremdüberwachung angemeldet werden muss, ist der UNIGLAS®-Gesellschafter frühzeitig mit den Leistungen zu beauftragen.

Die UNIGLAS®-Gesellschafter bieten unterschiedliche Eingreifsysteme in den Randverbund von SSG-Verglasungen aus Kunststoff oder Aluminium, sowie zusätzliche Sicherungssysteme (Nothalter) an. Zum Teil liegen bereits ETAs für diese Systeme vor. Es wird empfohlen, sich bereits während der Planungsphase über die Möglichkeiten bei den entsprechenden UNIGLAS®-Gesellschafter kundig zu machen.

11.9.8 Sprossen im Scheibenzwischenraum [3]

Aus gestalterischen Gründen und zur Stilerhaltung kann MIG mit Sprossen im Scheibenzwischenraum (SZR) hergestellt werden. Bei Dekorsprossen ist weiterhin eine ebene Glasfläche und somit eine einfache Fensterreinigung gegeben.

Abb. 11.23: Sprossenarten



Bei Scheinsprossen, auch Wiener Sprossen oder Kastensprossen genannt, werden zusätzlich auf die raumseitigen und außenseitigen Glasoberflächen Fenstersprossenprofile geklebt um den Eindruck zu erhalten, es würde sich um jeweils einzelne Scheiben handeln.

Glasteilende Sprossen verschlechtern die Energiebilanz des Fensters im Vergleich zu Sprossen im SZR (Wiener- und Dekorsprosse). Auf glasteilende Sprossen wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Zur individuellen Gestaltung von Fenstern werden Sprossen aus verschiedenen Materialien in unterschiedlichen Breiten, Geometrien und Oberflächenausführungen angeboten. Nachstehend wird auf die spezifischen Merkmale von Fenstern mit Wiener- und Dekorsprossen im SZR hingewiesen.

11.9.9 Kriterien zur Beurteilung von Sprossen im SZR

Grundsätzlich ist von einem Betrachtungswinkel von 90° auszugehen, welcher der üblichen Raumnutzung entspricht. Die Betrachtung erfolgt grundsätzlich wie bei der Beurteilung von Isolierglas. Die Beanstandungen dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Sonnen- oder Kunstlichteinstrahlung auf die Sprossen einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht (wie z. B. bei bedecktem Himmel) ohne direktes Sonnenlicht und ohne künstliche Beleuchtung. Die Verglasungen innerhalb von

Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sollen bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung unter einem Betrachtungswinkel vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche geprüft werden.

Die Beurteilung hat bei freier Durchsicht auf neutralen Hintergrund zu geschehen. Der Gesamteindruck des Fensters ist entscheidend.

11.9.10 Farbtoleranzen der Sprossen

Die Sprossenoberflächen werden nach bestimmten Standards, z. B. RAL für die Farbe, hergestellt. Die visuell zu beurteilende Genauigkeit des Farbtons hängt von vielen Parametern ab, die in diesen Standards geregelt sind.

Hinweis:

Zeitbedingte Farbtonabweichungen werden von dieser Richtlinie nicht geregelt, da diese vom Standort (z. B. UV-Strahlung) abhängig sind.

- Physikalisch bedingte Wärmerisse bei eloxierten Oberflächen sind zulässig
- Änderungen der Sprossenoberfläche auf Schmalseiten von Sprossen im SZR sind zulässig.

Die Eigenfarbe und Beschichtung des Glases können die Farbwirkung der Sprossenoberfläche beeinflussen!

11.9.11 Ausführung

- Verbindungen

Spaltbildende Verbindungen zum Abstandhalterrahmen sind bei einigen Abstandhaltersystemen die Regel und deshalb zulässig.

Anbindung Sprosse an den Abstandhalterrahmen:

Sprossenmitte zu Abstandhaltermitte (x) max. ±1 mm. (vgl. Abb. 11.24)

Der Scheibenzwischenraum muss deutlich größer sein als die Bauhöhe der Sprossen. Durch klimatische Einflüsse sowie Erschütterungen, manuell oder mechanisch angeregte Schwingungen, können zeitweilig bei Sprossenfenstern Klappergeräusche entstehen.

Abb. 11.24: Sprossenlage

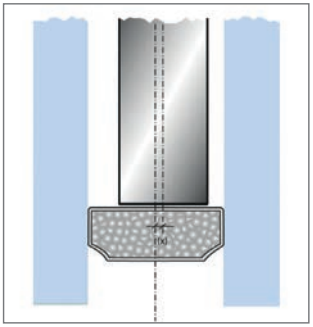
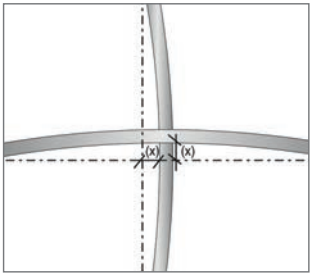


Abb. 11.25: Parallelität



- Parallelität und Lagetoleranz der Sprosse zum Abstandhalter: (Abb. 11.24 u. 11.25)

Die zulässige Abweichung (x) zur Solllage (Abb. 11.24 u. 11.25), beträgt im Auslieferungszustand des Isolierglases ±2 mm pro Meter Sprossenlänge, mindestens jedoch ±1 mm unabhängig von der Sprossenlänge.

Die genannten Toleranzen gelten ohne Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen des Isolierglases im Fenster sowie des Gesamteindruckes des Fensters. Bei Dreifach-Isolierglas wird empfohlen, die innen liegenden Sprossen auf den äußeren SZR zu begrenzen.

- Klima und Temperatureinfluss

Die Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Aus diesem Grund sind die Sprossenlängen, wie in Kap. 11.9.12. beschrieben, zu begrenzen. Die zuvor genannten Toleranzen gelten nur bei Raumtemperatur.

11.9.12 Maximallängen von Sprossen im SZR

Der Längenausdehnungskoeffizient der Sprossen aus Kunststoff oder Aluminium ist höher als der Längenausdehnungskoeffizient von Glas. Um eine Differenz der Längenausdehnungen bzw. einen Durchhang durch das Eigengewicht von mehr als 2 mm zu vermeiden, sollten die Sprossenlängen vertikal und horizontal auf maximal 1.600 mm begrenzt werden.

Bei einem horizontalen Einbau ohne Unterstützung durch zusätzliche Kreuzsprossen sollten die maximalen Spannweiten gem. Tab. 11.29 nicht überschritten werden. Die Tabelle gilt sowohl für Wiener- wie auch für Dekor- oder Ziersprossen.

Tab. 11.29: maximale Spannweiten

Sprossenhöhen [mm]	Maximallänge [mm]
h ≤ 10	800
11 < h ≤ 20	1.100
21 < h ≤ 30	1.200
31 < h ≤ 40	1.300
41 < h ≤ 50	1.500

11.9.13 Systeme im Scheibenzwischenraum [5]

Dieses Kapitel gilt für die Beurteilung der Qualität von im Scheibenzwischenraum eingebauten beweglichen und starren Systemen wie Lamellen, Folien, Lichtlenkprofile, Plissee usw. mit allen sichtbaren Teilen. Die Beurteilung der MIG und der verwendeten Basisgläser erfolgt nach den Produktnormen und den Ergänzungen dieser Richtlinien.

Die Beurteilung der Qualität der eingebauten Systeme erfolgt entsprechend der nachfolgenden Prüfgrundsätze und Prüfkriterien wie Betrachtungswinkel, Betrachtungsflächen, Zulässigkeiten und jeweiligen Besonderheiten der einzelnen Systeme. Bewertet wird die im eingebauten Zustand verbleibende raumseitige Sichtfläche der integrierten Systeme.

Diese Richtlinie beurteilt ein einzelnes Element. Der Gleichlauf von mehreren angesteuerten Elementen ist abhängig vom verwendeten System und nicht Gegenstand der Richtlinie. Dieser bedarf einer besonderen Vereinbarung mit dem UNIGLAS®-Gesellschafter.

Weitere Richtlinien und Normen:

- DIN 18073 „Rollabschlüsse, Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen im Bauwesen“
- EN 13120 „Abschlüsse innen - Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“

11.9.14 Prüfgrundsätze

- Geräusche, die durch das Öffnen bzw. Kippen von Fenstern und durch Fahrbewegungen entstehen, sind technisch bedingt und stellen keinen Mangel dar.
- Die Beurteilungskriterien gelten nur für waagerecht und lotrecht ausgerichtete Anlagen und sind in den jeweiligen Prüfbedingungen beschrieben.

11.9.15 Lamellensysteme

Maßgeblich bei der Prüfung sind bei Lamellensystemen die sichtbaren Oberflächen der Lamellen, des Kopfprofils und des Fuß- oder Endprofils, die Lage der Lamellen in der oberen und unteren Endlage (keine Teilflächen, wie halb herunter gefahrene Behänge). Bei seitlich gehaltenen Systemen (z. B. über Spannschnüre) erfolgt eine Beurteilung der Lamellenprofile bezüglich der Oberfläche und der seitlichen Halterungen.

11.9.16 Foliensysteme – Plisseesysteme

Bei Folien- und Plisseesystemen sind die Oberflächen und ihr Erscheinungsbild in ihrer oberen und unteren Endlage sowie die Einzelteile zu beurteilen.

11.9.17 Prüfkriterien

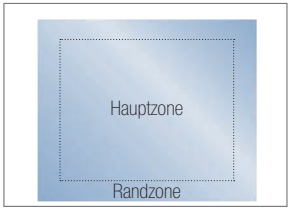
Die Behänge sind in der Draufsicht unter einem Winkel von annähernd 90° in einem Abstand von 2 m zu betrachten. Die Betrachtungsbereiche dürfen nicht gekennzeichnet sein und es darf keine direkte Kunstlichteinstrahlung auf die Lamellen bzw. Folien einwirken. Geprüft wird bei diffusem Tageslicht. Gläser mit Systemen im SZR innerhalb von Räumlichkeiten (Innenverglasungen) sind bei normaler (diffuser), für die Nutzung der Räume vorgesehener Ausleuchtung zu prüfen. Die Prüfungsvoraussetzungen gelten für die obere und untere Endlage. Ein nur teilweise geschlossenes System kann nicht bewertet werden, da hier keine Funktion im Sinne der Anforderungen von Sonnen-, Sicht- und Blendschutz besteht.

Prüfbedingungen und Betrachtungsabstände aus Vorgaben in Produktnormen für die betrachteten Verglasungen können hiervon abweichen und finden für Verglasungen mit Systemen im SZR keine Berücksichtigung. Die in den Produktnormen beschriebenen Prüfbedingungen sind am Objekt oft nicht einzuhalten.

11.9.18 Betrachtungsflächen

Die zu beurteilende Fläche wird gem. Abb. 11.26 aufgeteilt in:

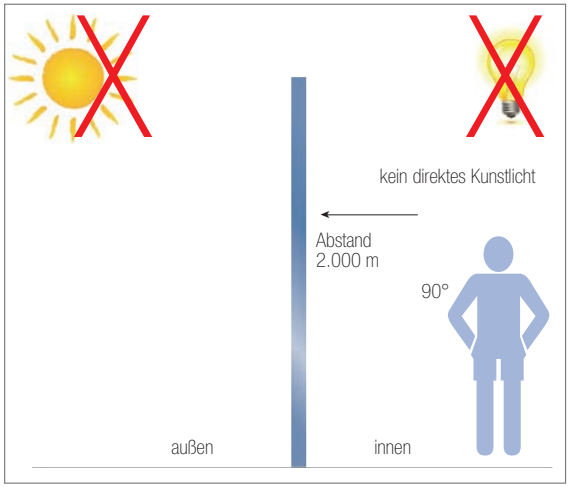
Abb. 11.26: nicht abgedeckte Betrachtungsflächen



- Randzone = 50 mm der Randfläche des sichtbaren Bereichs bis zum abgedeckten Bereich aus dem jeweiligen Breiten- und Höhenmaß (weniger strenge Beurteilung) und
- Hauptzone = von der Flächenmitte aus verbleibende Sichtfläche bis zur Randzone (strenge Beurteilung)

- Die Beurteilung des Randverbundes erfolgt nach den Richtlinien zur Beurteilung der visuellen Qualität für das Bauwesen (vgl. Verglasungsrichtlinien). Dieses Kapitel widmet sich lediglich die Betrachtung des integrierten Systems.

Abb. 11.36:



11.9.19 Zulässigkeiten bei Lamellensystemen

11.9.19.1 Erkennbare Oberflächenabweichungen

Durch die Bewegung der Lamellen beim Wenden und beim Hoch- und Herunterfahren kann mechanisch bedingter Abrieb im Bereich der Führungsschienen, Spannseile, Aufzugsschnüre und -bänder usw. nicht ausgeschlossen werden. Die Bewertung solcher Rückstände erfolgt nach Tab. 11.30 bis 11.32 und Abb. 11.28.

Punkte, Einschlüsse, Flecken, Merkmale der Beschichtungen etc. werden wie folgt bewertet:

Zulässig sind in der:

Randzone: max. 4 Stück Ø ≤ 3 mm/m²

Hauptzone: max. 2 Stück Ø ≤ 2 mm/m²

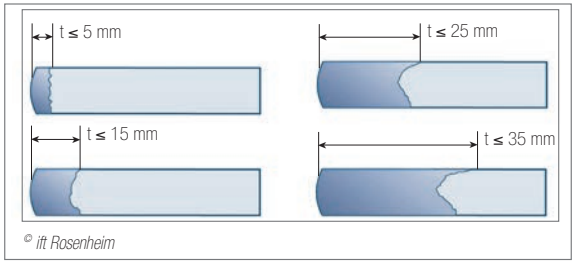
Kratzer in der Haupt- und Randzone, Haarkratzer die kaum sichtbar sind und nicht gehäuft vorkommen, sind erlaubt, wenn deren Summe der Einzellängen nicht größer als 30 mm beträgt.

Die maximale Einzellänge von Kratzern beträgt 15 mm.

Tab. 11.30: Beurteilungskriterien

Beurteilungskriterium	Beurteilung
Abriebspuren im SZR bedingt zulässig	nach Tab. 11.32
Rückstände bedingt zulässig z.B. Butyl auf den Lamellen	nach Tab. 11.32

Abb. 11.28: Beispiele



© ift Rosenheim

Tab. 11.31: Rückstände auf den Lamellen

Farbe der Lamellen Farbe der Verschutzung	Kontrast
	0 - 20 %
	20 - 40 %
	40 - 60 %
	60 - 80 %
	80 - 100 %

© ift Rosenheim

Tab. 11.32: Tiefe der Bereiche mit Rückständen

Tiefe der Bereiche mit Rückständen	Kontrast				
	0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	100%
t ≤ 5 mm	OK	OK	OK	OK	OK
t ≤ 15 mm	OK	OK	OK	OK	nein
t ≤ 25 mm	OK	OK	OK	nein	nein
t ≤ 35 mm	OK	OK	nein	nein	nein
t > 35 mm	nein	nein	nein	nein	nein

11.9.19.2 Zulässiger Lamellenversatz

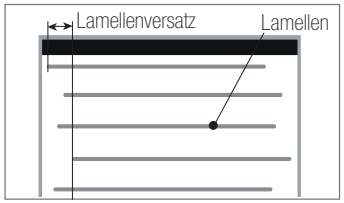
Der Lamellenversatz wird von den beiden maximal versetzten Lamellen einer Scheibe beurteilt.

Der Lamellenversatz wird nur bei einteiligen Behängen bewertet, bei geteilten Behängen (zwei Behänge in einer Scheibe) hat diese Begrenzung der Zulässigkeit keine Gültigkeit.

Tab. 11.33: Zulässiger Lamellenversatz

ab Scheibenbreite	bis	maximaler Lamellenversatz
0 mm	1.000 mm	6 mm
1001 mm	2.000 mm	8 mm
2001 mm		10 mm

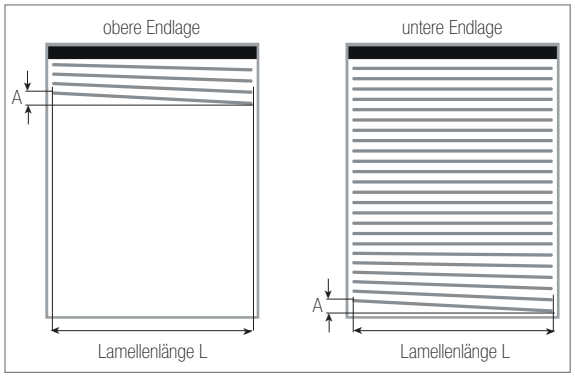
Abb. 11.29: Lamellenversatz



11.9.19.3 Abweichung von der Rechtwinkligkeit / Schiefhang

Die maximal zulässige Abweichung A von der Rechtwinkligkeit in der oberen und unteren Endlage beträgt 6 mm pro Meter Lamellenlänge L, maximal jedoch 15 mm. (vgl. Abb. 11.30)

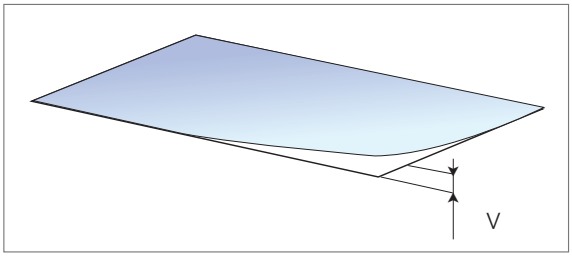
Abb. 11.30:



11.9.19.4 Zulässige Abweichung von der Form

Die zulässigen Abweichungen von der Form sind nach EN 13120 zu beurteilen. Die zulässige Verdrehung und Verzerrung ergibt sich aus Tab. 11.34 i. V. mit Abb. 11.31.

Abb. 11.31: Verdrehung/Verzerrung

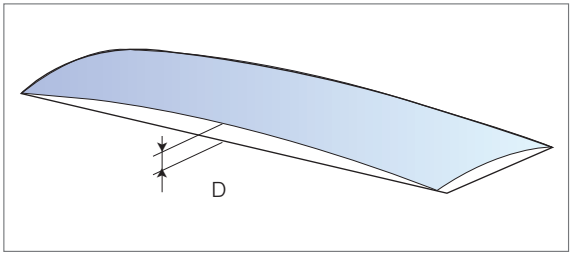


Tab. 11.34: Verdrehung / Verzerrung

Verdrehung / Verzerrung (EN 13120)	
Winkelablenkung V zwischen dem einen Ende und dem anderen Ende der Lamelle (vgl. Abb. 43)	2 mm/m
lokale Verzerrung	im Bereich der Stanzung zulässig

Die Durchbiegung bzw. Wölbung D der Lamellen wird in geschlossener Stellung des Behangs beurteilt, um den Einfluss des Gewichtes der einzelnen Lamellen auf die Durchbiegung bzw. Wölbung zu eliminieren. Die Zulässigkeiten sind aus Tab. 11.35 i. V. mit Abb. 11.32 zu entnehmen. Die Durchbiegung bzw. Wölbung D des Endstabes darf unabhängig von seiner Länge 4 mm betragen.

Abb. 11.32: Durchbiegung/Wölbung

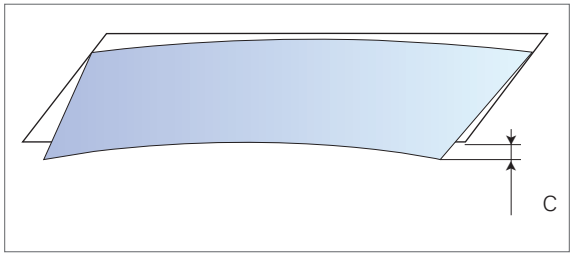


Tab. 11.35: Durchbiegung / Wölbung

Länge L der Lamellen [m]	max. D [mm]
L ≤ 1,5	5
1,5 < L ≤ 2,5	10
2,5 < L ≤ 3,5	15
3,5 < L	20

Unter „Säbelförmigkeit C“ wird die Abweichung der Kante einer Lamelle mit der Länge L von der Geraden verstanden, wenn die Lamelle auf einer Ebene flach ausgelegt wird. Die Zulässigkeit der „Säbelförmigkeit C“ gem. Abb. 11.33 ist wie folgt zu berechnen:

Abb. 11.33: Säbelförmigkeit



$$C = \frac{L^2}{2} \text{ [mm]}$$

Hinweis: L ist in „Meter“ einzusetzen

11.9.19.5 Zulässige Abweichung bei unvollständigen Wenden von Lamellen

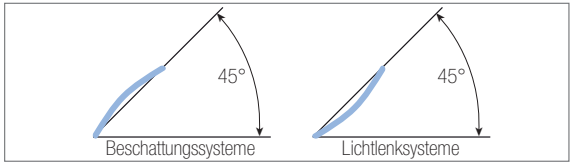
Die Lamellen dürfen beim Abfahren hängen bleiben, wenn sie beim Wenden der Lamellen in die vorgesehene Position klappen.

Ein dauerhaftes Hängenbleiben der Lamellen ist unzulässig. Das Wenden kann systembedingt einen zusätzlichen Schaltvorgang erfordern.

11.9.19.6 Minimaler Schließwinkel

Der Schließwinkel von Lamellensystemen muss der Systembeschreibung entsprechen. Die Betrachtung erfolgt 100 mm von der Oberkante und 100 mm von der Unterkante des sichtbaren Bereichs.

Abb. 11.34: Schließwinkel



11.9.19.7 Ungleichmäßige Lichtdurchgänge

Unregelmäßige Lichtdurchgänge zwischen den Lamellen sind zulässig,

- solange diese auf angegebene Toleranzen der Einzelbauteile zurückzuführen sind und
- die sonstigen Toleranzen der Jalousien eingehalten werden.

Ungleichmäßige Lichtdurchgänge können unter anderen entstehen durch:

- ungleichmäßige Durchbiegung einzelner Lamellen, oder
- Schließwinkeltoleranzen.

11.9.19.8 Schließwinkeltoleranz in der Fläche

Beurteilt wird:

- der Durchschnittswert von 3 aufeinanderfolgenden Lamellen
- 100 mm des sichtbaren Bereichs der Behanghöhe von oben, mittig und 100 mm von unten.

Die maximale Winkelabweichung in Bezug auf die Behangmitte ist Tab. 36 zu entnehmen.

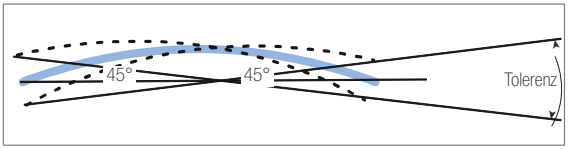
Tab. 11.36: Schließwinkeltoleranzen

System	Systemhöhe H [mm]	zul. Abweichung
Beschattungssysteme	H ≤ 1.000	± 8°
	1.001< H	± 12°
Lichtlenksysteme	H ≤ 1.000	± 10°
	1.001< H	± 12°

11.9.19.9 Genauigkeit des Öffnungswinkels von Lamellensystemen, welche nur einseitig schließen

Nach maximaler Öffnung des Lamellensystems dürfen die Lamellen im mittleren Höhendrittel einer senkrechten Scheibe von der Waagrechten (vgl. Abb. 11.33) nach Tab. 11.37 abweichen:

Abb. 11.33: Genauigkeit des Öffnungswinkels



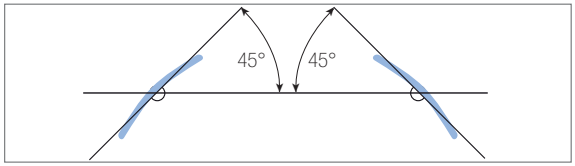
Tab. 11.37: Toleranzen Öffnungswinkel

Scheibenbreite B [mm]	zul. Abweichung
B ≤ 1.000	± 7°
1.001< B ≤ 2.000	± 8°
2.001< B ≤ 3.000	± 9°
3.001< B	± 10°

11.9.19.10 Schwenkbarkeit von beidseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen von beidseitig schließenden Systemen richtet sich nach DIN 18073 und muss mindestens 90° um die Längsachse betragen. (vgl. Abb. 11.36)

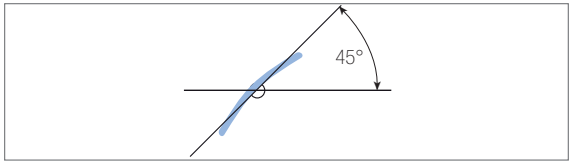
Abb. 11.36: Schwenkbarkeit der Lamelle (beidseitig schließend)



11.9.19.11 Schwenkbarkeit von einseitig schließenden Lamellensystemen mit mittiger Lagerung

Die Schwenkbarkeit der Lamellen von einseitig schließenden Systemen wird nur auf der schließenden Seite bewertet und muss hierbei mindestens 45° um die Längsachse betragen. (vgl. Abb. 11.37)

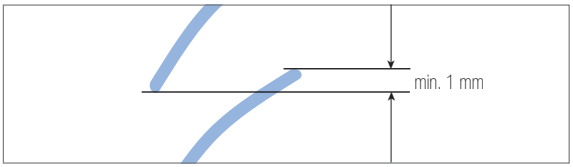
Abb. 11.37: Schwenkbarkeit der Lamellen (einseitig schließend)



11.9.19.12 Überdeckung der Lamellen

Die einzelnen Lamellen müssen bei maximalem Schließwinkel um mindestens 1 mm überdecken. (vgl. Abb. 11.38)

Abb. 11.38: Überdeckung der Lamellen



11.9.19.13 Lamellenschluss

Bei geschlossenem Behang und waagerechtem Blickwinkel (90° zum Behang) darf keine direkte Durchsicht möglich sein.

11.9.19.14 Zulässigkeiten bei Rollo- und Plisseesystemen

Die Prüfkriterien der zu beurteilenden Fläche der Rollo- und Plisseesysteme richtet sich nach Kap. 11.9.18. Die zulässigen Abweichungen sind Tab. 11.38 zu entnehmen.

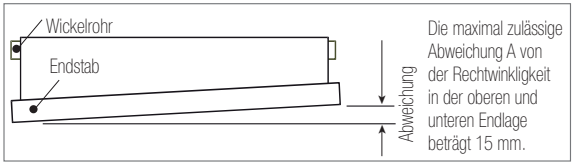
Tab. 11.38: Erkennbare Merkmale der Oberfläche

Randzone	1	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Rückstände Merkmale der Beschichtung oder der Prägung etc.	
		1 m² ≥ Scheibenfläche:	max. 4 Stück ø à ≤ 3 mm
		Scheibenfläche > 1 m²:	max. 4 Stück / m² ø à ≤ 3 mm
	2	Kratzer:	
		Summe der Einzellängen	max. 90 mm
		Einzellänge	max. 30 mm
Hauptzone	1	Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken, Rückstände Merkmale der Beschichtung oder der Prägung etc.	
		1 m² ≥ Scheibenfläche:	max. 2 Stück ø à ≤ 2 mm
		2 m² ≥ Scheibenfläche > 1 m²:	max. 3 Stück ø à ≤ 2 mm
		Scheibenfläche > 2 m²:	max. 5 Stück ø à ≤ 2 mm
	2	Kratzer:	
		Summe der Einzellängen	max. 45 mm
		Einzellänge	max. 15 mm nicht gehäuft

Die Abweichungen von der Rechtwinkligkeit werden gem. Abb. 11.39 in folgenden Positionen beurteilt:

- obere Endlage (Rollo / Plissee geöffnet)
- untere Endlage (Rollo / Plissee geschlossen)

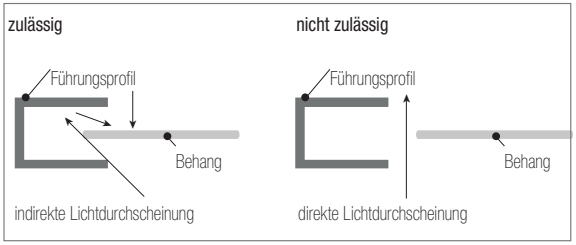
Abb. 11.39: Zulässige Abweichung der Rechtwinkligkeit



Wellen und Falten stellen keinen Mangel dar, solange diese die Funktion des Systems nicht beeinträchtigen.

Direkte Lichtdurchgänge (Lichtdurchgang, ohne Behinderung durch den Behang usw.) sind nicht erlaubt. Indirekte Lichtdurchgänge (z. B. über Reflexionen) sind zulässig.

Abb. 11.40: Lichtdurchscheinungen



Als freie Behangkante wird eine Schnittkante bezeichnet, welche an keinem anderen Bauteil (Endstab, Wickelrohr, usw.) befestigt ist.

Eine Einrollung von freien Behangkanten ist erlaubt wenn:

- es bei rechtwinkligem Betrachtungswinkel zu keinen direkten Lichtdurchgängen kommt und
- die Funktion des Rollos hierdurch nicht gestört ist.

Abb. 11.41: freie Behangkanten

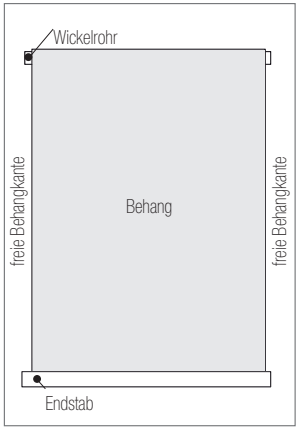
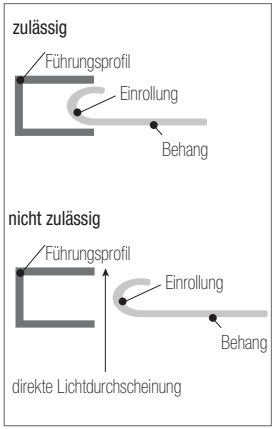
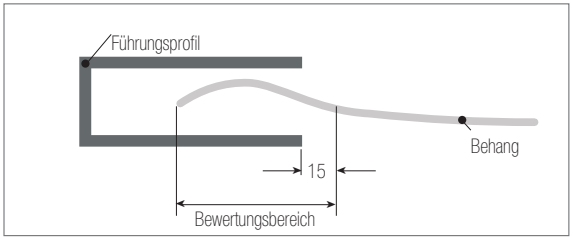


Abb. 11.42: zulässige Einrollung



Behangveränderungen, wie z. B. Abrieb im Bereich von Führungen sind zulässig, wenn sich die Durchsicht um nicht mehr als 20 % ändert. Der Bewertungsbereich ist Abb. 11.43 zu entnehmen.

Abb. 11.43: Bewertungsbereich Behangveränderungen

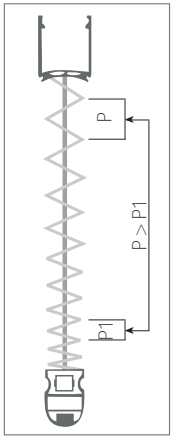


Aufgrund des Eigengewichtes des Stoffes, wechselt der Verlauf der Faltenbreite zwischen den ersten und letzten Falten. (vgl. Abb. 11.44).

Dieses Phänomen ist bei Behängen mit Höhen von mehr als 1 m stärker zu beobachten als bei Behängen mit geringeren Höhen. Der Unterschied des Verlaufs stellt keinen Reklamationsgrund dar, denn er ist in den Eigenschaften des Stoffes begründet.

Die ersten Falten tendieren auch aufgrund der Einwirkung von Wärme dazu, leicht abzuflachen, wodurch die Faltung jedoch erhalten bleibt. Der Stoff muss bei jedem Hebevorgang ein ordentliches Zusammenlegen der Falten gewährleisten.

Abb. 11.44: Faltenbreite



Toleranzen

11.9.20 Weitere Hinweise zu Kap. 11.9.13

Kap. 11.9.13ff stellt einen Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der visuellen Qualität von Lamellen, Rollo und Plisseesystemen im MIG dar. Bei der Beurteilung sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass neben der visuellen Qualität auch die wesentlichen Merkmale des Produkts zur Erfüllung seiner Funktionen mit zu berücksichtigen sind.

Bei allen Systemen kann aus technischen Gründen links und/oder rechts des Kopfprofils ein sichtbarer Spalt entstehen.

Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und sind kein Grund zur Beanstandung.

Die einzelnen Lamellen werden durch sogenannte Leiterkordeln in ihrer Lage fixiert.

Diese Leiterkordeln können systembedingt ihre Lage verändern.

Bei allen Systemen können Abdeckungen auf den Glasoberflächen eingesetzt werden. Diese Abdeckungen können beispielsweise aus Emaille oder Folien auf Glas bestehen. Deren Bewertung erfolgt nach Kap. 2.4.6.

Literatur

[1] Merkblatt 015/2013 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von emaillierten Gläsern“ vom Bundesverband Flachglas e.V. (in Auszügen)

[2] Leitfaden für thermisch gebogenes Glas im Bauwesen (modifiziert in Auszügen)

[3] MBF-Richtlinie 006/2018, Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen

[4] Merkblatt 016/2013 „BF-Merkblatt für die Beurteilung von Sprossen im SZR“ vom Bundesverband Flachglas e.V. (in Auszügen)

[5] Merkblatt 007/2010 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität für Systeme im Mehrscheiben-Isolierglas“ vom Bundesverband Flachglas e.V. (in Auszügen)

[6] Merkblatt 006/2018 „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen“ vom Bundesverband Flachglas e.V.

[7] Quelle: Merkblatt V.07 des VFF Verband Fenster und Fassade, Frankfurt (modifiziert und aktualisiert)

Anhang



Sachwortverzeichnis 344
Fotonachweis 352

Sachwortverzeichnis

A

Abstandhalter 92-94, 126-129, 276, 326
Absturzsichernde Verglasung 160, 234, 241
Aktive Sicherheit 160
Alarmglas 49, 263
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abz) 227-228
Anisotropien 278
Antriebssystem 151-155
Aufbau Isolierglas 92
Aufbau Schallschutz-Isolierglas 144
Aufbau Sonnenschutzglas 149
Aufzugsverglasung 161
Außenflächenbeschädigung 277
Außenkondensation 115
Ausschnittmaße 298-299

B

Ballwurfsicherheit 34, 161
Basisglas 20-29, 256, 282
Baubehörden 228-230
Bearbeitungen 294-297
Begehbares Glas 56
Behangkante 338-339
Belastung 252-253
Bemessungswerte 128-129
Berechnungsgrundlagen 73
Beschichtetes Glas 258-259
Beschläge 195
Betretbare Verglasung 162-163
Bewertetes Schalldämmmaß 139-141
b-Faktor 111
Biegezugfestigkeit 22, 33, 38, 73-74
Bleiverglasung 58, 119, 264
Blendschutz 150-151
Bohrloch 172-173, 300-303
Brandschutz 88, 256
Brüstung 34, 38, 80, 88, 254-255

C

CE-Zeichen 224-225
Circadianer Lichttransmissionsgrad 111

D

Dachverglasung 102-105
Dezibel 139
Dichte 22 ,27
Dichtprofil 103-107,246-247, 259
Dichtstofffuge 102-104
Dickentoleranz 279, 310, 317
Digitale Glasbedruckung 57-58
DIN-Normen 205
Drahtglas 264, 292
Drahtspiegelglas 292
Dreifach-Wärmedämmglas 95 f., 276
Druckfestigkeit 22
Durchbiegung 74, 247
Durchbruchhemmung 160, 165
Durchschusshemmung 160
Durchsichthemmung 26
Durchwurfhemmung 160, 165
Duschen 83-87

E

Eckabschnitt 298
Eckausschnitt 299
Eigenfarbe 45, 112, 275
Eigenüberwachung 130
Einbau von Isolierglas 250
Einbau von Sprossen 94
Einfachglas 156, 274
Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) 32-34, 275
Einscheiben-Sicherheitsglas, heißgelagert (ESG-H) 34-37
Elastizitätsmodul 22
Elektromagnetische Dämpfung 117
Emaillierung 39-48, 304
Energieausweis 218-219, 223
Energieeffizienz 65, 219, 223
Energieeinsparverordnung (EnEV) 65, 148, 218-223
Energiegewinnglas 8, 130
Energiegewinn 108, 124-135, 260
EN-Normen 209-215
Entspiegeltes Glas 89
ESG-Alarmglas 49-50

F

Farbfolie 315
Farbüberschlag 40, 43
Farbwiedergabe-Index 111
Falzbreite 75
Fassaden 100, 133,134, 168-170, 269
Fassaden-Einsatzelement 168
Festmaßbeschichtung 318
Floatglas 20-25
Fremdüberwachung 130, 226
Fugen 98-106, 247, 256, 269

G

Ganzglasanlage 195
Gasfüllung 124
Gebogenes Glas 250, 317
Gebäudeaussteifung 170
Gebrauchstauglichkeit 74
Geregelte Bauprodukte 227
Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) 110
Glasbedruckung, digital 57
Glasecken 96-101, 107, 255
Glaseinstand, vergrößert 243-244

Glasfalz 243-245
Glasfusing 58
Glaskante 98, 107
Glasstoß 96-107, 255
Globalstrahlungsverteilung 109
Güteprüfung 226
Gütezeichen 226

H

Hardcoating 149
Heizkörper 252
Hinterfüllmaterial 99
Hinterfüllschnur 102-103
Hitzestrahlung 88-89
Holz-Glas-Verbundelement (HGV) 168-170
Horizontalverglasung 234, 253-254, 262

I

Interferenz-Erscheinung 113
Isolierglaseffekt 278
Isolierglas mit Sprossen 118-119
Isolierglas-Randverbund 276
Isolierglas-Terminologie 92-121
ISO-Normen 216
Isothermen 101-107

K

Kälteeinflüsse 33, 38
Kaltfassade 156
Kantenbearbeitung 58, 294-297
Kantenversatz 70-71
Kerben 306, 309
Klassifizierung der Sicherheitsgläser 164-165
Klotzung 76-77, 250-251
Koinzidenzfrequenz 142-143
Kondensation 114-115, 278
Kratzer 274, 305, 330
Kunstverglasung 58

L

Lagerung 74-75, 84, 248-249, 336
Längenausdehnungskoeffizient 24
Lärmschutzglas 144-145, 260-261
Lamellensystem 328, 330, 334-336
Laugenbeständigkeit 23
Leichtpflegeglas 82, 259
Leitfaden Thermisch gebogenes Glas im Bauwesen 59-62
Lichtreflexion 111
Lichtstreuung 27
Lichttransmission 109, 111
Lochbohrungen 300-303

M

Magnetron-Verfahren 124-125
Materialverträglichkeit 242
Mehrscheiben-Isolierglas 64, 95-96, 260
Mindestglasdicke 304
Multifunktionsglas 151
Musterbauordnung 25

N

Nassverglasung 243
Nennwert 93-94
Nicht geregelte Bauprodukte 227
Noise-Control-Folien 145
Normen 143-144, 204-237

O

Oberflächenbeschaffenheit 287-293
Oberflächentemperatur 125
OIB-Richtlinie 223-224
Ornamentglas 26-29, 256-257, 264, 286, 290

P

Passive Sicherheit 160
Pflanzenwachstum hinter Glas 116
Physikalische Eigenschaften 33, 80
Planparallelität 20
Profilbauglas 28-29
PVB-Folie 80

Q

Qualität 53-55, 68, 270-275

R

Rahmenprofil 105-106
Randausschnitt 297-299
Randverbund 97, 261, 276, 317
Randverbundsysteme 126-127
Rechtwinkligkeit 285, 332, 338
Regelwerke 61-62, 216
Reinigung von Glas 82-87, 269
Richtlinien 204, 240-279, 328
Röntgenschutzglas 89
Rückenüberdeckung 96
Rückschnitt 284-285
Rutschhemmung 48

S

Sandstrahlen 52
Säurebeständigkeit 22
Schalentragwirkung 72,73

Schalldämmmaß 139-141
Schallschutz 65, 138-145
Schaltbares Isolierglas 150
Scheibenzwischenraum 92, 95-96, 150-152, 325, 328
Schiefhang 332
Schirmung 117
Schlagfestigkeit 80
Schließwinkeltoleranz 325
Schrägverglasung 152
Selbstreinigung 81-86
Selektivitätszahl S 112
Shading Coefficient SC 110-111
Sicherheit 66-67, 160-165, 193
Sicherheitsglas 32-37, 63-64, 79-81, 160-165
Sicherheitsspiegel 89
Sichtschutz 27
Siebdruck 40-41
Sitzmöbel 200-201
Solare Gewinne 108-109
Sommerlicher Wärmeschutz 112-113
Sonderformen 296-299
Sondertoleranzen 282, 316
Sonnenschutz 65, 148-157
Sonnenschutzglas 148-149, 260
Spionspiegel 89
Sprengwirkungshemmung 164-165
Spiegelrohglas 288-289
Stoßfestigkeit 33
Stoßfugen 101
Stoßsicherheit 163
Strahlungsabsorption 110
Strahlungstransmission 109
Streifen 306, 309
Structural Sealant Glazing (SSG) 168
Strukturverlauf 256-257, 286-287
Stufenisolierglas 118, 254, 324

T

Taupunkt 114-115
Taupunkt-Temperatur 114-115
Teilvorgespanntes Glas (TVG) 37-38, 63, 256
Temperaturwechselbeständigkeit 23
Thermisch gebogenes Glas 59-62
Thermische Belastung 252
Tiefenlagen, Einfluss auf Isolierglas 250
Toleranzen 68-71, 279, 282-340
Transport 74-75, 248-252
Trockenverglasung 245-246

U

Überbruch 283-284
Überkopfverglasung 253
Überdeckung 337
Umwehrungen 254
Unterbruch 283-284
UV-Schutz 107
UV-Transmissionsgrad 112
U-Werte 224

V

Vakuumisolierung 133
Verätzung 268
Verbundglas (VG) und
Verbund-Sicherheitsglas (VSG) 64, 79-81, 257-258, 274, 304-316
Veredelte Gläser 32-89
Verglasung, linienförmig gelagert 163
Verglasungssysteme 245-248
Verklebung von Isolierglas 247-248
Verklotzung 250-251
Versatz 312-314, 317-318
Verkehrssicherheit 66
Vertikalverglasung 232-233
Verträglichkeit 87, 97
Verwendbarkeit von Glasprodukten 227-229
Verwindung 71
Verzerrung 332-333
Visuelle Beurteilung 107
Visuelle Qualität 68, 270-277
Vordachsysteme 171-173
Vorspannen 24

W

Wärmebrücke 100
Wärmedämmung 65, 124-135
Wärmedurchgangskoeffizient 25, 93-95, 128
Wärmeleitfähigkeit 25
Wärmeschutz 112-113, 130
Wärmetechnische Anforderungen 100
Warm edge-Randverbund 126
Warmfassade 156
Wasserbeständigkeit 23
Widerstandsklassen 80
Wiener Sprossen 118-119, 325
Wohlfühlglas 130-132
Wintergarten 116
Wohngebäude 218-224

Z

Zargenprofil 192
Zulässigkeiten 272-274, 330, 337
Zuschnitt 283-293
Zustimmung im Einzelfall (ZiE) 228-229
Zwischenschicht 306

Fotonachweis

AdobeStock (denisismagilov, Grand Warszawski, www.brunsting.nl), Flintermann (2), fotolia.com (INFINITY, Ingo Bartussek, Konstantin Yuganov, Shmel, Tinadefortunata, Virtua73, Vom, Wilm Ihlenfeld, Fotoschlick, slavun), Frerichs Glas (7), Glas Ceyssens (5), Glas Marte (4), Glas Rickert (2), Glas Schneider, Guardian, Hohenstein Isolierglas (8), Hufhaus (1), KÖWA Isolierglas GmbH (2), Peart/iStock, Petschenig glastec (8), UNIGLAS®

Ergänzend danken wir unseren UNIGLAS®-Gesellschaftern
für die Bereitstellung von Bildmaterial.

VISIONEN IN GLAS

VERDEN

FRERICHS GLAS GmbH
Siemensstraße 15-17
DE-27283 Verden (Aller)
Tel.: +49 42 31 102 0
Fax: +49 42 31 102 10
verden@frerichs-glas.de

LÜNEBURG

FRERICHS GLAS GmbH
Arenskule 9
DE-21339 Lüneburg
Tel.: +49 41 31 21 0
Fax: +49 41 31 21 200
lueneburg@frerichs-glas.de

BERLIN

FRERICHS GLAS GmbH
Robert-Bosch-Straße 18
DE-14641 Nauen
Tel.: +49 33 21 748 469 3
Fax: +49 41 31 21 200
berlin@frerichs-glas.de

crea iso

crea glas®

crea cryl®

crea style

FRERICHS GLAS

www.frerichs-glas.de