

Thermische Belastung durch Sonneneinstrahlung in Glasbauten -Abstract mit Rechenbeispiel-

Zur Ermittlung der Kühllast nach VDI 2078 [1] oder zur Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 [2] werden die Gesamtenergien, welche durch die einzelnen Glasflächen in einen Raum eindringen, aufsummiert. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass ein Teil der kurzwelligigen Strahlung den Raum durch andere transparente Flächen wieder verlässt. Die insgesamt thermisch wirksam werdende Strahlung im Raum wird durch diese Vernachlässigung überbewertet und führt zu überdimensionierten Kühlanlagen. In [3] wird beispielhaft eine Quantifizierung der tatsächlich entstehenden Kühllast durch Sonneneinstrahlung dargelegt. Hier soll ein Auszug dieses Aufsatzes über die Ergebnisse informieren.

Einführung

Bild 1 zeigt den Energietransport durch eine Zweifachverglasung. Neben dem Transmissionswärmestrom durch Temperaturunterschiede zwischen innen und außen treten noch weitere Effekte auf, die durch die Absorption der Sonnenstrahlung in den Glasscheiben hervorgerufen werden. Die Absorptionen bewirken durch die Erwärmung der Scheiben eine konvektive und eine langwellige Strahlungswärmeabgabe an die Umgebung. Der Teil dieses Wärmestromes, der an den Raum abgegeben wird, bezeichnet man als sekundäre Wärmeabgabe.

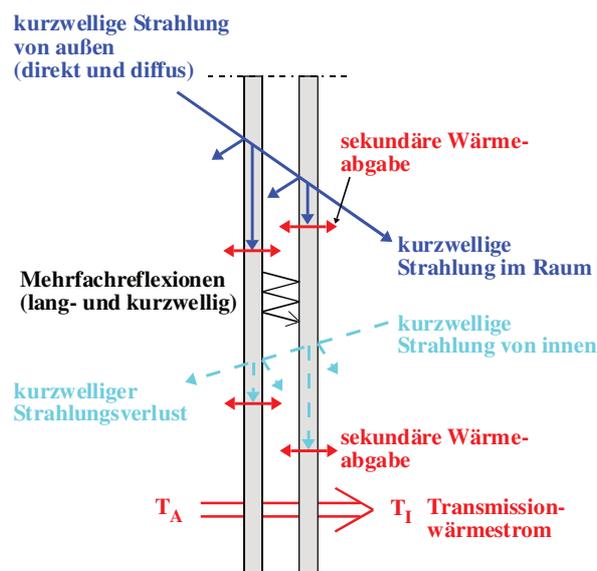


Bild 1: Energietransport durch eine Zweifachverglasung

Den i.a. größten Anteil des Energietransportes durch die Verglasung bildet die durchgelassene kurzwellige Strahlung. Sekundäre Wärmeabgabe und durchgelassene kurzwellige Strahlung werden zusammenfassend als Gesamtenergie bezeichnet und mit dem Gesamtenergiedurchlassgrad g berechnet. Er stellt das Verhältnis der Gesamtenergie hinter der Verglasung zur einfallenden kurzwelligigen Strahlung dar.

In den gängigen Rechenverfahren wird die Summe der Gesamtenergien für alle Fenster im Raum gebildet. Dies setzt voraus, dass der Anteil für die durchgelassene kurzwellige Strahlung im g -Wert im Raum verbleibt und dort in eine konvektive und langwellige Last umgewandelt wird. Tatsächlich sind die Glasscheiben aber von beiden Seiten her für kurzwellige Strahlung durchlässig. D.h., die vom Raum reflektierte oder die von anderen Fenstern durchgelassene Strahlung trifft von innen auf die Verglasung und geht zum Teil nach außen verloren.

Untersuchung

Im Forschungsprojekt [4] wurde ein Strahlungsmodell entwickelt, welches die genannten Effekte berücksichtigt. Mit diesem Strahlungsmodell wird die tatsächliche Last eines kubischen Raumes (s. Bild 2) berechnet und auf die Last durch die Summe der Gesamtenergien durch alle Glasflächen bezogen. Man erhält somit einen Minderungsfaktor, der sowohl den Strahlungsverlust, als auch die verminderte Wirkung der Absorption in der äußeren Scheibe bei Strahlung von innen berücksichtigt.

Dabei werden die einzelnen Umschließungsflächen nacheinander zu 100 % mit Glas ($U = 2,11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) beaufschlagt. Für die jeweils nicht-transparenten Bauteile wird angenommen, dass sie adiabatisch zum angrenzenden Raum sind. In der Variante 6 FE wird als theoretischer Grenzfall angenommen, dass alle Raumumschließungsflächen aus Glas bestehen.

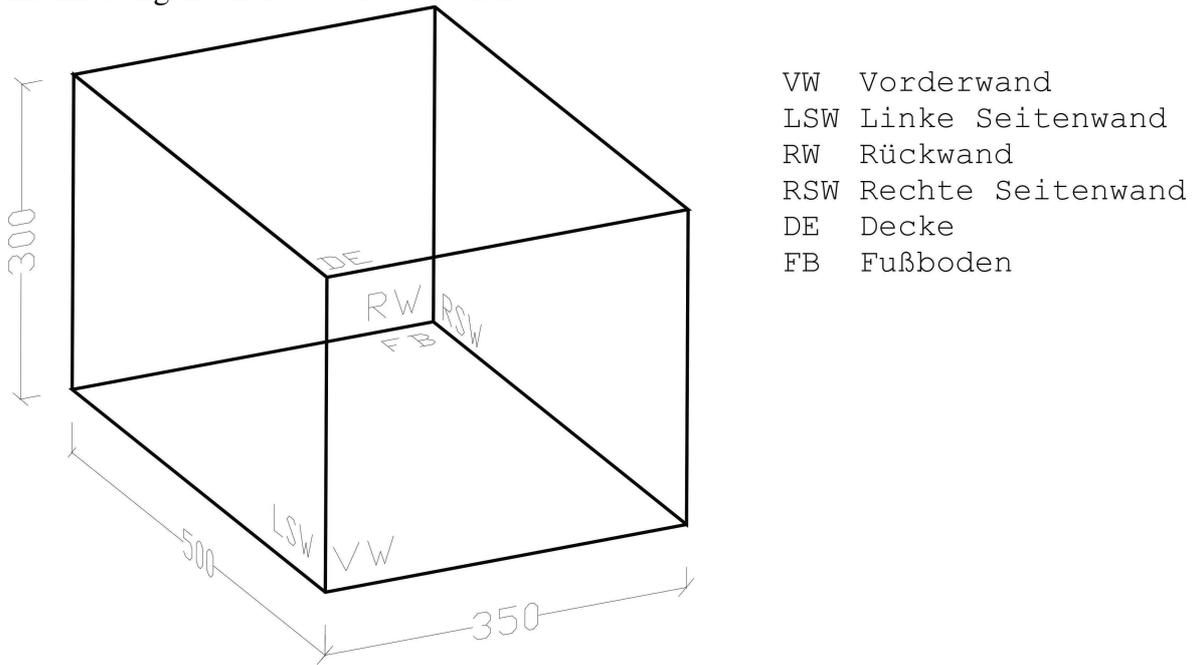


Bild 2: Untersuchter Raum mit den Abmessungen 350 x 500 x 300 cm

Bild 3 stellt den Minderungsfaktor in Abhängigkeit der Glasfläche an der Raumumschließungsfläche dar. Für die Variante 1 FE kann eine Minderung vernachlässigt werden. Bei mehreren Fenstern in einem Raum mit unterschiedlicher Ausrichtung kann die erforderliche Minderung erheblich sein, theoretisch bis zu 68 % in der Variante 6 FE.

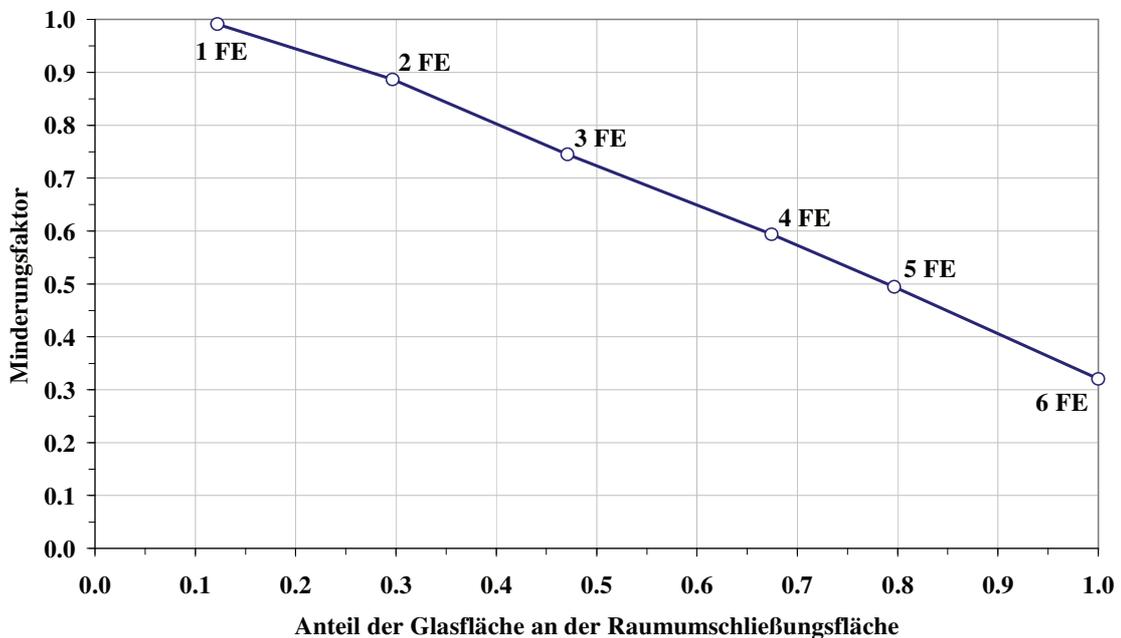


Bild 3: Minderungsfaktor für Gesamtenergie hinter der Verglasung in einem kubischen Raum mit 350 x 500 x 300 cm und mehreren Fenstern unterschiedlicher Orientierung

Der hier angegebene Minderungsfaktor wurde für stationäre Verhältnisse ermittelt. In [3] wird gezeigt, dass er auch mit einem max. Fehler von 5 % auf instationäre Berechnungen übertragbar ist.

Um dem Planer bei der Kühllastberechnung die Möglichkeit zu geben, die genannten Effekte zu berücksichtigen, ist im neuen C.A.T.S.-Kühllastprogramm die Eingabe eines Minderungsfaktors vorgesehen. Im Rahmen des Supports ist auch die Berechnung des Minderungsfaktors für andere Geometrien vorstellbar.

Rechenbeispiel

Die beiden Fassadenseiten eines Eckraumes mit den Abmessungen nach *Bild 2* sind voll verglast. Es soll die wirksame Strahlung im Raum aufgrund der Sonneneinstrahlung auf die Glasflächen für September 14 Uhr (wahre Ortszeit) berechnet werden.

Tabelle 1: Berechnungsbeispiel für die wirksame Strahlung im Raum (Aktion QS in [5] bzw. Aktionsgröße E(6) in der VDI 2078 [1])

Ebene	Himmels- richtung	Glas- fläche [m ²]	Gesamtstr. hinter Verglasung Sept 14 ^o WOZ [W]	Strahlungsanteil bei 24 % Konvektivanteil [W]	Minderungs- faktor nach [3] [-]	wirksame Strahlung im Raum [W]
VW	Süd	10,5	4.694	3.567		
LSW	West	15,0	4.905	3.728		
Summe		25,5	9.599	7.295	0,89	6.493

In den Raum dringen durch die beiden Glasflächen 9.599 W ein. Der verbleibende Anteil nach Abzug des Konvektivanteils für Möblierung (20 %) und Glas (5 %) beträgt 7.295 W. Für die Kühllast wirksam werden hiervon jedoch nur 6.493 W.

Literatur

- [1] VDI 2078 Ausgabe Juli 1996 : Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume (VDI-Kühllastregeln).
- [2] DIN 4108-2 Ausgabe Juli 2003: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.
- [3] *Nadler, Norbert:*
Thermische Belastung durch Sonneneinstrahlung in Glasbauten.
Bauphysik 28 (2006), Heft 6, S. 356 - 359
- [4] *Schreck, H., Hillmann, G., Zöllner, G., Nadler, N.:*
Passive Sonnenenergienutzung Wintergarten-Solarwand.
Interdisziplinäres Forschungsprojekt IFP 21/5, Technische Universität Berlin, Forschungsbericht 1986.
- [5] *Nadler, Norbert:*
Korrekturvorschläge zum EDV-Verfahren der VDI 2078.
Teil 1a: Algorithmen, HLH Bd. 54 (2003) Nr. 8, S. 59-66
Teil 1b: Algorithmen, HLH Bd. 54 (2003) Nr. 9, S. 62-66
Teil 2a: Vergleichsrechnungen, HLH Bd. 54 (2003) Nr. 10, S. 83-90
Teil 2b: Vergleichsrechnungen, HLH Bd. 54 (2003) Nr. 11, S. 75-78