

Passivhausfenster – Aufbau und Funktionsweise

Inhaltsverzeichnis

Passivhausfenster – Aufbau und Funktionsweise	1
Das Kastenfenster.....	2
Verbundfenster	2
Passivhausfenster - Aufbau	3
U-Wert auf.....	3
Warum beträgt der Uw-Wert für Passivhausfenster gerade 0,8 W/m ² ·K?	3
Behaglichkeitskriterium.....	4
Thermische Behaglichkeit	4
Fanger'sche Behaglichkeitsgleichung.....	4
Vorteile Passivhausfenster	4
Wärmeschutzverglasung	5
Passivhausfenster – auch für den Altbau geeignet	6

In den vergangenen Jahren haben sich Fenster grundlegend verändert. Der Aufbau und die verwendeten Materialien haben sich stetig verbessert. Man hat erkannt, dass das Fenster das schwächste Element in der Mauer ist. Der Wärmedämmwert der Fenster hat sich in den letzten 30 Jahren sogar um den Faktor 8 verbessert.

Nicht nur der Rahmen, sondern auch der Aufbau der Scheibe und die Verglasung selbst sind revolutioniert worden.

Wenn wir uns allein die Verglasung genauer betrachten, fällt auf wie sehr sich die Wärmedämmung verändert hat.

Verglasung	1-Scheiben-Verglasung	2-fach Isolier-Verglasung	2-fach Wärmeschutz-Verglasung	3-fach Wärmeschutz-Verglasung
Ug-Wert (W/m²K)	5,60	2,80	1,20	0,65
Ob. Temperatur	-1,8°C	9,1°C	15,3°C	17,5°C
g-Wert	0,92	0,80	0,62	0,48

Quelle: Passivhaus Institut

Wobei die Verglasungen, die in unseren Passivhausfenstern verbaut werden, mittlerweile einen Ug-Wert von 0,5 W/m²K aufweisen.

Der U-Wert ist dabei die Maßeinheit für den Wärmeverlustkoeffizienten. Früher wurde dieser als K-Wert angegeben. Der U-Wert ist wesentlich genauer als der K-Wert und wird aus dem U-Wert der

Verglasung (Ug-Wert) sowie dem U-Wert des Rahmens (Uf-Wert) errechnet. Zusammen ergibt das den Gesamt-U-Wert des ganzen Fensters (Uw-Wert). Die Kürzel hinter dem U stehen für: g = glazing, f=frame und w=window.

Je kleiner dabei der angegebene Wert ist, umso besser ist die Wärmedämmung der jeweiligen Komponente.

Ehe wir Ihnen das moderne Passivhausfenster näher bringen möchten, zeigen wir Ihnen welche Fenster es in den vergangenen Jahren gegeben hat. Vielleicht haben Sie selbst zuhause noch ein altes Kastenfenster verbaut oder eine Verbundfenster. Wir zeigen Ihnen wie man es besser macht und vor allem wie viel Energie Sie sparen können.

Das Kastenfenster



Das Kastenfenster war früher (1900 - 1950) das Nonplusultra. Zwei Fenster wurden in eine Art Kastensystem hintereinander in die Wandöffnung gebaut. Wobei jedes der einzelnen Fenster mit nur einer Verglasung ausgerüstet war. Die Kastenfenster waren aus Holz gefertigt. Einen anderen Werkstoff kannte man zu jener Zeit noch nicht.

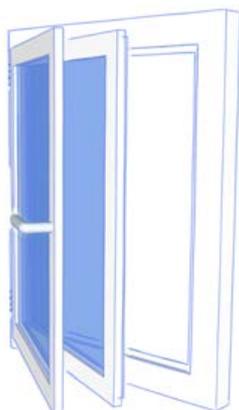
Beim Kastenfenster gab es zwei verschiedene Varianten. Je nachdem wie sich die äußeren und inneren Flügel öffnen ließen:

- Beide Flügel gehen nach innen auf → Wiener Kastenfenster oder auch Altberliner Fenster genannt.
- Äußerer und innerer Flügel können gegenläufig geöffnet werden → Grazer Fenster (Grazer Stockfenster) oder auch Hamburger Fenster genannt.

Sehr beliebt war dabei auch das Winterfenster. Hier wurde das äußere Fenster nur im Winter auf der Außenseite eingehängt.

Kastenfenster werden immer noch in Altbauten eingesetzt, wo eine historische Sanierung gefordert wird. Der Nachteil von Kastenfenster wird erst auf den zweiten Blick sichtbar. Durch den großen Abstand der einzelnen Scheiben zueinander, erwärmt sich die Luft auf der inneren Scheibe, steigt also auf, und auf der äußeren Scheibe kühlt sie sich wieder ab. Hier fällt die Luft nach unten. Dadurch entsteht eine Konvektion innerhalb des Kastens. Diese Konvektion hilft dabei die Wärme von der inneren Scheibe auf die äußere Scheibe zu übertragen. Das bedeutet, dass hier Wärmeverluste durch die Konvektion entstehen.

Verbundfenster



Nach dem Kastenfenster wurde das Verbundfenster entwickelt. Es wurde von 1950 bis ca. 1970 eingesetzt. Zwei einzelne Scheiben, die jeweils in einem eigenen Flügel gefasst wurden, fügte man zu einem kompletten Flügel zusammen. Die einzelnen Flügel ließen sich zum Reinigen öffnen.

Die Konvektion innerhalb der Scheiben und somit die Wärmeleitung wurde um einiges herabgesetzt. Der Uw-Wert dieser Fenster betrug ca. $2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

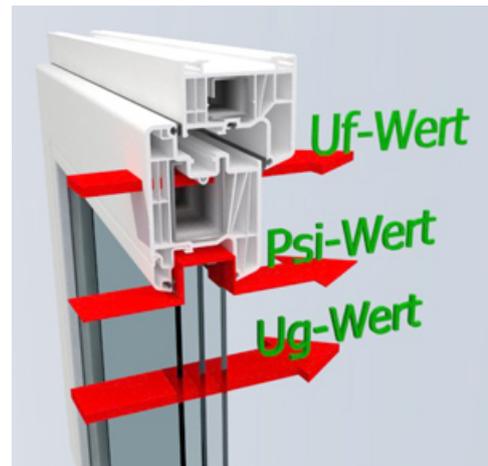
Doch die Entwicklung ging weiter. 1954 wurde das erste Kunststofffenster entwickelt. Auch die Entwicklung der Verglasung blieb nicht stehen.

Passivhausfenster - Aufbau

Passivhausfenster müssen gewisse Vorgaben erfüllen. Zum einen ist der U-Wert der wichtigste Kennwert. Erst, wenn ein Fenster einen U_w -Wert von $0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ oder besser aufweisen kann, darf dieses Fenster als Passivhausfenster bezeichnet werden.

Doch was hat es mit diesem U-Wert auf?

Wie viel Wärme ein Material durchlässt kann gemessen werden. Man misst dabei wie viel Energie durch einen Quadratmeter bei einer bestimmten Temperatur geleitet wird. Die Einheit ist hierfür $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$. Der U-Wert wird auch als Wärmedurchgangskoeffizient bezeichnet. Beim Fenster werden hierfür, die bereits in der Einleitung beschriebenen U-Werte des Rahmens (U_f) und der Verglasung (U_g) zu einem Gesamtwert U_w zusammengefasst. Er bezieht sich immer auf eine feste Fenstergröße. Das bedeutet, dass sich der angegebene U_w -Wert immer auf eine Normgröße eines einflügeligen Fensters mit den Maßen von $1230\text{mm} \times 1480\text{mm}$ bezieht. Dieses Standardmaß ist übrigens in der Norm DIN EN 14351-1 festgelegt. Man hat diese Prüfgröße definiert, damit U-Werte der verschiedenen Fenstertypen und Bauformen der vielen Fensterhersteller vergleichbar sind.



Der tatsächliche U_w -Wert kann natürlich vom Prüfwert Wert abweichen. Er muss direkt beim Hersteller erfragt werden. Nur er kann aus der verwendeten Verglasung, dem Aufbau des Profils und der Fenstergröße den realen U_w -Wert berechnen.

Der Gesamt- U_w -Wert errechnet sich aus:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_w}$$

- A_g = Glasfläche (tatsächlich sichtbare Fläche) in m^2
- U_g = U-Wert der Verglasung
- U_f = U-Wert des Rahmens
- A_f = Fläche des Rahmens in m^2
- l_g = Umfang der Verglasung (Länge des Glasrandes)
- ψ_g = Wärmebrückenverlustkoeffizient des Glasrandes

Achtung: Die Berechnung des U_w -Wertes nach der obigen Formel gilt nicht für Verbundfenster oder Kastenfenster. Sie wird nach der DIN EN ISO 10777 berechnet.

Warum beträgt der U_w -Wert für Passivhausfenster gerade $0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$?

Passivhausfenster müssen das Behaglichkeitskriterium besitzen. Das bedeutet, dass das Umgebungsklima im Raum den Erwartungen entspricht. Dazu spielen noch weitere Faktoren eine Rolle, die wir Ihnen gerne später erklären. Grundsätzlich soll dabei die mittlere Oberflächentemperatur der inneren Fensteroberfläche in kalten Wintertagen nicht unter 3° der Raumtemperatur sinken. Davon lässt sich wiederum der effektivste U_w -Wert herleiten und das für

jede beliebige Klimaregion. In Mitteleuropa wird die mittlere Auslegungstemperatur mit -10°C angegeben. Hieraus berechnet sich wieder der effektivste U_w -Wert von $0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Unser Kunststofffenster Novo-Royal besitzt die besten Voraussetzungen für ein Passivhausfenster. Das Profil des Rahmens sowie des Fensterflügels verfügt über eine Bautiefe von 84mm. Außerdem besitzt das Profil 6-Kammern sowie eine zusätzliche 3. Mitteldichtung, die bereits in der Standardausführung mit beinhaltet ist. Weiter ist dieses Passivhausfenster mit einer Dreifachverglasung ausgestattet, die einen U_g -Wert von $0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ aufweist. Sie selbst können mit Hilfe unseres Fensterkonfigurators ganz nach Ihren Wünschen einen anderen Glasabstandhalter auswählen. So lässt sich der U_w -Wert nochmals verbessern. Ausgestattet mit dem Swiss-Spacer-V sinkt der U_w -Wert auf $0,72 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Somit ist das Fenster Novo-Royal nochmals um stolze 10% besser als es für Passivhausfenster gefordert ist.

Behaglichkeitskriterium – welchen Nutzen habe ich davon?

Ein jedes Passivhausfenster muss das thermische Behaglichkeitskriterium besitzen.

Thermische Behaglichkeit

In den 70er Jahren wurde vom dänischen Forscher Povl Ole Fanger die thermische Behaglichkeit erforscht. Die thermische Behaglichkeit stellt sich ein, wenn sich der Mensch wohl fühlt. Die Wärmeabgabe des menschlichen Körpers ist im Einklang mit seiner Wärmeproduktion. Daraus hat Fanger die Fanger'sche Behaglichkeitsgleichung aufgestellt.

Fanger'sche Behaglichkeitsgleichung

Verschiedene messbare Faktoren wurden dabei berücksichtigt:

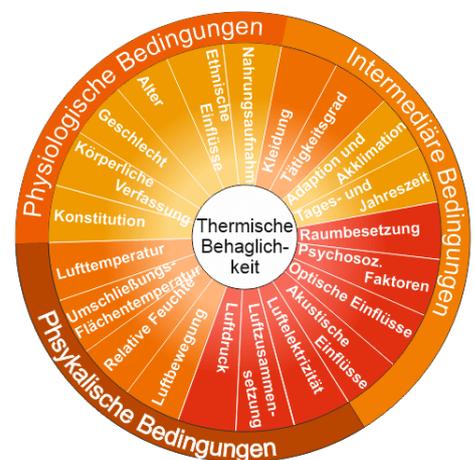
- Körperliche Tätigkeit
- Bekleidung
- Raumlufttemperatur
- Luftfeuchte

Hier darf die Schwüle in Abhängigkeit zur Lufttemperatur nicht überschritten werden.

- Luftgeschwindigkeit

Es darf keine Zugluft geben. Die Luftgeschwindigkeit muss dabei unter $0,08 \text{ m/s}$ liegen.

- Oberflächentemperatur der Raumumschließungsflächen (Strahlungstemperatur)

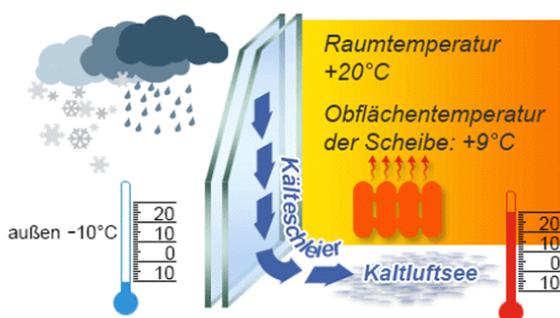


- Primäre und dominierende Einflüsse
- Zusätzliche Faktoren
- Sekundäre und vermutete Faktoren

Die thermische Behaglichkeit ist mitunter in der DIN EN ISO 7730 definiert. Angegeben wird sie als PMV (Predicted Mean Vote => erwartete durchschnittliche Empfindung). PMV gibt den subjektiven Grad der Unbehaglichkeit bzw. Behaglichkeit einer größeren Menschengruppe an.

Mittlerweile ist der PMV-Index auch mit speziellen Programmen berechenbar.

Vorteile Passivhausfenster



Bei herkömmlichen Isolierglasscheiben entstehen oft Kaltluftseen. Schuld daran ist die Dämmung der Isolierverglasung. Die Oberflächentemperatur ist nicht homogen. Die Luft im Raum kühlt sich am Fenster ab und fällt

zu Boden. Der Unterschied der Lufttemperatur am Kopf und am Fuß beträgt zum Beispiel lt. Passivhausinstitut 3°C.

Bislang hat man dem Abfall der Luft mit einem Heizkörper, welches unter das Fenster platziert wurde, entgegengewirkt. Die vom Heizkörper aufgewärmte aufsteigende Luft sollte die vom Fenster abgekühlte abfallende Luft mit nach oben abtransportieren. Das Problem dabei ist, dass sich oft vor den Fenstern Vorhänge sich befinden oder manchmal wir auch aus Platzgründen die Couch direkt vors Fenster gestellt.



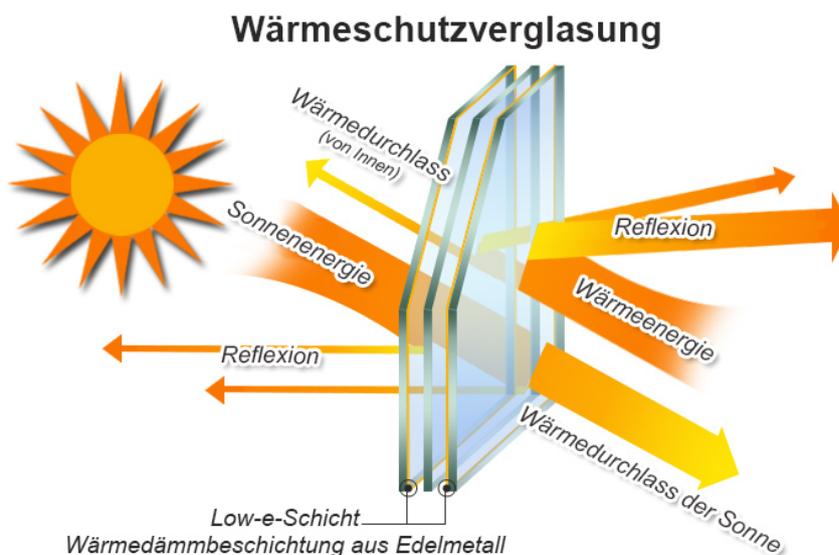
Passivhausfenster besitzen nicht nur eine gewöhnliche 3-fach Verglasung, sondern der Aufbau der einzelnen Scheiben unterscheidet sich von herkömmlichen Iso-Glasscheiben. Die innere und äußere Scheibe besitzt zusätzlich eine Beschichtung. Das macht die Verglasung zum Low-e-Glas (Wärmeschutzverglasung). Dies steht für Low Emissivity-Glas (= niedrige Wärmeabstrahlung). Die aufgebraute Metallschicht ist 100nm dick und fängt die

Wärme buchstäblich ein.

Der Vorteil dabei ist, dass die mittlere Oberflächentemperatur der Scheibe nicht unter 3°C der Raumtemperatur sinkt. Auch, wenn es draußen kalt ist, kann sich die Luft nicht an der Scheibe soweit abkühlen, dass diese zu Boden fällt. Es entstehen somit keine Kaltluftseen. Außerdem kann die Raumluft sich nicht soweit abkühlen, dass diese an der Scheibe kondensiert. Dieser Effekt lässt sich bei herkömmlichen 2fach-Verglasungen oft in den Wintermonaten beobachten.

Wärmeschutzverglasung

Und so funktioniert die Wärmeschutzverglasung:



Die Sonnenstrahlen dringen durch die beschichtete 1. Scheibe. Die kurzwelligen Strahlen können im Gegensatz zu den langwelligen UV-Strahlen die Verglasung ohne Probleme durchdringen. Bis zu 90% der UV-Strahlen werden dabei herausgefiltert.

Treffen die Strahlen im Raum auf Wände, Böden oder andere Gegenstände werden sie hierbei reflektiert und als Wärmestrahlung abgegeben. Diese Strahlung kann die Low-e-Schicht wiederum nicht passieren und wird in den Raum zurückgeschickt.

So nutzen Sie Ihr Fenster indirekt als Heizung und sparen somit Energie.

Passivhausfenster – auch für den Altbau geeignet

Zu den unglaublichsten Sanierungsirrtümern zählt zum Beispiel, dass Passivhausfenster nicht für den Altbau geeignet sind, da diese zu dicht sind. Das ist allerdings schlichtweg falsch. Grundsätzlich ist jedes Fenster dicht. Es wäre ja ein Unding, wenn neue Fenster undicht wären.

Wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass Schimmelpilze durch eine schlechte Wärmedämmung bzw. durch Wärmebrücken entstehen. Deswegen muss auch beim Einbau der Fenster generell beachtet werden, dass die Montage nach den RAL-Richtlinien vorgenommen werden muss. Hierbei gilt der RAL-Montage Leitsatz: Innen dichter als Außen.

Auch das richtige Lüften spielt eine Rolle. Kochen, Duschen oder Wäsche trocknen verursacht eine feuchte Raumluft. Wird nicht ausreichend geheizt und gelüftet begünstigt dies die Schimmelbildung. Dieser Effekt tritt allerdings nicht nur bei Passivhausfenster auf.