**Zeitschrift:** Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home :

internationale Zeitschrift

**Herausgeber:** Bauen + Wohnen

**Band:** 7 (1953)

Heft: 5

Artikel: Der Wärmeschutz bei Strahlungsheizungen

Autor: Weber, A.P.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-328541

## Nutzungsbedingungen

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

## **Conditions d'utilisation**

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

### Terms of use

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

**Download PDF: 28.11.2025** 

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

#### Bautechnik

## Der Wärmeschutz bei Strahlungsheizungen

Von A.P. Weber, berat. Ing. SIA, Zürich

In früheren Arbeiten dieser Zeitschrift haben wir die allgemeinen wärmetechnihaben wir die allgemeinen wärmetechnischen Isolieraufgaben des Hochbaues und die verschiedenen Systeme der Strahlungsheizungen behandelt (siehe Bauen + Wohnen Nr. 8, 1950, Nr. 2, 1952, Nr. 2, 1953). Bei der vorliegenden Veröffentlichung sollen im speziellen jene Isolierprobleme besprochen werden, wie solche heute beim Bau moderner Strahlungsheizungen aufftraten werden. lungsheizungen auftreten werden.

lungsheizungen auftreten werden.
Da bei diesem Heizsystem die Heizfläche meist fest mit dem Bauwerk verbunden wird, ist der richtigen Isolierung der Wände und Decken wesentlich mehr Aufmerksamkeit zu schenken, als bei der üblichen sog. konvektiven Heizung. Ungenügende Isolierungen können den Heizerfolg u. U. in Frage stellen, wie die Erfahrungen der Praxis verschiedentlich gezeigt haben, wenn die ausführenden Firmen mit zu wenig Gründlichkeit die Isolierarbeiten behandelten.
Es würde zu weit führen, wollten wir hier die berechnungsmäßigen Aufgaben der Isolierung erschöpfend darstellen, viel-

Isolierung erschöpfend darstellen, viel-mehr sollen hier lediglich die von dem Ar-chitekten zu beachtenden Gesichtspunkte aufgezeigt werden, die genaue Bestimmung der Isolierstärken und die Lage der Isolierungen ist Sache des Heizungs- oder Isolierspezialisten. Der Umfang der erforderlichen Isolierungen ist stark vom System der Strahlungsheizung abhängig. Man unterschiedet heute in der Haupt-sache die folgenden Ausführungsarten:

- System Crittall mit einbetonierten Heizschlangen gemäß Abb. 1
   System Dériaz mit Heizrohrlamellen und Lufthohlraum gemäß Abb. 2
   System Frenger mit Blechplatten und Lufthohlraum gemäß Abb. 3
   System Stramax mit Heizrohrlamellen und Lufthohlraum gemäß Abb. 4

- und Lufthohlraum gemäß Abb. 4

  5. System Calorie mit Heizröhren im Lufthohlraum gemäß Abb. 5

  6. System Soundex mit Heizplatte und Röhren im Lufthohlraum gemäß Abb. 6

  7. IBIS mit Heizplatte und Röhren im Lufthohlraum gemäß Abb. 6
- Lufthohlraum und Lamelle

System Sunztrips, Strahlplatten frei im Raum verlegt gemäß Abb. 7 u.a.m.

Bei den meisten vorerwähnten Systemen Bei den meisten vorerwannten Systemen ist bei der Wahl der Isolierung noch zu unterschieden, ob es sich um eine Dekken-, Wand- oder Bodenheizung handelt; je nach der Lage und der Temperatur der Heizflächen sind andere Isolierstärken erforderlich. Neuerdings werden an Stelle der Eisenrohre auch Kupferleitungen ver-wendet, die nicht mehr in den Beton sondern in den Putz verlegt werden (siehe Pro-Metall-Zeitschrift), wodurch eine kleinere Wärmeträgheit gewährleistet ist. Weiter muß beachtet werden, daß mit gewissen Heizsystemen im Sommer auch eine Kühlung der Räume angestrebt wird,

wodurch unter Umständen zusätzliche Isolieraufgaben entstehen. Während für Rohrisolierungen bei der Bemessung meist nur wirtschaftliche Gesichtspunkte beachtet werden müssen, sind bei der Strahlungsheizung auch noch strahlungstechnische, hygienische und physiologische Bedingungen zu erfüllen.

Bei der Bemessung der Isolierungen für Bei der Bemessung der Isolierungen für die Strahlungsheizungen stehen die technischen Bedingungen gegenüber den wirtschaftlichen im Vordergrunde. In erster Linie sind die erforderlichen bzw. zulässigen Temperaturen an der Decke und am Boden zu berücksichtigen. Aus physiologischen Gründen dürfen die Strahlungstemperaturen nicht zu hoch liegen, weil sonst die Rauminsassen eine Störung des Wärmehaushaltes des Körten des Wärmehaushaltes des Wärmehaushaltes des Körten des Wärmehaushaltes des Wärmehaushaltes des Wärmehaushaltes des Wärmehaushaltes des Wärmehaushaltes des Wärmehaushaltes d Störung des Wärmehaushaltes des Kör-pers erleiden. Die max. Deckentemperatur wird heute von den maßgebenden Spezialisten mit 35-40° angegeben. Die zulässige Deckentemperatur ist ein Faktor der Raumhöhe und der Heizflächengröße. der Raumhöhe und der Heizflächengröße. Für Böden, in denen sich Menschen während längerer Zeit aufhalten, wird eine Bodentemperatur von max. 25-26° als richtig bezeichnet. Nur kurzzeitig benutzte Räume wie Bäder, Hallen usw. können etwas höhere Bodentemperaturen erhalten, und zwar bis zirka 32°.

Mit Hilfe der sog. «Wärmeüberleitzahl» k' kann man die erforderliche Isolierstärke einer beheizten Decke oder Wand berechnen, derart, damit die gewünschten Oberflächentemperaturen eintreten.

Heizwassertemperaturen eintreten.

Es gilt kcal/m2h0. ôn 2 + 2 + ...

Die mittlere Fußbodentemperatur ist z.B. gegeben durch die Formel von Kollmar

$$t_{Fb} = t_{ab} \left[ 1 - \left( \frac{k'}{\Delta} \right) \right] + t_i \left( \frac{k'}{\Delta} \right)$$

Es bedeutet: δ = Dicke der Bodenschichten über der Heizplatte

t<sub>ab</sub> = Temperatur in der Heiz-

Wärmedurchlässigkeit der Decke oberhalb der Heizplatte

$$= \frac{1}{\frac{1}{k'} - \frac{1}{\alpha_b}} \text{ kcal/m}^2 h^0.$$

Man kann nun für bestimmte Oberflächentemperaturen die zugehörigen  $\Delta$ -Werte berechnen. So findet man z.B. für tFb =26º (höhere Bodentemperaturen sind wie erwähnt in Wohn- und Büroräumen nicht zulässig) bei der Crittalheizung mit 15 cm Rohrabstand  $\Delta=3$ , woraus sich ohne Schwierigkeiten die erforderliche Isolierung berechnen läßt. Für die oberste Decke sind etwas andere Überlegungen notwendig; die Isolierung wird hier ausschließlich durch heiztechnische und wittere Wilder werde besteht wird. wirtschaftliche Momente bestimmt, wo-bei u. U. auch dem Einfluß der Sonnen-strahlung Rechnung zu tragen ist, sofern es sich um ein Flachdach handelt. Bei Wandheizungen liegen die Temperaturverhältnisse meist ungünstiger als bei Deckenheizungen.

Aus der einfachen Beziehung

$$k (t_i - t_a) = \alpha (t_w - t_a)$$

kann man sofort die erforderliche Isolierstärke festlegen; es bedeutet hier:

t... = äußere Wandtemperatur bei t.

= tiefste Außentemperatur

Wenn die Strahlungsheizung im Somme zur Kühlung herangezogen wird, so muß den Isolierfragen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, und zwar im Hinblick auf die Kondenswasserbildung. Der Kühlwasserumformermußselbstverständ-lich auch isoliert werden. Die durch die Sonnenstrahlung in die Gebäude eindringenden Wärmemengen hat der Verfasser in den Schweiz. Blättern für Heizung und Lüftung ausführlich behandelt (Nr. 2, 1950).

Für die Deckenstrahlungsheizung mit Lufthohlraum und Lamellen sind gerin-Luttnonfraum und Lameilen sind gerin-gere Isolierungen notwendig, als bei den einbetonierten Systemen. Wenn Alumi-niumlamellen verwendet werden, sind in den Zwischendecken meist keine beson-dere Isolierungen vorzusehen, lediglich dere Isolierungen vorzusehen, lediglich an der obersten Decke oder beim Flachdach (abgesehen von schalltechnischen Erfordernissen). Das Aluminium hat eine sehr niedrige Strahlungszahl, und zwar C = 0,35 kcal/m²h²K, so daß die nach oben übertragene Wärmemenge nur gering ist, auch ist die Kovektion im Luttraum meist sehr unbedeutend. Bei Kupferlamellen dagegen (Ccu = 3,1 kcal/m²h²K) sollte eine Wärmeisolation vorhanden sein, auch beim System Calorie, wo eine relativ hohe Lufthohlraum-Temperatur entsteht. Für Hohlkörper-Zwischendecken sind im allgemeinen bei allen Heizsystemen keine speziellen Isolierungen erforderlich, soweit wärnetech lierungen erforderlich, soweit wärmetechnische Gesichtspunkte allein maßgebend sind.

Bei der Festlegung der erwünschten Bodentemperatur sollte auch die sog. «Kontakttemperatur» berücksichtigt wer-den. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Böden gleicher Temperatur, aber ver-schiedener Stoffe, beim Betreten sich ganz unterschiedlich warm anfühlen, speganz unterschieden warn anfunlent, speziell bei nackten Füßen. Die Temperatur, die sich im ersten Augenblick bei der Berührung des Bodens einstellt, nennt man die Kontakttemperatur. Wenn man den Boden als einseitig unendlich ausgedehnten Körper mit der Temperatur t der Wärmeleitzahl λ1, dem Raumgewicht γ1 und der spez. Wärme c1 betrachtet, der mit einem zweiten ebenfalls einseitig unendlich ausgedehnten Körper (Fuß Abb. 8) mit den Werten t₂, λ₂, γ₂, c₂, in Berüh-rung gebracht wird, dann gilt für die Kontakttemperatur nach Schüle:

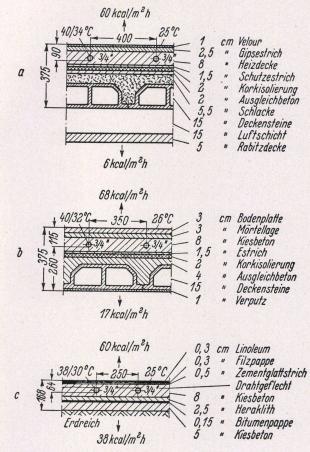


Abb. 1a Ausgeführte Fußbodenheizungen a, b Hohlkörperdecken, c Betonfußboden über Erdreich

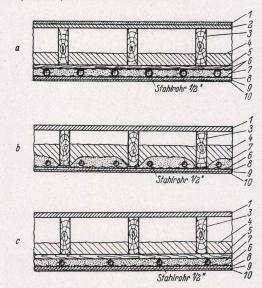


Abb. 1b Rohrdeckenheizungen im Verputz an drei Holzbalkendecken dargestellt a Verputz mit Streckmetallgeflecht über und unter den Heizrohren, b, c mit Streckmetallgeflecht nur unter den Heizrohren 1 Parkett 2 Unterfußboden 3 Holzbalken 4 Isolierung 5 Blindboden 6 Streckmetall

- Kalkzementmörtel mit Kälberhaaren
- 8 Kalkgipsmörtel 1 cm auf trockenem Einbettungsputz mit Kälberhaaren und Leim-zusatz
- Leinwandgeflecht (Staff) 3 mm Maschenweite
- 10 Gipsmörtel 0,6 cm, überfilzt und geglättet

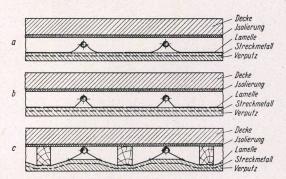


Abb. 2 Deckenheizungen nach dem System Dériaz





Das ideale Isoliermaterial brennt nicht, fault nicht, anorganisch, nicht hygroskopisch, größte Wirtschaftlichkeit

# Glasfasern AG. Lausanne

Verkaufsbüro Zürich Nüschelerstraße 30 Telephon 051 / 27 17 15

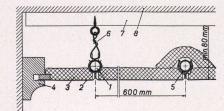
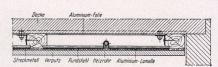


Abb. 3 Frengerheizdecke im Querschnitt



1 Rohr 2 Platte 3 Isolierung 4 Randleiste 5 Klammer 6 Aufhänger 7 Tragleiste

Abb. 4 Querschnitt durch eine Deckenausführung mit Heizrohr und Lamelle nach der

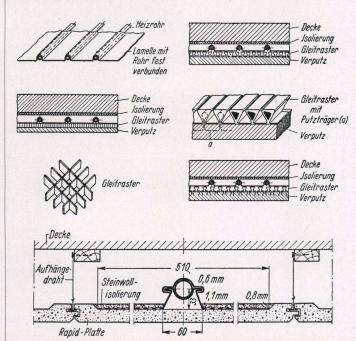


Abb. 4a Cadestra-Ibis-Deckenheizung mit vorgefertigten Gipsplatten

$$t_k = \frac{b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2}{b_1 + b_2} \text{,}$$
 wobel 
$$b_1 = \sqrt{\frac{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \gamma_1}{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \gamma_2}}$$
 und 
$$b_2 = \sqrt{\frac{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \gamma_2}{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \gamma_2}}$$

die sog. Kontaktkoeffizienten bedeuten. Van der Held hat auch eine Beziehung für die «gleichwertige Bodentemperatur» aufgestellt

$$t_g = 27 - \frac{90}{b_1}$$

was so zu verstehen ist, daß z.B. ein Betonboden, sich nicht kälter anfühlen soll als ein Holzboden von 18°, wenn die Temperatur t $_9$  beträgt. Rechnet man z.B. für Beton mit  $\lambda=1,2$  kcal/m²h°,  $\gamma=2400$  kg/m³, c = 0,21, dann ist

$$b_1 = \sqrt{1,2 \cdot 2400 \cdot 0,21} = 24,6$$

 $t_{g} = 27 - \frac{90}{24,6} = 23,3^{o} \text{ C},$ und

d.h. dieser Betonboden muß eine Oberflächentemperatur von 23,3° aufweisen, damit die Empfindungstemperatur gleich ist, wie beim 18° Holzfußboden. Für die menschliche Haut gilt nach Held

$$b_{zul.} = 16 \text{ kcal/m}^2 \text{h}^0$$
,

und t₂ beträgt beim nackten Fuß zirka 30°. Für die verschiedenen Stoffe betragen die b-Werte:

menschliche Haut b = 16 kcal/m²h°

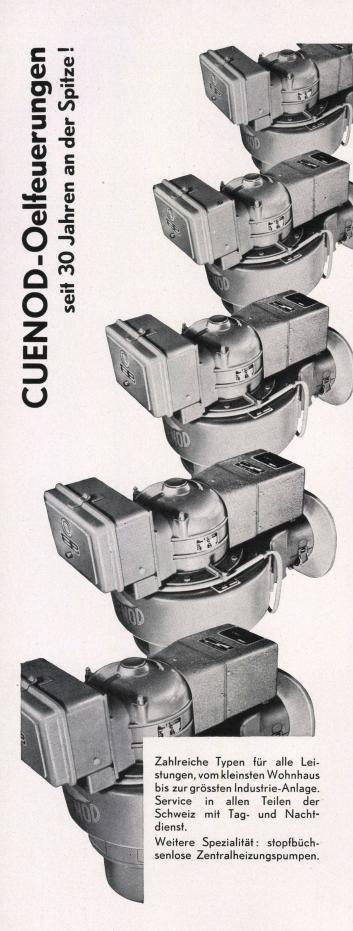
| Kork b = 2 - Tannenholz b = 6,5 - Buchenholz b = 10 - Beton b = 24 - Eisen b = 200 -

Schüle hat auf Grund vorstehender Kontaktkoeffizienten ein praktisches Dia-gramm für die Bestimmung der Kontakt-temperaturen veröffentlicht, das in Abb. 9 vergrößert wiedergegeben ist. Aus dieser Darstellung ist klar ersichtlich, wie groß der Einfluß der Bodenbeschaffenheit ist, in Bezug auf die Empfindungstemperatur des Fußbodens. Soll ein Fußboden, der mit unbekleideten Füßen betreten wird – mit unbekleideten Füßen betreten wird – Bäder, Schlafzimmer usw. – sich nicht kälter anfühlen als ein Holzfußboden von 18° Oberflächentemperatur, dann muß er bei einem Kontaktkoeffizienten b > 10 entsprechend isoliert werden. Es ist klar, daß diese Überlegungen nicht nur bei Boden- bzw. Deckenheizungen Gültigkeit haben, sondern ganz allgemein bei der Bewertung der isolierenden Wirkung der Bodenbeläge Anwendung finden sollen. Bodenbeläge Anwendung finden sollen. Strahlplattenheizungen gemäß Abb. 7 er-fordern besonders sorgfältig ausgewählte und dimensionierte Isolierungen.
Die Wärmeüberleitzahl ist hier gegeben durch die Gleichung

$$k' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1}} \; kcal/m^2 h^0.$$

Die Isolierdicke  $\hat{c}_1$  richtet sich hier in der Hauptsache nach der Heizwassertemperatur, welche bedeutend höher sein kann als bei den eingebauten Strahlungsheizungen (tH > 100°). Im Gegensatz zur Deckenheizung hat man bei der Sunztripsheizung kein Interesse eine bestimmte Wärme-menge nach oben leiten zu lassen. Die Bemessung der Isolierdicke hat daher dort ausschließlich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu erfolgen.

Im allgemeinen sind Isolierplatten mit λ-Werten von 0,03-0,06 kcal/mh° und Dicken von 3-6 cm erforderlich; jeder Isolierfall ist aber für sich zu untersuchen, damit die Strahlungswirkung genügend wirksam ist. Alle diese Isolierprobleme können nur in Zusammenhang mit der Heizberechnung richtig gelöst und ab-



ATELIERS DES CHARMILLES S.A. USINE DE CHATELAINE GENÈVE

TÉL. 022/32440

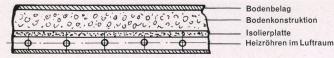


Abb. 5 Deckenheizung System Calorie



Abb. 6 Deckenheizung mit Soundexplatten

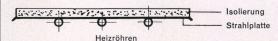


Abb. 7 Strahlplattenheizung für hohe Heiztemperaturen

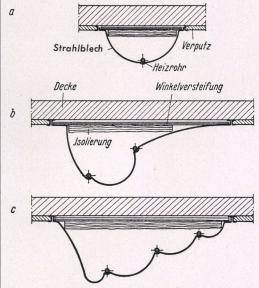


Abb. 7a Hochtemperierte Deckenheizstrahler mit physiologisch zulässiger Wärmestrahlung durch deren Oberflächengestaltung

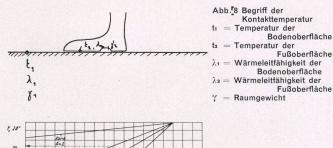




Abb. 9 Diagramm zur Bestimmung der Kontakttemperatur

geklärt werden. Die der Berechnung zugrunde liegenden Isolierstoffe und Isolierstärken sind von der ausführenden Firma starken sind von der austunfenden Firma genau festzulegen und im Werkvertrag schriftlich der Bauleitung bekannt zu geben. Der Heizerfolg einer Strahlungsheizung ist eben zum nicht geringen Teil auch von der richtigen Ausführung der erforderlichen Isolierung abhängig.

errorenichen isolerung abnangg.
Aber auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage kann u. U. in Frage gestellt werden, speziell wenn Außen-Heizflächen (Wände, Flachdächer usw.) ungenügend gegen die Außenluft geschützt sind. Die Frage des Brennstoffverbrauches von Strahlungsheizungen ist ja gegenwärtig besonders stark umstritten. Hier können nur

genaue Messungen an einwandfrei er-stellten Anlagen zuverlässigen Aufschluß geben, und es wäre bedauerlich, wenn durch zu knapp bemessene Isolierungen das Heizsystem der Strahlungsheizung wieder in Mißkredit gelangen würde. Auch für eine ungenügend isolierte und schlecht gebaute Strahlungsheizung gilt der Satz das bekannten Wärmewirtschaft.

der Satz des bekannten Wärmewirtschaftlers Gerbel: «Die Fehlinvestition ist wie ein krankes Samenkorn, das auch in gu-tem Boden und in der besten Atmosphäre keine Pflanze hervorbringen kann, die den berechtigten Erwartungen entspricht.»

(Die Abbildungen 1, 2, 4 und 7 sind entnommen aus «Gesundheits-Ingenieur» Nr. 7/8 1953.)