

Der Wärmeschutz bei Strahlungsheizungen

Autor(en): **Weber, A.P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **7 (1953)**

Heft 5

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-328541>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Der Wärmeschutz bei Strahlungsheizungen

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

In früheren Arbeiten dieser Zeitschrift haben wir die allgemeinen wärmetechnischen Isolieraufgaben des Hochbaus 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 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. Ungezügnete Isolierungen können den Heiz-erfolg u. U. in Frage stellen, wie die Erfahrungen der Praxis verschiedentlich gezeigt haben, wenn die ausführenden Firmen mit zu wenig Gründlichkeit die Isolierarbeiten behandeln.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier die berechnungsmässigen Aufgaben der Isolierung erschöpfend darstellen, vielmehr sollen hier lediglich die von dem Architekten 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 unterscheidet heute in der Hauptsache die folgenden Ausführungsarten:

1. System Crittall mit einbetonierten Heizschlangen gemäß Abb. 1
2. System Dériaz mit Heizrohrlamellen und Lufthohlraum gemäß Abb. 2
3. System Frenger mit Blechplatten und Lufthohlraum gemäß Abb. 3
4. System Stramax mit Heizrohrlamellen 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 und Lamelle
8. System Sunstrips, Strahlplatten frei im Raum verlegt gemäß Abb. 7 u. a. m.

Bei den meisten vorerwähnten Systemen ist bei der Wahl der Isolierung noch zu unterscheiden, ob es sich um eine Decken-, 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 verwendet, 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 die Strahlungsheizungen stehen die technischen Bedingungen gegenüber den wirtschaftlichen im Vordergrund. 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 Körpers erleiden. Die max. Deckentemperatur wird heute von den maßgebenden Spezialisten mit 35-40° angegeben. Die zulässige Deckentemperatur ist ein Faktor der Raumhöhe und der Heizflächen-größe. 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. «Wärmeüberleit-zahl» k' kann man die erforderliche Isolierstärke einer beheizten Decke oder Wand berechnen, derart, damit die gewünschten Oberflächentemperaturen bei bestimmten Heizwassertemperaturen eintreten.

Es gilt

$$k' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}} \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

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_{ab} = Temperatur in der Heizplatte

Δ = Wärmedurchlässigkeit der Decke oberhalb der Heizplatte

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

Man kann nun für bestimmte Oberflächentemperaturen die zugehörigen Δ -Werte berechnen. So findet man z. B. für $t_{fb} = 26^\circ$ (höhere Bodentemperaturen sind wie erwähnt in Wohn- und Büroräumen nicht zulässig) bei der Crittallheizung 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 wirtschaftliche Momente bestimmt, wobei u. U. auch dem Einfluß der Sonnenstrahlung 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_w = äußere Wandtemperatur bei t_a

t_a = tiefste Außentemperatur

Wenn die Strahlungsheizung im Sommer zur Kühlung herangezogen wird, so muß den Isolierfragen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, und zwar im Hinblick auf die Kondenswasserbildung. Der Kühlwasserumformer muß selbstverständlich 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 geringere Isolierungen notwendig, als bei den einbetonierten Systemen. Wenn Aluminiumlamellen verwendet werden, sind in den Zwischendecken meist keine besondere Isolierungen vorzusehen, lediglich an der obersten Decke oder beim Flachdach (abgesehen von schalltechnischen Erfordernissen). Das Aluminium hat eine sehr niedrige Strahlungs-zahl, und zwar $C = 0,35 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{K}$, so daß die nach oben übertragene Wärmemenge nur gering ist, auch ist die Konvektion im Luftraum meist sehr unbedeutend. Bei Kupferlamellen dagegen ($C_{cu} = 3,1 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{K}$) 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 wärmetechnische Gesichtspunkte allein maßgebend sind.

Bei der Festlegung der erwünschten Bodentemperatur sollte auch die sog. «Kontakttemperatur» berücksichtigt werden. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Böden gleicher Temperatur, aber verschiedener Stoffe, beim Betreten sich ganz unterschiedlich warm anfühlen, 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_i der Wärmeleit-zahl λ_1 , dem Raumgewicht γ_1 und der spez. Wärme c_1 betrachtet, der mit einem zweiten ebenfalls einseitig unendlich ausgedehnten Körper (Fuß Abb. 8) mit den Werten $t_2, \lambda_2, \gamma_2, c_2$, in Berührung gebracht wird, dann gilt für die Kontakttemperatur nach Schüle:

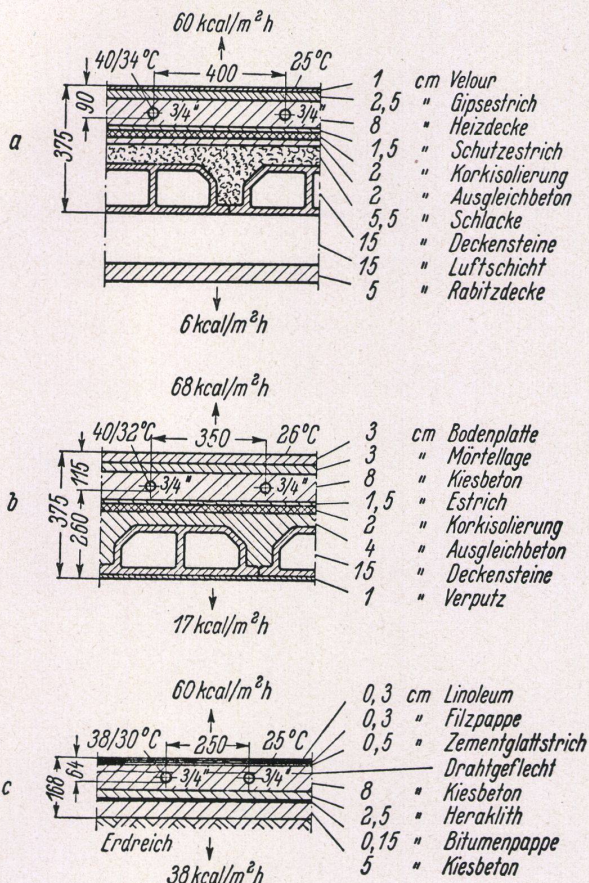


Abb. 1a Ausgeführte Fußbodenheizungen a, b Hohlkörperdecken, c Betonfußboden über Erdreich

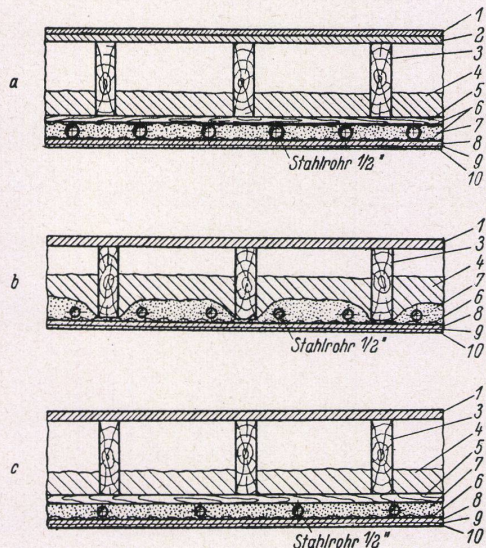


Abb. 1b Rohrdeckenheizungen im Verputz an drei Holzbalkendecken dargestellt a Verputz mit Streckmetallgeflecht über und unter den Heizrohren, b, c mit Streckmetallgeflecht nur unter den Heizrohren
1 Parkett 2 Unterfußboden 3 Holzbalken
4 Isolierung 5 Blindboden 6 Streckmetall
7 Kalkzementmörtel mit Kälberhaaren
8 Kalkgipsmörtel 1 cm auf trockenem Einbettungsputz mit Kälberhaaren und Leimzusatz
9 Leinwandgeflecht (Staff) 3 mm Maschenweite
10 Gipsmörtel 0,6 cm, überfilzt und geglättet

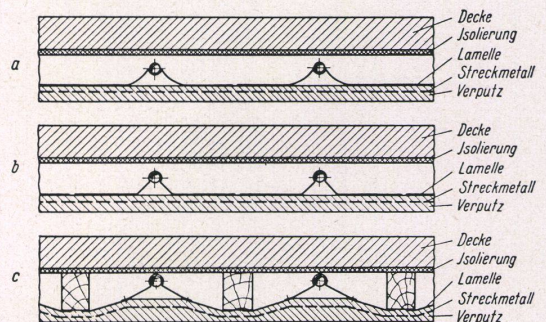


Abb. 2 Deckenheizungen nach dem System Dériaz

VETRO FLEX

ISOLIERUNG *altert nicht*

gegen
Wärme
Kälte
Schall

Bau und Industrie

größtmögliche
Schallabsorption
Schallkonditionierung

in Theatern, Kinos,
Konferenzsälen,
Restaurants usw.

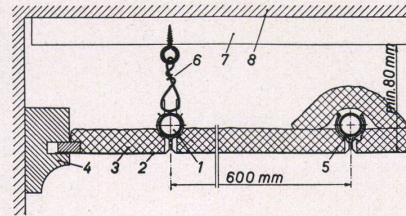
Das ideale Isoliermaterial
brennt nicht, fault nicht,
anorganisch, nicht hygros-
kopisch, größte Wirtschaft-
lichkeit

Glasfasern AG. Lausanne

Verkaufsbüro Zürich

Nüscherstraße 30

Telephon 051 / 27 17 15



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

Abb. 3 Frengerheizdecke im Querschnitt

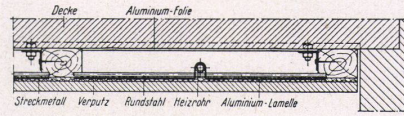


Abb. 4 Querschnitt durch eine Deckenausführung mit Heizrohr und Lamelle nach der Stramax-Bauart.

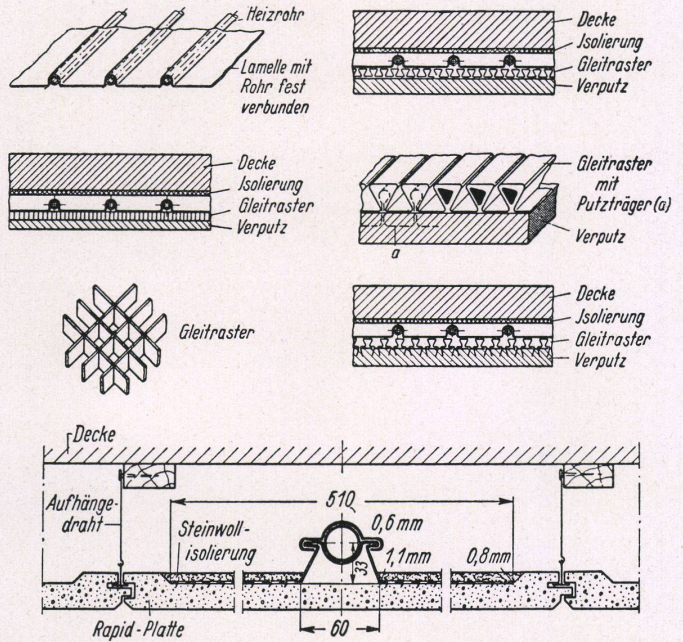


Abb. 4a Cadestra-Ibis-Deckenheizung mit vorgefertigten Gipsplatten

$$t_k = \frac{b_1 \cdot t_1 + b_2 \cdot t_2}{b_1 + b_2}$$

wobei $b_1 = \sqrt{\lambda_1 \cdot c_1 \cdot \gamma_1}$

und $b_2 = \sqrt{\lambda_2 \cdot c_2 \cdot \gamma_2}$

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_g beträgt. Rechnet man z. B. für Beton mit $\lambda = 1,2 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$, $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$, $c = 0,21$, dann ist

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

und $t_g = 27 - \frac{90}{24,6} = 23,3^\circ \text{C}$,

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

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

und t_2 beträgt beim nackten Fuß zirka 30°. Für die verschiedenen Stoffe betragen die b -Werte:

menschliche Haut	$b = 16 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$
Kork	$b = 2$
Tannenholz	$b = 6,5$
Buchenholz	$b = 10$
Beton	$b = 24$
Eisen	$b = 200$

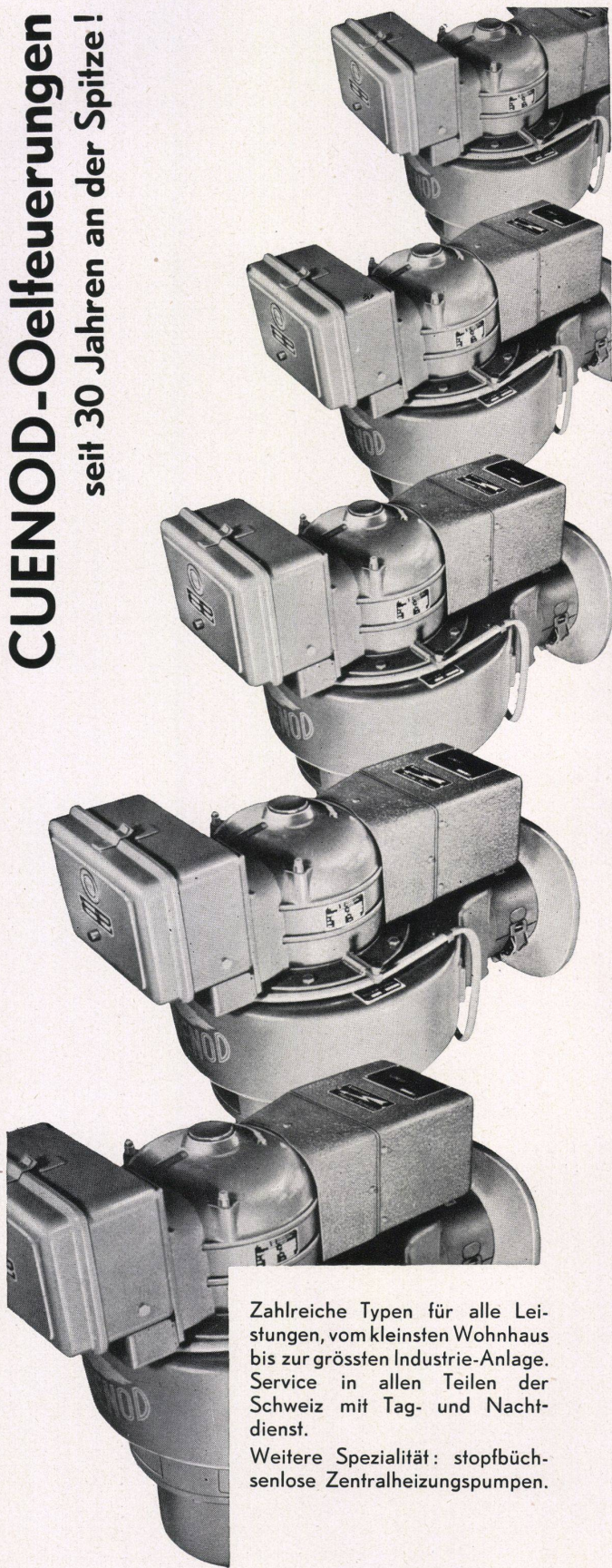
Schüle hat auf Grund vorstehender Kontaktkoeffizienten ein praktisches Diagramm für die Bestimmung der Kontakttemperaturen veröffentlicht, das in Abb. 9 vergrößert wiedergegeben ist. Aus dieser Darstellung ist klar ersichtlich, wie groß der Einfluß der Bodenbeschaffenheit ist, in Bezug auf die Empfindungstemperatur des Fußbodens. Soll ein Fußboden, der mit unbedeckten 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. Strahlplattenheizungen gemäß Abb. 7 erfordern besonders sorgfältig ausgewählte und dimensionierte Isolierungen. Die Wärmeüberleitfähigkeit ist hier gegeben durch die Gleichung

$$k' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{z_1}{\lambda_1}} \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ.$$

Die Isolierdicke z_1 richtet sich hier in der Hauptsache nach der Heizwassertemperatur, welche bedeutend höher sein kann als bei den eingebauten Strahlungsheizungen ($t_H > 100^\circ$). Im Gegensatz zur Deckenheizung hat man bei der Sunztripshheizung kein Interesse eine bestimmte Wärmemenge 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-

CUENOD-Oelfeuerungen seit 30 Jahren an der Spitze!



Zahlreiche Typen für alle Leistungen, vom kleinsten Wohnhaus bis zur grössten Industrie-Anlage. Service in allen Teilen der Schweiz mit Tag- und Nachtdienst.

Weitere Spezialität: stopfbüchsenlose Zentralheizungs-pumpen.

ATELIERS DES CHARMILLES S.A.
USINE DE CHATELAINE
GENÈVE TÈL. 022/3 24 40

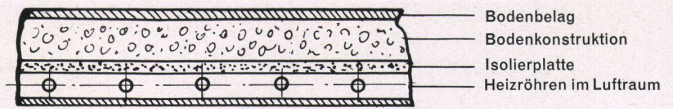


Abb. 5 Deckenheizung System Calorie

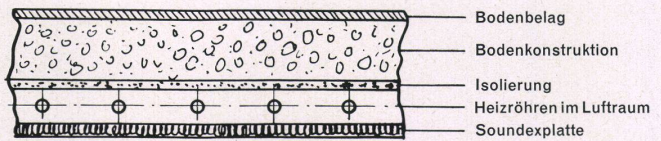


Abb. 6 Deckenheizung mit Soundexplatten



Abb. 7 Strahlplattenheizung für hohe Heiztemperaturen

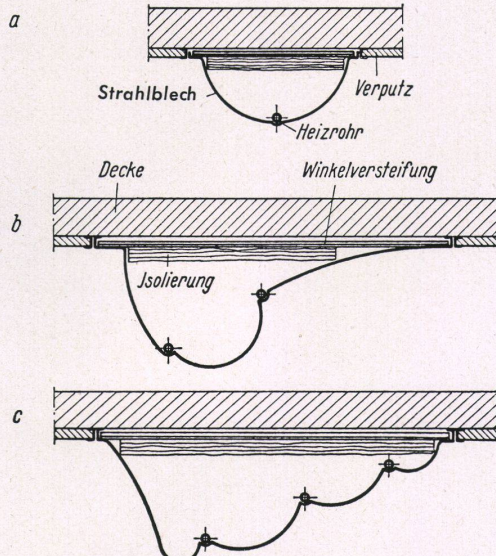


Abb. 7a Hochtemperierte Deckenheizstrahler mit physiologisch zulässiger Wärmestrahlung durch deren Oberflächengestaltung

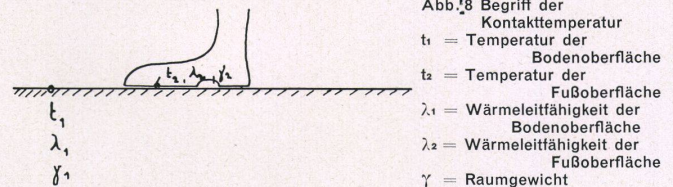


Abb. 8 Begriff der Kontakttemperatur
 t_1 = Temperatur der Bodenoberfläche
 t_2 = Temperatur der Fußoberfläche
 λ_1 = Wärmeleitfähigkeit der Bodenoberfläche
 λ_2 = Wärmeleitfähigkeit der Fußoberfläche
 γ = Raumgewicht

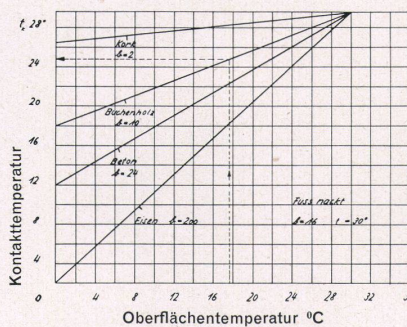


Abb. 9 Diagramm zur Bestimmung der Kontakttemperatur

geklärt werden. Die der Berechnung zugrunde liegenden Isolierstoffe und Isolierstärken sind von der ausführenden 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.

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 erstellten 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 des bekannten Wärmewirtschaftlers Gerbel: «Die Fehlinvestition ist wie ein krankes Samenkorn, das auch in gutem 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.)