

Unsichtbares Versprechen

HEIZGLAS – EFFIZIENTE WÄRME ODER ENERGIEFALLE? Infrarot-Fensterheizungen sind in die Verglasung integriert und nutzen spezielle Zinkoxid-Beschichtungen, um die Glasscheibe zu erwärmen. Ihr Wirkprinzip ist ähnlich der Sonne – Menschen spüren die in den Raum abstrahlende Wärme unmittelbar auf ihrer Haut und der Kleidung, die Luft im Raum wird nur geringfügig konvektiv erwärmt. Wie effizient sind solche Strom-Direktheizungen und ist es sinnvoll, das dünnste und thermisch schwächste Bauteil der Hülle – die Verglasung – zu beheizen? Was spricht für diese Lösung, was dagegen? Claudia Siegele

Die Fenster eines Gebäudes zählen – neben anderen Öffnungen wie Türen und Tore – zu den vielseitigsten Bauteilen eines Gebäudes überhaupt: Sie sorgen nicht nur für Licht und Luft, sondern erlauben auch Aus- und Einblicke, erfüllen Schall- und Brandschutzanforderungen, sie sind entscheidendes Gestaltungselement in der Architektur und bescheren uns bei schönem Wetter passive Solargewinne, die wir besonders im Winter und in den Übergangszeiten als äußerst angenehm hinter den Scheiben empfinden.

Ganz so wie beim Winterurlaub hoch oben in den Bergen, wenn uns bei wolkenlosem Himmel die Sonne trotz Minusgraden und Schnee dazu verführt, die Daunenjacke auszuziehen und ihre wärmenden Strahlen durch die dünne Kleidung oder direkt auf der Haut zu spüren. Nach genau diesem Strahlungsprinzip arbeitet die Infrarotheizung – mit dem kleinen Unterschied, dass es dafür eine Steckdose braucht und uns der irdische Energieversorger am Ende des Monats dafür eine Rechnung schickt.

Genau an dem Punkt – nämlich dem Energiebedarf respektive den dafür anfallenden Kosten und der Frage nach der Effizienz – gehen die Meinungen beim Für und Wider einer Infrarotheizung auseinander. Weil es sich dabei um eine Direktstromheizung mit hohem Primärenergieeinsatz handelt, die vergleichsweise hohe Betriebskosten verursacht und die verfügbare Umweltenergie wie Luft oder Erdwärme außer Acht lässt.

Hinzu kommt bei einer Fensterheizung die Kritik, warum ausgerechnet dem thermisch schwächsten und zugleich dünnsten Glied in der Gebäudehülle – nämlich der Verglasung – nun auch noch die Aufgabe zufallen soll, den Innenraum zu beheizen. Gerade haben wir es geschafft, den unsäglichen und energieverschwenderischen Heizkörpernischen den Garaus zu machen, dampfen wir nun eine hauchdünne, fürs menschliche Auge nahezu unsichtbare, stromleitende Metalloxid-Beschich-



Bild: TMP

Mit einer Infrarotkamera die Temperatur einer Scheibe direkt zu bestimmen, ist leider unmöglich, da das Glas, ebenso wie metallische Oberflächen, nicht die Temperatur der Scheibe zeigt, sondern einen Mix aus der reflektierten Temperatur anderer Raumumschließungsflächen und der Scheibe selbst.

ung auf die innere Glasscheibe, die wir mittels Stromzugabe auf maximal 50 Grad Celsius erwärmen, damit diese ihre Energie mit einer Heizleistung von 200 bis 300 Watt pro Quadratmeter in den Raum und zu einem geringen Teil auch nach außen abstrahlt. Ist das bauphysikalisch und energetisch sinnvoll?

GEB Podcast Gebäudewende

Hören Sie zum Thema auch unseren Podcast #35: Energiesparen durch Fenstertausch

<https://t1p.de/GEB260280>



Pro: Heizen mit Glas ist eine gute Idee

Während Skeptiker kaum ein gutes Haar an Heizglas lassen, verweisen Befürworter wie Andreas Häger vom Unternehmens Vestaxx darauf, dass bei einer Infrarot-Fensterheizung fast keine Energie verloren geht: „Bei unserem Heizfenster verbleiben von den hundert Prozent an eingesetzter Energie 95 Prozent an Nutzenergie, lediglich fünf Prozent der eingesetzten Energie gehen nach außen verloren. Bei einer Gasheizung liegt die Verlustrate – beispielsweise durch den Schornstein oder das Verteilnetz – bei rund 15 Prozent.“

Tatsächlich hat das Hermann-Rietschel-Institut an der TU Berlin 2022 im Auftrag der Firma die Nutzungsgrade der Wärmeübergabe sowie die Strahlungswirkungsgrade messtechnisch erfasst [1]. Demnach erreicht das geprüfte Heizsystem einen Nutzungsgrad der Wärmeübergabe von bis zu 95,4 Prozent, der Anteil der Wärmestrahlung erreicht 56 Prozent. 44 Prozent der abgegebenen Wärme werden konvektiv in den Raum übertragen. Im Teillast-Betrieb reduziert sich der Nutzungsgrad der Wärmeübergabe je nach Betriebspunkt. Beispiel: Bei einer Außentemperatur von -7,3 Grad Celsius, einer Innentemperatur von 20,8 Grad Celsius und einer Heizlast von 611 Watt respektive einer elektrischen Leistungsaufnahme von 641 Watt pro Heizfenster liegt der Nutzungsgrad der Wärmeübergabe bei 95,3 Prozent, der Strahlungswirkungsgrad bei 57 Prozent.

Warum nur fünf Prozent der eingesetzten Energie bei Infrarot-Fensterheizungen verloren gehen, liegt an der effizienten Dreischeiben-Verglasung: die mittlere und äußere Scheibe reduzieren durch low-e-Beschichtungen den Emissionsgrad der Verglasungen, Argongas in den beiden Scheibenzwischenräumen senkt den U-Wert der Mehrfachverglasung.

Dass dies in der Praxis funktioniert, belegt einer ARD-Doku zufolge ein etwa 150 Quadratmeter großes Einfamilienhaus in Bötzwö [2]. Darin bestätigt der Eigenheimbesitzer, dass drei Heizglasfenster einen 45 Quadratmeter großen Wohnraum auch bei kalten Außentemperaturen von -15 bis -20 Grad Celsius „schön wohnlich warm“ zu halten vermögen (die aktuelle gemessene Außentemperatur wurde in der Doku leider nicht erwähnt). Den Beleg soll die Aufnahme einer Infrarotkamera liefern: Die Innenscheibe misst 37 Grad Celsius, die Außenscheibe hingegen nur sieben Grad Celsius. Nur: Mit einer Infrarotkamera lässt sich die Temperatur einer Scheibe nicht direkt bestimmen. Obwohl das Dach mit einer PV-Anlage ausgestattet ist, muss jedoch im Winter Strom dazugekauft werden. Die Kosten für die Fensterheizanlage beliefen sich auf rund 10.000 Euro, die monatlichen Energiekosten betragen nach Angaben des Eigentümers rund 60 bis 80 Euro. Ob damit nur die Fensterheizung oder alle Energiekosten gemeint waren, ist unklar.

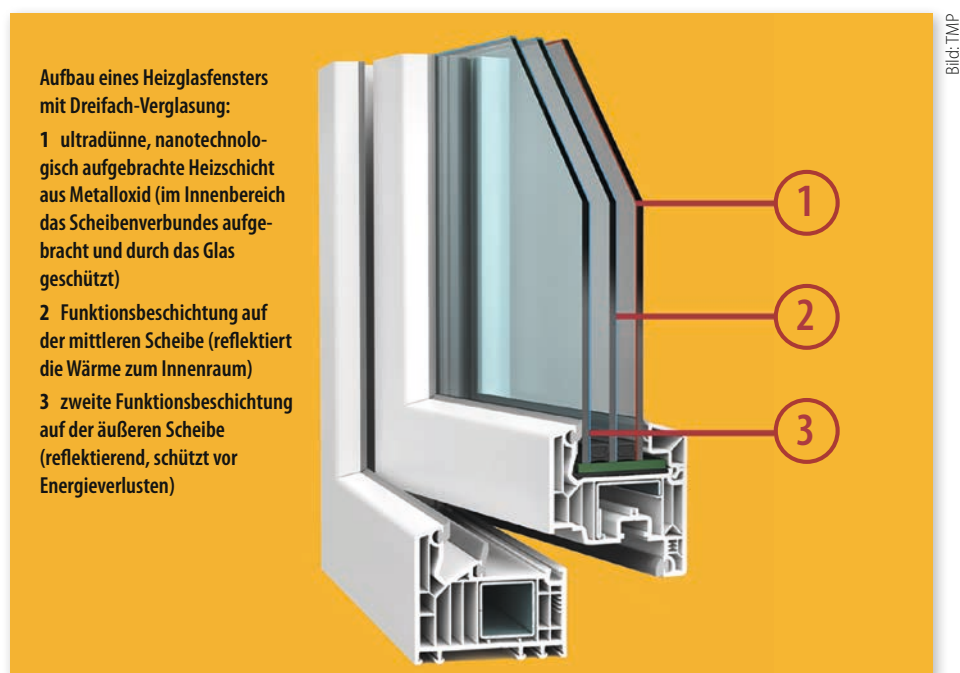
Auf seiner Homepage benennt das Unternehmen Vestaxx folgende Verbrauchswerte für einen Strompreis von 0,35 Euro pro Kilowattstunde:

- Heizmodus (Heizleistung 200 W/m²; 6 h Heizdauer/Tag): 0,42 Euro/m² (Glasfläche) pro Tag
- Behaglichkeitsmodus (Heizleistung 50 W/m²; 6 h Heizdauer/Tag): 0,10 Euro/m² (Glasfläche) pro Tag

Ausgehend von einem 150 Quadratmeter großen Einfamilienhaus (4-Personen-Haushalt) und einem Energiebedarf für die Raumwärme von rund 30 kWh/m²a ergibt sich ein jährlicher Verbrauch von 4.500 kWh × 0,35 Euro = 1.575 Euro. Das sind 131,25 Euro/Monat. Hinzu kommen die Kosten für Warmwasser und Hausstrom.

Dass eine Infrarot-Fensterheizung zwar in der Anschaffung deutlich günstiger als eine Wärmepumpe ist, aber dafür im Betrieb höhere Stromkosten aufweist, bestreitet Andreas Häger von Vestaxx keineswegs – er benennt daher auch ganz klar die Anforderungen und Grenzen der Gebäude für ein solches direkt-elektisches Heizkonzept: Der bauliche Wärmeschutz des Gebäudes sollte mindestens ein Drittel oder besser als das Referenzgebäude sein – ein EH40-Gebäude wäre demnach eine gute Voraussetzung für das Heizkonzept.

Bei Bestandsgebäuden hingegen ist eine Infrarot-Fensterheizung nur nach umfassender energetischer Sanierung der Hülle auf KfW40-Niveau vertretbar. Zudem ist eine PV-Anlage unverzichtbar, um der 65-Prozent-Regel des Gebäudeenergiegesetzes zu entsprechen, idealerweise in Kombination mit einem Stromspeicher, da in trüben Wintermonaten der Solarertrag in den Keller geht. Insofern relativiert sich der Vorteil der eingesparten Investitionskosten gegenüber wassergeführten Systemen wie zum Beispiel einer Luft-Wasser-Wärmepumpe – zumindest in Bestandsbauten.



Aufbau eines Heizglasfensters mit Dreifach-Verglasung:

- 1 ultradünne, nanotechnologisch aufgetragene Heizschicht aus Metalloxid (im Innenbereich des Scheibenverbundes aufgebracht und durch das Glas geschützt)
- 2 Funktionsbeschichtung auf der mittleren Scheibe (reflektiert die Wärme zum Innenraum)
- 3 zweite Funktionsbeschichtung auf der äußeren Scheibe (reflektierend, schützt vor Energieverlusten)

Funktionsprinzip eines Heizglas-Fensters: Die Heizfunktion übernimmt eine stromleitende Metalloxidschicht, die auf die Innenscheibe aufgedampft wird.

Bild: TMP

Contra: Heizen mit Glas ist ein schlechter Spaß

In hocheffizienten Gebäuden ist das Fenster trotz erfolgreicher Bemühungen der vergangenen Jahre nach wie vor das thermisch schlechteste Bauteil. Da scheint es auf den ersten Blick keine schlechte Idee, genau dort nachzuheizen, um die Oberflächentemperatur zu erhöhen und so für Behaglichkeit zu sorgen. Heizglasfenster werden mit respektablen g-Werten von 49 Prozent und U-Werten bis $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ beworben. Zu erwarten ist, dass der g-Wert durch die heizbare Spezialbeschichtung hinter heute verfügbaren konkurrierenden Gläser zurückfällt. Dass er dies gemäß Angaben der Hersteller nicht tut, ist zumindest verwunderlich und erklärungsbedürftig. Nehmen wir also an, die solaren Gewinne entsprechen durch den identischen g-Wert herkömmlichen Dreifach-Verglasungen, und wenden uns dem Wärmeverlust zu.

Für den Wärmeverlust entscheidend sind der U-Wert des Glases (den wir mit $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für das Heizglas und für ein Standardglas identisch annehmen) sowie die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Wir nehmen eine Außentemperatur von 0 Grad Celsius an, die Innentemperatur hat 20 Grad Celsius. Dann beträgt der Wärmeverlust je m^2 Glas:

$$0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot 20 \text{ K Temperaturdifferenz} = 10 \text{ W}/\text{m}^2$$

Wenn wir mit dem Glas heizen wollen, müssen wir die innere Oberflächentemperatur der Scheibe erhöhen – durch Zufuhr elektrischer Energie. So steigt die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Die Hersteller geben Temperaturen von 40 bis 50 Grad Celsius an. Ausgehend von 40 Grad Celsius verdoppelt sich die Temperaturdifferenz und damit die Verlustleistung:

$$0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot 40 \text{ K Temperaturdifferenz} = 20 \text{ W}/\text{m}^2.$$

Der Einfachheit halber bleibt hierbei der Effekt außer Acht, dass die Oberflächentemperatur beim Standardglas durch den Wärmeübergangswiderstand unter der Raumtemperatur liegt. Eine Beachtung dieses Effekts würde die Differenz der Wärmeverluste weiter erhöhen.

Ein weiterer Effekt soll aber berücksichtigt bleiben: Der U-Wert einer Verglasung ist keine statische Größe. Er hängt von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen ab. Die EN 673, nach welcher der Glas-U-Wert in der Regel bestimmt wird, sieht hier eine Temperaturdifferenz zwischen den Glasscheiben von 15 Kelvin vor. Durch die Wärmeübergangswiderstände ergibt sich eine höhere Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft. Wird nun mit einer Temperaturdifferenz von 40 Kelvin gerechnet, erhöht sich der U-Wert von $0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf etwa $0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Der Wärmeverlust steigt dann auf

$$0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot 40 \text{ K} = 26 \text{ W}/\text{m}^2.$$

Diese Verlustleistung wird bei der Glasheizung systembedingt direkt elektrisch bereitgestellt. Unterstellen wir eine passable Wärmepumpe zur Beheizung ohne Heizglas, reichen zum Bereitstellen der $10 \text{ W}/\text{m}^2$ Verlustleistung etwa $3 \text{ W}/\text{m}^2$ elektrischer Energie aus. Dann stehen diesen $3 \text{ W}/\text{m}^2$ elektrischer Leistung, erzeugt mit einer Wärmepumpe, $26 \text{ W}/\text{m}^2$ elektrischer Leistung aus dem Konzept Heizglas gegenüber. Die Idee des Heizglases lässt also wie folgt resümieren:

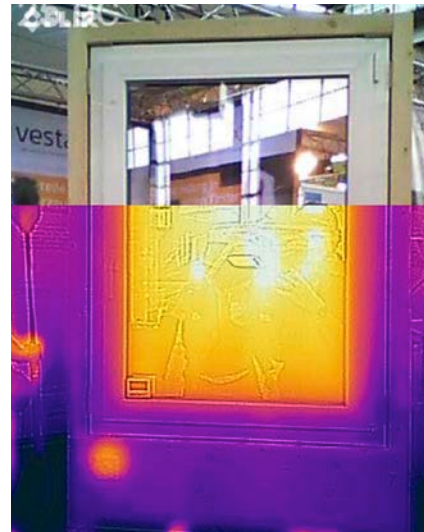


Bild: Vestaxx

Modell eines Heizglas-Fensters: Wie sinnvoll ist es, ein Gebäude damit zu beheizen?

- Die Heizung des Gebäudes durch das Glas, der thermisch schwächsten Stelle, die auch noch sensibel auf Temperaturdifferenzen reagiert, führt zu erheblichem zusätzlichem Heizwärmebedarf.
- In Kombination mit einer Wärmepumpe, die Umweltwärme zum Heizen nutzbar macht, lässt sich der Bedarf an elektrischer Energie im Vergleich zum Heizglas im Beispiel achteln.
- Hinzu kommt die juristische Dimension: Für das Heizglas gibt es bislang kein technisches Datenblatt mit belastbaren Spektraldaten, und es liegt auch noch keine CE-Kennzeichnung vor. Wer es verbaut, handelt rechtlich riskant. Kann der Fensterbauer die vom Hersteller zugesicherten Eigenschaften wie g-Wert oder U-Wert auf Verlangen nicht nachweisen, wird aus einem vermeintlichen Hightech-Produkt schnell ein teures Haftungs- und Kostenrisiko.
- Das häufig vorgebrachte Argument „Wir machen das mit Photovoltaik“ ist kaum stichhaltig. In der Heizperiode liefern PV-Anlagen nur einen Bruchteil der nötigen Energie. Um ein Heizglas-Gebäude über den Winter zu betreiben, wären viele Quadratmeter Modulfläche nötig, wofür ein bevorzugt südseitiges Dach nicht ausreicht.

Bleibt das Argument der Behaglichkeit. Hier ist ein entscheidendes Kriterium die Temperaturdifferenz zwischen kalten und warmen Innenflächen sowie der Innenluft. Diese Differenz sollte nicht wesentlich über vier Kelvin sein. In den Wintern Mitteleuropas wird dieses Kriterium von Dreifach-Verglasungen locker ohne Scheibenheizung erreicht. In diesem Licht betrachtet, ist Heizen mit Glas tatsächlich ein schlechter Spaß – und ein teurer dazu. ■

Danke an Dr. Benjamin Krick und an Franz Freundorfer für ihre fundierte Expertise bei der fachlichen Bewertung zum Thema Heizglas.

[1] Prof. Dr. Martin Kriegel, Energieeffizienzbewertung der „Vestaxx Fensterheizung“, Hermann-Rietschel-Institut, Technische Universität Berlin, 21. November 2022

[2] „DER TAG in Berlin & Brandenburg“ ist die Sendung zum Feierabend im rbb Fernsehen. Am 4.3.2024 lief dort die Doku „Schlaues: Fensterheizungen aus Adlershof“. Das Video der Sendung ist leider nur noch bis 4. März 2026 in der Mediathek verfügbar:

➔ <https://t1p.de/GE260221>