

Wissenswertes über Isolierverglasungen

Isolierverglasungen gehören zu den funktionalen Elementen eines Gebäudes. Je nach Aufbau und Ausbildung beeinflussen sie das spürbare Raumklima, aber auch die bauphysikalischen Werte. Mehr über die verschiedenen Einflussfaktoren erfahren Sie im Beitrag. Textquelle: Glas Trösch, Bilder: Glas Trösch und Redaktion

Modernes, beschichtetes Mehrscheibenisolierverglasung erfüllt höchste Anforderungen und überzeugt als lichtdurchlässiger Baustoff mit hervorragenden Wärmedämm- und Sonnenschutzigenschaften. Es benötigt eine geringe Einbautiefe und erreicht Spitzenwerte, die den Bedürfnissen und Anforderungen der modernen Architektur gerecht werden. Zum Beispiel beim Wärme-, Sonnen-, Schall- und Brandschutz, dies bei gleichzeitig einwandfreier Sicherheit und hohem Lichteinfall. Ug-Werte von 0,4 W/m²K oder Schalldämmwerte um 50 dB sind heute möglich. Neben dem Höchstmass an Wärmedämmung sind auch Energiegewinne durch passive Sonnenenergienutzung möglich. Isolierglas ist ein durchdachter und lange erforschter Hochleistungsbaustoff.

Isolierglas

Ein modernes Isolierglas ist eine Verglasungseinheit, hergestellt aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die am Rand umlaufend durch einen Abstandhalter voneinander getrennt sind. Der Scheibenzwischenraum wird durch verschiedene Dichtstoffe nach aussen gasdicht abgeschlossen und verbindet die Glasscheiben dauerhaft miteinander. Die umlaufende Doppeldichtung verhindert das Eindringen von Staub und Wasserdampf (Randverbund). Das Prinzip der Isolierglaseinheit beruht auf der Tatsache, dass unbewegte Luft ein sehr schlechter

Wärmeleiter ist. Somit bildet das zwischen den Scheiben eingeschlossene Luftpolster eine gute Wärmeisolierschicht.

Scheibenzwischenraum (SZR)

Der Scheibenzwischenraum ist gefüllt mit einem Wärmedämmgas (Argon oder Krypton = Edelgase) oder mit trockener Luft und nach aussen hermetisch abgeschlossen. Um zu vermeiden, dass sich im SZR Kondenswasser an der kalten Aussenscheibe bildet, muss die eingeschlossene Gas- oder Luftfüllung trocken sein. Dies erreicht man mit einem hygroskopischen Entfeuchtungsmittel, das im Abstandhalter integriert ist und dem SZR die Feuchtigkeit entzieht. Beim Zusammenbau der Isolierglaseinheit herrscht im SZR der am Fertigungsort vorhandene Luftdruck.

Scheibenabstand

Je nach Scheibenabstand ergeben sich verschiedene Werte für den Wärmedurchlasswiderstand der Gas- oder Luftschicht im SZR. Der Maximalwert mit Luft wird bei ca. 15 mm erreicht. Hier liegt das Optimum zwischen Wärmeleitung, die mit grösserem SZR abnimmt, und Konvektion (= Luftbewegung, Energiefluss), die mit grösserem Abstand zunimmt und die Wärmedämmung wieder verschlechtert. Das Optimum bei Argon beträgt ca. 16 mm und bei Krypton ca. 10 mm.

Randverbund

Der Randverbund soll die Glasscheiben dauerhaft verbinden und eine dampfdichte Sperre bilden, die auf viele Jahre eine Nachdiffusion von Wasserdampf verhindern muss.

Er soll ausserdem natürliche Volumenänderungen der Luft im SZR durch Kälte und Wärme elastisch ausgleichen und über die Zeit beständig sein gegen chemische Einwirkungen aus der Atmosphäre und gegen Licht, insbesondere UV-Strahlen.

Wärmedämmbeschichtung (Silverstar)

Die Glasscheiben sind gegen die Scheibenzwischenräume mit lichtdurchlässigen, wärmereflektierenden Schichten veredelt. Sie werden mittels Magnetron-Verfahren aufgetragen und bestehen aus mehreren dünnsten Metall- oder Metalloxidschichten im Nanobereich.

Glasfalzraum/Fensterrahmen

Zur Erhaltung der Lebensdauer muss der Glasfalzraum zwischen Isolierglas und Fensterrahmen immer ausreichend entlüftet sein, damit der Randverbund nicht durch Dauerfeuchtigkeit zerstört wird.

Energiegewinn und Behaglichkeit

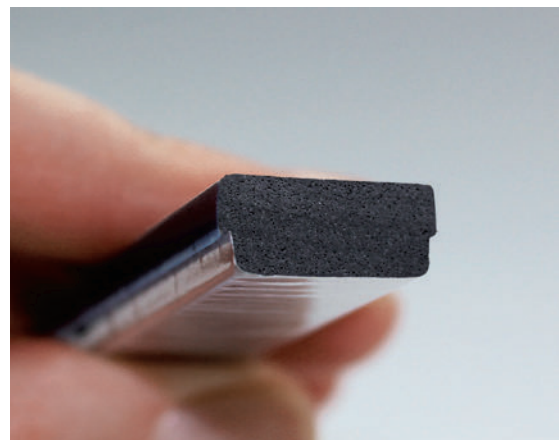
Das Wärmedämmglas ist ein Isolierglas, das die Wärme möglichst im Raum zurückhalten soll. Die wichtigsten Beurteilungs-



Eine passive Sonnenenergienutzung wird mit einem hohen g-Wert erreicht.



Kondensatbildung im Randbereich



ACSplus schwarz, Querschnitt



Je tiefer der Ug-Wert, desto geringer der Wärmeverlust des Glases und somit der Energieverbrauch.

kriterien beim Wärmedämmglas sind der Wärmedurchgangskoeffizient (Ug-Wert) und der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert).

Um eine wirksame Wärmedämmung bieten zu können, muss ein Glas einen möglichst tiefen Ug-Wert aufweisen. Je tiefer der Ug-Wert, desto geringer der Wärmeverlust des Glases und somit der Energieverbrauch.

Solare Wärmegewinne

Ein zusätzlicher Nutzen, nämlich die passive Sonnenenergienutzung, kann mit einem hohen g-Wert erreicht werden. Der g-Wert gibt an, wie viel Energie von der auftreffenden Sonnenstrahlung durch die Verglasung ins Rauminnere gelangt. Je höher der g-Wert, desto grösser ist der Energiegewinn - desto stärker aber auch die Aufheizung. Entsprechend braucht es einen wirksamen Sonnenschutz im Sommer.

Die Sonnenenergiegewinne durch die Verglasung sind in der Heizenergiebilanz von Gebäuden ein sehr bestimmender Faktor. Oft sind sie grösser als die gesamten Lüftungswärmeverluste und können auch bei nicht besonders optimierten Wohnbauten ohne weiteres mehr als die Hälfte des verbleibenden Heizwärmebedarfs ausmachen. Bei Minergie-Bauten kann es sogar deutlich mehr als der verbleibende Heizwärmebedarf sein (dieser wäre also ohne Sonnenenergiegewinne mehr als doppelt so hoch).

Bei entsprechendem Konzept und Temperaturregelung ist der Ausnutzungsgrad in den Wintermonaten besonders hoch, da es kaum Situationen gibt, in denen die Wärme wegen Überhitzung nicht genutzt werden könnte. Die nutzbare Sonneneinstrahlung beträgt in unseren Breitengraden ca. 600-800 W/m².

Thermische Behaglichkeit

Bei konventionellen Isoliergläsern sind in Fensternähe Kältezonnen zu verspüren. Ein unangenehm kalter Luftzug macht sich bemerkbar. Nicht so beim Wärmedämm-Isolierglas Silverstar. Durch die ausserordentlich gute Wärmedämmung werden die unangenehmen Luftströme weitgehend vermieden.

Die Oberflächentemperatur der raumseitigen Fensterscheibe gleicht sich weitgehend an die Raumtemperatur an. Kaltluftströme, die sich als Zugscheinungen bemerkbar machen, treten praktisch nicht auf, die Behaglichkeit wird gesteigert. Ebenfalls wird die Kondensatbildung im Randbereich der Scheibe stark vermindert.

Kriterien der Behaglichkeit (SIA 180)

Für die Behaglichkeit ist die empfundene Temperatur massgebend, unter der Berücksichtigung >



ACSPplus schwarz (mattschwarz)



ACSPplus grau (mattgrau)



ACSPplus weiss (mattweiss)

ENERGIE UND GLAS

> sichtigung der Einflussfaktoren des Raumes und des Menschen:

- Raumlufttemperatur
- Oberflächentemperaturen
- Luftbewegung
- Relative Raumluftfeuchte
- Tätigkeit und Bekleidung des Menschen.

Isolierglas Randverbundsystem

Dank hochwirksamen Silverstar-Beschichtungen verfügen moderne Isoliergläser über eine sehr gute Wärmedämmung. Da der Wärmedämmwert für das gesamte Fenster maßgeblich vom Isolierglas-Ug-Wert bestimmt wird, resultieren damit entscheidende Verbesserungen für das gesamte Fenstersystem. Zudem kann heute eine Kondenswasserbildung auf der raumseitigen Glasoberfläche auch bei extremen Bedingungen praktisch ausgeschlossen werden. Im Randbereich wird das Wärmedämmverhalten nicht von den Beschichtungen, sondern vor allem von der Konstruktion des so genannten Randverbunds beeinflusst. Das heisst: Im Randbereich ist die Wärmedämmung weniger wirksam. Die Folge davon sind tiefere Temperaturen an der inneren Oberfläche der Verglasung. In Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit kann es daher bei kaltem Winterwetter zeitweilig zu Kondensatbildung im Randbereich kommen.

ACS-Randverbund

Bereits vor einigen Jahren hat Glas Trösch mit dem ACS-Randverbund ein System auf den Markt gebracht, das die Wärmedämmung im Randbereich wesentlich verbessert und so dem Wunsch nach weitgehender Kondensatfreiheit auch in den Randzonen nachkommt.

ACSplus-Randverbund

ACS bedeutet «Anti Condensation System» und beschreibt die technische Funktion. Das Randverbundsystem sorgt für verbesserte Wärmedämmung und hat zur Aufgabe, Kondensaterscheinungen im Randbereich zu minimieren. Und genau damit werden Hygiene und Ästhetik erheblich verbessert. ACSplus optimiert aber auch die Wärmedämmung des Fensters und hilft damit, wertvolle Heizenergie zu sparen.

Durch seine besondere Beschaffenheit nimmt ACSplus die Bewegungen des Isolierglases in sich auf und belastet somit weniger das Dichtsystem des Randverbundes als herkömmliche Abstandhalter. Dies ist auch von entscheidender Bedeutung für eine hohe Lebensdauer des Isolierglases. Der Einbau von Silverstar-Isolierglas mit ACSplus bringt in jedem Fall Vorteile und kann daher für jede Art von Fenster empfohlen werden.

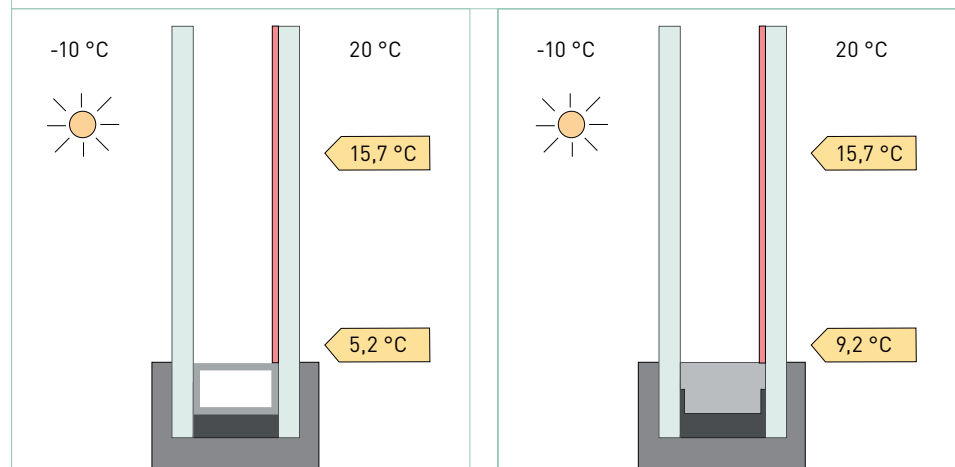
Was ist eine Wärmebrücke?

Als Wärmebrücken werden Schwachstellen in der Aussenhülle eines Gebäudes bezeichnet. Sie führen zu einem erhöhten Wärmeverlust und zu tieferen Oberflächentemperaturen auf der Raumseite und damit zur Gefahr der Bildung von Tauwasser und Schimmelpilzen.

Der Isolierglas-Randverbund stellt im Hinblick auf die zunehmende Verbesserung der

Die entscheidende Verbesserung mit ACSplus

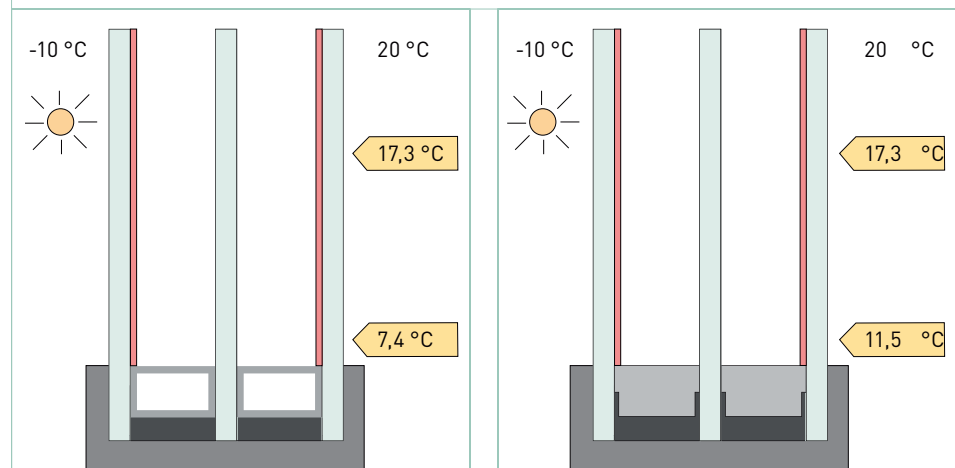
Beispiel: 2fach-Verglasung (Aufbau 4-16-4):
Holzfenster ($U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
mit Isolierglas SILVERSTAR ($U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$)



mit Aluminium-Abstandhalter

mit ACSplus Abstandhalter

Beispiel: 3fach-Verglasung (Aufbau 4-12-4-12-4):
Holzfenster ($U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
mit Isolierglas SILVERSTAR ($U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)



mit Aluminium-Abstandhalter

mit ACSplus Abstandhalter

Beispiel: 2fach-Verglasung (Aufbau 4-16-4)

Fenster ($U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
mit Isolierglas Silverstar ($U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$)
mit Aluminium-Abstandhalter
mit ACSplus-Abstandhalter

Beispiel: 3fach-Verglasung (Aufbau 4-12-4-12-4):

Fenster ($U_f = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
mit Isolierglas Silverstar ($U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)
mit Aluminium-Abstandhalter
mit ACSplus-Abstandhalter

ACSplus = verbesserte Wärmedämmung im Randbereich des Isolierglases = höhere Oberflächentemperaturen entlang des Fensterrahmens.

Beispiel Fenster mit Aluminium-Abstandhalter		
Bestandteil Fenster	Material	U-Wert / Psi-Wert
Fensterrahmen	Holz/Metall	1,4 W/m ² K
Verglasung	3fach-Isolierglas	0,5 W/m ² K
Abstandhalter	Aluminium	0,097 W/m ² K
U-Wert gesamtes Fenster (U _w)		1,07 W/m ² K

Beispiel Fenster mit Abstandhalter ACSplus		
Bestandteil Fenster	Material	U-Wert / Psi-Wert
Fensterrahmen	Holz/Metall	1,4 W/m ² K
Verglasung	Silverstar E 4-4	0,5 W/m ² K
Abstandhalter	ACSplus	0,035W/m ² K
U-Wert gesamtes Fenster (U _w)		0,84 W/m ² K
Verbesserung des Fenster U-Wertes (U) durch ACSplus 21,5 %		

Ug-Werte von Isolierglas eine Wärmebrücke von beachtlicher Länge dar. Der Ug-Wert der Glasfläche wird dadurch im Randbereich der Scheibe nicht erreicht.

Folgen für das Fenster

Beim Fenster entsteht eine typische Wärmebrücke im Randbereich beim Übergang zwischen Rahmen und Verglasung. Die dadurch entstehenden tieferen Oberflächentemperaturen können in diesem Bereich zeitweilig zu Kondensat führen. Die Wärmebrücke vermindert jedoch auch die Wärmedämmung des Fensters insgesamt. Mit dem wärmedämmenden Randverbund ACSplus kann die Kondensatanfälligkeit auf ein Minimum reduziert und die Wärmedämmung des Fensters als ganzes Element wesentlich verbessert werden.

Linearer Wärmedurchgangskoeffizient

Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient ψ_g berücksichtigt den erhöhten Wärmedurchgang durch den Isolierglas-Randverbund und den

Glasfalzbereich des Rahmens. Die Verbesserung des U-Wertes für das gesamte Fenster durch ACSplus hängt von der Geometrie des Fensters ab. Der Wärmedurchgangskoeffizient wird nach SIA 380/1 errechnet.

Psi-Werte-Tabellen

Zur Berechnung des thermischen Wertes U_w (Fenster und Glas), ist der lineare Psi-Wert ein Faktor, der mitzuberücksichtigen ist. Er ist von Isolierglasabstandhaltertyp und Fensterrahmentyp abhängig. Der Psi-Wert wird ebenfalls dadurch beeinflusst, ob es sich um 2fach- oder 3fach- Isolierglas handelt. Bei der thermischen Berechnung hat der Isolierglasabstandhalter eine wesentliche Bedeutung, besonders bei grossem Rahmenanteil.

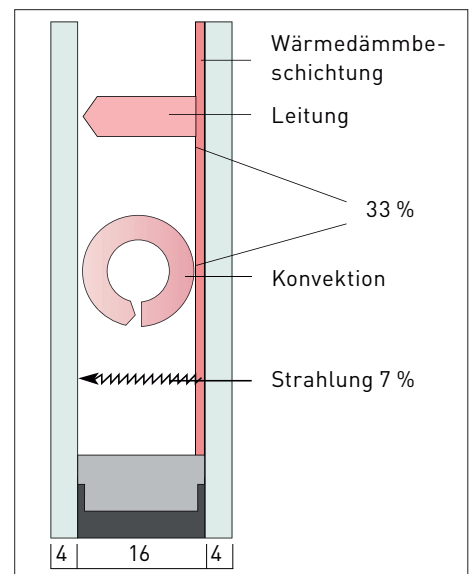
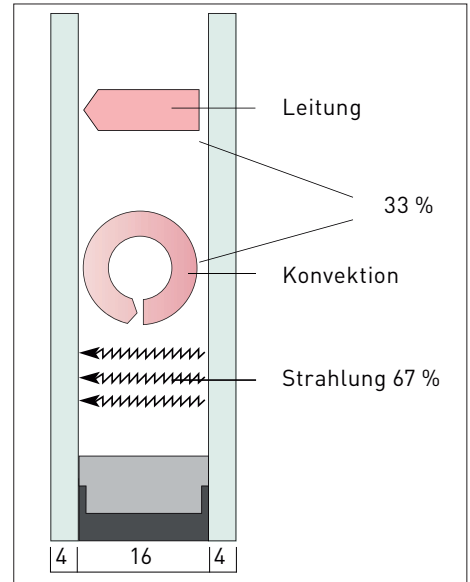
Der U-Wert nach SN EN 674/673

Der Wärmedurchgangskoeffizient gibt die Wärmemenge an, die pro Zeiteinheit durch 1 m² eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied der angrenzenden Raum- und Aussenluft von >

Übersicht Psi-Werte bei Fenstern				
Aluminium	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
2fach-Isolierglas	0,111	0,077	0,081	0,092
3fach-Isolierglas	0,111	0,075	0,086	0,097
ACS				
Edelstahl	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
2fach-Isolierglas	0,067	0,051	0,052	0,058
3fach-Isolierglas	0,063	0,048	0,052	0,057
ACS+				
Edelstahl/ Kunststoff	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
2fach-Isolierglas	0,051	0,041	0,041	0,045
3fach-Isolierglas	0,045	0,038	0,040	0,043
ACSplus				
Silikonmatrix	Metall mit thermischer Trennung	Kunststoff	Holz	Holz/Metall
2fach-Isolierglas	0,036	0,032	0,031	0,033
3fach-Isolierglas	0,031	0,030	0,029	0,030

Psi-Werte, in Abhängigkeit von Abstandhaltertyp und Fensterrahmentyp (Quelle: ift Rosenheim)

Energieaustausch bei Isolierglas ohne und mit Wärmedämmbeschichtung



Der Ug-Wert in Abhängigkeit von Scheibenzwischenraum (SZR) und Gasfüllung, Füllgrad 90%, berechnet nach EN 673 am Beispiel des 3fach-Isolierglases Silverstar E4 E = 0,01.

Ug-Wert	Scheibenzwischenraum bei:		
	Luft	Argon	Krypton
0,4 W/m²K			2 × 12 mm
0,5 W/m²K		2 × 16 mm	2 × 10 mm
0,6 W/m²K		2 × 14 mm	
0,7 W/m²K	2 × 16 mm	2 × 12 mm	
0,8 W/m²K	2 × 14 mm	2 × 10 mm	

> 1 K hindurchgeht. Je kleiner der U-Wert, desto besser also die Wärmedämmung. Die Masseinheit ist W/m²K. Der U-Wert der Verglasung wird nach SN EN 674 mit dem Plattengerät gemessen oder nach SN EN 673 berechnet.

Isolierglas und U-Wert

Der Energieaustausch durch das Isolierglas erfolgt hauptsächlich in Form langwelliger infraroter Strahlung. Die Energie wird von der Raumluft an die innere Scheibe abgegeben. Dadurch erwärmt sich die raumseitige Scheibe einer Isolierverglasung. Durch Leitung, Konvektion und zum grössten Teil durch Strahlung wird die Energie von der inneren zur äusseren Scheibe transportiert. Diese gibt ihrerseits Energie durch Leitung, Abstrahlung und Konvektion an die Aussenluft ab. Bei einer konventionellen 2fach-Isolierverglasung beträgt der Energieaustausch 33% durch Wärmeleitung und Konvektion, 67% durch Strahlung. ■