

## Literatur

- [1] *Wenusch A.*: Z. Untersuch. Lebensmittel. 73, 176–185 (1937).
- [2] *Wenusch A.*: Der Tabakrauch. Arthur Geist Verlag, Bremen 1939. (Vergriffen, freundlicherweise von Dr. H. Kuhn, Wien, überlassen.)
- [3] *Pyriki C.*: Ber. Inst. Tabakforsch. Dresden 2, 127–141 (1955).
- [4] *Borbély F.*: Z. Präventivmedizin, Sonderheft: Die Toxikologie des Tabaks 14 (1962).
- [5] *Keith C.H.* und *J.C. Derrick*: Tob. Sci. V, 84–91 (1961).
- [6] *Wartman W.B.*, *E.C. Cogbill* und *E.S. Harlow*: Anal. Chem. 31, 1705–1709 (1959).
- [7] *Hoffmann D.* und *E.L. Wynder*: J. Nat. Cancer Inst. 30, 67 (1963) (deutsch in Beitr. zur Tabakforschung 2, 51–66 (1963)).
- [8] *Spears A.*: Tob. Sci. VII, 76–80 (1963).
- [9] *Vickery H.B.* und *G.W. Pucher*: J. Biol. Chem. 84, 233–241 (1929).
- [10] *Laurene A.H.* und *T.G. Harrell*: Anal. Chem. 30, 1800 (1958).
- [11] *Grob K.*: Beitr. z. Tabakforsch. 97–100 (1961).
- [12] *Grob K.*: J. of Gas Chromatog. (im Druck).
- [13] *Lipp G.*: Vortrag Groupe *Fumée du Coresta*, Paris, 20. Juni 1963.

# Der Wärmeschutz nach DIN 4108 und seine Auswirkung auf das Raumklima in Wohnungen

Von *W. Schüle*<sup>1)</sup>

## Zusammenfassung

Sinn und Zweck der wärmeschutztechnischen Bedingungen der DIN 4108 ist es, die Voraussetzungen zu schaffen für behagliche und damit hygienisch einwandfreie Wohn- und Arbeitsräume. Dies wird bei Einhaltung der Vorschriften im großen und ganzen auch erreicht, doch müssen bei der geplanten Neufassung dieses Normblattes noch einige Gesichtspunkte berücksichtigt werden, die in dem z.Z. geltenden Blatt nicht oder nur ungenügend behandelt sind. Dies ist vor allem die Frage der Fußwärme sowie die der Fenstergröße.

## Résumé

Le but des recommandations DIN 4108 concernant la technologie de l'isolement calorique en matière de construction est d'assurer un climat confortable et hygiénique dans les locaux d'habitation et de travail. L'auteur estime que les recommandations en question permettront en général d'atteindre ce but. Cependant, il reste encore quelques problèmes à étudier – tels que le confort thermique en fonction des planchers ou en fonction des fenêtres – et qui devront être introduits dans une future nouvelle édition de ces recommandations.

Im Normblatt 4108 «Wärmeschutz im Hochbau» sind die wärmeschutztechnischen Anforderungen niedergelegt, die an Wände, Decken und Dächer von Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen gestellt werden. Im folgenden sollen die Gesichtspunkte und die Wege kurz besprochen werden, die zu einer Festlegung wärmeschutztechnischer Anforderungen an Bauteile führen

<sup>1)</sup> Adresse: Dr. ing. Walter Schüle, Institut für technische Physik der Fraunhofer-Gesellschaft, Königsstraße 70–74, Stuttgart-Degerloch.

können. Daran anschließend soll die Auswirkung der heute geltenden Vorschriften der DIN 4108 auf das Raumklima und damit die Behaglichkeit in Wohnräumen erörtert werden.

## 1. Der Mindestwärmeschutz von Bauteilen

### 1.1 Allgemeine Überlegungen

Der Mindestwärmeschutz<sup>1</sup> von Bauteilen und Baukonstruktionen (Wände, Decken, Dächer, Fenster und Türen) kann aufgrund von wirtschaftlichen und hygienischen Gesichtspunkten festgelegt werden. Schließlich haben sich im Laufe der Zeit bestimmte, immer wieder verwendete Konstruktionen und Bauweisen als befriedigend erwiesen. Durch Messung des Wärmedurchlaßwiderstandes dieser Konstruktionen läßt sich der für die betreffenden Gebiete und Klimaverhältnisse geltende Grenzwert der Wärmedämmung – der natürlich auch für andere Konstruktionen gelten muß – bestimmen.

*Wirtschaftliche* Betrachtungen, bei denen die Kosten der betreffenden Konstruktion (Anlagekosten und Kapitaldienst) mit den Heizkosten des Gebäudes verglichen werden, führen z. B. zu «wirtschaftlichen» Wanddicken, deren Über- und Unterschreiten einen wirtschaftlichen Mehraufwand für die Herstellung oder für den Betrieb des betreffenden Gebäudes zur Folge haben.

*Hygienische* Überlegungen dagegen führen zu Grenzwerten – z. B. des Wärmedurchlaßwiderstandes eines Bauteils – deren Unterschreitung zu gesundheitlichen Schäden führen kann, während die Überschreitung vielfach erwünscht ist.

Bei der *Festlegung des Mindestwärmeschutzes* von Bauteilen müssen daher die hygienischen Forderungen und, soweit auf die jeweiligen Konstruktionen übertragbar, die praktischen Erfahrungen entscheidend sein. Wirtschaftliche Gesichtspunkte müssen hierbei zurücktreten. Natürlich wird man versuchen, bei der *Bemessung des Mindestwärmeschutzes* dem wirtschaftlichen Optimum möglichst nahe zu kommen.

### 1.2 Gesichtspunkte für die Festlegung von Grenzwerten des Wärmeschutzes von Bauteilen

Zur Festlegung der Mindestwerte des Wärmeschutzes von Bauteilen müssen, wie oben ausgeführt, Erfahrungen mit bestimmten Konstruktionen und hygienische Überlegungen benützt werden.

<sup>1</sup> Zur Kennzeichnung des Wärmeschutzes eines Bauteils dient dessen Wärmedurchlaßwiderstand  $1/A$  in  $\text{m}^2 \text{ h grd/kcal}$ . Diese Größe ist der Kehrwert der Wärmedurchlaßzahl  $A$  ( $\text{kcal/m}^2 \text{ h grd}$ ), die zahlengleich dem Wärmestrom ist, der im Beharrungszustand stündlich durch  $1 \text{ m}^2$  des Bauteils fließt, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen  $1 \text{ grd}$  beträgt. Bei Betrachtungen im Zusammenhang mit heiztechnischen Fragen sowie bei Fenstern und Türen, wird die Wärmedurchgangszahl  $k$  in  $\text{kcal/m}^2 \text{ h grd}$  verwendet. Ihr Zahlenwert gibt die Wärmemenge an, die im Beharrungszustand stündlich durch  $1 \text{ m}^2$  des Bauteils ausgetauscht wird, wenn der Temperaturunterschied zwischen der beiderseits angrenzenden Luft (z. B. Raumluft und Außenluft)  $1 \text{ grd}$  beträgt.

### 1.2.1 Außenwände

Die Mindestwerte der Wärmedämmung, die an Außenwände gestellt werden, sind vor allem aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit Ziegelmauerwerk festgelegt worden. In einem großen Teil Deutschlands hatte sich erwiesen, daß eine 1½-Stein starke Vollziegelmauer, also eine Wand von 36 bis 38 cm Dicke, wärmeschutztechnisch voll befriedigt. Messungen an solchen Wänden ergaben, daß diese einen Wärmedurchlaßwiderstand  $1/\Lambda$  aufwiesen, der im Mittel bei etwa  $0,55 \text{ m}^2 \text{ h grad/kcal}$  liegt. In klimatisch milden Gebieten war die 1-Stein starke Wand (Wanddicke 24 bis 25) und in Gebieten mit rauhem Klima (Schwäb. Alb, Schwarzwald, Bayerischer Wald, Erzgebirge usw.), die 2-Stein starke Wand (48 bis 50 cm) aus Vollziegeln als ausreichend und befriedigend gefunden worden.

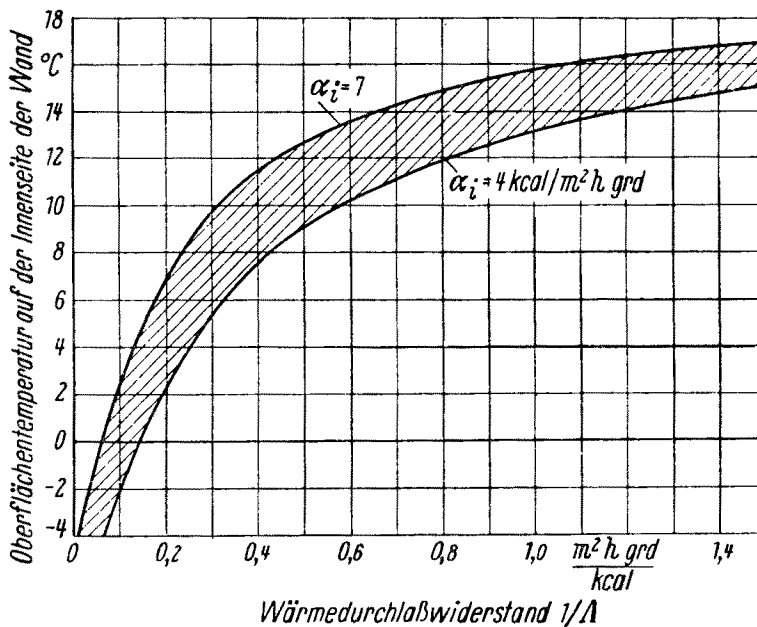


Abb. 1 Oberflächentemperaturen auf der Innenseite von Außenwänden, abhängig vom Wärmedurchlaßwiderstand  $1/\Lambda$  bei verschiedenen Wärmeübergangszahlen  $\alpha_i$  auf der Wandinnenseite. Außentemperatur  $-15^\circ\text{C}$ . Raumlufttemperatur  $20^\circ\text{C}$ , Wärmeübergangszahl außen ( $\alpha_a$ )  $20 \text{ kcal/m}^2 \text{ h grad}$ .

Allerdings ergeben sich so, bedingt durch die Ziegelformate, nur ganz bestimmte Abstufungen der Wanddicken, die sich jeweils um rund 12 cm unterscheiden. Die so festlegbaren Wanddicken und damit Werte des Wärmedurchlaßwiderstandes werden nicht unbedingt Grenzwerte für das betreffende Gebiet darstellen, sondern diesen mehr oder weniger nahe kommen.

Aus diesem Grunde wurde bei der Festlegung der Mindestwerte der Wärmedämmung von Wänden in DIN 4108 ein hygienisch begründbarer Gesichtspunkt mit herangezogen, nämlich die Forderung, daß bei üblicher Beheizung der Räume auch bei den durchschnittlichen tiefsten Außentemperaturen im Winter eine Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche der Wände vermieden werden solle. Hierdurch sollte gewährleistet werden, daß die Wände beim normalen Wohnbetrieb nicht durchfeuchtet werden und so eine Schimmelbildung auf den Wandflächen weitgehend vermieden wird<sup>1</sup>. Diese Forderung bedeutet, daß bestimmte Temperaturen auf der Innenoberfläche der Wände nicht unterschritten werden dürfen.

Unter der Annahme bestimmter tiefster Außentemperaturen in drei aufgrund wetterkundlicher Beobachtungen festgelegten Gebieten – den Wärmedämmgebieten I, II und III – wurden so die Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes für Außenwände, wie in Tabelle 1 angegeben, festgelegt.

An Wohnungstrennwände und Treppenhauswände werden ebenfalls, wenn auch wesentlich mildere Forderungen gestellt.

Tabelle 1: Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes von Außenwänden nach DIN 4108.

Wärmedämmgebiet	Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes $1/A$
I	0,45 m <sup>2</sup> h grad/kcal
II	0,55 m <sup>2</sup> h grad/kcal
III	0,65 m <sup>2</sup> h grad/kcal

### 1.2.2 Decken

Die Forderung nach Vermeidung von Tauwasserbildung gilt an und für sich auch für Decken. Die Mehrzahl der Wohnungsdecken trägt aber Fußböden, an die eine weitere hygienische Forderung zu stellen ist, nämlich die nach ausreichender Fußwärme.

Die Fußempfindung als Fußwärme oder Fußkälte beim Stehen und Gehen auf einem Fußboden mit *bekleideten Füßen*, wird in erster Linie bestimmt durch die Oberflächentemperatur des Bodens, die Temperatur der bodennahen Schichten und die Aufenthaltsdauer auf dem Boden<sup>2</sup>. Man kann annehmen, daß eine Voraussetzung für genügende Fußwärme dann gegeben ist, wenn die Fußbodentemperatur nicht unter etwa 17,5 °C liegt<sup>3</sup>.

Legt man diese Forderung bei Decken mit Fußböden zugrunde und nimmt man in den beheizten Räumen Lufttemperaturen von 20 °C und in den unter

<sup>1</sup> Schüle W. und Schäcke H.: Mindestwerte des Wärmeschutzes von Außenwänden. Ges. Ing. 72 (1951), S. 137/139

<sup>2</sup> Frank W.: Fußwärmeuntersuchungen am bekleideten Fuß. Ges. Ing. 80 (1959), S. 193/201.

<sup>3</sup> Schüle W.: Wärmetechnische Anforderungen an Fußböden und Decken aufgrund neuerer Untersuchungen zur Frage der Fußwärme. boden, wand und decke 5 (1959), S. 104/112.

den Decken liegenden Räumen solche von 5 bis 10 °C an, so ergeben sich die in DIN 4108 festgelegten Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes von Decken. Bei Decken über offenen Durchfahrten und dgl. müssen unter der Decke die tiefsten Außentemperaturen des jeweiligen Wärmedämmgebietes zugrunde gelegt werden<sup>1</sup>. In Tabelle 2 sind die Mindestwerte der Wärmedurchlaßwiderstände von Decken nach DIN 4108 zusammengestellt.

Tabelle 2: Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes von Decken nach DIN 4108.

Bauteil	Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes $1/A$ ( $m^2 \text{ h grad/kcal}$ ) in den Wärmedämmgebieten		
	I	II	III
Wohnungstrenndecken . . . . .	0,55	0,55	0,55
Kellerdecken . . . . .	0,75	0,75	0,75
Decken über offenen Durchfahrten . . . . .	1,5	1,75	2,0

## 2. Raumklima und Wärmeschutz

### 2.1 Raumklima und Behaglichkeit

Die raumklimatischen Verhältnisse in einem beheizten Raum, die die Behaglichkeit und damit das Wohlbefinden der Insassen bestimmen, sind im wesentlichen durch die Temperaturverhältnisse, die Luftbewegung und in geringerem Maße durch die Luftfeuchtigkeit in dem Raume festlegbar.

An erster Stelle stehen hierbei die Lufttemperatur und die Oberflächentemperaturen der raumbegrenzenden Flächen. Die Einhaltung bestimmter Lufttemperaturen, die durch entsprechende Bemessung der Heizanlage und deren Betrieb ohne weiteres möglich ist, genügt keineswegs, um befriedigende raumklimatische Verhältnisse zu erzielen. Die Temperaturen der raumseitigen Oberflächen der Bauteile, die vor allem durch deren Wärmedämmung bestimmt wird, ist, zusammen mit der Lufttemperatur im Raum, für das Wohlbefinden der Insassen entscheidend.

Bei einer Lufttemperatur von 20 °C im Raum sollte die mittlere Oberflächentemperatur der Raumbegrenzung etwa 16 °C betragen, um optimale Behaglichkeitsverhältnisse zu sichern. Bei höheren Lufttemperaturen genügen geringere Oberflächentemperaturen und umgekehrt<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Schüle W.: Über den Mindestwärmeschutz von Wohnungsdecken. Ges. Ing. 71 (1950), S. 246/248.

<sup>2</sup> Bedford T.: The warmth factor in comfort at work. Report of the Industrial Health Research Board, London. Nr. 76.

Liese W.: Die Wohnraumheizung unter wärmephysiologischen und hygienischen Gesichtspunkten. Ges. Ing. 70 (1949), S. 16/22.

Wie schon erwähnt, müssen Fußböden eine Oberflächentemperatur von mindestens  $17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufweisen, um die Voraussetzung für fußwarme Verhältnisse zu besitzen.

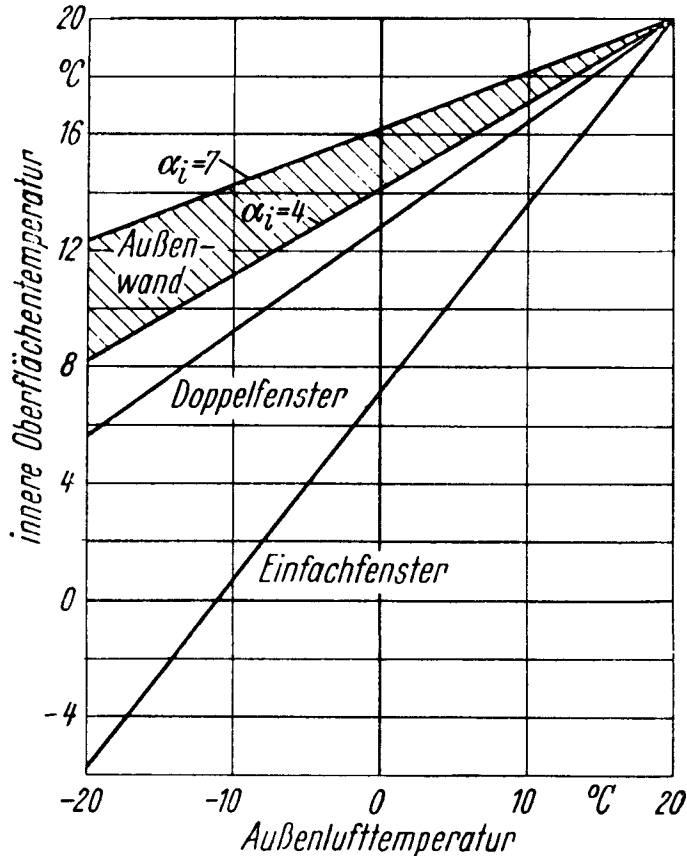


Abb. 2 Oberflächentemperaturen auf der Innenseite von Außenwänden mit einem Wärmedurchlaßwiderstand  $1/A$  von  $0,55\text{ m}^2\text{ h grad/kcal}$ , doppelt verglasten und Einfachfenstern (Glasflächen), abhängig von der Außenlufttemperatur, bei einer Raumlufttemperatur von  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Im folgenden soll untersucht werden, ob und in welchem Maße die Einhaltung der wärmeschutztechnischen Forderungen der DIN 4108 die oben genannten Bedingungen für das Wohlbefinden zu erfüllen gestattet.

## 2.2 Die Temperaturverhältnisse in beheizten Räumen und ihre Beeinflussung durch die Bauteile

Die Heizanlage für einen Raum wird so bemessen, daß der Wärmeverlust des Raumes unter Annahme bestimmter Innen- und Außenlufttemperaturen aufgrund der Wärmedurchlässigkeit der Bauteile errechnet und die Wärmeabgabe

der Heizung so gewählt wird, daß sie den Wärmeverlust decken kann. Die so bemessene Heizanlage vermag dann zwar in dem betreffenden Raum die der Rechnung zugrunde gelegte Lufttemperatur zu erzeugen und aufrecht zu erhalten, doch ist damit noch nicht ein behagliches, gesundheitlich einwandfreies Raumklima gewährleistet, wenn nicht gleichzeitig genügend hohe Oberflächentemperaturen der Wände, Decken, Fußböden und Fenster erzielt werden.

### 2.2.1 Außenwände

Die auf den Außenwänden im Dauerzustand der Beheizung sich einstellenden Oberflächentemperaturen hängen außer von den Lufttemperaturen zu beiden Seiten des Bauteiles von seinem Wärmedurchlaßwiderstand ab. Der Zusammenhang zwischen Wärmedurchlaßwiderstand und innerer Oberflächentemperatur einer Außenwand geht aus Abb. 1 hervor. Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite kann also – auch wenn die Raumlufttemperatur  $20^{\circ}\text{C}$  beträgt und somit die Heizanlage den Wärmebedarf des Raumes deckt – je nach der Wärmedämmung der Wand während kalter Wintertage so niedrige Werte aufweisen, daß die Voraussetzungen für behagliche Temperaturverhältnisse nicht gegeben sind. Wenn auch die beschriebenen Verhältnisse im allgemeinen nicht allzu streng eingehalten werden müssen, so zeigen die Zusammenhänge doch, daß es nicht genügt, lediglich auf eine bestimmte Temperatur aufzuheizen. Auch eine ausreichend leistungsfähige Heizanlage kann nur dann befriedigen, wenn die Wärmedurchlässigkeit der Bauteile des beheizten Raumes nicht zu groß ist.

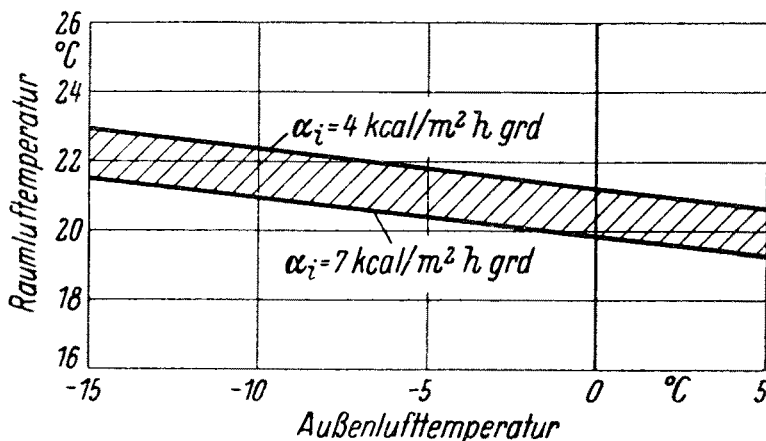


Abb. 3 Anzustrebende Raumlufttemperatur, abhängig von der Außenlufttemperatur. Wärmedurchlaßwiderstand  $1/A$  der Außenwände  $0,55 \text{ m}^2 \text{ h grad/kcal}$ .

Die heute in DIN 4108 niedergelegten Forderungen an die Wärmedämmung von Außenwänden bei Aufenthaltsräumen, nach denen z. B. im Wärmedämmgebiet II ein Wärmedurchlaßwiderstand  $1/A$  von mindestens  $0,55 \text{ m}^2 \text{ h grad/kcal}$

vorhanden sein muß, führen bei einer Lufttemperatur von 20 °C zu den in Abb. 2 dargestellten Oberflächentemperaturen der Außenwand bei verschiedenen Außenlufttemperaturen. Man ersieht aus dem Diagramm, daß die oben geschilderte «Behaglichkeitsforderung», wonach bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C eine Oberflächentemperatur der Wände von mindestens 16 °C erreicht werden soll, bei Wänden mit einem Wärmedurchlaßwiderstand von 0,55 m<sup>2</sup>h grad/kcal im Dauerzustand der Beheizung nur bei Außenlufttemperaturen über 0 °C erfüllt werden kann. Bei tieferen Außentemperaturen muß die Raumlufttemperatur entsprechend Abb. 3 etwas höher als 20 °C gewählt werden. Untersuchungen über die Temperaturen in vielen Wohnungen haben ergeben, daß nahezu in allen Fällen während der kalten Jahreszeit eine Lufttemperatur von 20 °C in den Wohnräumen als zu niedrig empfunden und daher in der Regel auf höhere Temperaturen (etwa 22 bis 23 °C) aufgeheizt wird.

Die bisherigen Betrachtungen bezogen sich auf die Verhältnisse im Dauerzustand der Beheizung, also bei konstanten Innen- und Außentemperaturen. Hier bestimmt außer den Temperaturen zu beiden Seiten nur die Wärmedämmung der Wand, die für die Behaglichkeit so wichtige Temperatur der Wandinnenoberfläche; dabei ist es belanglos, aus welchen Stoffen die Wand besteht.

Eine Dauerheizung, die als Voraussetzung für stationäre Verhältnisse gilt, ist aber nicht immer gegeben. Anheiz- und Auskühlvorgänge kommen – vor allem bei Beheizung der Wohnungen mit Einzelöfen – recht häufig vor.

Beim Anheizen besteht der Wunsch, recht schnell warme Wände zu bekommen; nach Abstellen der Heizung sollen diese die gespeicherte Wärme möglichst lange halten. Um beim Anheizen ein möglichst schnelles Warmwerden der inneren Wandoberflächen zu erreichen, müssen die oberflächennahen Stoffe eine möglichst kleine Wärmeeindringzahl<sup>1</sup> aufweisen. Je kleiner diese Zahl ist, um so schneller erwärmt sich der betreffende Stoff unter sonst gleichen Umständen. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Wärmeeindringzahlen einiger Baustoffe.

Tabelle 3: Wärmeeindringzahlen b einiger Baustoffe

Baustoff	Wärmeeindringzahl b (kcal/m <sup>2</sup> h <sup>1/2</sup> grad)
Schwerbeton je nach Raumbgewicht .	20 bis 30
Leichtbeton je nach Raumbgewicht .	8 bis 20
Ziegel (1600 kg/m <sup>3</sup> ) . . . . .	12
Holz . . . . .	6 bis 8
Kork . . . . .	2 bis 3

<sup>1</sup> Wärmeeindringzahl  $b = \sqrt{\lambda c \rho}$  [kcal/m<sup>2</sup> h<sup>1/2</sup> grad]; c spez. Wärme [kcal/kg],  $\lambda$  Wärmeleitfähigkeit [kcal/m h grad],  $\rho$  Raumbgewicht [kg/m<sup>3</sup>].

Eine Wand, bei der durch eine an der Innenoberfläche liegende Dämmschicht ein schnelles Aufheizen erzielt wird, kühlt allerdings nach Abstellen der Heizung schneller aus als eine homogene Wand gleicher Wärmedämmung ohne diese Dämmschicht, da in dem schweren Wandmaterial bei innenliegender Dämmschicht nur relativ wenig Wärmeenergie gespeichert wird. Um eine langsame Auskühlung zu erreichen, ist die Dämmschicht auf der Außenseite der Wand anzuordnen oder – wie bei Leichtwänden nach DIN 4108 vorgeschrieben – ein wesentlich größerer Wärmedurchlaßwiderstand vorzusehen.

### 2.2.2 Decken und Fußböden

Decken können, soweit sie nicht regelmäßig begangen werden, im Hinblick auf ihre Wärmedämmung und ihre Oberflächentemperaturen wie Außenwände betrachtet werden. Bei Decken mit Fußböden spielt dagegen die Frage der Fußwärme eine entscheidende Rolle.

#### 2.2.2.1 Decken als raumbegrenzende Bauteile

Diese stellen einen großen Teil der am Wärmeverlust der beheizten Räume beteiligten Flächen dar. Wenn auch bei vollbeheizten mehrstöckigen Gebäuden die Wärmedurchlässigkeit der Wohnungstrenndecken für den Wärmebedarf

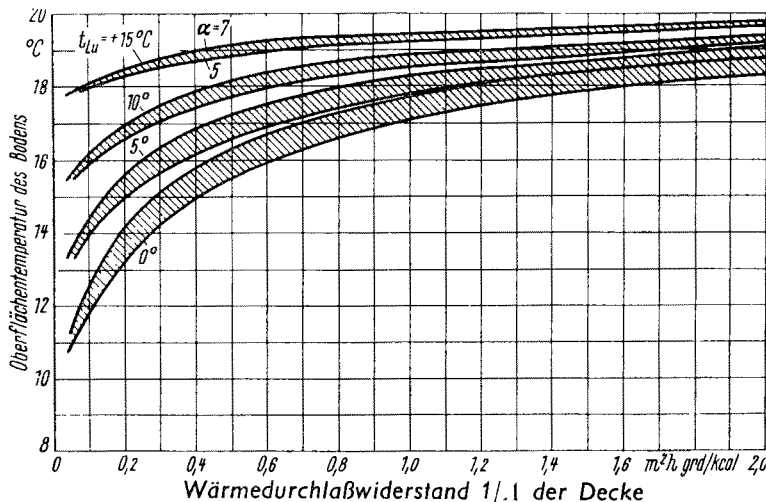


Abb. 4 Oberflächentemperatur von Decken (Raumlufttemperatur 20 °C), abhängig von Wärmedurchlaßwiderstand  $1/A$  bei verschiedenen Lufttemperaturen  $t_{LU}$  unterhalb der Decke.  $\alpha$ : Wärmeübergangszahl zu beiden Seiten der Decke (kcal/m² h grad).

des Hauses keine Rolle spielt, da diese Decken in solchen Fällen von gleich-temperierten Räumen begrenzt sind, so bedingt doch der Wärmedurchgang durch die Obergeschoßdecke mit Dach und die Kellerdecke bei Ein- und Zwei-

familienhäusern etwa die Hälfte des Gesamtwärmebedarfs des ~~Hauses~~. Sina, wie dies in Mehrfamilienhäusern mit Einzelöfen häufig anzutreffen ist, einzelne Räume oder ganze Wohnungen zeitweilig unbeheizt, so spielt der flächenmäßig erhebliche Anteil der Wohnungstrenndecken für den Wärmebedarf des Raumes bzw. der Wohnung eine wesentliche Rolle. Aus diesem Grunde sind nicht nur für Obergeschoßdecken und Kellerdecken, sondern auch für Wohnungstrenndecken nach DIN 4108 Mindestwerte des Wärmedurchlaßwiderstandes vorgeschrieben. Die Wärmedurchlässigkeit einer Decke ist aber, ebenso wie bei den Außenwänden, nicht nur eine Frage des Wärmebedarfs des betreffenden Raumes, sondern auch eine hygienische. Zu niedrige Oberflächentemperaturen dürfen diese Flächen nicht aufweisen, da sonst auch bei normalem Wohnbetrieb mit Feuchtigkeitsniederschlag auf diesen Flächen gerechnet werden muß. Die bei Wänden für die Behaglichkeit wichtige Vermeidung allzu starker Abstrahlung von den Rauminsassen an kalte Wandflächen tritt bei Decken in ihrer Bedeutung zurück.

#### 2.2.2.2 Decken mit Fußböden

Die Fußbodentemperatur in beheizten Räumen soll nicht unter  $17,5^{\circ}\text{C}$  liegen, um Fußkälte zu vermeiden.

Bei gleichbleibenden Lufttemperaturen zu beiden Seiten einer Decke besteht ein Zusammenhang zwischen dem Wärmedurchlaßwiderstand der Decke einschließlich Fußbodenaufbau und der Oberflächentemperatur des Bodens, der in Abb. 4 für verschiedene Lufttemperaturen unterhalb der Decke und eine Raumlufttemperatur über der Decke von  $20^{\circ}\text{C}$  dargestellt ist. Man ersieht aus dem Diagramm, daß bei einem Wärmedurchlaßwiderstand von  $0,75\text{ m}^2\text{ h grad/kcal}$ , der nach DIN 4108 für Kellerdecken vorgeschrieben ist, die Oberflächentemperatur des Bodens etwa  $17$  bis  $18^{\circ}\text{C}$  beträgt, wenn die Lufttemperatur in den Kellerräumen über  $0^{\circ}\text{C}$  liegt. Bei dem für Wohnungstrenndecken geltenden Wert von  $0,55\text{ m}^2\text{ h grad/kcal}$  ist dies der Fall bei Lufttemperaturen unter der Decke von wenigstens  $5$  bis  $10^{\circ}\text{C}$ . Bei gegebenen Lufttemperaturen bestimmt der Wärmedurchlaßwiderstand der Deckenkonstruktionen einschließlich Fußboden die Oberflächentemperatur des Bodens im Dauerzustand der Beheizung. Für den Wärmedurchlaßwiderstand einer Konstruktion ist es belanglos, wie die verschiedenen Schichten, aus denen Decke und Fußboden aufgebaut sind, aufeinander folgen. Es ist daher gleichgültig, ob z. B. die zum Erreichen einer bestimmten Wärmedämmung der Decke verwendete Dämmplatte oberhalb oder unterhalb der Decke angeordnet wird. Diese beiden Deckenausführungen verhalten sich aber ganz verschieden, wenn man die Temperaturverhältnisse auf der Deckenoberfläche, also die Fußbodentemperatur während des Anheizvorganges des betreffenden Raumes, betrachtet. Wenn auch nach genügend langer Heizzeit die Oberflächentemperaturen bei beiden Deckenausführungen dieselben sein werden, so wird doch die Decke mit der oben-

liegenden Dämmplatte auf der dem beheizten Raum zugekehrten Oberfläche schneller warm werden als die andere.

Die DIN 4108 trägt dieser Tatsache nicht Rechnung, da nur ein bestimmter Wärmedurchlaßwiderstand der Decken verlangt, aber über die Anordnung der Dämmschichten keine Aussage gemacht wird. Demnach ist zu fordern, daß in Wohnungen, bei denen mit kurzzeitiger und häufig unterbrochener Heizung gerechnet werden muß, ein Fußboden aus einem Stoff mit kleiner Wärmeeindringzahl (z. B. Holzfußboden, Bahnenbelag auf gut wärmedämmendem Unterboden) verwendet wird. Aus dem gleichen Grunde sind Dämmstoffe, die zur Erzielung des verlangten Wärmedurchlaßwiderstandes bei Decken mit Fußböden verwendet werden, möglichst nahe an der Fußbodenoberfläche anzuordnen.

Bei Erfüllung dieser Forderung wird gleichzeitig die Frage der Fußwärme von Böden, die mit *unbekleideten Füßen* betreten werden – ein Fall, der vor allem in Wohnungen vorkommt – in positivem Sinne gelöst. Beim Gehen auf Böden mit nackten Füßen ist für die Fußempfindung außer der Bodentemperatur vor allem das Bodenmaterial entscheidend. Fußböden aus Stoffen mit großer Wärmeeindringzahl (z. B. Terrazzoböden) werden als kalt, solche aus Stoffen mit kleiner Wärmeeindringzahl (Holz, Kork) als warm empfunden<sup>1</sup>.

In der heute geltenden DIN 4108 (Ausgabe Mai 1960) ist die Frage der Wärmeableitung von Böden nur gestreift. Bei einer Neufassung dieser Norm werden diese Fragen behandelt werden müssen.

### 2.2.3 Fenster

Die Fenster sind im allgemeinen die wärmetechnisch schwächsten Stellen in den Außenflächen eines Bauwerks. Während die Wärmedurchgangszahl  $k$  einer nach DIN 4108 im Wärmedämmgebiet II genügenden Außenwand ( $1/A = 0,55 \text{ m}^2\text{h grd/kcal}$ )  $1,35 \text{ kcal/m}^2\text{h grd}$  beträgt, liegen die entsprechenden Werte bei Fenstern je nach deren Ausführung zwischen 2 bis 3 (Doppel- und Verbundfenster) und  $6 \text{ kcal/m}^2\text{h grd}$  (Einfachfenster). Durch ein Einfachfenster strömt also unter sonst gleichen Bedingungen mehr als viermal soviel Wärme wie durch eine gleichgroße Wandfläche. Die Folge ist ein verhältnismäßig großer Anteil der Fenster am Gesamtwärmeverlust eines Raumes bzw. eines Hauses. Bei Doppel- oder Verbundfenstern liegen die Verhältnisse viel günstiger. Aus diesem Grunde wird in DIN 4108 die Verwendung von Doppel- oder Verbundfenstern für die Wärmedämmgebiete I und II empfohlen und für Wärmedämmgebiet III verlangt.

Die große Wärmedurchlässigkeit vor allem der Einfachfenster führt bei diesen zu so niedrigen Oberflächentemperaturen (Bild 1), daß eine unangenehme Wärmeabstrahlung zu diesen Flächen auftritt und diese als starke Abkühlungs-

<sup>1</sup> *Schüle W.*: Untersuchungen über die Hauttemperatur des Fußes beim Stehen auf verschiedenartigen Fußböden. Ges. Ing. 75 (1954), S. 380/386.

flächen zu unbehaglich wirkenden Kaltluftbewegungen im Raum führen. Dies tritt bei Windanfall noch stärker in Erscheinung, wenn die Fenster undicht sind und dann infolge der zu beiden Seiten der Fenster bestehenden Druckdifferenz ein mehr oder weniger großer Luftaustausch mit dem Freien erfolgt. Vorschriften über die Dichtigkeit und die Größe der Fenster bestehen z.Z. nicht. Es ist daher möglich, durch Wahl so großer Fenster, daß die Wände nahezu verschwinden, die Vorschriften über die Wärmedämmung der Wände praktisch illusorisch zu machen.

Aus dem Hygiene-Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.  
Direktor: Prof. Dr. H. Habs

## Hygienische Anforderungen an das Wohnraumklima

Von E. Effenberger<sup>1</sup>

### *Zusammenfassung*

Das Wohnraumklima wird durch die Faktoren Temperatur, Wasserdampfgehalt und Bewegung der Luft sowie Temperatur der raumumschließenden Flächen erfaßt. Nach kurzer Darstellung des Wärmehaushaltes des Menschen wird der Begriff der Behaglichkeit kritisch behandelt. Unter bestimmten Voraussetzungen kann das Raumklima durch die Temperatur allein schon hinreichend genau angegeben werden. Heute werden für Wohnräume Temperaturen von 20–22°C, für Baderäume 22–23°C und für Schlafzimmer, Flure und Nebenräume 12°C verlangt. Für die Wertepaare Temperatur und relative Feuchtigkeit der Luft sind Behaglichkeitsfelder angegeben. Auf Sonderfälle, wie zu hohe und zu niedrige relative Feuchtigkeit der Luft, besondere Strahlungssituationen, die Fußbodenheizung und Bewegung der Raumluft, wird kurz eingegangen.

### *Résumé*

Le climat à l'intérieur d'une pièce est déterminé par la température, l'humidité et les mouvements de l'air ainsi que par les températures des surfaces environnantes.

Après un bref exposé sur la thermorégulation de l'homme, l'auteur discute de la notion des sensations de confort. Dans certaines conditions, le climat d'une pièce peut être jugé au moyen des valeurs de la température de l'air seule. On exige aujourd'hui en général pour des pièces d'habitation des températures variant entre 20 et 22°C, pour des salles de bain des valeurs de 22 à 23°C et pour des chambres à coucher, les corridors et les pièces accessoires des valeurs de 12°C. Quant aux relations entre température et humidité relative de l'air, l'auteur donne des valeurs paires que l'on peut considérer confortables.

Pour terminer, l'on trouvera quelques indications sur des situations particulières (p. ex. humidité relative de l'air très haute ou très basse, rayonnement de chaleur intense, chauffage par le sol, courants d'air dépassant la normale).

<sup>1</sup> Adresse: Professor Dr. Dr. Ernst Effenberger, Hygiene-Institut, Universität, Bonn.