



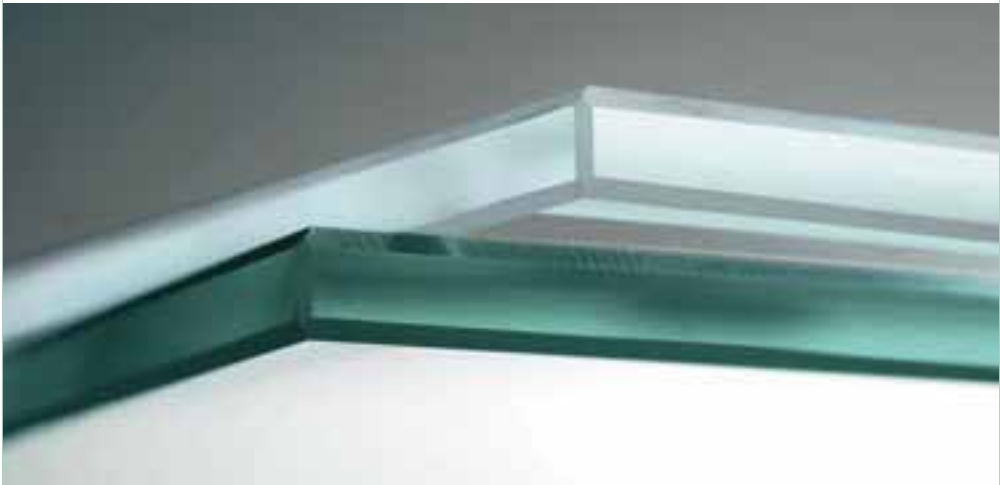
18. Anwendungstechnik II (Abnahme & Unterhalt)

18.1. Optische Phänomene

18.1.1. Eigenfarbe

Glaserzeugnisse weisen rohstoffbedingte Eigenfarben auf, die mit zunehmender Dicke deutlicher werden können. Zudem werden aus funktionellen Gründen beschichtete Gläser eingesetzt. Auch beschichtete Gläser haben eine Eigenfarbe. Diese Eigenfarbe kann in der Durchsicht und/oder in der Aufsicht unterschiedlich erkennbar sein.

Schwankungen des Farbeindrucks sind auf Grund des Eisenoxidgehalts des Glases, des Beschichtungsprozesses, der Beschichtung sowie durch Veränderungen der Glasdicken und des Scheibenaufbaus möglich und nicht zu vermeiden. Einige veredelte Gläser zeigen ebenfalls Färbungen, die dem Produkt eigen sind, z. B. vorgespanntes und teilvorgespanntes Glas. Siehe SN EN 12150-1 oder SN EN 1863-1.



Eigenfarbe von EUROWHITE 6 mm (extraweisses Floatglas) und EUROFLOAT 6 mm

18.1.2. Farbunterschiede bei Beschichtungen

Eine objektive Bewertung des Farbunterschiedes bei Beschichtungen erfordert die Messung bzw. Prüfung des Farbunterschiedes unter vorher exakt definierten Bedingungen (Glasart, Farbe, Lichtart).

18.1.3. Sichtbarer Bereich des Isolierglas-Randverbundes

Im sichtbaren Bereich des Randverbundes und somit ausserhalb der lichten Glasfläche können bei Isolierglas an Glas und Abstandhalterraahmen fertigungsbedingte Merkmale erkennbar sein. Diese Merkmale können sichtbar werden, wenn der Isolierglas-Randverbund konstruktionsbedingt an einer oder mehreren Seiten nicht abgedeckt ist. 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 Grenzkantenlänge von 2500 mm insgesamt

4 mm, bei grösseren Kantenlängen insgesamt 6 mm. Bei Zweischeiben-Isolierglas beträgt die Toleranz des Abstandhalters bis zur Grenzkantenlänge von 3500 mm 4 mm, bei grösseren Kantenlängen 6 mm. Wird der Randverbund des Isolierglases konstruktionsbedingt nicht abgedeckt, können typische Merkmale des Randverbundes sichtbar werden.

Besondere Rahmenkonstruktionen und Ausführungen des Randverbundes von Isolierglas erfordern eine Abstimmung auf das jeweilige Verglasungssystem.

18.1.4. Isolierglas mit innenliegenden Sprossen

Durch klimatische Einflüsse (z. B. Doppelscheibeneffekt) sowie Erschütterungen oder manuell angeregte Schwingungen können zeitweilig bei Sprossen Klappergeräusche entstehen.

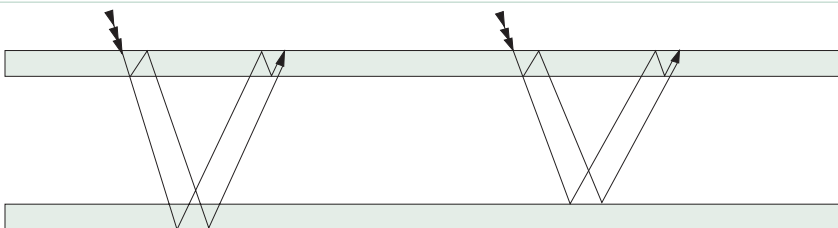
Sichtbare Sägeschnitte und geringfügige Farblösungen im Schnittbereich sind herstellungsbedingt.

Abweichungen von der Rechtwinkligkeit und Versatz innerhalb der Feldeinteilungen sind unter Berücksichtigung der Fertigungs- und Einbautoleranzen und des Gesamteindrucks zu beurteilen.

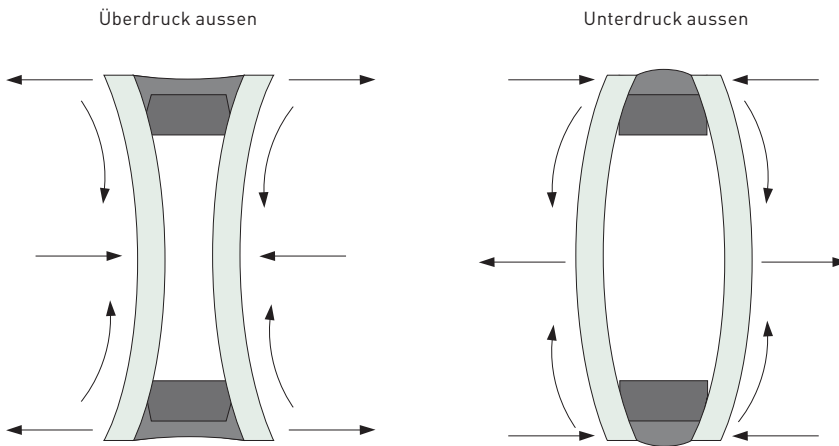
Auswirkungen aus temperaturbedingten Längenänderungen bei Sprossen im Scheibenzwischenraum können grundsätzlich nicht vermieden werden. Ein herstellungsbedingter Sprossenversatz ist nicht komplett vermeidbar.

18.1.5. Interferenzerscheinungen (Brewstersche Ringe, Newtonsche Ringe)

Vereinzelt können an Mehrscheibenisoliergläsern Interferenzerscheinungen auftreten. Dieser Aspekt beruht auf einer gegenseitigen Beeinflussung der Lichtstrahlen und der exakten Planparallelität der Floatglasscheiben, die Voraussetzung für eine verzerrungsfreie Durchsicht ist. Interferenzen bestehen aus mehr oder minder starken Ringen, Streifen oder Flecken, die in den Spektralfarben sichtbar werden. Sie verlagern sich durch einfachen Fingerdruck auf die Scheibenoberfläche. Interferenzerscheinungen beeinträchtigen in keiner Weise die Durchsicht oder gar die Funktion des Isolierglases, sie sind eine physikalische Gegebenheit und können daher nicht Gegenstand einer Mängelrüge sein. Durch Drehen oder leichte Veränderung des Neigungswinkels des Isolierglases können Interferenzen in gewissen Fällen zum Verschwinden gebracht werden.



18.1.6. Isolierglaseffekt (Doppelscheibeneffekt)



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 zur Zeit 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.

Der Umfang der Verformungen hängt von der Steifigkeit und der Grösse der Glasscheiben sowie von der Breite des Scheibenzwischenraumes ab. Kleine Scheibenabmessungen, dicke Gläser und/oder kleine Scheibenzwischenräume reduzieren diese Verformungen erheblich.

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.

18.1.7. Anisotropien (Irisation)

Anisotropien sind ein physikalischer Effekt bei wärmebehandelten Gläsern. Durch das Vorspannen werden im Querschnitt des Glases unterschiedliche Spannungen eingebracht. Diese Spannungsfelder rufen eine Doppelbrechung im Glas hervor, die in polarisiertem Licht sichtbar ist. Wenn thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas in polarisiertem Licht betrachtet wird, werden die Spannungsfelder als farbige Zonen sichtbar, die auch als „Polarisationsfelder“ oder „Leoparden-Flecken“ (Abblasringe) bekannt sind.

Polarisiertes Licht ist in normalem Tageslicht vorhanden. Die Grösse der Polarisation ist abhängig vom Wetter und vom Sonnenstand. Die Doppelbrechung macht sich unter einem streifenden Blickwinkel oder durch polarisierte Brillen stärker bemerkbar.

18.2. Kondensatbildung

18.2.1. Kondensation auf Scheiben-Aussenflächen (Tauwasserbildung)

Kondensat (Tauwasser) kann sich auf den äusseren Glasoberflächen dann bilden, wenn die Glasoberfläche kälter ist als die angrenzende Luft und gleichzeitig eine hohe Luftfeuchtigkeit herrscht (Beispiel: 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.

Durch die höhere Wärmedämmung moderner Isoliergläser erwärmt sich die äussere Scheibe nur geringfügig, da wenig Energie von innen nach aussen geführt wird. Bei tiefen Nachttemperaturen kühlt sich die äussere Scheibe zusätzlich ab und kann bei hoher Luftfeuchtigkeit ausseren beschlagen. Besonders wirksam kann Kondensat auf der Aussenseite der Verglasung mit SILVERSTAR FREE VISION T verhindert werden. (Siehe Kapitel 12.6.1.)

18.2.2. Kondensat raumseitig

Die Kondensatbildung auf der raumseitigen Scheibenoberfläche wird bei Behinderung der Luftzirkulation, z. B. durch tiefe Leibungen, Vorhänge, Blumentöpfe, Blumenkästen, innen angebrachte Sonnenschutzelemente, schlechte Bauaustrocknung, tiefe Raumtemperaturen sowie durch ungünstige Anordnung der Heizkörper und mangelnde Lüftung gefördert.

Tauwasser bildet sich, wenn die Innenfeuchtigkeit (relative Luftfeuchte innen) hoch und die Lufttemperatur höher als die Temperatur der Scheibenoberfläche ist.

Durch kurzes häufiges Lüften kann das Ansteigen der Luftfeuchtigkeit verhindert werden.

Mit dem Einsatz von Wärmedämm-Isoliergläsern kommt Kondensatbildung auf der raumseitigen Oberfläche unter normalen Bedingungen nur noch äusserst selten, allenfalls im Randbereich, vor.

Kondensat im Randbereich

Durch den Randverbund entsteht im Randbereich des Isolierglases eine Zone mit geringerer Wärmedämmung und damit tieferen Oberflächentemperaturen und entsprechender Kondensatgefährdung. Mit wärmedämmenden Abstandhaltern wie sie z. B. beim ACSplus Randverbund zur Anwendung kommen, kann diese Problemzone praktisch eliminiert werden.

18.2.3. Taupunktbestimmung

Das Beschlagen der raumseitigen Scheibe hängt von der Aussen- und Innentemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und dem Wärmedämmwert der Verglasung ab. Die nachfolgende Tabelle zeigt in Abhängigkeit der Lufttemperaturen und der relativen Luftfeuchtigkeit, die kritischen Oberflächentemperaturen auf, bei denen Kondensat auf der inneren Oberfläche entstehen kann.

Taupunkttemperatur in Abhängigkeit von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte

Lufttemperatur in °C	Taupunkttemperatur in °C bei einer relativen Luftfeuchte von													
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

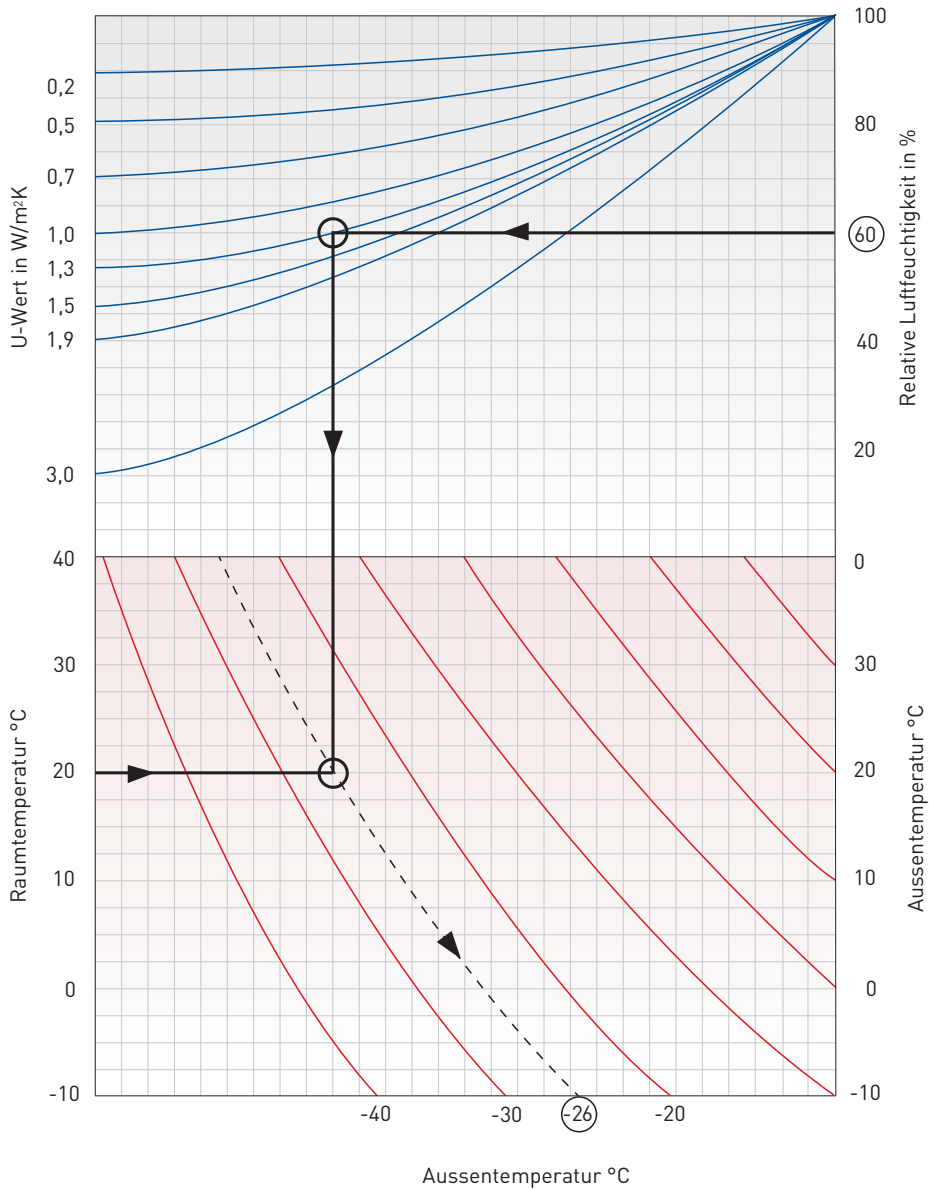
Näherungsweise darf geradlinig interpoliert werden

Quelle: DIN 4108-3, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 3

Bei den Normklimabedingungen von 20 °C Temperatur und 50 % relativer Raumluftfeuchte beträgt die Taupunkttemperatur 9,3 °C. Sind die Oberflächen wärmer, ist kein Kondensat zu erwarten.

Taupunktdiagramm

Dem nachfolgenden Diagramm kann die kritische Aussentemperatur, in Abhängigkeit der Raumtemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und des U-Wertes der Verglasung entnommen werden, bei der Kondensat auf der inneren Oberfläche anfällt.



Beispiel: Relative Luftfeuchtigkeit 60%; U-Wert Verglasung 1,3 W/m²K; Raumtemperatur 20 °C; Kondensat tritt bei einer Aussentemperatur von -26 °C auf.

18.2.4. Benetzbarkeit von Glasoberflächen

Verschmutzungen, die durch Handling und Glaszuschnitt entstehen, werden vor dem Zusammenbau der Scheiben gründlich entfernt. In speziell dafür gebauten Waschanlagen wird jede einzelne Scheibe einem aufwändigen Reinigungsprozess unterzogen. Rotierende Bürsten entfernen in getrennten Reinigungszonen, unter Zugabe von kaltem und warmem Wasser, den groben Schmutz von der Scheibe. In einer wiederum getrennten Zone wird die Feinwäsche mit entsalztem (entmineralisiertem) Wasser vorgenommen. Dies zur Vermeidung von Rückständen oder Belägen auf dem Glas. Dieser Waschvorgang bewirkt, dass die Glasoberfläche ausserordentlich sauber, aber auch hochaktiviert wird.



Waschanlage, Produktionshalle Isolierglas, St. Gallen-Winkeln

Das so gereinigte Glas wird nun zu Isolierglas zusammengebaut, ohne dass die dem Scheibenzwischenraum zugewandten Glasflächen nochmals berührt werden. Vakuumsauger, Rollen, Dichtstoffreste oder Etiketten verhindern nun unmittelbar nach der Fertigung, dass sich die Glasoberfläche mit Wassermolekülen (Feuchte, Nebel, Regen) der Luft anreichern oder sich Stoffe aus den die Glasoberfläche berührenden Materialien lösen können. So entstehen wegen der veränderten Stofflichkeit unterschiedliche Bereiche, welche sich auf Grund der mikroskopisch veränderten Glasoberfläche durch unterschiedliche Benetzbarkeit zeigen.

Nach erfolgter Reinigung am Bau ist die mikroskopisch veränderte Glasoberfläche nicht erkennbar, Sichtstörungen sind in keiner Art und Weise feststellbar. Sobald sich jedoch auf der Oberfläche ein leichter Niederschlag in Form von nebelartigen kleinen Wasserteilchen bildet (z. B. Kondensation), können Sauger- und Etikettenabdrücke, Silikonspuren, etc. auf Grund der unterschiedlichen Oberflächenspannung vorübergehend sichtbar werden. Diese Erscheinung verschwindet, sobald die Scheibe trocknet. Die unterschiedliche Benetzbarkeit der Glasoberfläche ist physikalisch bedingt und gilt nicht als Reklamationsgrund.

18.3. Glasreinigung

Reinigung der Glasoberfläche

Etwaige Verunreinigungen der Glasoberfläche, bedingt durch Einbau und Verglasung sowie Aufkleber und Distanzplättchen können mit einem weichen Schwamm oder einem Kunststoffspachtel und viel warmer Seifenlauge vorsichtig abgelöst werden. Alkalische Baustoffe wie Zement, Kalkmörtel o. Ä. müssen, solange sie noch nicht abgebunden haben, mit viel Wasser abgespült werden. Das Gleiche gilt für vom Regen auf die Glasfläche gespülte Ausblühungen von Baustoffen. Besonders hartnäckig zu entfernende Verunreinigungen wie z. B. Kleberrückstände, Farb- oder Teerspritzer sollten nur mit geeigneten Lösungsmitteln wie Waschbenzin, Spiritus oder Aceton angelöst und anschliessend gründlich nachgereinigt werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass diese Lösungsmittel keine anderen angrenzenden organischen Bauteile, Dichtungsmaterialien oder den Isolierglas-Randverbund angreifen oder beschädigen können.

ACHTUNG

Niemals Reinigungsmittel mit Scheuer- oder Schürfbestandteilen (abrasive Reinigungsmittel), Rasierklingen, Stahlspachtel oder andere metallische Gegenstände verwenden. Eine Reinigung mit Stahlwolle der Körnung 00 ist zulässig. Reinigungsgegenstand und Flüssigkeit häufig wechseln, um zu vermeiden, dass abgewaschener Schmutz, Staub und Sand wieder auf die Glasfläche gelangen und diese verkratzen können.

Rückstände, bedingt durch das Glätten von Versiegelungsfugen, müssen sofort entfernt werden, da diese in ausgetrocknetem Zustand nahezu nicht mehr zu beseitigen sind.

Bei der Reinigung von Sonnenschutzgläsern, die auf der Witterungsseite beschichtet sind oder bei entspiegelten Schaufensterverglasungen sind die speziellen Reinigungsvorschriften des Herstellers/Lieferanten zu beachten.

Etiketten und Aufkleber

Zur Kennzeichnung unserer Isolierglas-Produkte sind Etiketten zwingend notwendig. Die Entfernung dieser Etiketten hat bei der Grobreinigung der Fenster bauseits zu erfolgen.

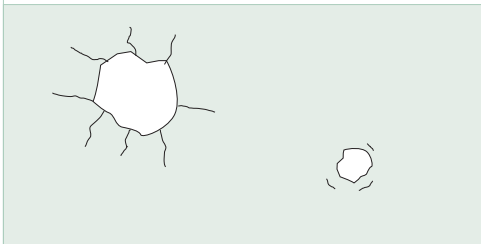
18.4. Beurteilung von Glasbrüchen

Glas als unterkühlte Flüssigkeit ist ein spröder Werkstoff der keine nennenswerte plastische Verformung (wie etwa Stahl) zulässt, sondern beim Überschreiten der Elastizitätsgrenze unmittelbar bricht. Auf Grund der hohen Fertigungsqualität sind im Floatglas praktisch keine Eigenspannungen vorhanden. Glasbruch und so genannte Spannungsrisse sind deshalb ausschliesslich auf äussere mechanische und/oder thermische Einwirkung zurückzuführen und fallen nicht unter die Garantie.

(Es wird deshalb empfohlen, eine Glasbruchversicherung abzuschliessen ab Übergang von Nutzen und Gefahr auf den Besteller bzw. ab fertigem Einsatz der Glaseinheit durch den Abnehmer.)

Typische Bruchbilder für Flachglas

18.4.1. Glasbrüche durch direkten Schlag, Stoss, Wurf oder Schuss



Durch einen harten und kurzen schnellen Aufschlag wird das Sprungbild entweder ein glatt durchgeschlagenes Loch im Glas zeigen oder ein Loch mit strahlenförmigem Einlauf um das Loch herum.

Stossbelastung

18.4.2. Glasbrüche durch Biegebeanspruchung, Druck, Sog, Verspannung und Belastung

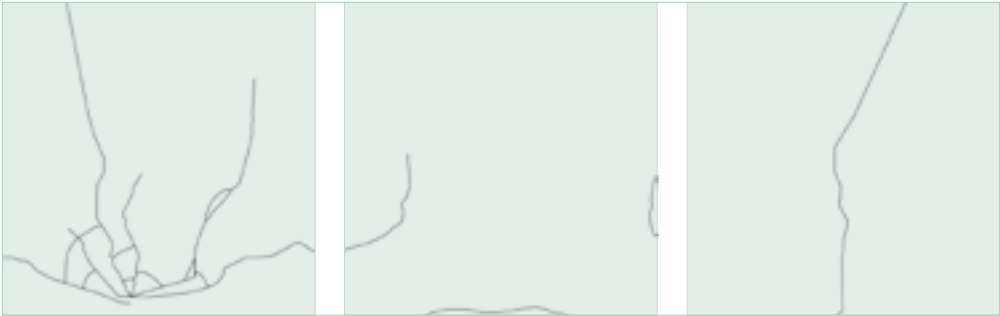
Klemmung oder Verspannung der Scheibe an einer Stelle kann zum Bruch führen. Dies ist daran festzustellen, dass der Sprung von diesen Stellen seinen Ausgang nimmt. Einfache oder durchlaufende Sprünge entstehen meist bei Verwindungen oder Verspannungen.



Sprung von einem Punkt ausgehend



Strahlenförmige Sprünge von einem Punkt ausgehend



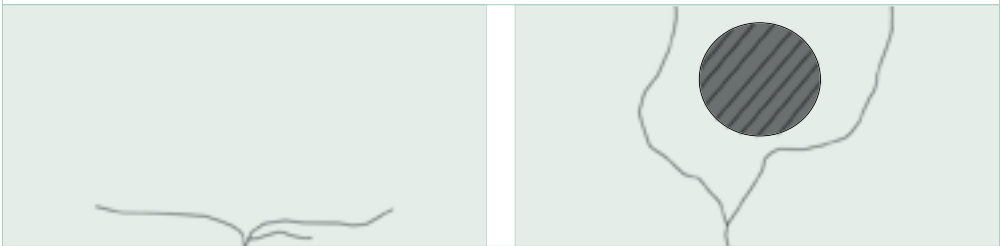
Schlagwirkung

Klemmsprünge, wobei die Scheibe in die Rahmenkonstruktion zu stark eingespannt wurde.

Verspannung oder Verwindung

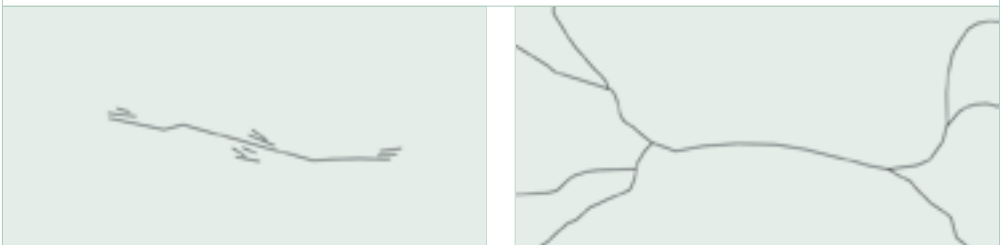
18.4.3. Glasbrüche durch lokale Erwärmung oder Schlagschattenbildung

Bei einer lokalen Erwärmung oder Schlagschattenbildung auf der Scheibenoberfläche wird die Sprungrichtung wiederholt abgelenkt und verläuft unregelmässig.



Verzweigung des Sprungbildes wegen einer lokalen Erwärmung, z.B. durch Heizkörper oder Sonneneinstrahlung, Bemalung oder Folienbeklebung.

Verzweigung durch aufgeklebtes Folienmaterial



Scheibenbruch durch Aus-/Einwölbung des Glases bei Temperatur- und Druckschwankungen im Scheibenzwischenraum, Winddruck, Wasserdruck, etc.

Weitere Informationen finden Sie z. B. im Buch „Glaschäden“ von Ekkehard Wagner (ISBN 978-3-7783-0818-9)

