

# Zur Frage der Wärmebedarfsbestimmung

Autor(en): **Attlmayr, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **93 (1975)**

Heft 44

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72855>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Zur Frage der Wärmebedarfsbestimmung

Von Ernst Attlmayr, Innsbruck

DK 697.1

Die richtige Berechnung des Wärmebedarfes ist eine wesentliche Voraussetzung für wirtschaftliches Bauen. Bei zu geringer Bemessung der Heizanlage muss diese nachträglich vergrößert werden, was mit zusätzlichen Kosten und Unannehmlichkeiten verbunden ist. Eine Überbemessung hat übermässige, nutzlose Investitionen zur Folge. Für die sorgfältige Berechnung des Wärmebedarfes hat sich DIN 4701 bewährt. Diese Norm berücksichtigt bereits die erforderlichen Sicherheitszuschläge, die wegen der im Bauwesen unvermeidlichen Ungenauigkeiten notwendig sind. Das Österreichische Forschungsinstitut für Bauwesen hat an einer Anzahl von Wohnbauten festgestellt, dass der nach DIN berechnete Wärmebedarf im Durchschnitt um etwa 30% über dem tatsächlichen liegt, vorausgesetzt, dass die Fenster ordnungsgemäss gedichtet sind, wie man es heute aus Energieeinsparungsgründen allgemein verlangen muss [1].

Die exakte Durchführung der Berechnung des Wärmebedarfes setzt allerdings nicht nur Fachkenntnisse, sondern auch einen gewissen Zeitaufwand voraus. Oft wird mit «bestbewährten Erfahrungswerten» gerechnet, die nur von der Kubatur der zu beheizenden Räume und bestenfalls einigen Korrekturfaktoren ausgehen. Solche Faustformeln führen im allgemeinen zu überdimensionierten Heizanlagen, da diese auch unter den ungünstigsten Verhältnissen ausreichen müssen.

Sie haben den Nachteil, dass die Bewohner es nicht bemerken, wenn die Fensterdichtungen nicht mehr in Ordnung sind und es daher unterlassen, diese rechtzeitig zu erneuern. Mangelhafte Dichtungen verursachen aber nicht nur für den Wohnungsinhaber zusätzliche Heizkosten, sie schädigen auch die Allgemeinheit wegen überhöhtem Energieverbrauch. Da diese «Erfahrungswerte» im allgemeinen aus alten Bauweisen gewonnen wurden, die gerade noch dem völlig unzureichenden Mindestwärmeschutzbestimmungen lt. DIN 4108 v. 8. 1969 [2] entsprechen, versagen sie, wenn es sich um Bauten handelt, die einen erhöhten oder gar den wirtschaftlichen Wärmeschutz erhalten.

Dass der Mindestwärmeschutz in wirtschaftlicher Hinsicht in keiner Weise genügt, ist schon lange bekannt; daher wurde auch schon lange die Forderung nach erhöhtem Schutz laut. In letzter Zeit beginnt man zu erkennen, dass man beim Bauen die Minimierung der Wohnkosten, die sich aus den Tilgungsraten des Baukapitals (einschliesslich Heizanlage) und den Betriebskosten zusammensetzen, anstreben muss [3], und dass hierzu die Aussenmauern und -decken einem  $k$ -Wert von etwa  $0,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $0,26 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ) entsprechen müssen, wozu im allgemeinen hochdämmende Materialien von mindestens 10 cm Stärke erforderlich sind [4, 5]. Solche Dämmungen werden noch häufig als übertrieben betrachtet, allerdings nur bei uns; in den USA erhöhte zum Beispiel vor kurzem die Federal Housing Administration für Gebäude, für die sie die Bürgerschaft übernimmt, die Dämmvorschriften und schreibt nun für Aussendecken als Mindestdicke der Dämmschichten 10 Zoll (25 cm) gegenüber bisher 6 Zoll (15 cm) vor; das heisst, der zulässige  $k$ -Wert wurde von bisher etwa  $0,26 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $0,22 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ) auf  $0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $0,14 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ) herabgesetzt. Für die Aussenmauern wurden analoge Vorschriften erlassen [6]. Dort pflegt man eben nicht nur zu rechnen, sondern man glaubt auch dem Ergebnis der Rechnung und zieht daraus die Konsequenzen.

Wenn ausserdem dreifach verglaste Fenster oder andere hochwärmedämmende Konstruktionen [7], deren Wirtschaftlichkeit man allmählich erkennt [8], eingebaut werden, wird sich der Wärmebedarf unserer Häuser auf weniger als die Hälfte des bisher üblichen ermässigen. Es ist klar, dass es unsinnig wäre, in solche Häuser Heizanlagen einzubauen, die den bisherigen Erfahrungswerten entsprechen, und dass es daher notwendig ist, in jedem einzelnen Fall eine möglichst genaue Wärmebedarfsrechnung durchzuführen.

Die gegenüber früher wesentlich höheren Wärmedämmungen erfordern aber auch sonst noch ein gewisses Umdenken. Es ist bekannt, dass sich das Behaglichkeitsgefühl nicht nach der Lufttemperatur, sondern nach dem Mittelwert von Luft- und Raumumhüllungstemperatur richtet. Das Temperaturgefälle zwischen Raumluft und Wandinnentemperatur steigt und fällt mit dem  $k$ -Wert der Aussenmauer. Daher stellt sich bei höherer Wärmedämmung eine höhere Wandinnentemperatur ein, was zur Folge hat, dass die Bewohner des Hauses eine niedrigere Lufttemperatur als angenehm empfinden (etwa  $20^\circ\text{C}$  statt  $22^\circ\text{C}$ ) und daher ihre Thermostate entsprechend tiefer einstellen. Daraus ergibt sich aber nicht nur eine Verminderung des jährlichen Heizenergieverbrauches, sondern auch eine Senkung der Heizleistung und damit verbunden eine Verbilligung der Heizanlage.

Die Abschaltung der Heizung während der Nacht wird oft als besonders wirksame Einsparung von Heizenergie betrachtet. Sie ist dies aber wohl nur in schlecht wärmedämmten Häusern, in denen die Innentemperatur während der üblichen Abschaltzeiten tatsächlich nennenswert absinkt. Die Energieeinsparung, die man durch Nachtabschaltung erzielt, wird nämlich nicht dadurch erreicht, dass der Heizanlage während dieser Zeit keine Energie zugeführt wird; denn die Wärmeverluste des beheizten Gebäudes laufen weiter und müssen nach Wiedereinschaltung der Heizung von dieser zusätzlich aufgebracht werden. Die Einsparung wird nur dadurch erwirkt, dass während der Dauer der Abschaltung die Temperatur der Räume allmählich sinkt und damit auch die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen, die den Wärmeverbrauch verursacht.

In Wohnhäusern, die noch nach dem von den Normen als zulässig erklärten Mindestwärmeschutz gebaut wurden, sinkt die Temperatur bei Nachtabschaltung tatsächlich so stark ab, dass diese einen wirtschaftlichen Gewinn bringt. Bei Häusern mit wirtschaftlich optimalem Wärmeschutz und üblichem Wärmespeichervermögen sinkt die Raumtemperatur hingegen während der nächtlichen Abschaltung nur wenig, so dass kaum mehr von einer Einsparung gesprochen werden kann, wohl aber erfordert die Nachtabschaltung eine grössere und teurere Heizanlage.

Für ein mässig wärmedämmtes, freistehendes Einfamilienhaus (Aussenmauern:  $k = 0,58 \text{ W/m}^2 \text{ K} = 0,50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ; Decke:  $k = 0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K} = 0,46 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ; Fenster:  $k = 2,5 \text{ W/m}^2 \text{ K} = 2,2 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ) hat V. Ferenik festgestellt, dass die Raumtemperatur nach zehnstündiger Abschaltung bei  $-10^\circ\text{C}$  Aussentemperatur von  $20^\circ\text{C}$  auf  $16^\circ\text{C}$ , also um 4 K abgesunken ist [9]. Für ein gut wärmedämmtes Haus ( $k = 0,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  und Dreifachfenster) wird man daher annehmen können, dass die Absenkung höchstens noch 2 K betragen wird, dem ein Mittelwert über die ganze Nacht von nur 1 K

entspricht. Die Heizenergieeinsparung beträgt dann während der zehnstündigen Abschaltedauer etwa 3,3% und bezogen auf den 24stündigen Tagesrhythmus nur noch etwa 1,4%.

Als Nachteil der Nachtabschaltung ist der Umstand zu betrachten, dass in den Morgenstunden die Aussenwände noch relativ kalt sind, was – wie schon erwähnt – ein unangenehmes Wohnklima zur Folge hat und zum Ausgleich eine höhere Lufttemperatur erfordert, die durch höhere Einstellung der Thermostate erreicht wird. Der damit verbundene Mehrverbrauch an Heizenergie gleicht die durch die Nachtabschaltung erreichte Einsparung wieder aus. Es dürfte daher meistens richtiger sein, auf die Nachtabschaltung zu verzichten und das dadurch an der Heizanlage eingesparte Geld zur weiteren Erhöhung der Wärmedämmung zu verwenden.

Bei elektrischer Heizung ist weiter folgendes zu beachten: Für einen Raum mit mässiger Wärmedämmung ( $k =$  etwa  $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K} = 0,69 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$  und Doppelfenster) soll angenommen werden, dass ein Speicherofen (Aufheizdauer 8 Stunden) für 5 kW notwendig ist. Wird der  $k$ -Wert auf  $0,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  ( $0,26 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ ) herabgesetzt und dreifache Verglasung vorgesehen, so wird ein Ofen für etwa 3 kW genügen.

In den letzten Jahren sind viele Elektrizitätsversorgungsunternehmen dazu übergegangen, Heizstrom nicht nur bei Nacht, sondern auch in den übrigen lastschwachen Zeiten, insgesamt während etwa 16 Stunden je Tag zur Verfügung zu stellen. In diesem Fall vermindert sich der Anschlusswert der Öfen auf die Hälfte, in unserem Beispiel somit auf etwa 1,5 kW, und wenn überhaupt auf Sperrzeiten verzichtet wird, auf etwa 1 kW. So geringe Leistungen werden viele Werke auch tatsächlich ohne Sperrzeiten zur Verfügung stellen können, insbesondere, wenn eine Koppelung mit leistungsstarken Haushaltgeräten (Waschmaschinen) vorgenommen wird, um örtlichen Netzüberlastungen vorzubeugen.

Bei elektrischer Heizung ist die richtige Ermittlung des Wärmebedarfs besonders wichtig. Denn für die Elektrizitätswerke hängt die Möglichkeit der Lieferung zusätzlichen Heizstromes weniger vom Energieverbrauch (in kWh), als vielmehr von der gleichzeitig bereitzustellenden Leistung (in kW) ab, und diese steigt, wenn unnötig grosse Öfen aufgestellt werden. Zu kleine Öfen aber bergen für die Werke die Gefahr, dass wäh-

rend der Spitzenbelastungszeit zusätzlich «Steckkontaktöfen» unkontrolliert angeschlossen werden. Daher ist die Ermittlung des tatsächlichen Wärmebedarfes Voraussetzung für volle Ausnutzung der verfügbaren Netzkapazität und gleichzeitig Schutz vor Überlastung. Es liegt daher im Interesse der Werke, dass der Wärmebedarf von fachkundiger, neutraler Seite oder von eigenen, entsprechend geschulten Kräften ermittelt wird und nicht von den Heizungsfirmen, die an der Lieferung grosser Öfen interessiert sind und denen auch oft die notwendigen Fachkenntnisse fehlen, ehe sie die Abgabe von Heizstrom be-willigen.

Um diesbezügliche Erfahrungen zu sammeln, sollte an kalten Tagen auch fallweise nachgeprüft werden, ob aufgestellte Speicheröfen nicht zu gross bemessen sind, das heisst, ob sie die zur Verfügung gestellte Aufladezeit auch tatsächlich voll ausnützen.

#### Literaturverzeichnis

- [1] Forschungsbericht 117 des Österr. Institutes für Bauforschung «Reduzierung des Energieverbrauches in Wohnungen», Teil 1, Wien 1974.
- [2] E. Attlmayr: DIN 4701 und der wirtschaftliche Wärmeschutz. «Elektrowärme international» 1974, H. 1, S. 48–49.
- [3] E. Attlmayr: «Die richtige Wahl der Wärmedämmung» in «Schweizerische Bauzeitung», 92 (1974), H. 38, S. 872.
- [4] F. Bruckmayer und J. Lang: Wirtschaftlicher Wärmeschutz III, Forschungsgesellschaft Wohnen, Bauen, Planen, Wien III, Löwengasse 47 (1972).
- [5] E. Attlmayr: Die Bedeutung des Wärmeschutzes in energie- und volkswirtschaftlicher Sicht. «Österr. Bauzeitung», 1974, H. 41, S. 1596 f.
- [6] R. Adam: Bestrebungen zur Energieersparnis auf dem Bausektor in den USA. «Wohnbauforschung in Österreich», 1974, H. 3/4, S. 30.
- [7] H. Köstlin: Doppelglasfenster mit erhöhter Wärmeisolation. «Elektrizitätsverwertung» 1974, H. 12, S. 458–459.
- [8] E. Attlmayr: Das RWE Bau-Handbuch. «Elektrowärme international» 1974, H. 4, S. 197–198.
- [9] V. Ferencik: Wärmeschutz und wirtschaftliche Raumheizung mit Gas. «Wärme-Kälte-Schall», 1973, H. 4, S. 4.

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. Ernst Attlmayr, A-6020 Innsbruck, Haydnpl. 2.

## Bautechnische Fragen zur Energieersparnis

Von Prof. Paul Haller, Zürich

DK 697.1

### 1. Einleitung

Während bisher, insbesondere vor der Energiekrise, die Aussenwände und Dächer nicht nach wirtschaftlichen, sondern nach hygienischen Gesichtspunkten bemessen wurden (Vermeidung der Kondenswasserbildung an den Wänden und Decken), stehen heute neben den betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Forderungen (hohe Belastung der Handelsbilanz durch die in grossen Mengen verbrauchten, stark verteuerten Importgüter) noch solche des Umweltschutzes bei der Bemessung und der Konstruktion der Aussenschalen in Diskussion.

Eine Aussenwand oder Dachplatte eines Wohn- oder Geschäftshauses mit einem  $k_w$ -Wert von 1,0 bis 1,1  $\text{kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$  unterliegen bei zweckmässiger Raumlüftung keiner Kondenswasserbildung. Eine bessere Wärmeisolation der Fassadenwände und Dachplatten war damals auch unter Berücksichtigung der Anlage- und Betriebskosten, der Aufwendungen für Verzinsung, Amortisation und Unterhalt nicht zu verantworten. Es war dies mit ein Grund, weshalb die Architekten nur mit Glas Fassaden erstellen konnten, da der Wärmeverlust durch die wenig isolierenden Glaswände noch wirtschaftlich tragbar

war. Da aber die eingestrahelte Sonnenwärme die Innentemperatur zeitweise weit über die Behaglichkeitsgrenze hinaus ansteigen lässt, wird eine Klimaanlage notwendig, deren Kühlbetrieb im Sommer aufwendiger ist als das Heizen im Winter.

Wenn heute wegen der eingangs genannten Erfordernissen Energie gespart werden soll, so verlieren die Glaspaläste ihre Daseinsberechtigung. Sie müssen entweder nachträglich zusätzlich isoliert oder aber unter Denkmalschutz gestellt werden, als Zeugen vergangener, von Energieproblemen noch unbeschwertem Zeiten.

### 2. Einfluss der Fenstergrösse

2.1 Wird ein Fenster, das 30% der Wandfläche einnimmt, mit einer Wärmedurchgangszahl von  $k_F = 2,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$  anstelle einer Glaswand eingesetzt, so können bei bedecktem Himmel folgende Einsparungen erzielt werden:

bei  $k_w = 1,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ :  $1,05/1,45 = 72\%$  (Bild 1)

$k_w = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ :  $1,4/1,1 = 127\%$  (Bild 2)

2.2 Wird die Fensterfläche ( $k_F = 2,5$ ) von 50% auf 30% reduziert, so vermindert sich der Wärmeverlust bei einer Wärmedurchgangszahl der Wand von  $k_w = 0,5$  um 27%. Bei