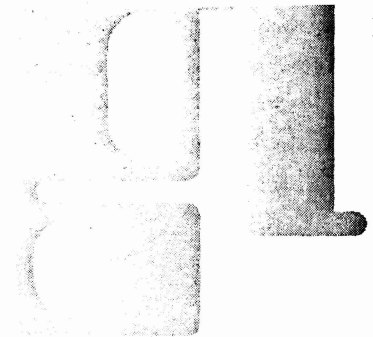


# Gesundheits-Ingenieur

Zeitschrift für Hygiene, Gesundheitstechnik, Bauphysik



mit den Fachgebieten Heizung- und Klimatechnik, Haustechnik, Wasser, Abwasser, Umweltschutz  
In Verbindung mit dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin-Dahlem; Bayerischen Landesamt für Umweltschutz, München; Institut für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Stuttgart und Holzkirchen, und der Gesundheitstechnischen Gesellschaft, Berlin  
Herausgegeben von W. LIESE und K. W. USEMANN  
unter Mitwirkung von F. Baum, H. Künzel, W. Niemitz, E. Sprenger

VERLAG R. OLDENBOURG, MÜNCHEN · 99. JAHRGANG 1978 HEFT 6 SEITE 149 – 184

## DIN 4701 Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden – Grundzüge des Neuentwurfs Teil I

H. ESDORN\*

Mitteilung aus dem Hermann-Rietschel-Institut für Heizungs- und Klimatechnik der Technischen Universität Berlin

### 1. Einführung

Etwa 20 Jahre wird die Ausgabe vom Januar 1959 der DIN 4701 [6] alt sein, wenn sie durch die Neufassung abgelöst wird, die jetzt als Entwurf erschienen ist. War sie mit gravierenden Mängeln oder Lücken behaftet? Die große Zahl gut funktionierender Heiz-Anlagen, die nach dieser Berechnungsmethode für den Wärmebedarf gebaut wurden, spricht sicher dagegen. Auf der anderen Seite sind die Erfassungs- und Verarbeitungsmöglichkeiten meteorologischer Daten ebenso wie die mathematischen Methoden zur Beschreibung komplizierter Durchströmungsvorgänge oder instationärer Wärmeaustauschvorgänge in Gebäuden heute wesentlich besser als vor zwanzig Jahren. Auf diesen Gebieten konnte man daher mögliche Verbesserungen der Berechnungsmethoden erwarten. Wie steht es mit der Frage der „Leistungsreserven“, die sich aus der bisherigen Fassung ergeben? Diese Frage war in der Vergangenheit häufig zentrales Thema der Diskussion über die Norm.

\* Mein Dank gilt meinem Mitarbeiter Dipl.-Ing. Peter Schmidt für die Unterstützung meiner Arbeit als Obmann des Ausschusses DIN 4701 und als Mitglied des REHVA (Representatives of European Heating and Ventilating Associations) sowie bei der Vorbereitung dieses Beitrages.

In diesem Beitrag werden die im Entwurf 1978 gegenüber der Fassung Januar 1959 vorgenommenen Änderungen dargestellt und begründet. Abschließend wird auch zur Frage der Leistungsreserven Stellung genommen.

### 2. Wesentliche Änderungen

Die wesentlichsten Änderungen, die sich auf die Berechnungsergebnisse auswirken, sind:

- a) Berücksichtigung von thermischen Drücken bei der Berechnung des Lüftungswärmebedarfs hoher Gebäude.
- b) Berücksichtigung des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils bei der Berechnung des Lüftungswärmebedarfs hoher Gebäude.
- c) Neufestlegung der Windgeschwindigkeiten bei der Berechnung der Außenlufttemperatur.
- d) Neufestlegung der Norm-Außenlufttemperatur.
- e) Fortfall des Zuschlages  $z_U$  für Betriebsunterbrechungen bei der Berechnung der Außenlufttemperatur.
- f) Anhebung des Zuschlages  $z_A$  zum Ausgleich der Wärmeverluste an Außenflächen.
- g) Änderung der inneren Wärmeübergangswiderstände an Wänden, Decken, Böden, Hallen und ähnlichen Räumen.

Daneben ist eine Reihe von Ergänzungen vorgenommen:

- h) Erweiterung des Berechnungsverfahrens für den Lüftungswärmebedarf auf Räume mit RLT-Anlagen<sup>1</sup>.
- i) Erweiterung der Stoffwertkataloge.
- j) Aufnahme von Berechnungsansätzen für einige Wärmebrückenprobleme.
- k) Aufnahme eines Berechnungsverfahrens für Gewächshäuser.

Außerdem sind einige formale Änderungen erfolgt:

- l) Umstellung auf das Rechnen mit SI-Einheiten.
- m) Umstellung auf das Rechnen mit Widerständen anstatt mit Durchgangs- und Übergangskoeffizienten.
- n) Entwicklung eines schreibmaschinen- und computerge-rechten Berechnungsformblattes.

3. Außen- und raumklimatische Daten

3.1 Norm-Außentemperaturen

Die momentane Außentemperatur ist von der Gegend, von der geodätischen Höhe und von der Tageszeit abhängig. Mittelwerte über Zeitperioden liegen im Winter umso niedriger, je kürzer die Andauerperiode ist (s. Bild 1). Danach müßten für Gebäude mit großer thermischen Speicherkapazität höhere minimale Außentemperaturen angesetzt werden können als für leichte Gebäude geringen Speichervermögens, die nach äußeren Temperaturänderungen schneller einen neuen Beharrungszustand erreichen. Die schwedischen Regeln für die Wärmebedarfsberechnung z.B. sehen eine entsprechende Korrektur vor.

Am HRI<sup>2</sup> wurde dieser Einfluß an einem elektrischen Analogierechner untersucht [10]. Es zeigte sich, daß man für fugendichte Wandelemente allein die rechnerisch erfor-

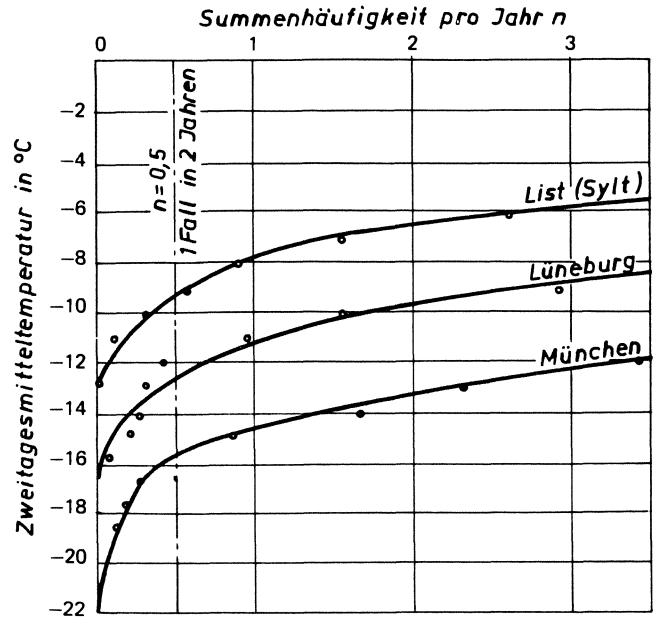


Bild 1b. Summenhäufigkeit des zwei-Tage-übergreifenden Mittels der Außentemperatur in einigen Orten für den Zeitraum 1951 - 1970 nach Reidat [21].

derlichen Außentemperaturen gegenüber Eintagesmittelwerten je nach Schwere der Bauweise um 2 bis 3 K anheben könnte, daß aber der Einfluß der praktisch trägheitslosen Fensterflächen und der dem Momentanwert der Außentemperatur folgende Lüftungswärmebedarf die Speichereffekte soweit überdecken, daß eine Differenzierung nicht mehr sinnvoll erscheint (s. Bilder 2a und 2b). Die Untersuchung wurde für Räume mit speichernden Außen- und Innenbauteilen durchgeführt, jedoch für die Normbedingung konstanter Innentemperatur, durch die sich die inneren Speichermassen praktisch nicht auswirken. Die Arbeiten werden mit unterschiedlichen Toleranzen für die Innentemperatur fortgesetzt, um den dämpfenden Einfluß

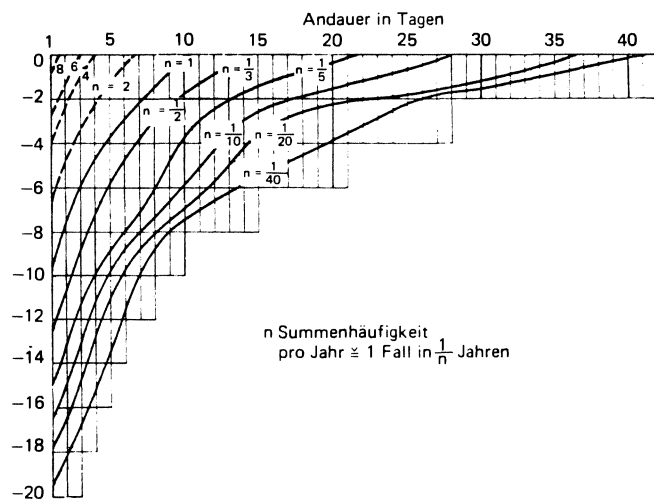


Bild 1a. Außentemperatur in Lübeck als Funktion der Andauerperiode und Summenhäufigkeit nach Reidat [22] für den Zeitraum 1891 - 1930.

<sup>1</sup> Raumlufttechnische Anlagen.

<sup>2</sup> Hermann-Rietschel-Institut für Heizungs- und Klimatechnik der Technischen Universität Berlin.

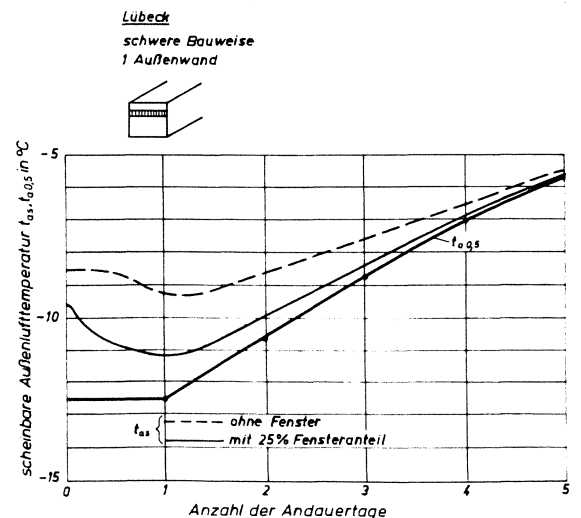


Bild 2a. Scheinbare Außenlufttemperatur  $t_{as}$  als Funktion der Andauertage für schwere Bauweise.

Definition:

$$Q_{mom} = \sum k \cdot A \cdot (t_i - t_{as})$$

$Q_{mom}$  - Momentanwert des Wärmeverlustes

$t_{a,0,5}$  - 10/20 Mittelwert der wahren Außentemperatur

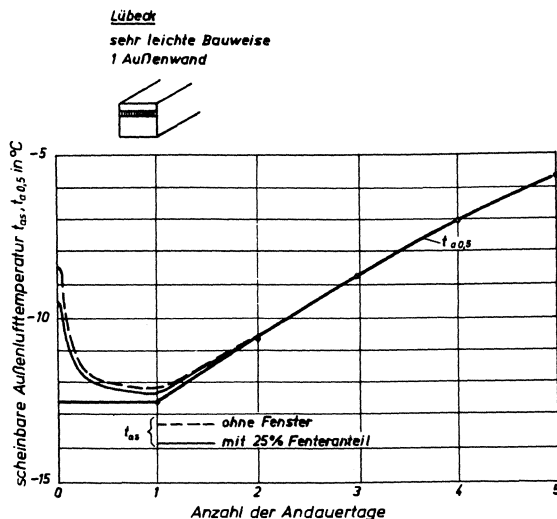


Bild 2b. Scheinbare Außenlufttemperatur  $t_{as}$  als Funktion der Andauertage für leichte Bauweise. Legende siehe Bild 2a.

der gegenüber den Außenflächen immer dominierenden inneren Speichermassen zu steigern. Es ist davon auszugehen, daß die Ergebnisse bis zum Weißdruck der Norm vorliegen.

Für die Entwurfsfassung wurden generell Zweitagesmittelwerte für die Norm-Außentemperaturen zugrundegelegt, die für übliche mittelschwere Bauweisen angemessen sind.

Die Bilder 1a und 1b zeigen einen weiteren Zusammenhang, der für die Festlegung der Norm-Außentemperaturen wichtig ist:

Je größer die Anzahl der Tage pro Jahr gewählt wird, an denen die Auslegungstemperatur erreicht oder unterschritten werden darf, umso höher ist diese Temperatur. Für Lübeck ergibt sich z.B. für eine Andauerperiode von 2 Tagen  $-4,5^{\circ}\text{C}$ , wenn man zweimal pro Jahr ein Erreichen oder eine Unterschreitung zuläßt, dagegen  $-10,7^{\circ}\text{C}$ , wenn dieses nur alle zwei Jahre bzw.  $-18,1^{\circ}\text{C}$ , wenn es nur alle 40 Jahre einmal zugelassen wird. Man sieht, daß es sich bei so definierten Norm-Außentemperaturen um vereinbarte Werte handelt, die deshalb auch weder als „richtig“ noch als „falsch“ bezeichnet werden können. Ebenso kann man nicht von „Reserven“ des damit ermittelten Wärmebedarfs sprechen, wenn man persönlich eine größere Häufigkeit möglicher Norm-Wärmebedarfsüberschreitungen für tragbar hält, als diese im zuständigen Ausschuß unter den dortigen Fachleuten vereinbart wurde.

In den Kerngebieten großer Städte liegen die Außentemperaturen bei geringen Windgeschwindigkeiten einige Grade höher als in freier Umgebung [25]. Vielfältige Einflußfaktoren machen jedoch eine generelle Festlegung für die Anhebung der Norm-Außentemperatur in solchen Gebieten problematisch: Flußläufe, Bahntrassen, große Plätze. Besonders die Abgrenzung gegen die weniger begünstigten Randbezirke ist unsicher. Es wurde daher festgelegt, daß in Städten über 100 000 Einwohner bei dichter Bebauung (Geschoßflächenzahl  $\geq 1,8$ ) eine besondere Vereinbarung mit dem Bauherrn getroffen werden kann, nach der die

Norm-Außentemperatur bis 2 K höher als nach der Norm-Außentemperaturtabelle angesetzt werden kann.

Im Normentwurf 1978 sind Zweitagesmittelwerte der Außentemperatur als Norm-Außentemperaturen festgelegt, die im Zeitraum von 1951 bis 1970 zehnmal, d.h. im Mittel einmal alle zwei Jahre, erreicht oder unterschritten wurden. Sie sind in Zwei-Grad-Stufen unterschieden. Die in der Isothermenkarte<sup>3</sup> (Bild 3) dargestellten Isothermen gelten nach den Interpolationsregeln der Meteorologie für Bereiche gleicher ganzer Gradzahl (z.B.  $-12^{\circ}\text{C}$ -Isotherme für Bereiche mit  $-12,0$  bis  $-12,9^{\circ}\text{C}$ ). Die Felder zwischen den Isothermen stellen daher nicht – wie in der Ausgabe 1959 dieser Norm – bestimmte „Klimazonen“ mit fest zuzuordnender Temperatur dar. Die Norm-Außentemperaturen sind einer Tabelle zu entnehmen, die alle Orte über 20 000 Einwohner oder mit einer berücksichtigten Wetterstation enthält.

### 3.2 Windgeschwindigkeiten

Für die zur Bestimmung der Lüftungswärmeverluste benötigten Windgeschwindigkeiten wurden vom Deutschen Wetterdienst, Offenbach, Korrelationen zwischen Windstärke und Außentemperatur für den Zeitraum 1951 - 1970 erarbeitet. Aus diesen wurden für die Standard-Hauskenngrößen die Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeiten ermittelt, die einmal im Jahr an den beiden kältesten Tagen beobachtet wurden<sup>4</sup>.

Es wird zwischen „windschwachen“ und „windstarken“ Gegenden unterschieden. Die zugehörigen gerundeten Rechenwerte der Windgeschwindigkeit betragen 2 bzw. 4 m/s. Als windstark gilt, wie Bild 3 zeigt, unabhängig von der Ortshöhe das gesamte Gebiet von Norddeutschland bis zum Rand der Mittelgebirge. Weiter südlich steigt die Grenze für „windstarke Gegend“ zu den Alpen hin an. Man beachte, daß im Alpengebiet die Höhen aus meteorologischen Gründen nicht auf NN, sondern auf die Talsohlen bezogen sind.

### 3.3 Norm-Innentemperaturen und Außenflächenzuschlag

Im Berechnungsverfahren der Norm wird für den zuschlagfreien Transmissionswärmebedarf einer Außenfläche ein einfacher Rechenansatz verwendet, der die wirklichen Wärmeaustauschverhältnisse im Raum nur angenähert beschreibt:

$$q_0 = \alpha_i (t_i - t_{wa}) \tag{1}$$

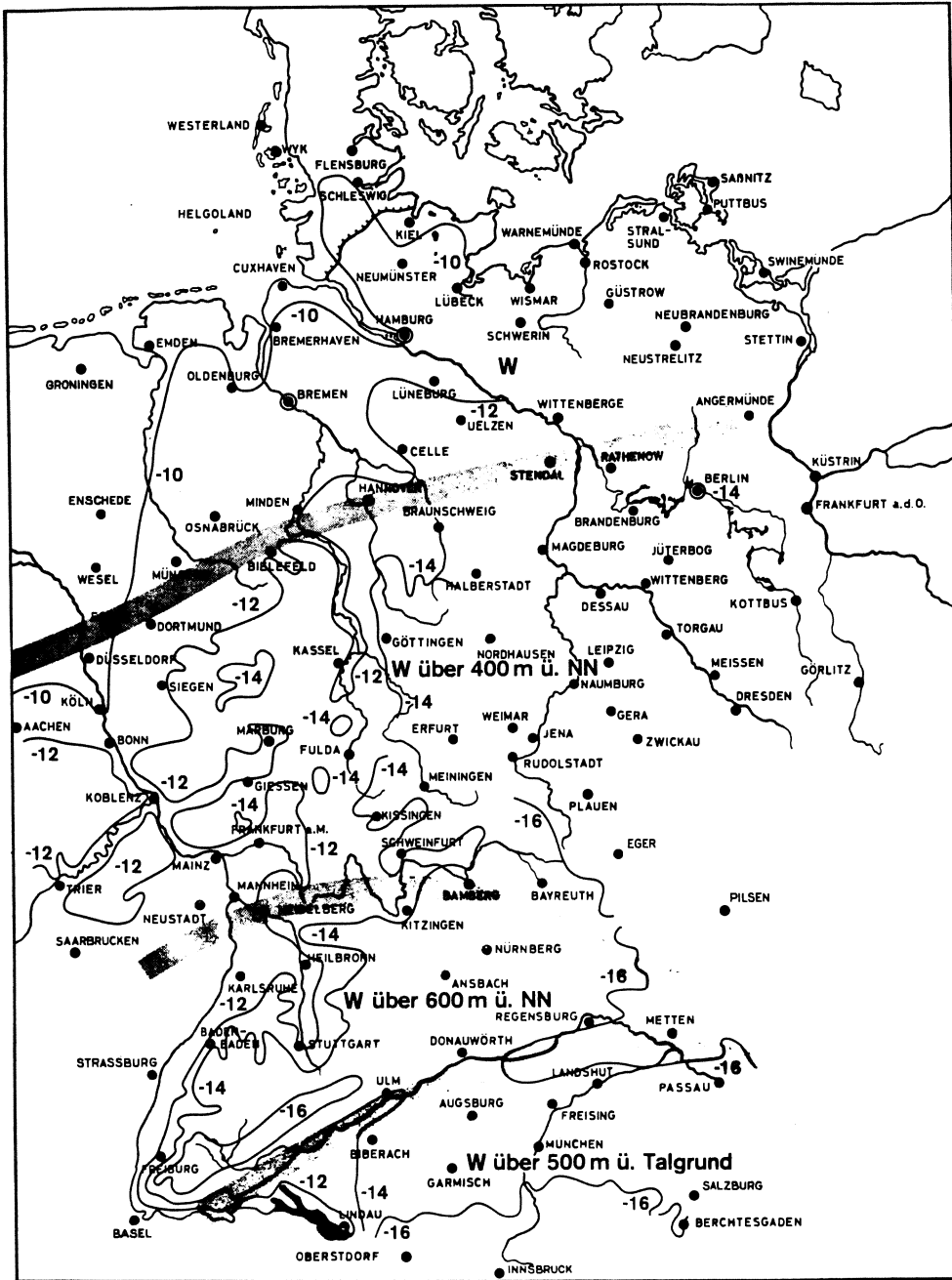
Mit

- $\alpha_i = \alpha_K + \alpha_S$  innerer Gesamt-Wärmeübergangskoeffizient
- $t_i$  Norm-Innentemperatur
- $t_{wa}$  innere Oberflächentemperatur der Außenflächen

<sup>3</sup> Die Isothermenkarte und die Norm-Außentemperaturtabelle wurden von Dr. Reidat, Hamburg, nach Unterlagen des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach in Zusammenarbeit mit Dipl.-Phys. Jurksch, Offenbach, entworfen [21].

<sup>4</sup> Die Arbeiten lagen ebenfalls in der Hand von Dr. Reidat, Hamburg.

Bild 3. Isothermenkarte DIN 4701 (Entwurf 1978).



$\alpha_S$  Wärmeübergangskoeffizient durch Strahlung  
 $\alpha_K$  konvektiver Wärmeübergangskoeffizient.

Der physikalisch korrekte Ansatz würde bei gleichartigen Außenflächen im Raum lauten:

$$q_0 = \alpha_K (t_{Li} - t_{Wa}) + \alpha_S \Phi_{Wa/i} (t_{Wi} - t_{Wa}). \quad (2)$$

Mit

- $t_{Li}$  innere Lufttemperatur
- $t_{Wi}$  innere Oberflächentemperatur der Innenflächen
- $\Phi_{Wa/i}$  Einstrahlzahl Außenflächen/Innenflächen.

Außerdem gilt:

$$q_0 = \frac{1}{R_{\lambda_a} + R_a} (t_{Wa} - t_a). \quad (3)$$

Mit

- $R_{\lambda_a}$  Wärmeleitwiderstand der Außenfläche
- $R_a$  äußerer Wärmeübergangswiderstand
- $t_a$  Norm-Außentemperatur.

Aus den Gl. (1), (2) und (3) erhält man mit der nährungsweise gültigen Voraussetzung  $t_{Wi} = t_{Li}$

$$t_{Li} = \frac{t_i - \frac{\omega t_i + t_a}{1 + \omega} \left[ 1 - \frac{\alpha_K}{\alpha_i} \left( 1 + \frac{\alpha_S}{\alpha_K} \Phi_{Wa/i} \right) \right]}{\frac{\alpha_K}{\alpha_i} \left( 1 + \frac{\alpha_S}{\alpha_K} \Phi_{Wa/i} \right)}. \quad (4)$$

Mit

$$\omega = \frac{R_{\lambda_a} + R_a}{R_i}$$

$R_i$  innerer Wärmeübergangswiderstand.

Bild 4 gibt für Räume mit Rechteckgrundriß mit einer, zwei und drei Außenwänden die Lufttemperaturen für folgende Annahmen wieder:

1. 30 cm Gasbeton ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$R_{\lambda a} = 0,537 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad R_a = 0,717 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad k_{Wa} = 1,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$\frac{\alpha_K}{\alpha_i} = 0,23 \quad \frac{\alpha_S}{\alpha_K} = 3,35 \quad \omega = 3,75$$

2. Wand und Fenster nach Wärmeschutzverordnung

$$k_{W+F} = 1,85 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$\frac{\alpha_K}{\alpha_i} = 0,24 \quad \frac{\alpha_S}{\alpha_K} = 3,09 \quad \omega = 2,62$$

3. Holz-Einfachfenster mit Zweifach-Verglasung 6 mm

$$R = 0,31 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad k_{Wa} = 3,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$\frac{\alpha_K}{\alpha_i} = 0,28 \quad \frac{\alpha_S}{\alpha_K} = 2,60 \quad \omega = 1,08$$

Für alle Fälle gilt:  $t_i = +20^\circ\text{C}$ ,  $t_a = -15^\circ\text{C}$ .

Man sieht, daß die zugehörigen Lufttemperaturen einheitlich höher als die Norm-Innentemperatur liegen, und zwar umso mehr, je größer der Wärmedurchgangskoeffizient und je kleiner die Einstrahlzahl der Außenwand ist.

Durch Verwendung des einfachen Ansatzes nach Gl. (1) erhält man also bereits ohne Zuschläge Temperaturverhältnisse

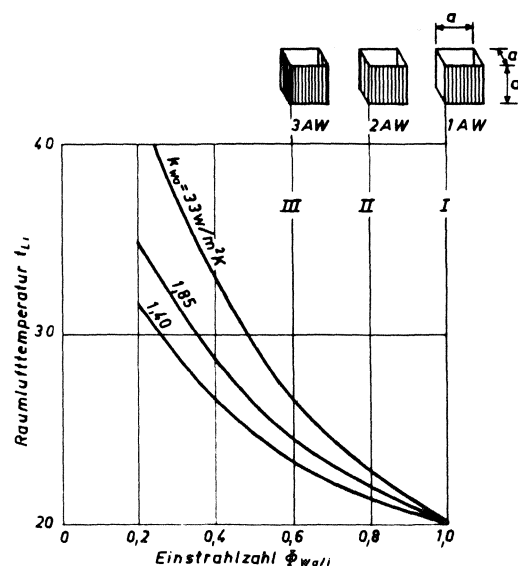


Bild 4. Raumlufttemperatur abhängig von der Einstrahlzahl bei Norm-Innentemperatur  $t_i = 20^\circ\text{C}$  und Norm-Außentemperatur  $t_a = -15^\circ\text{C}$ .

im Raum, die in ihrer Tendenz mit der menschlichen Behaglichkeitsempfindung korrespondieren: Je niedriger die mittlere Umgebungsflächentemperatur, desto höher die erforderliche Lufttemperatur. Auf die Größenordnung wird weiter unten eingegangen.

Der *Krischer*-Wert  $D^5$  ergibt sich wie folgt:

$$D = \frac{A_a \cdot q_0}{A_{ges} (t_i - t_a)} = \frac{A_a}{A_{ges}} k_a \quad (5)$$

Mit

$A_a$  Außenfläche

$A_{ges}$  Gesamtfläche.

Damit lassen sich die Lufttemperaturen nach *Bild 4* auch als Funktion des *Krischer*-wertes  $D$  darstellen, wie *Bild 7* für den Fall kubischer Räume zeigt.

Für die Behaglichkeitsbewertung der Luft- und Oberflächentemperaturen eines Raumes läßt sich aus der Wärmebilanz einer Person ein Zusammenhang zwischen dem *Krischer*-Wert  $D$  und dem Außenflächenzuschlag  $z_A$  bestimmen. Für  $z_A$  gilt nach *Krischer* [18]:

$$(1 + z_A) = \frac{\bar{t}_{Li} - t_a}{t_i - t_a} \quad (6)$$

Mit

$\bar{t}_{Li}$  erforderliche innere Lufttemperatur.

*Kast* [14] entwickelt aus der Bedingung gleicher Wärmeabgabe einer Person an den zu betrachtenden Raum wie an einen Raum mit gleichen Luft- und Oberflächentemperaturen folgende Beziehung:

$$z_A = \frac{\Phi \frac{k_a}{2 \alpha_i}}{1 + \frac{\alpha_K}{\alpha_S} - \Phi \frac{k_a}{\alpha_i}} \quad (7)$$

und mit  $\alpha_K \approx \alpha_S$  für Personen

$$z_A \approx \frac{\Phi \frac{k_a}{\alpha_i}}{1 - \Phi \frac{k_a}{2 \alpha_i}} \quad (8)$$

Mit

$\Phi$  Einstrahlzahl einer Person auf die Außenflächen.

Für den Bereich  $\frac{D}{k_a} = \frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  erhält man näherungsweise mit

$$\Phi = \frac{3 A_a / A_{ges}}{1 + 2 A_a / A_{ges}} \quad (9)$$

<sup>5</sup> Der  $D$ -Wert soll zukünftig nach Beschluß des Ausschusses DIN 4701 zur Erinnerung an Herrn Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h. O. *Krischer*, der bedeutende Verdienste auf dem Gebiet der Wärmebedarfsrechnung hat und auch den  $D$ -Wert erstmals formulierte, *Krischer*-Wert genannt werden.

für einen Standort der Person zwischen Raummitte und Außenfläche  $\Phi \cdot k_a = (2,0 \dots 1,5)D$ .

Mit  $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$  ergibt sich nach Gl. (8) mit  $D$  in  $\text{W/m}^2\text{K}$ :

$$z_A = \frac{0,109 D}{1 - 0,109 D} \quad (10)$$

Diese Beziehung ist gemäß Vorschlag von Kast im Entwurf 1978 der Norm für  $z_A$  verwendet. Der Vergleich mit den Werten der bisherigen Fassung in *Bild 5* zeigt, daß dieser Zuschlag jetzt mehr als doppelt so hoch ist. Dieses wirkt sich positiv auf die Temperaturen in exponiert gelegenen Räumen aus (hohe Krischer-Werte  $D$ ), bei denen bekanntlich bisher am ehesten unzureichende Leistung festgestellt wurde. Ein weiterer Grund hierfür ist jedoch in der vergleichsweise schlechten thermischen Ankopplung dieser Räume an das übrige Gebäude zu suchen (vgl. Esdorn [8]).

Im Bereich  $0 < D < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  kann man für Gl. (10) schreiben:

$$z_A \approx 0,125 D \quad (11)$$

und daraus nach Gl. (6)

$$\frac{\bar{t}_{Li} - t_a}{t_i - t_a} = 1 + 0,125 D \quad (12)$$

Diese normierte innere Lufttemperatur ist in *Bild 6* dargestellt. Für  $t_a = -15^\circ\text{C}$  und  $t_i = +20^\circ\text{C}$  ergibt sich daraus die in *Bild 7* strichpunktiert eingetragene Gerade für die erforderliche Lufttemperatur.

Man sieht, daß für das betrachtete Beispiel die Lufttemperaturen, die sich ohne Zuschlag ergeben, bis auf die Fälle mit 3 Außenwänden unter den erforderlichen Werten liegen. Es sind daher als weitere Kurven (gestrichelt) die Verläufe der realen Lufttemperaturen eingetragen, die sich für einen Raum ergeben, dessen Wärmebedarf bei Lufttemperatur  $t'_{Li} = t_i$  für die Heizflächenauslegung mit dem Faktor  $(1 + z_A)$  multipliziert ist.

Es gilt für die Heizfläche

$$A_H = \frac{Q_H}{k_H (t_{Hm} - t_{Li})} = \frac{(1 + z_A) Q_0}{k_{H0} (t_{Hm} - t_i)} \quad (13a)$$

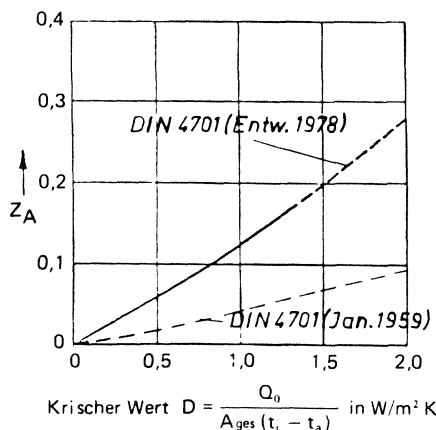


Bild 5. Außenwandzuschlag  $z_A$ .

bzw.

$$\begin{aligned} \frac{Q_H}{Q_0} &= (1 + z_A) \frac{t_{Hm} - t_{Li}}{t_{Hm} - t_i} \cdot \frac{k_H}{k_{H0}} = \\ &= (1 + 0,125 D) \left( \frac{t_{Hm} - t_{Li}}{t_{Hm} - t_i} \right)^{1+m} \end{aligned} \quad (13b)$$

Mit

- $t_{Hm}$  mittlere Heizmitteltemperatur
- $k_H$  Wärmedurchgangskoeffizient Heizfläche
- $1 + m$  Exponent
- Index 0 Auslegungszustand für  $t_{Li} = t_i$ .

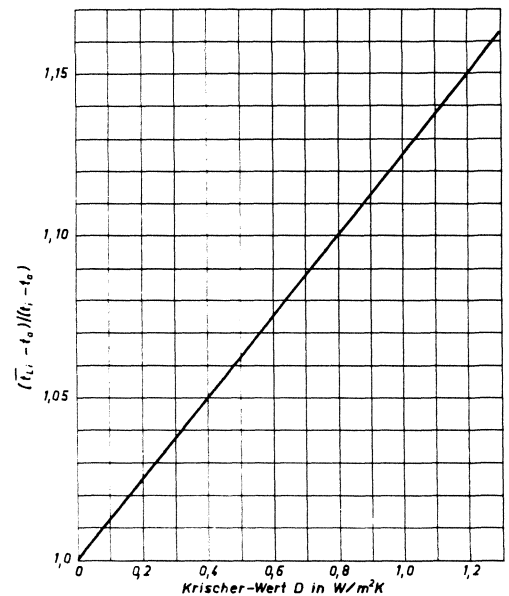


Bild 6. Normierte Differenz zwischen der erforderlichen Lufttemperatur im Raum und der Norm-Außentemperatur für konvektives Heizsystem.

- $t'_{Li}$  Erforderliche Lufttemperatur in  $^\circ\text{C}$
- $t_i$  Norm-Innentemperatur in  $^\circ\text{C}$
- $t_a$  Norm-Außentemperatur in  $^\circ\text{C}$

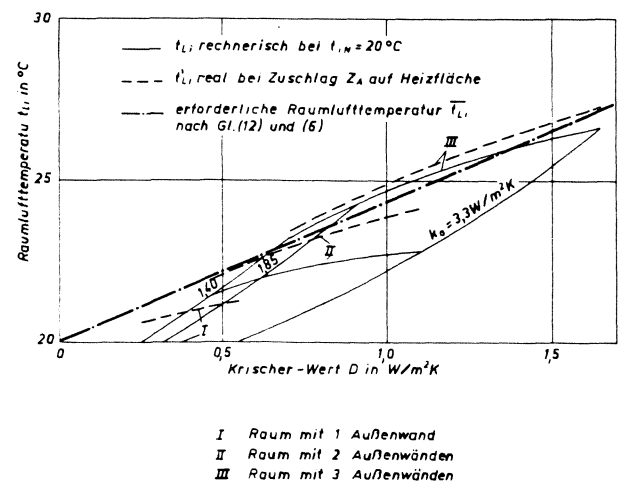


Bild 7. Vergleich der erforderlichen Raumlufttemperatur nach Gl. (6) und (12), der rechnerischen Lufttemperatur bei Norm-Innentemperatur  $t_i = 20^\circ\text{C}$  nach Gl. (1) und der realen Lufttemperatur bei Zuschlag  $z_A$  auf die Heizfläche für konvektives Heizsystem mit  $t_{Hm} = 80^\circ\text{C}$  nach Gl. (13a) für kubische Räume.

Für den Raum gilt:

$$\frac{Q_H}{Q_0} = \frac{t_{Li} - t_a}{t_{LiN} - t_a} \quad (14)$$

Mit

$t_{LiN}$  Raumlufthtemperatur bei zuschlagfreiem Norm-Transmissionswärmebedarf  $Q_0$ .

Aus den Gl. (13b) und (14) ergeben sich die gestrichelten Linien für die realen Lufttemperaturen in den Fällen I, II und III (kubischer Raum mit 1, 2, 3 AW), mit  $m = 0,33$ .

Man sieht, daß die realen Lufttemperaturen bis auf den Fall I (1 Außenwand) etwas über oder unmittelbar unter der erforderlichen Lufttemperatur  $\bar{t}_{Li}$  liegen. Da diese Räume mit niedrigen *Krischer*-Werten  $D$  die Mehrzahl in einem Gebäude ausmachen, wird die Heizmitteltemperatur nach diesen gesteuert werden, so daß die exponierten Räume noch weiter angehoben werden.

Für Räume mit Rechteckgrundrissen können sich in realen  $D$ -Wertbereichen Abweichungen bis etwa  $\pm 1$  K ergeben, die im Rahmen dieser Betrachtungen nicht von Bedeutung sind.

Die bisherigen Betrachtungen gelten für überwiegend konvektive Heizsysteme. Bei stärker strahlenden Heizflächen ergeben sich begrenzte Einflüsse des Heizsystems auf den realen Wärmebedarf, wie u.a. von *Kast* [13; 14] und *Marcq* und *Uytenbroeck* [20] ausgeführt wird. Der Norm-Wärmebedarf, dem ein fiktives überwiegend konvektives Heizsystem zugrunde liegt, wird davon nicht berührt. Es ist vorgesehen, die genannten Einflüsse in einem Ergänzungsblatt zu behandeln, wenn die Zusammenhänge hinreichend geklärt sind. Hiermit ist bis zum Weißdruck zu rechnen.

Nach dem bisherigen Stand der Arbeiten ist zu sagen, daß Heizsysteme mit größerem Strahlungsanteil zunächst wie bisher weiter mit dem gleichen Zuschlag  $z_A$  bemessen werden können, da die erforderlichen Lufttemperaturen hier niedriger liegen als für überwiegend konvektive Heizsysteme. Die niedrigere Lufttemperatur bei gleichem  $z_A$ -Zuschlag wird dadurch weitgehend kompensiert.

Bei überwiegend konvektiven Heizsystemen mit Heizmitteltemperaturen unter  $60^\circ\text{C}$  bei Vollast empfiehlt es sich, die Heizflächen sicherheitshalber nach den vom *Krischer*-Wert  $D$  abhängigen erforderlichen Lufttemperaturen  $\bar{t}_{Li}$  nach *Bild 7* zu bemessen.

Die Anhebung der Lufttemperatur zur Kompensation niedriger Umschließungsflächentemperaturen, die durch den Zuschlag  $z_A$  bewirkt wird, ist nur in bestimmten Grenzen möglich, ohne daß das Behaglichkeitsempfinden der Rauminsassen beeinträchtigt wird. Die unter diesem Gesichtspunkt maximal zulässige Temperaturdifferenz zwischen Lufttemperatur und mittlerer Umschließungsflächentemperatur beträgt nach *McNall* und *Schlegel* [19] etwa 8 K. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch *Roedler* und *Schlüter* [23], von denen eine Anhebung der Lufttemperatur bis auf ca.  $24^\circ\text{C}$  zum Ausgleich kalter Fensterflächen als noch behaglich angesehen wird. Nach *Kollmar* [15] sollte die Lufttemperatur zum Ausgleich kalter Außenflächen nicht über  $25^\circ\text{C}$  angehoben werden. Von solchen

Überlegungen geht auch *Kast* [14] aus, wenn er empfiehlt, einen Außenflächenzuschlag von 15% als obere Grenze anzusehen. Bei einer Norm-Innentemperatur von  $20^\circ\text{C}$  und einer Norm-Außentemperatur von  $-14^\circ\text{C}$  ergibt sich dafür eine Lufttemperatur von ca.  $25^\circ\text{C}$ .

Damit erhält man für den *Krischer*-Wert  $D$  einen oberen Grenzwert von ca.  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , bei dem noch behagliche Zustände zu erwarten sind.

Bei Neubauten ist allerdings bereits durch die Wärmeschutzverordnung [24] sichergestellt, daß *Krischer*-Werte  $D$  von ca.  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$  kaum überschritten werden.

Der Katalog der Norm-Innentemperaturen ist im Entwurf 1978 wesentlich erweitert, insbesondere für Geschäftshäuser, Theater- und Konzerträume, Kirchen, Fertigungs- und Werkstattträume, Kasernen, Justizvollzugsanstalten, Museen, Bahnhöfe, Flughäfen und Garagen (*Bild 8*). Die Norm-Innentemperaturen von Bädern, Duschräumen sowie Arzt- und Untersuchungszimmern in Schulen, die vom Hauptausschuß mit  $24^\circ\text{C}$  beschlossen wurden, hält der Bericht in Anbetracht der noch wesentlich darüber liegenden Lufttemperaturen für 2 K zu hoch.

Die Temperaturen für Nachbarräume wurden den neuen Norm-Außentemperaturen angepaßt und teilweise geringfügig geändert. Wesentlich erweitert sind die Angaben für unbeheizte Nachbarräume, die aus Wärmebilanzen für die Räume errechnet wurden.

Für eingebaute Treppenhäuser ergibt sich mit Berücksichtigung der Lufteinströmung an der Eingangstür infolge thermischer Druckwirkungen die Innentemperatur im Geschoß  $j$  näherungsweise aus:

$$t'_{ij} = \frac{\zeta \cdot t'_{i,(j-1)} + \eta \cdot t_b + t_a}{1 + \zeta + \eta} \quad (15)$$

Mit

$$\zeta = \frac{(\dot{V} \cdot c \cdot \rho)_a}{\Sigma \left( \frac{A}{R} \right)_a} \quad (16)$$

$$\eta = \frac{\Sigma \left( \frac{A}{R} \right)_b}{\Sigma \left( \frac{A}{R} \right)_a} \quad (17)$$

Darin bedeuten:

- $\dot{V}$  Volumenstrom durch die Eingangstür
- $c$  spez. Wärmekapazität der Luft
- $\rho$  Dichte der Luft
- $A$  Fläche je Geschoß
- $R$  Wärmedurchgangswiderstand (einschl Lüftungswärmeverlust) je Geschoß.

Indices:

- $a$  nach außen
- $b$  nach beheizten Räumen.

Lfd. Nr.	Raumart	Norm-Innentemperatur
3	Geschäftshäuser Verkaufsräume und Läden allgemein, Haupttreppenhäuser Lebensmittelverkauf Lager allgemein Käselager Wurtlager, Fleischwarenverarbeitung und Verkauf Aborte, Nebenräume und Nebentrep- penräume wie unter 2.	+ 20°C + 18°C + 18°C + 12°C + 15°C
6	Theater und Konzerträume einschließlich Vorräumen Aborte, Nebenräume und Treppen- räume wie unter 2.	
7	Kirchen Kirchenraum allgemein bei Kirchen mit schutzwürdigen Gegenständen Aborte, Nebenräume und Treppen- räume wie unter 2.	+ 15°C nach Ver- einbarung
9	Fertigungs- und Werkstattträume allgemein, mindestens bei sitzender Beschäftigung	+ 15°C + 20°C
10	Kasernen Unterkunftsräume alle sonstigen Räume wie unter 5.	+ 20°C
12	Justizvollzugsanstalten Unterkunftsräume alle sonstigen Räume wie unter 5.	+ 20°C
13	Ausstellungshallen nach Angabe des Auftraggebers, jedoch mindestens	+ 15°C
14	Museen und Galerien allgemein	+ 20°C
15	Bahnhöfe Empfangs-, Schalter- und Abfertigungs- räume in geschlossener Bauart sowie Aufenthaltsräume ohne Bewirtschaftung	+ 15°C
16	Flughäfen Empfangs-, Abfertigungs- und Warteräume	+ 20°C
17	Garagen und sonstige frostfrei zu haltende Räume	+ 5°C

Bild 8. Auszug aus Tabelle 3 DIN 4701 (Entwurf 1978), Norm-Innentemperaturen für beheizte Räume.

Bild 9 gibt die Tabelle 5 des DIN-Entwurfs wieder für die Werte  $\eta = 3,0$  (normale thermische Kopplung an das Gebäude) und  $\eta = 1,5$  (schlechte Kopplung) sowie  $\zeta = 1,5$  (bis 20 m Höhe) bzw.  $\zeta = 3,0$  (über 20 m Höhe) bei  $\eta = 1,5$  und  $\zeta = 3,0$  (bis 20 m Höhe) bzw.  $\zeta = 6,0$  (über 20 m Höhe) bei  $\eta = 3,0$ .

Die Temperaturen unbeheizter Dachräume sind ebenfalls für verschiedene Wärmedurchgangswiderstände nach außen

Thermische Kopplung an das Gebäude	Gebäude-Höhe m	Geschoß	Norm-Außen-temperatur °C			
			- 10	- 12	- 14	- 16
normal <sup>1</sup>	bis 20	EG u. KG	+ 6	+ 5	+ 4	+ 3
		1. OG	+ 11	+ 10	+ 9	+ 9
		2. OG	+ 12	+ 11	+ 11	+ 10
		3.-4. OG	+ 12	+ 12	+ 11	+ 11
		5.-7. OG	+ 13	+ 12	+ 12	+ 11
	über 20	EG u. KG	+ 1	- 1	- 2	- 3
		1. OG	+ 6	+ 5	+ 4	+ 3
		2. OG	+ 9	+ 8	+ 7	+ 6
		3.-4. OG	+ 10	+ 10	+ 9	+ 8
		5.-7. OG	+ 11	+ 11	+ 10	+ 10
schlecht <sup>2</sup>	bis 20	EG u. KG	+ 4	+ 3	+ 1	0
		1. OG	+ 7	+ 6	+ 5	+ 4
		2. OG	+ 8	+ 7	+ 6	+ 5
		3.-4. OG	+ 8	+ 7	+ 6	+ 6
		5.-7. OG	+ 8	+ 7	+ 6	+ 6
	über 20	EG u. KG	- 1	- 2	- 4	- 5
		1. OG	+ 3	+ 2	+ 1	0
		2. OG	+ 6	+ 5	+ 4	+ 3
		3.-4. OG	+ 7	+ 6	+ 5	+ 4
		5.-7. OG	+ 7	+ 7	+ 6	+ 5
	über	7. OG	+ 8	+ 7	+ 6	+ 6

In den Fußnoten bedeuten:

R äquivalenter Wärmedurchgangswiderstand (einschließlich Lüftungswärmeverlust)

A Fläche

Index a: nach außen

Index b: zu beheizten Räumen

$$1 \text{ Annahme: } \frac{\sum \left(\frac{A}{R}\right)_b}{\sum \left(\frac{A}{R}\right)_a} = 3,0 \text{ (z.B. Schmalseite Einfachfenster } 2 \text{ m}^2 \text{ je Geschoß)}$$

$$2 \text{ Annahme: } \frac{\sum \left(\frac{A}{R}\right)_b}{\sum \left(\frac{A}{R}\right)_a} = 1,5 \text{ (z.B. Schmalseite Einfachfenster über ganze Fläche)}$$

Bild 9. Tabelle 5 DIN 4701 (Entwurf 1978). Rechenwerte für die Temperaturen  $t_i$  in nicht beheizten eingebauten Treppenhäusern mit einer Außenwand.



( $R_a = 0,2$  und  $R_a = 0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) und zu den beheizten Räumen ( $R_b = 0,8$  und  $R_b = 1,6 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) errechnet. Sie ergeben sich aus Gl. (15) mit  $\dot{V} = V \cdot \beta$  ( $V$  Raumvolumen;  $\beta$  Luftwechsel). Für undichte Dachflächen ist  $\beta = 0,69 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^3\text{s}$  ( $\approx 2,5 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ ), für dichte  $\beta = 0,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^3\text{s}$  ( $\approx 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{h}$ ) zugrunde gelegt. Die Tabelle 6 des Norm-Entwurfs (Bild 10), die die Ergebnisse wiedergibt, enthält außerdem die in belüfteten Flachdächern anzunehmenden Temperaturen und die zugehörigen äußeren Wärmeübergangswiderstände von der Luftschicht nach innen.

4. Berechnungsverfahren für Normalfälle

4.1 Norm-Transmissionswärmebedarf

4.1.1 Allgemeines zum Verfahren

Wie bereits in Abschnitt 2 ausgeführt, bleibt das bisherige Rechenverfahren für den Transmissionswärmebedarf in der Grundform erhalten. Es bleibt insbesondere die Methode der Rechnung mit festgelegten, von der Oberflächentemperaturen (Krischer-Wert  $D$ ) unabhängigen, Rechenwerten für die Norm-Innentemperatur und Berücksichtigung der thermischen Umgebungsbedingungen durch den Außenflächenzuschlag. Andere Verfahren, die z.B. unterschiedliche innere Wärmeübergangswiderstände und  $D$ -Wert-abhängige Innentemperaturen verwenden [1; 20; 15] führen auf einen unvertretbar hohen Rechenaufwand, ohne sicherere Ergebnisse zu liefern. Im Rahmen der REHVA wurden hierüber eingehende Beratungen durchgeführt, bei denen die Bundesrepublik Deutschland durch das HRI vertreten war.

4.1.2 Zuschlagfreier Transmissionswärmebedarf

Der formale Aufbau der Grundgleichung für den Transmissionswärmebedarf wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen geändert: Es wird mit Widerständen statt mit Durchgangs- bzw. Übergangskoeffizienten gerechnet. Für den zuschlagfreien Transmissionswärmebedarf  $Q_0$  luftberührter Flächen gilt.

$$Q_0 = \Sigma \left( \frac{A}{R} \Delta t \right) \tag{18}$$

Mit

- A Fläche des Bauteils
- R Wärmedurchgangswiderstand
- $\Delta t$  Temperaturdifferenz  
für Außenbauteile  $\Delta t = t_i - t_a$   
für Innenbauteile  $\Delta t = t_i - t'_i$ .

Dabei gilt:

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \Sigma \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a} = R_i + R_\lambda + R_a \tag{19}$$

Mit

- k Wärmedurchgangskoeffizient
- $\alpha_i$  innerer Wärmeübergangskoeffizient
- $\alpha_a$  äußerer Wärmeübergangskoeffizient
- $\lambda$  Wärmeleitfähigkeitskoeffizient der Schicht j
- d Dicke der Schicht j
- $R = \frac{1}{k}$  Wärmedurchgangswiderstand
- $R_i = \frac{1}{\alpha_i}$  innerer Wärmeübergangswiderstand
- $R_a = \frac{1}{\alpha_a}$  äußerer Wärmeübergangswiderstand
- $R_\lambda = \Sigma \frac{d}{\lambda}$  Wärmeleitwiderstand.

<sup>6</sup> Im Norm-Entwurf sind mit Rücksicht auf die computer- und schreibmaschinengerechte Schreibweise Wärmeleistungen mit  $Q$  statt mit  $Q$  bezeichnet. Dieses wird hier übernommen. Analoges gilt für andere Bezeichnungen.

Räume			Norm-Außentemperatur °C			
			- 10	- 12	- 14	- 16
Geschlossene Dachräume <sup>1</sup>						
Dachaußenfläche	Wärmedurchgangswiderstand R m <sup>2</sup> K/W					
	nach außen	zum beheizten Raum				
undicht <sup>2</sup>	0,2	0,8	- 6	- 8	- 10	- 12
		1,6	- 8	- 10	- 12	- 14
	0,4	0,8	- 4	- 6	- 7	- 9
		1,6	- 7	- 9	- 10	- 12
dicht <sup>3</sup>	0,2	0,8	- 6	- 8	- 9	- 11
		1,6	- 8	- 10	- 11	- 13
	0,4	0,8	- 3	- 4	- 6	- 7
		1,6	- 6	- 8	- 9	- 11
	0,8	0,8	+ 1	0	- 1	- 3
		1,6	- 3	- 5	- 6	- 8
	1,6	0,8	+ 5	+ 4	+ 3	+ 2
		1,6	0	- 1	- 2	- 4
Luftschichtbelüftete Flachdächer <sup>4</sup>			- 7	- 9	- 11	- 13

- 1 Die Tabelle wurde für mittlere Dachraumhöhen von 1 bis 2 m und Flächenverhältnisse  $A_a$  (nach außen) zu  $A_b$  (zum beheizten Raum)  $A_a/A_b = 1,5$  berechnet.
- 2 Rechnerischer stündlicher Luftwechsel 2,5 l/h
- 3 Rechnerischer stündlicher Luftwechsel 0,5 l/h
- 4 Der Wärmeleitwiderstand ist vom Innenraum bis zur Luftschicht zu rechnen. Der äußere Wärmeübergangswiderstand ist mit  $R_a = 0,09 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  anzusetzen.

Bild 10. Tabelle 6 DIN 4701 (Entwurf 1978). Rechenwerte für die Temperaturen  $t'_i$  in nicht beheizten angrenzenden Dachräumen und in der Luftschicht belüfteter Flachdächer.

Das Rechnen mit Widerständen bietet mehrere Vorzüge:

- a) Bei der Vielzahl der heutigen Schichtbauweisen mit unterschiedlichsten Materialien ist es, abgesehen von Fenstern u.ä., nicht mehr sinnvoll, wie in der bisherigen Fassung der Norm fertig vorgerechnete  $k$ -Werte anzugeben. Stattdessen sind Wärmeleitwiderstände für Baustoffe in verschiedenen Schichtdicken in dem Tabellenwerk aufgeführt, mit denen die Wärmedurchgangswiderstände beliebiger Verbundbauweisen schnell errechnet werden können. Dieser Rechengang ist also ohnehin erforderlich. Man spart daher einen Rechengang, wenn man in der Grundgleichung (18) die Fläche  $A$  gleich durch den Wärmedurchgangswiderstand dividiert, statt erst den Kehrwert  $1/R = k$  zu ermitteln und dann mit dem Produkt  $kA$  zu rechnen.
- b) Die Beurteilung und erforderlichenfalls Veränderung von Bauteilen ist anhand von Widerständen wesentlich einfacher. Wenn z.B. durch die Wärmeschutzverordnung [24] ein Mindestdurchgangswiderstand – dort als  $k$ -Wert formuliert – gegeben ist, läßt sich ohne Umrechnung der gegebenenfalls erforderliche Zusatzwiderstand  $\Delta R$  angeben:

$$\Delta R = R_{\min} - R. \quad (20)$$

Statt bei gegebenem  $k_{\max}$ :

$$\Delta R = \frac{1}{k_{\max}} - \frac{1}{k}. \quad (21)$$

Unverständlicherweise wird gerade im Bereich der Bautechnik (DIN 4108 [3], DIN 4108 Beiblatt [4], Ergänzende Bestimmungen DIN 4108 [5], WSV0 [24]) kein Gebrauch von diesen Vorteilen gemacht, obwohl die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz in DIN 4108 Tabelle 3 in Form von Widerständen ( $1/\Lambda = \Sigma d/\lambda$  Wärmedurchlaßwiderstand) formuliert sind. Auf die Verwechslungsgefahr von „Wärmedurchlaßwiderstand“  $\Sigma d/\lambda$  und „Wärmedurchgangswiderstand“  $1/\alpha_i + 1/\alpha_a + \Sigma d/\lambda$  sei nur hingewiesen. Der Begriff „Wärmeleitwiderstand“ ist außerdem vom Wortinhalt her passender. Hier sollte eine „Reform“ möglich sein.

- c) Anteilige Temperaturdifferenzen in den Schichten oder an den Übergangsstellen zur Luft lassen sich sinnfällig durch den anteiligen Widerstand ausdrücken:

$$\Delta t_j = \Delta t_{\text{ges}} \frac{R_j}{R_{\text{ges}}}. \quad (22)$$

Als Zeitpunkt für eine Umstellung auf das Rechnen mit Widerständen bietet sich der Augenblick als besonders günstig an, da durch die Umstellung auf die neuen SI-Einheiten ohnehin alle Erfahrungswerte neu gebildet und gemerkt werden müssen.

Die bisher in den Sonderfällen enthaltene Berechnungsmethode für den zuschlagfreien Transmissionswärmebedarf erdreichberührter Flächen ist für die Normalfläche übernommen. Der Ansatz ist formal dem luftberührter Flächen

einschließlich der Widerstandsdefinitionen angeglichen

$$Q_0 = A_{\text{ges}} \left( \frac{t_i - t_{\text{AL}}}{R_{\text{AL}}} + \frac{t_i - t_{\text{GW}}}{R_{\text{GW}}} \right). \quad (23)$$

Mit:

$$A_{\text{ges}} = 1 \cdot b + 2 \cdot (1 + b) \cdot h \quad (24)$$

$$R_{\text{AL}} = R_i + R_{\lambda_B} + R_{\lambda_A} + R_a \quad (25)$$

$$R_{\text{GW}} = R_i + R_{\lambda_B} + R_{\lambda_E} \quad (26)$$

$$R_{\lambda_E} = \frac{T}{\lambda_E}. \quad (27)$$

Hierin bedeuten:

$A_{\text{ges}}$	Summe der an das Erdreich grenzenden Flächen
$t_{\text{AL}}$	mittlere Außentemperatur über eine längere Kälteperiode
$t_{\text{GW}}$	mittlere Grundwassertemperatur
$R_{\text{AL}}$	äquivalenter Wärmedurchgangswiderstand Raum-Außenluft
$R_{\text{GW}}$	äquivalenter Wärmedurchgangswiderstand Raum-Grundwasser
$R_{\lambda_B}$	Wärmeleitwiderstand des Bauteils
$R_{\lambda_A}$	äquivalenter Wärmeleitwiderstand des Erdreichs zur Außenluft nach Bild 11
$R_{\lambda_E}$	Wärmeleitwiderstand des Erdreichs zum Grundwasser
$R_i$	innerer Wärmeübergangswiderstand
$R_a$	äußerer Wärmeübergangswiderstand
$\lambda_E$	Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des Erdreichs.

Maßbezeichnungen siehe Bild 11.

In der Regel kann von folgenden Zahlenwerten ausgegangen werden:

$$t_{\text{AL}} = -5 \text{ bis } 0^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{GW}} = +10^\circ\text{C}$$

$$\lambda_E = 1,2 \text{ W/m K.}$$

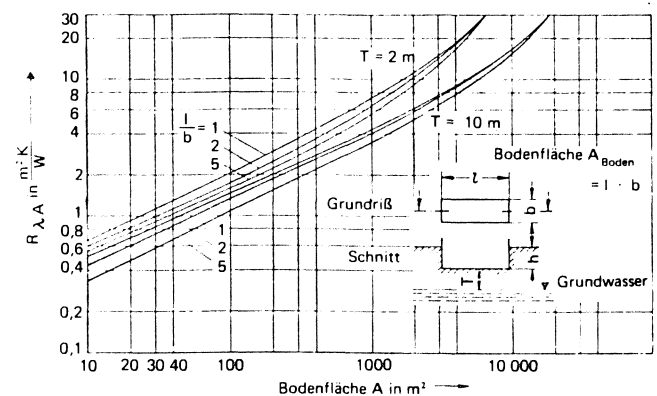


Bild 11. Äquivalenter Wärmeleitwiderstand  $R_{\lambda_A}$  des Erdreichs zur Außenluft.

Bei geringfügig unterschiedlichen Wärmeleitwiderständen der das Erdreich berührenden Bauteile (z.B. bei unterschiedlichen Betondicken) wird einheitlich der Wärmeleitwiderstand der größeren Fläche bei  $R_{AL}$  und  $R_{GW}$  eingesetzt. Bei größeren Unterschieden in den Wärmeleitwiderständen (z.B. teilweise gedämmte, teilweise ungedämmte Bauteile) wird der Wärmebedarf für die entsprechenden Flächen getrennt nach Gleichung (23) berechnet. Für die Bestimmung des Wärmeleitwiderstandes  $R_{\lambda A}$  nach *Bild 11* wird dabei stets die gesamte Bodenfläche eingesetzt; als Grundwassertiefe gilt ebenfalls – auch bei höherreichenden vertikalen Flächen – das auf die Bodenfläche bezogene Maß nach *Bild 11*.

Sind die Bodenflächen wärmedämmend, die vertikalen Flächen dagegen nicht, so ist für den Wärmeleitwiderstand  $R_{\lambda A}$  der vertikalen an das Erdreich grenzenden Flächen nur 50 % des Wertes  $R_{\lambda A}$  nach *Bild 11* (Parameter wie vor) einzusetzen.

Bei einzelnen beheizten Kellerräumen sind zur Bestimmung von  $R_{\lambda A}$  anstelle der Gebäudemaße  $l$  und  $b$  in *Bild 11* die entsprechenden Maße des Fußbodens des Kellerraumes einzusetzen. Bei zusammenhängenden Kellerräumen, die keinen rechteckigen Grundriß haben, ist ein flächengleiches Rechteck anzusetzen, dessen eine Seite der größten Länge im tatsächlichen Grundriß entspricht.

Die dargestellten Ansätze für nur teilweise gedämmte oder nur teilweise beheizte Räume ergeben sich aus rechnerischen Abschätzungen, die zur sicheren Seite liegen.

Für Räume, die einen maßgeblichen Anteil ihrer Wärmeverluste zum Erdreich haben, ist ohnehin eine eigene Regel-

gruppe oder noch besser Einzelraumregelung empfehlenswert, so daß eine mögliche Überdimensionierung der Heizflächen sich weniger nachteilig auswirkt. Bei Betrieb mit der gleichen Vorlauftemperatur wie für überwiegend außenluftberührte Räume müssen die Heizflächen für den Schwachlastbetrieb des Netzes (niedrige Vorlauftemperaturen) ausgelegt werden, da der Wärmeverlust an das Erdreich sich mit der Jahreszeit nur wenig ändert.

#### 4.1.3 Zuschläge

Der Zuschlag für Betriebsunterbrechung entfällt zukünftig, da es wirtschaftlicher ist, die Anlagen während der wenigen Tage hoher Belastung im Jahr durchgehend zu betreiben und die Leistung entsprechend niedriger zu wählen. Die moderne Regel- und Feuerungstechnik gibt die Mittel hierzu an die Hand. Wie bereits bei dem Außenflächenzuschlag  $z_A$  in Abschnitt 3.3 behandelt, wird dadurch auch die örtliche Gleichmäßigkeit der Beheizung verbessert.

Der Himmelsrichtungszuschlag  $z_H$  ist unverändert beibehalten. Durch ein zusätzliches Diagramm ist er etwas eindeutiger festgelegt als bisher.

Für den Transmissionswärmebedarf gilt damit

$$Q_T = Q_0 (1 + z_A + z_H). \quad (28)$$

(wird in Heft 7/1978 fortgesetzt)

### Messen, Ausstellungen, Kongresse, Tagungen und Lehrgänge 1978 (ohne Gewähr und kein Anspruch auf Vollständigkeit)

2. bis 4. Juni 1978	Ulm: Fachausstellung Sanitär- Heizung- Klima
5. bis 10. Juni 1978	München: IFAT 78, 5. Intern. Fachmesse für Abwasser- und Abfalltechnik mit Europäischem Symposium EAS
12. bis 16. Juni 1978	Stockholm: IAWPR, Intern. Association on Water Pollution Research, & Intern. Conference
12. bis 14. Juli 1978	Hamburg: 2. Intern. Sonnenforum und 2. Intern. Fachausstellung Solartechnik '78
6. bis 11. August 1978	Toronto/Kanada: 6. Intern. Konferenz für Wärmeübertragung
27. bis 30. August 1978	Frankfurt: Intern. Frankfurter Herbstmesse
3. bis 10. September 1978	Leipzig: Herbstmesse
11. bis 19. September 1978	Karlsruhe: Tagung „Oxidationsverfahren in der Trinwasseraufbereitung“.
16. bis 24. September 1978	Berlin: Deutsche Industrieausstellung und Kongreß „Altbaumodernisierung – Werkstoffe und Verfahren“
21. bis 22. September 1978	Münster: 15. Jahrestagung der VDI-Gesellschaft Technische Gebäudenausrüstung
25. bis 29. September 1978	Jönköping: 4. Intern. Fachmesse für Gewässerschutz und Luftreinhaltung sowie äußere Lärmprobleme
27. bis 30. September 1978	Düsseldorf: ISO, Kälte-Wärme-Schall-Intern. Kongreß mit Fachmesse
28. bis 29. September 1978	Düsseldorf: 2. Bauphysik-Kongreß
20. Oktober 1978	Berlin: 16. Berliner Gesundheitstechn. Tagung „Gesundheitstechn. Anlagen im Konflikt zwischen hygien., sicherheitstechn. und wirtschl. Notwendigkeiten“
24. bis 29. Oktober 1978	Brüssel: Ausstellung Sanitär und Küche
19. bis 26. November 1978	London: FIT-intern. Küchen- und Badezimmersausstellung
26. bis 30. November 1978	Bahrain: Abrab Build 78, 1. Ausstellung für das Baugewerbe im Mittleren Osten
V o r s c h a u 1979	
20. bis 25. Februar 1979	Basel: SWISSBAU 79, 3. Baufachmesse und PROFIL 79.
9. bis 12. Mai 1979	Salzburg: Life 2000, 4. Intern. Fachmesse für Umwelt- und Kommunaltechnik sowie Laborausrüstung
15. bis 18. Mai 1979	Dortmund: Symposium „Künstliche Grundwasseranreicherung – Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen“
10. bis 14. September 1979	München: 9. Intern. Wasserdampf-Konferenz