Zeitschrift: IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte
Band: 48 (1985)

Artikel: Energiebilanz von Fassaden im Sommer und Winter
Autor: Gertis, Karl
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37450

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

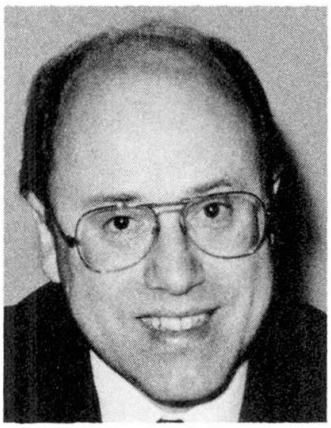
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Energiebilanz von Fassaden im Sommer und Winter

Energy Balance of Façades in Summer and Winter

Bilan énergétique de façades en été et en hiver

Karl GERTIS
Prof. Dr.-Ing. habil.
Universität Stuttgart
Stuttgart, BR Deutschland



ZUSAMMENFASSUNG

Im Fassadenbau gewinnen die bauphysikalischen und energietechnischen Fragen immer mehr an Bedeutung. Der sommerliche und winterliche Wärmeschutz von Fassaden greifen stark in die Planung und die Ausführung der Fassaden ein. Die Betriebskosten des Gebäudes und die Komfortbedingungen für die Gebäudenutzer werden ebenfalls von der Energiebilanz der Fassaden beeinflusst.

SUMMARY

Questions of building physics and energy savings are gaining more and more importance in façade construction. Both summer and winter heat insulation are decisive factors in the planning and design of façades. The heating costs of a building and the comfort conditions for the occupant are also influenced by the energy balance of facades.

RÉSUMÉ

On se préocuppe de plus en plus des problèmes physiques et énergétiques dans le domaine de la construction de façades. Leur conception et réalisation tient compte des températures extrêmes en été et en hiver. En effet, le coût d'exploitation et le confort d'un bâtiment dépendent du bilan énergétique des façades.

1. Einleitung

Das energetische und bauphysikalische Verhalten von Fassaden gewinnt in letzter Zeit immer mehr an Bedeutung, weil man erkannt hat, daß von den bauphysikalischen Eigenschaften der Fassade das Wohlbefinden der Insassen, die in den Räumen hinter den Fassaden arbeiten bzw. wohnen müssen, und die energiespezifischen Betriebskosten des Gebäudes in starkem Maße abhängen. Die Energiebilanz der Fassaden spielt dabei im Sommer und Winter eine wesentliche Rolle. Im Sommer soll möglichst wenig Sonnenenergie in Räume dringen, damit sich dort komfortable Verhältnisse einstellen. Auch soll die Fassade baukonstruktiv so ausgebildet werden, daß sie der thermischen Beanspruchung standhält. Im Winter muß die Fassade einen wirtschaftlich optimalen Wärmeschutz aufweisen und - trotz des Wärmeschutzes - die im Winter erwünschte Solarenergie eintreten lassen. Diese z.T. kontroversen Funktionen zu erfüllen, ist baukonstruktiv nicht ganz leicht; es erfordert gründliche bauphysikalische Kenntnisse.

Im folgenden wird - angewandt auf den Metallfassadenbau - gezeigt, wie man diese bautechnischen Prinzipien verwirklichen kann. Im wesentlichen sind dabei Fassadenkonstruktionen zu berücksichtigen, die aus Blechpanelen, Trapezblechbekleidungen oder aus Stahlrahmen-Tragwerken mit Gefachverfüllung bestehen. Am Stoß der einzelnen Gefache bzw. Platten können im Winter unangenehme Wärmebrückenprobleme auftreten, deren Lösung einer besonderen Sorgfalt bedarf.

2. Sommerliche Beanspruchung der Fassaden

Je nach Orientierung und Tageszeit können auf Fassaden beträchtliche Strahlungsenergien im Sommer auftreffen. Bild 1 vermittelt

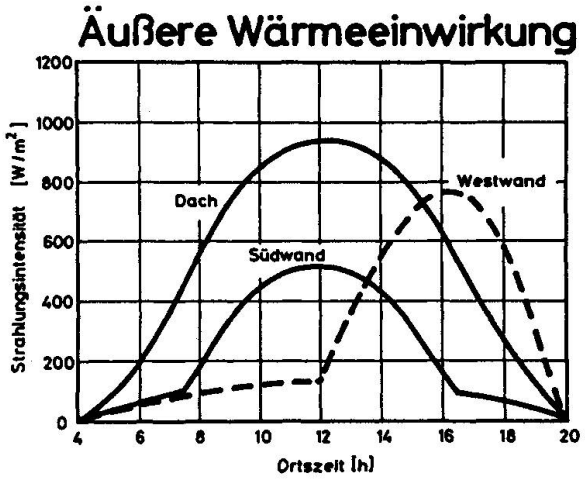


Bild 1 Zeitliche Verläufe der Strahlungsintensitäten einer Süd- und Westfassade, sowie eines Flachdaches, während eines strahlungsreichen Sommertages.

einen Überblick über den Zeitgang der Strahlungsbeanspruchung. Man erkennt, daß eine Südfassade im Sommer - wegen des steilen Sonnenstandes zur Mittagszeit - nur tangierend von der Sonne getroffen wird und entgegen einem verbreiteten Irrtum weniger Strahlung empfängt als eine Westfassade; diese erhält am Nachmittag höhere Intensitäten, weil die Sonne flach auf sie auftritt. In den Vormittagsstunden wird eine Westfassade nur von diffuser Strahlung getroffen; direkte Strahlung empfängt eine Westfassade erst ab 12 Uhr.

Je nach der Absorptionsfähigkeit, die in erster Linie von der Farbe bestimmt wird, fällt die Erwärmung der Fassade bei Besonnung stärker oder schwächer aus. Bild 2 zeigt an Hand einer Leichtbetonaußenwand, wie stark die Farbe der Außenoberfläche die Erwärmung beeinflußt. Während sich die schwarze Fassade auf

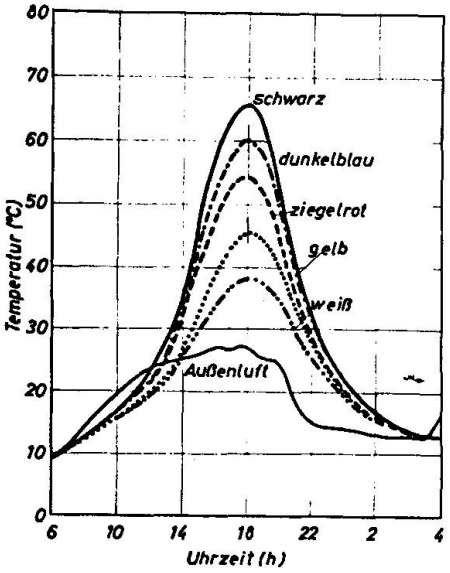


Bild 2 Zeitverläufe der Außenoberflächentemperatur einer Westwand (Leichtbeton) während eines strahlungsreichen Sommertages. Die Wände unterscheiden sich nur durch die Farbe. Der konstruktive Aufbau ist in allen Fällen identisch.

Zum Vergleich ist auch der Verlauf der gemessenen Außenlufttemperatur eingezeichnet.

knapp 70 °C erwärmt, bleibt die weiße Oberfläche mit ca. 40 °C relativ kühl. Dunkle Oberflächen werden thermisch stärker beansprucht als helle. In extremen Fällen können sommerliche Temperaturen bis zu 90 °C an Fassaden auftreten.

Bei derartig hoher thermischer Beanspruchung verformen sich die Fassaden aufgrund der thermischen Längenänderungen. Die Verformungen beruhen einmal auf Dehnungen bzw. Konstruktionen bei Erwärmung bzw. Abkühlung. Da der Fassadenquerschnitt aber nicht gleichmäßig erwärmt bzw. abgekühlt wird, ergeben sich zusätzlich auch Wölbungen, welche die in Bild 3 veranschaulichte Größenordnungen annehmen können. Man ersieht aus Bild 3, daß sich

Thermische Beanspruchung

Metall-Bauelement (5 m lang)	Wölbung [mm]	
	hell	dunkel
Sandwich mit Stahl-Trapezblech (100 mm dick)	4,7	10,9
Sandwich mit Alu - Deckschicht (100 mm dick)	11,3	26,2

Bild 3 Thermisch bedingte Wölbungen von Metall-Fassadenteilen (5 m Gefachbreite) mit heller bzw. dunkler Farbe der Außenoberfläche.

Sandwich-Konstruktionen stärker wölben als z.B. Trapezblechteile, wenn die Deckschichten der Sandwich-Bauteile durchgehend sind. Oftmals besitzen die Metallteile (Stahl-, Alubleche) andere Längenänderungskoeffizienten wie die Dämmschichten im Kern der Elemente.

3. Sommerlicher Wärmeschutz

Metallfassaden stellen meistens Leichtfassaden dar, mit denen - sehr zu Unrecht! - häufig ein Barackenklima im Sommer assoziiert wird. Der sommerliche Wärmeschutz einer Fassade hängt, wie Bild 4 zeigt, von fünf Einflußgrößen ab, unter denen die instationären Eigenschaften der Fassade selbst, d.h. deren Wärmespeicher- und Wärmedämmfähigkeit, auf Rang fünf stehen. Dies bedeutet, daß ein "Barackenklima", wenn es wirklich zustande kommt, wesentlich von vier anderen Parametern verursacht wird, nämlich:

- von mangelhaftem Sonnenschutz der Fenster (Rang 1)
- von der mangelhaften Belüftung des Raumes (Rang 2)

- von falsch geplanter Orientierung der Glasflächen (Rang 3)
- von mangelhafter Speicherfähigkeit des Gebäude-Innern.

Bild 4 Bedeutung der einzelnen Einflußgrößen für den sommerlichen Wärmeschutz einer Fassade. Die Nummerierung stellt keine Aufzählung, sondern eine Rangfolge für die einzelnen Parameter dar.

Unbehagliche sommerliche Temperaturzustände in Räumen hinter Metallfassaden sind somit nicht primär auf die Leichtfassaden zurückzuführen.

4. Winterliche Energiebilanz

Daß der Wärmeschutz unserer Fassaden wegen der gestiegenen Energiepreise verbessert werden muß, ist heutzutage bereits selbstverständlich geworden. Dabei ist nicht jene Ausführung als die "wirtschaftlichste" anzusehen, welche die geringsten Investitionskosten aufweist; vielmehr müssen die späteren Betriebskosten und die Investitionskosten zu Gesamtkosten zusammengefaßt werden. Dies ergibt die in Bild 5 veranschaulichten Größenordnungen für den k-Wert von Außenbauteilen. Man ersieht, daß bei Fassaden ein k-Wert zwischen 0,3 und 0,6 W/m^2k angebracht ist.

Ein guter Wärmeschutz, wie in Bild 5 angegeben, nützt wenig, wenn nur der Gefachbereich der Fassaden gut gedämmt ist und an den An-

Wirtschaftlich optimaler Wärmeschutz

Außenwände	:	k = 0,3 - 0,6 W/m^2K
Kellerdecken	:	k = 0,3 - 0,5 W/m^2K
Dächer	:	k = 0,15 - 0,4 W/m^2K
Fenster	:	Doppelverglasung (evt. mit temporärem Wärmeschutz)

Bild 5 Größenordnungen des wirtschaftlich optimalen Wärmeschutzes von Außenbauteilen anhand des k-Wertes.

schluß- und Stoßstellen der Elemente Wärmebrücken auftreten (vgl. Bild 6). Der Wärmeschutz eines Fassadenelementes kann reduziert oder zunichte gemacht werden, wenn am Plattenstoß oder am Anschluß-

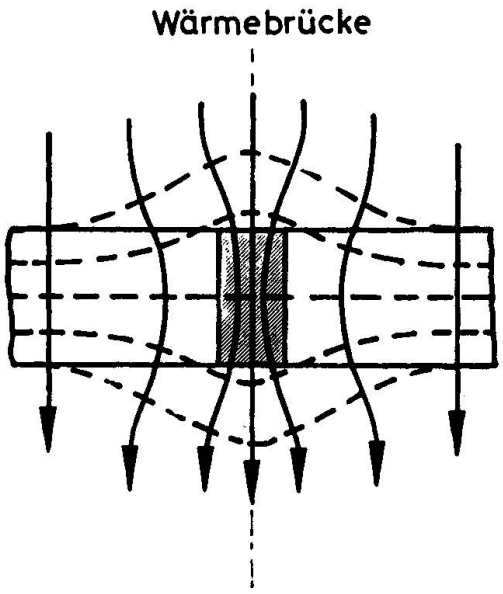


Bild 6 Schematische Darstellung einer Wärmebrücke.
Gestrichelte Kurven: Isothermen
Ausgezogene Kurven: Adiabaten

punkt, an dem die Gefache an das Tragskelett grenzen, eine Wärmebrücke entsteht. Wie stark der Wärmeschutz hierdurch beeinträchtigt wird, zeigt Bild 7, in dem für eine hinterlüftete

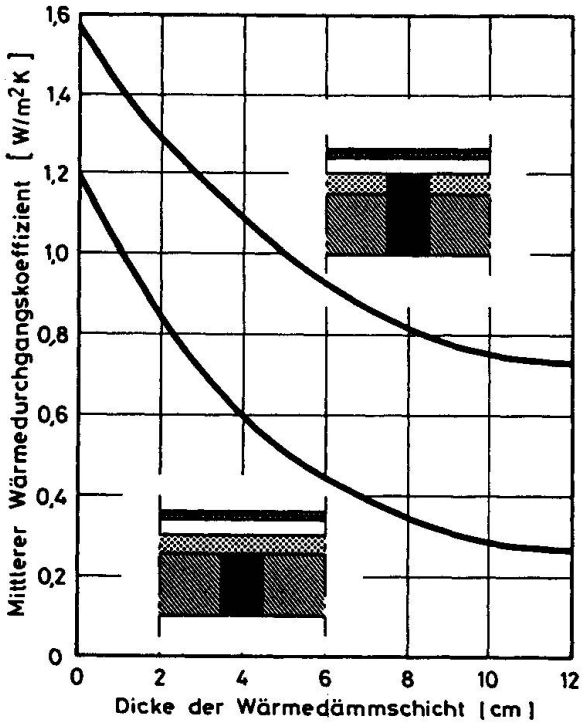


Bild 7 Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient mit am Anschluß unterbrochener und durchgezogener Wärmedämmschicht, in Abhängigkeit von der Dämmschichtdicke.

Fassade der Wärmedurchgangskoeffizient wiedergegeben ist, wenn die Wärmedämmschicht am Anschluß unterbrochen (obere Kurve) bzw. durchgezogen wird (untere Kurve). Man erkennt, daß z.B. bei einer 10 cm dicken Dämmschicht die Unterbrechung eine Verschlechterung des k-Wertes von 0,3 W/m^2k auf ca. 0,7 W/m^2k erbringt. Wärmebrücken müssen in Fassaden also sorgfältig bedacht werden. Man kann sie durch planerische und konstruktive Maßnahmen erheblich reduzieren. Man muß ferner bei der Ausführung der Fassaden in der Praxis auch sorgsam darüber wachen, daß am Plattenstoß oder an den Anschlußstellen nicht "geschlampt" wird.

5. Praktische Konsequenzen

Aus der Betrachtung des bauphysikalischen Verhaltens und der Energiebilanz von Fassaden im Sommer und Winter können folgende praktische Schlußfolgerungen abgeleitet werden:

- Barackenklima in Räumen hinter Leichtfassaden entsteht nicht wegen der Fassadenbauart, sondern primär wegen mangelhaften Sonnenschutzes am Fenster.

- Fassaden können eine hohe thermische Beanspruchung im Sommer erfahren, besonders Westfassaden mit dunklen Außenoberflächen. Dies führt zu Längenänderungen und Wölbungen.
- Der winterliche Wärmeschutz von Fassaden muß aus Energieeinspargründen k-Werte im Bereich von 0,3 bis 0,6 W/m^2k aufweisen.
- Wärmebrücken an den Anschluß- bzw. Stoßstellen von Fassadenelementen müssen baukonstruktiv, planerisch und ausführungsmäßig mit großer Sorgfalt behandelt werden.