

# NEUE KLIMAZONEN IN DEUTSCHLAND, ÄNDERUNG DER REGELN FÜR THERMISCHE BEHAGLICHKEIT?

**Prof. Dr. –Ing. Klaus Fitzner**

Hermann-Rietschel-Institut für Heizungs- und Klimatechnik  
Technische Universität Berlin  
Marchstr. 4, 10587 Berlin  
Klimakozept Ingenieurgesellschaft, Berlin

## **Kurzfassung**

Im Zusammenhang mit der Normung für sommerlichen Wärmeschutz wird eine Neuauflage der DIN 4108 Blatt 2/A1 herausgebracht. Es handelt sich um Regeln für den sommerlichen Wärmeschutz für Gebäude ohne Kühlung. Sie soll aber auch für Gebäude mit RLT-Anlagen angewendet werden. Es entsteht das Problem der Abgrenzung zu Gebäuden mit RLT-Anlagen. Die Norm sagt dazu leider nichts. Weil es trotz sommerlichen Wärmeschutzes nicht möglich ist, in allen Fällen ohne Kühlung geltende Behaglichkeitsforderungen, zu erfüllen, wurde ein neuer Weg eingeschlagen. Es wurden drei neue Klimazonen in Deutschland vorgeschlagen: Eine sommerkühle, eine gemäßigte und eine sommerheiße Zone.

Es besteht nun eine große Gefahr, dass diese neue Aufteilung erstens zum Entscheidungskriterium für oder gegen RLT-Anlagen verwendet und zweitens angenommen wird, dass bei Erfüllung der Anforderungen thermische Behaglichkeit erreicht wird. In der sommerheißen Klimazone wird zugelassen, dass in 10 % der Nutzungszeit, das sind ungefähr 200 h im Jahr, eine Temperatur von 27°C überschritten werden darf. Bei leichter Bauweise können dann Lufttemperaturen bis zu 31,5°C auftreten. Für Personen mit normaler Kleidung (0,8 clo) in einem solchen Gebäude ist die Einhaltung der thermischen Behaglichkeit nicht möglich.

## **Stichworte:**

Thermische Behaglichkeit, sommerlicher Wärmeschutz, Lufttemperatur

## **New Climate Zones in Germany, Changing the rules for thermal comfort?**

A new edition of DIN 4108 Blatt2/A1 for the “Thermal protection and energy economy in buildings” proposes three new climate zones in Germany imposing the misleading impression that by meeting the given requirements thermal comfort is possible without cooling.

**Keywords:** thermal comfort, summer solar protection, air temperature

## 1 Einleitung

Viele Gebäude werden ohne Lüftungs- oder RLT-Anlagen gebaut, und das ist auch richtig. Und zwar immer dann, wie später noch erläutert wird, wenn die inneren und äußeren Lasten klein sind. Nun verführt Glasarchitektur oft zu hohen äußeren Lasten. Das soll verhindert werden durch Vorschläge der neuen DIN 4108-2/A1 (Entwurf) (2002). Die Bemühungen sind im Prinzip zu begrüßen. Auf Einzelheiten zu diesem Thema soll hier aber nicht eingegangen werden.

Die Norm wagt aber einen sehr bedenklichen Schritt, indem sie neue Klimazonen und im Prinzip neue Anforderungen der thermischen Behaglichkeit kreiert, die sehr viel geringer sind als die, die bisher in klimatisierten Gebäuden nach DIN 1946/2 (1994) gelten. Gleichzeitig erstreckt sich das Anwendungsgebiet des sommerlichen Wärmeschutzes auch auf Gebäude mit Kühlung, also mit RLT-Anlagen. Dadurch ergibt sich ein sehr konfuser Übergangsbereich bei Gebäuden, die im Bereich mittlerer innerer thermischer Lasten liegen. Sie können manchmal gerade noch die neu aufgestellten Forderungen erfüllen. Schlecht informierte Bauherren werden das erfreut zur Kenntnis nehmen und auf Kühlung und Raumluftechnik verzichten, weil ja die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit entsprechend der neuen Norm scheinbar erfüllt werden. Bei ausgeführten Gebäuden gibt es dann die Erkenntnis, dass man Bürotätigkeit unter behaglichen Bedingungen darin nicht ausführen kann.

Neu gebaute Gebäude müssen dann mit relativ abwegigen Lösungen saniert werden, und lange gerichtliche Auseinandersetzungen finden irgendwann einen Schuldigen, der das Ganze bezahlen muss.

Hier wird wissend oder unwissend mit einer Norm eine Falle aufgebaut, die das Vertrauen in die DIN-Normung erheblich unterwandern wird.

## 2 Temperaturbereich für „Thermische Behaglichkeit“

Es ist eine prinzipiell ungelöste Frage, ob thermische Behaglichkeit erstrebenswert und gesund ist. So unterscheidet Cabanac zwischen einer statischen, thermischen Behaglichkeit oder Zufriedenheit (thermal comfort) und Freude (joy). Im Bereich klimatisierter Gebäude hat sich aber sogar international die „thermische Behaglichkeit“ als ein erstrebenswertes **Mindestziel** bewährt. Ingenieurmäßig hat man sich heute für klimatisierte Gebäude darauf geeinigt, dass thermische Behaglichkeit anzustreben ist und dass sie dann gegeben ist, wenn Personen weder eine höhere noch eine niedrigere Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit in ihrer Umgebung wünschen. Damit ist auch eine Methode gegeben, durch Befragen herauszufinden, ob thermische Behaglichkeit vorliegt.

Auf diese Weise wurden thermisch behagliche Temperaturbereiche gefunden. Auf Bild 1 sind die Ergebnisse dargestellt, CEN Report CR 1752 (1998). Es handelt sich um operative Temperaturen (früher empfundene Temperaturen,

auch Raumtemperaturen). Das sind in guter Näherung die Mittelwerte aus der Temperatur der Umschließungsflächen und der Luft. Die behaglichen Temperaturen sind abhängig von der Aktivität und der Kleidung der Person.

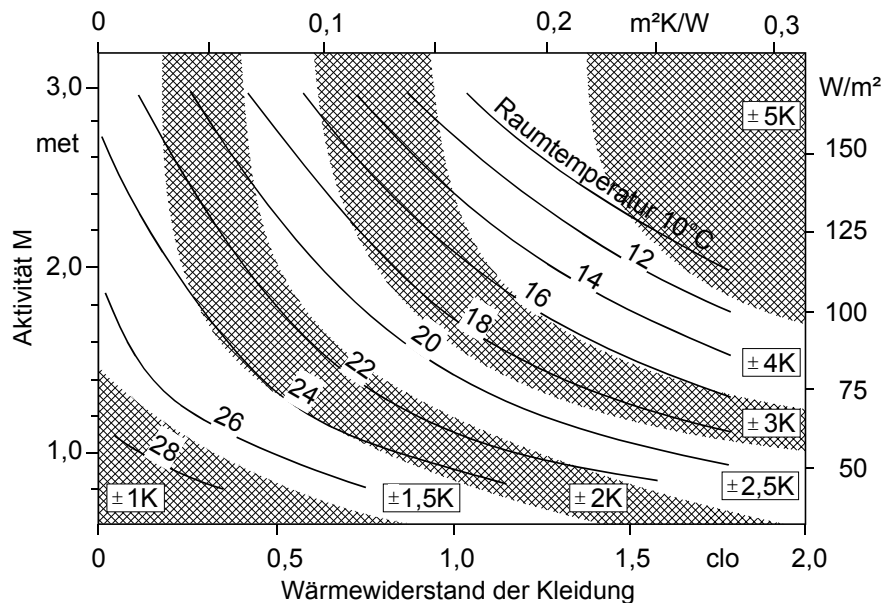


Bild 1: Behagliche Raumtemperaturen (operative Temperaturen) abhängig von Kleidung und Aktivität

Typische Aktivitäten:

Sitzen oder liegen:	ungefähr	1 met (100 W),
stehende ruhige Tätigkeit:		1,5 met (150 W),
Gehen:		3 met (300 W),
Holz sägen		4 met (400 W).

In Büros und Versammlungsräumen kann man mit geringer körperlicher Aktivität, also 1 met rechnen. Der Wärmewiderstand der Kleidung liegt für Büroarbeit im Sommer bei 0,6 bis 0,8 clo. Danach liegt die Grenze der Temperatur für 0,6 clo bei  $26 + 1,5 = 27,5$  °C.

Bei den Temperaturvorgaben handelt sich um nahezu stationäre Werte, wenngleich der schraffierte Bereich zulässige Abweichungen vom vorgegebenen Mittelwert zulässt. Mit steigender Aktivität und zunehmender Wärmedämmung der Kleidung dürfen die Abweichungen größer werden. Die erlaubten Abweichungen sind in Bild 1 dargestellt. Sie betragen im hier zu betrachtenden Bereich  $\pm 1$  bis  $\pm 1,5$  K.

Das Bild zeigt deutlich, dass auch höhere Temperaturen thermisch behaglich sein können, wenn entsprechend geringe Bekleidung getragen wird. Aus eigener Erfahrung weiß jeder, dass Temperaturen um  $28 \pm 1$  °C in einer Bekleidung mit Badehose gut ertragen werden, wie es links im Diagramm dargestellt ist.

Aber wie ist es zu beurteilen, wenn normale Kleidung getragen werden muss und die Temperaturen, die sich aus Bild 1 ergeben, nicht eingehalten werden können, was bei freier Lüftung häufig der Fall sein wird? Darüber gehen die Meinungen, manchmal aus recht durchsichtigen Gründen auseinander. Es gibt Bauherren, die deshalb keine Raumluftechnische (RLT-) Anlage einbauen, weil sie glauben, die bekannten Anforderungen dann nicht einhalten zu müssen. Das kann aber wohl, wie auch schon durch einige Gerichtsurteile bestätigt, nicht die richtige Lösung sein. Die in Bild 1 dargestellten Temperaturen gelten immer und für alle Personen und sind unabhängig davon, ob sie sich in der in der „sommerkühlen“ oder in der „sommerheißen“ Klimazone aufhalten. Ihre Einhaltung kann aus verständlichen allerdings nur in Gebäuden mit RLT-Anlagen gefordert werden, denn die Einhaltung ist ohne RLT-Anlagen oft gar nicht möglich.

Für Räume mit freier Lüftung werden deshalb sinnvollerweise zulässige Überschreitungen vorgegeben. Ein solches Verfahren wendete Rouvel (1997) früher bereits in Simulationsrechnungen an. Er ließ die Überschreitung einer Temperatur von 25°C in 10 % der Nutzungs-Zeit zu. Rouvel (2002) hat diese Betrachtungen mit höheren Temperaturen fortgesetzt und damit genau die Anregungen gegeben, die in die neue Norm eingeflossen sind.

Als weitere Temperaturbedingung, die einzuhalten ist, wird aus Behaglichkeitsgründen in DIN 1946 Blatt2 zusätzlich gefordert, dass die größte Temperaturdifferenz zwischen Kopf und Fuß (0,1 und 1,1 m Höhe) einen Grenzwert (z. B. 2 bis 3 K) nicht überschreiten sollte. Für die thermische Behaglichkeit im Raum ist es wichtig, dass die Raumtemperatur in Bodennähe nicht unter 20 °C liegt und der Anstieg der Temperatur von unten nach oben 2 bis 4K/m nicht überschreitet. Dann liegt die Temperatur im Kopfbereich einer Person nicht über 25 °C. Der so begrenzte Temperaturanstieg wird nicht als unbehaglich empfunden.

Eine weitere Temperaturanforderung besteht darin, dass eine zu große Asymmetrie der Strahlung zu vermeiden ist. Darauf soll hier aber nicht näher eingegangen werden.

Diese beiden Forderungen treten in der Norm zum sommerlichen Wärmeschutz nicht auf.

Es gibt bis heute keine verlässlichen Untersuchungsergebnisse, die zulässige Über- und Unterschreitungszeiten von Temperaturwerten angeben. Das führt z. B. bei der Anwendung der Arbeitstättenrichtlinien, die eine maximale Lufttemperatur von 26 °C in Arbeitsräumen fordern, jedes Mal zu Schwierigkeiten. Versuche Überschreitungszeiten vorzugeben, gab es früher bei Anforderungen in Technikräumen bei der Post (PTZ). Untersuchungen für natürliche Lüftung gibt es u. a. von Croome et al. (1992). Seine Ergebnisse signalisieren, dass die Forderungen für klimatisierte Räume, CEN Report CR 1752 (1998), auch für frei belüftete Räume gelten.

## Thermischen Behaglichkeit nach DIN 1946 Blatt 2

Die Anforderungen der in Deutschland bei RLT-Anlagen am häufigsten angewendeten Norm, DIN 1946/2 (1994), können als eine Untermenge der Angaben in CEN Report CR 1752 (1998) betrachtet werden. Es gibt zwischen ihnen keinen Widerspruch. Die Anforderungen gelten aber nur für Räume mit RLT-Anlagen.

Anders als in dem Technischen Bericht gibt die DIN 1946 zulässige Temperaturen als Funktion der Außentemperatur vor. In der Vorgabe ist die Erfahrung verarbeitet, dass die Wärmedämmung der Kleidung im Sommer geringer ist als im Winter obwohl das nicht ausdrücklich erwähnt wird.

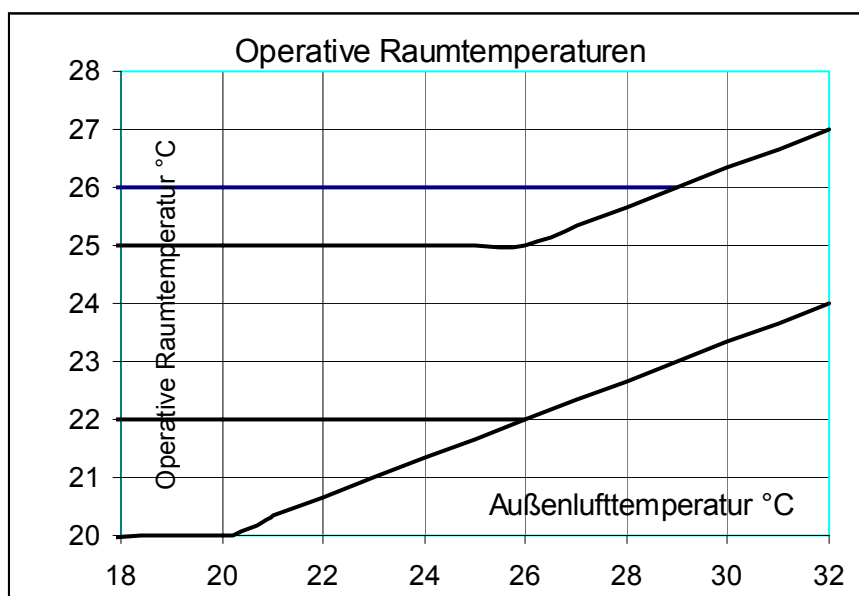


Bild 2: Zulässige Temperatur nach DIN 1946 Blatt 2

Bisher wurde nicht angenommen, dass die Aktivität im Sommer geringer ist oder dass es irgendwelche Adaptationserscheinungen an höhere Temperaturen gibt.

### 3 Klimazonen nach DIN 4108 Blatt 2/A1

Die neue Norm 4108 Blatt 2/A1 führt nun im Kapitel „Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz/Allgemeines“ für Deutschland regionale Unterschiede der sommerlichen Klimaverhältnisse ein. Sie unterscheidet zwischen verschiedenen Sommer-Klimaregionen, und zwar zwischen :

sommerkühlen,  
gemäßigten und  
sommerheißen Gebieten.

Für die verschiedenen Gebiete werden unterschiedliche Behaglichkeitsforderungen aufgestellt als Grenz-Raumtemperaturen, die in 10 % der Zeit überschritten werden dürfen. Sie sind in der folgenden Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: Grenz- und Raumtemperaturen für die Sommer-Klimaregionen

Sommer-Klimaregion	Merkmal der Region	Grenz-Raumtemperatur °C	Höchstwert der monatlichen Außentemperatur $\Theta$ in °C
A	sommerkühl	25	$\Theta \leq 16,5$
B	gemäßigt	26	$16,5 < \Theta < 18$
C	sommerheiß	27	$\Theta \geq 18$

Dazu wird als Anmerkung geschrieben: „Eine unterschiedliche Festlegung der Grenz-Raumtemperatur ist wegen der Adaption des Menschen an das vorherrschende Außenklima gewählt. Würden in allen Regionen dieselben Anforderungen an das sommerliche Raumklima wie in der sommerkühlen Region gestellt, könnten in den wärmeren Klimaregionen keine für die Tageslichtbeleuchtung ausreichenden Fenstergrößen zugelassen werden.“

Hier wird angedeutet, warum es anders nicht geht. Es wird aber nicht gesagt, dass hier ziemlich unzumutbare Konditionen in Kauf genommen werden. Darin sehe ich eine Irreführung des Lesers, die einer Norm nicht zusteht.

Im Anwendungsbereich steht weiterhin: „Bei Gebäuden, in denen Kühlung erforderlich ist, müssen die Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes nach...ebenfalls erfüllt werden.“ Diese Forderung ist für die Baumaßnahmen richtig. Auch klimatisierte Gebäude müssen so gebaut werden, dass keine überhöhten Lasten infolge schlechten Sonnenschutzes auftreten. Aber wie soll der Leser erkennen, dass dann andere Behaglichkeitswerte gelten?

Aufgrund meines Einspruches gegen den Normentwurf, in dem ich um Klarstellung gebeten hatte, etwa in der Form, dass der Teil der Norm, der die Grenztemperaturen vorgibt, nur für Gebäude ohne RLT-Anlagen anzuwenden ist, wurde nur folgender Zusatz in Kapitel 8.1 neu eingeführt: „Mit den hier definierten Anforderungen an die thermische Behaglichkeit im Sommer bleiben andere technische Regelwerke davon unberührt.“ Gemeint war vermutlich, dass DIN 1948/2 weiter gelten soll. Der Zusatz in dieser Form ist ein Pleonasmus und bringt sicher nicht die gewünschte Klarstellung.

#### 4 Überschreitungshäufigkeiten der Temperaturen und ihre Grenzen

Der oben zitierte Europäische Technische Bericht DIN-Fachbericht 79 (1999), und auch DIN 1948/2 hatten kurzfristige Überschreitungen der Temperaturgrenzen zugelassen. So wird in einem Entwurf von DIN 1946/2 eine kurzfristige Überschreitung in 10 % der Zeit zugelassen. Damit war gemeint, dass zum Beispiel innerhalb einer Stunde 6 min lang die Temperaturgrenze überschritten werden darf.

Dieser Ansatz wurde, wie schon erwähnt, von Rouvel aufgegriffen, aber dadurch vollkommen verändert, dass eine längerfristige Überschreitung zugelassen wurde. Ein solcher Ansatz ist im Prinzip sinnvoll, weil ohne Kühlung die oberen Temperaturgrenzen nicht exakt einzuhalten sind. Es wird statt in Grenztemperaturen in Überschreitungszeiten für bestimmte Temperaturen gedacht.

In der gleichen Arbeit wird berechnet, wie häufig die Grenztemperaturen bei verschiedener Bauschwere überschritten werden. In Bild 3 sind die Ergebnisse wiedergegeben. In der gleichen Veröffentlichung wird auch schon vorgeschlagen, 25, 26 und 27°C für drei verschiedene Klimazonen in Deutschland als überschreitbare Grenz-Temperaturen vorzusehen.

Aus dem Kurvenverlauf in Bild 3 lässt sich erkennen, dass folgende Temperaturüberschreitung auftreten:

Tabelle 2: Überschreitungen der 10%-Grenztemperatur

Bauweise	leicht	mittel	schwer
Maximale Temperaturüberschreitung in K	4,5	2,9	1,7
Temperaturüberschreitung in 1% der Zeit in K	2,1	1,5	1,0

Man erkennt auf Bild 3, dass die Überschreitungen sehr stark zunehmen bei einer Summenhäufigkeit unter 1%. Deshalb werden in Tabelle 2 nicht nur die Höchstwerte, sondern auch die Werte, die in 1% der Zeit überschritten werden, angegeben. Damit soll angedeutet werden, dass ein Kompromiss möglich ist. In 1% der Zeit dürfte eine Überschreitung der Temperaturgrenzen nach DIN 1964 zulässig sein.

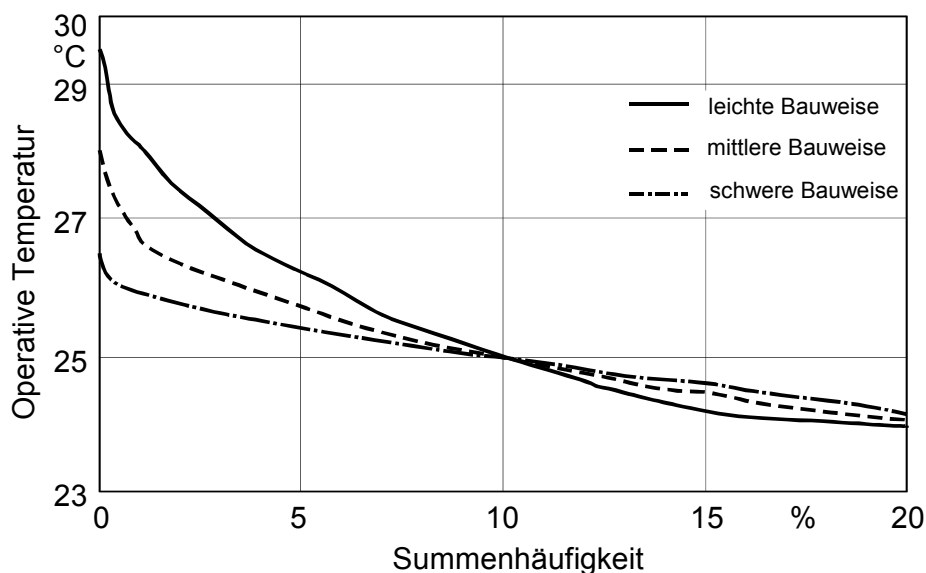


Bild 3: Temperaturüberschreitungszeiten bei Gebäuden verschiedener Schwere nach Deutscher et al. (2000)

Die maximale Temperatur ergibt sich bei schwerer Bauart und einer Grenztemperatur von 25 °C zu 26,7°C. Das wäre nach DIN 1946 Blatt 2 zulässig. Schon bei mittlerer und leichter Bauart gibt es damit aber unzulässige Überschreitungen, wie die Übersicht in Tabelle 3 zeigt.

Nimmt man näherungsweise an, dass die Überschreitungen für die anderen Grenztemperaturen gleich groß sind wie für 25°C und lässt man 1% Überschreitungszeit zu, dann darf 25 °C für alle Bauarten in 10% der Zeit überschritten werden, und 26 °C bei schwerer Bauart, wie in Tabelle 3 zu erkennen ist.

Tabelle 3: Auftretende Temperaturen

10% Grenztemperatur	25			26			27		
Bauweise	leicht	mittel	schwer	leicht	mittel	schwer	leicht	mittel	schwer
Höchstwerte	29,5	27,9	26,7	30,5	28,9	27,7	31,5	29,9	28,7
In 1% der Zeit überschritten	27,1	26,5	26,0	28,1	27,5	27,0	28,1	28,5	28,0

Wann freie Lüftung auch im Sommer möglich ist, zeigt eine Simulationsrechnung von Rouvel et al. (1997), bei der eine 10% Überschreitungszeit von 25°C

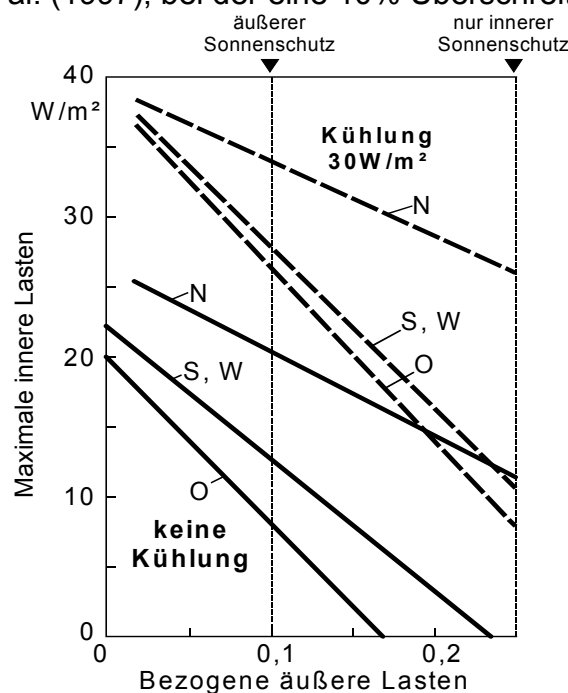


Bild 4: Zulässige innere Lasten für verschiedene bezogene äußere Lasten und verschiedene Gebäudeausrichtung für Gebäude mit und ohne zusätzliche Kühlung



bei schwerer Bauart und Nachtkühlung zugelassen wurde. Sie ergibt maximal zulässige innere Lasten bei bestimmtem Durchlässigkeiten, *'bezogenen äußeren Lasten'*, der Fassade. Bild 4 zeigt die grafische Darstellung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse gelten für Gebäude ohne und mit Kühlung von  $30 \text{ W/m}^2$ . Unter der *'bezogenen äußeren Last'* kann man sich die Durchlässigkeit der Fassade für solaren Wärmeeintrag vorstellen. Es ist das Produkt aus Fensterflächenanteil, Gesamtenergiedurchlass, Sonnenschutzfaktor und Glasflächenanteil der Fenster. Der kleinste denkbare Wert liegt bei etwa 0,025 (Fensterflächenanteil  $1/8$  der Nutzfläche), der Höchstwert bei 0,25 für Vollverglasung nur mit innerem Blendschutz. Bei vollverglaster Fassade mit außen liegendem Sonnenschutz lässt sich 0,1 erreichen.

Man erkennt, dass die vollverglaste Fassade bei Nordorientierung und innerem Blendschutz innere Lasten von  $10 \text{ W/m}^2$  zulässt. Mit äußerem Sonnenschutz bei bezogener äußerer Last von 0,1 sind bei Süd-, West- und Orientierung auch innere Lasten von etwa  $10 \text{ W/m}^2$  zulässig. Wenn zusätzlich gekühlt wird, lässt sich die aufgebrachte Kühlung nicht einfach als zulässige zusätzliche innere Last betrachten, aber immerhin dürfen die inneren Lasten dann mit Sonnenschutz etwa  $25 \text{ W/m}^2$  betragen.

Für nicht gekühlte frei belüftete Räume ergibt sich deshalb für den Sommer ähnlich wie für den Winter eine zulässige thermische Last von  $30 \text{ W/m}^2$  unter den oben genannten baulichen Bedingungen.

Dass nicht die Grenzen der inneren Lasten in dieser Norm als Grenze für Freie Lüftung erwähnt werden, wird auch schon berechtigt von Trogisch bemängelt.

## **5 Schlussfolgerungen**

Es muss verdeutlicht werden, dass die Behaglichkeitsanforderungen dieser DIN Norm für sommerlichen Wärmeschutz nur für Gebäude mit freier Lüftung oder ohne Kühlung gilt. Die Einhaltung der von ihr vorgegebenen Temperaturen bedeutet nicht, dass thermische Behaglichkeit in den Gebäuden eingehalten werden kann.

## **Literatur**

Cabanac, M.: *Pleasure and Joy, and their Role in Human Life*, Indoor Air '96, Vol. 3

CEN Report CR 1752 (1998) *Ventilation for buildings - Design criteria for the indoor environment*; oder DIN-Fachbericht 79, (1999)

Croome, D. J., G. Gan, H. W. Awbi (1992) *Field Evaluation of the Indoor Environment of Natural ly Ventilated Offices*, 13th AIVC Conference, Nice

Deutscher, P.; M. Elsberger, L. Rouvel (2000): SANIREV, Abschlussbericht TU München, Projektträger BEO, Förderkennzeichen 0329611 B

DIN 1946/2 (1994): DIN 1946 Blatt 2: Lüftungstechnische Anlagen, Lüftung von Versammlungsräumen

DIN 4108-2/A1 (Entwurf) (2002): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, NABau

ISO 7730 (1993) Moderate thermal environment, determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, ISO, Geneva

Rouvel, L., S. Kolmetz (1997): Thermische Bewertung von Gebäuden unter sommerlichen Randbedingungen, Gl 118 (1997) Heft 2, S. 65 – 74

Rouvel, L.; P. Deutscher (2002) : „Sommerlicher Wärmeschutz“ in Kapitel C4 in Bauphysik Kalender, Ernst & Sohn 2002, Seite 93 - 96

Trogisch, A. (2002): Die DIN 4108/2- Sommerlicher Wärmeschutz in Theorie und Praxis, TAB 4/2002