

# Heizen wie die Sonne

Die steigenden Energiepreise heizen derzeit wieder die Debatten hierzulande an. Otto Normalverbraucher schimpft auf die ausländischen Gas- und Öllieferanten, Politiker und Industrie beschwören die Atomkraft. Energiesparen wird dagegen kaum umgesetzt. Dabei bietet sich beim Heizen eine Energie sparende Alternative an: die Strahlungsheizung. Sie verbraucht nicht nur weniger Energie, sie schafft auch mehr Behaglichkeit und vermeidet Schimmelbildung. Allerdings wird sie von interessierten Kreisen auf kleiner Flamme gehalten – mit unfrorenen Mitteln. Das deckt Prof. Dr. Claus Meier im folgenden Beitrag auf.

Von Prof. Dr.-Ing. habil. Claus Meier, Nürnberg.

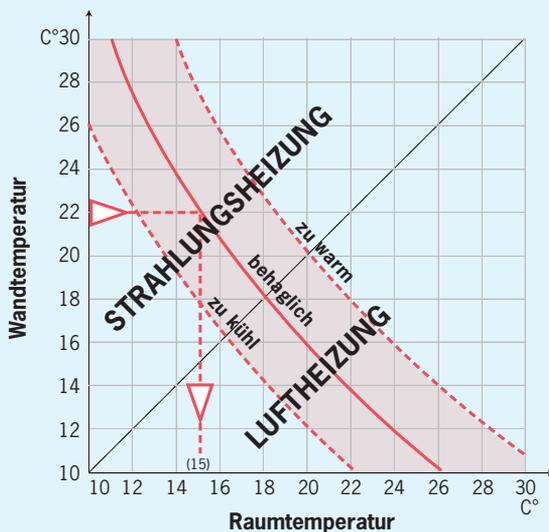


Abb. 1: Behaglichkeitsprofil aus Wand- und Raumlufttemperatur (nach Bedford und Liese)

Das oberste Ziel der Heiztechnik ist es, besonders die Behaglichkeit zu gewährleisten, die vor allem ein Zusammenspiel von Raumlufttemperatur und Wandoberflächentemperatur ist. Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang.

Die Behaglichkeitstemperatur liegt etwa in der Mitte beider Temperaturen. Um Behaglichkeitskriterien zu erfüllen, benötigt eine Raumlufttemperatur von zum Beispiel 20°C eine Wandtemperatur von 16°C (dies wären die Verhältnisse bei einer Konvektions- oder Luftheizung). Denkbar wäre aber auch eine Wandtemperatur von zum Beispiel 22°C, die dann eine Raumlufttemperatur von nur 15°C erforder-

lich macht. Diese energetisch äußerst günstige Konstellation aber kann nur eine Strahlungsheizung leisten. Warum ist dies so?

## Die physikalischen Besonderheiten

Die physikalischen Grundlagen beider Heizsysteme sind völlig verschieden. Während bei der Konvektionsheizung (Luftheizung) zum Wärmetransport die Wärmeströmung von warmer Luft wirksam wird (das ist Thermodynamik), vollzieht sich bei einer Strahlungsheizung der Wärmetransport ohne irgendein Transportmedium nur durch Wärmestrahlung (das aber ist dann Quantenmechanik). Die Wärme-

strahlung ist physikalisch somit etwas ganz anderes als die Wärmeströmung. Die Strahlungsgesetze lassen sich nicht aus der klassischen Physik (Thermodynamik) herleiten, sondern erfordern die Annahme einer Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlungsenergie durch den Schwarzen Strahler in Energiequanten. Diese Annahme gab den Anstoß zur Entwicklung der Quantentheorie. Es musste damit von Max Planck ein radikaler Bruch mit den Vorstellungen der klassischen Wärmelehre vollzogen werden. Somit lässt sich Strahlung auch nicht mit den Mitteln der klassischen Wärmelehre, die mit Temperaturdifferenzen operiert (1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik), beschreiben.

Das Phänomen Strahlung ist ja durch die Sonne recht geläufig. Eine Strahlungsheizung stützt sich nun auf folgende physikalische Grundlagen:

1. Wärmestrahlung als Infrarot-Strahler ist eine elektromagnetische Welle wie das Licht, der Strom, die Mikrowelle, die Radiowellen, die sich alle mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen. Das gesamte Spektrum aller elektromagnetischen Wellen umfasst den Wellenlängenbereich von der kosmischen Höhenstrahlung (ab circa  $10^{-13}$  Mikrometer ( $\mu\text{m}$ )) bis zum Bahnstrom ( $18 \times 10^{12} \mu\text{m}$ ); es handelt sich also um ein sehr breites Spektrum.

2. Die als Infrarotstrahlen für Heizzwecke mit Temperaturen von circa 20 bis  $80^\circ\text{C}$  in Frage kommenden Wellenlängen liegen im schmalen Band zwischen 3 und etwa  $50 \mu\text{m}$ . Sie sind insofern völlig gefahrlos. Es wäre ja auch absurd, temperierte und warme Flächen als gesundheitsschädlich einzustufen zu wollen. Eine elektromagnetische Beeinträchtigung der Gesundheit ist bei der Wärmestrahlung auszuschließen. Elektrosmog liegt nicht vor.

3. Jede Fläche ist in der Lage, Wärmestrahlen zu schlucken (Energiegewinn durch Absorption) und auszusenden (Energieverlust durch Emission). Strahlungsenergie wird somit von einer temperierten Fläche zugleich absorbiert und emittiert.

4. Wärmestrahlung erwärmt keine Luft, sondern nur feste und flüssige Körper. Die Raumluft ist durchlässig für Wärmestrahlen (diatherm) und bleibt deswegen kühl und angenehm. Da die Temperaturen der Raumumfassungen deshalb höher sind als die Lufttemperatur, entsteht auch kein Schimmelpilz – feuchte Luft kondensiert nur bei Abkühlung (das Schimmelpilz-Dilemma entsteht insofern nur bei einer Konvektionsheizung). Die Erwärmung angrenzender Luftschichten erfolgt demzufolge konvektiv erst aus „Zweit-hand“ durch die wärmeren Oberflächen. Bei dem aus hygienischen Gründen notwendigen Luftaustausch wird infolge der niedrigen Lufttemperaturen auch Energie gespart.

5. Infolge der ruhenden Luft (keine Staubaufwirbelung) wird eine geringe Luftwechselrate ermöglicht. Es muss nicht so oft gelüftet werden. Dies spart wiederum Energie.

6. Eine Wärmestrahlung mit einer Wellenlänge größer als  $2,7 \mu\text{m}$  durchdringt kein normales Glas. Da die Wellenlängen für Heizzwecke hierunter fallen, verbleibt die Wärmestrahlung im Raum und erzeugt damit einen „Treibhauseffekt“. Bei einer Strahlungsheizung genügt also normales Fensterglas. Besondere „Wärmeschutzgläser“ mit kleinen U-Werten (Wärmedurchgangskoeffizient, früher k-Wert) werden damit überflüssig.

Mit diesen Besonderheiten ergeben sich gegenüber einer Konvektionsheizung bereits entscheidende Vorteile. Diese werden jedoch in der praktizierenden Heiztechnik und der angewandten Bauphysik nicht beachtet und strikt ignoriert. Dazu später mehr. Zunächst wollen wir die Strahlungsheizung in ihrer praktischen Anwendung betrachten.

### Die praktische Umsetzung

Bei Kenntnis der Vorzüge einer Strahlungsheizung wird natürlich stets die Frage gestellt, wie denn nun solch eine hervorragende Heizung aussieht. Bereits in den Thermen der Römer wurden Rauchgase durch Fußboden- und Wandkanäle geleitet, wodurch sich Fußboden und Wände erwärmten und damit für ein angenehmes Strahlungsklima sorgen konnten.

Die Aufgabe einer Strahlungsheizung besteht also einzig und allein darin, temperierte Flächen zu schaffen, die

dann durch ausgesendete Wärmestrahlen (Infrarotstrahlung) ein angenehmes Raumklima gewährleisten. Für die Lage der Strahlflächen bieten sich die Decke, der Fußboden und die Wände an.

#### Deckenstrahlungsheizung:

Sie wird vornehmlich in Werkhallen mit großen Deckenhöhen verwendet. Die Strahlungsheizung vermeidet somit die Erwärmung großer Luftmassen. Auch Lagerhallen profitieren von der Wärmestrahlung, da das Lagergut erwärmt wird und somit Kondensat (verursacht Rost) vermieden wird. Im Wohnungsbau ist sie allerdings weniger zu empfehlen, da die Bestrahlung von oben für das Wohlbefinden nicht gerade optimal ist.

#### Fußbodenheizung:

Diese gilt auch als Strahlungsheizung, hat aber den Nachteil, dass aus medizinischen Gründen der Boden nicht über  $28^\circ\text{C}$  erwärmt werden darf. Da auch die Luft unmittelbar über dem Fußboden konvektiv erwärmt wird, bildet sich eine warme Luftschicht, die nach oben steigt und sich bei entsprechender Mächtigkeit sogar schlagartig nach oben verlagert. Warme Luft unter der Decke ist aber für den Menschen unnütz. Bei Teppichboden und Parkett soll eine Fußbodenheizung sowieso nicht gewählt werden.

#### Wandheizung:

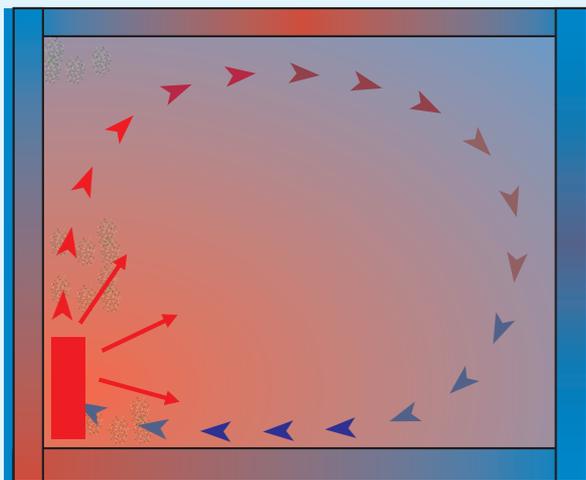
Die günstigste Strahlrichtung für den aufrechten Menschen ist die waagerechte. Insofern müssen die senkrechten Strahlflächen an den Wänden platziert werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Ausführungsarten:

- Temperierte Wände erreicht man, wenn zum Beispiel bei einer so genannten Heizleiste (etwa entlang der Scheuerleiste) infolge einer „Minikonvektion“ ein leichter, aufsteigender Warmluftschleier die Wände erwärmt, die dann das angenehme Strahlungsklima schaffen. Ergänzt kann dieses System noch werden durch an neutralen Punkten zusätzlich angeordnete Heizzargen, Heihsäulen, Heizrahmen und Strahlplatten. Diese wer-

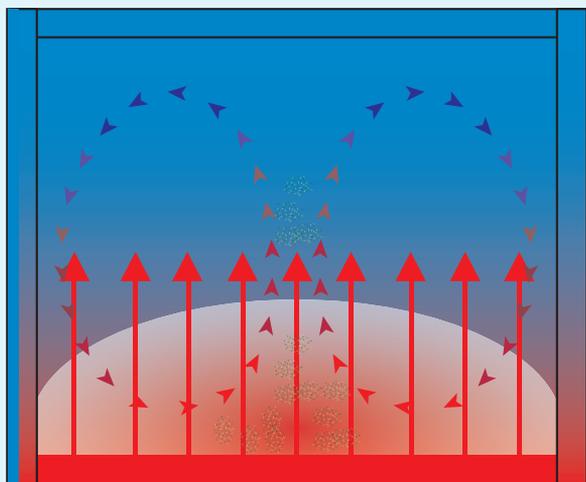
---

Das gedankliche und rechnerische Chaos in der Heizungsbranche ist vollkommen.

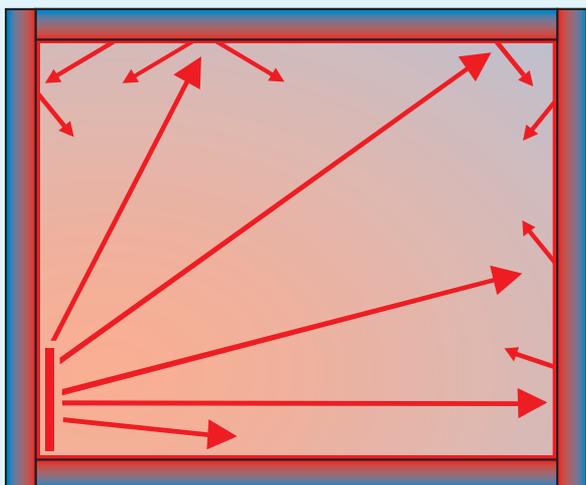
---



Die durch den herkömmlichen Heizkörper erwärmte Luft transportiert die Wärme mittels Konvektion in den Raum. Die Ecken zwischen Wand, Boden- und Deckenflächen werden vom Warmluftstrom weniger versorgt und bleiben kühler. Dort entstehen bei erhöhter Luftfeuchtigkeit Kondensat, Schmutz und Schimmel – also nicht als Folge einer Wärmebrücke, sondern einer Wärmeunterversorgung.



**Fußboden(strahlungs)heizung:** Neben der Wärmeabstrahlung vom Fußboden bildet sich unter der auflastenden kühleren Luft eine bodennahe Warmluftblase. Bei ihrer Entladung werden bei der Konvektion der Warmluft Staub und sonstige Partikel nach oben transportiert.



Die Wandstrahlungsheizung erwärmt mittels infraroter Strahlung gleichmäßig alle Raumflächen, die die Strahlung reflektieren. Die Raumluft bleibt kühler, Kondensat und Schimmel an den wärmeren Raumflächen sind ausgeschlossen.

den mit dem entsprechend geführten Vorlauf einfach thermisch verbunden und können dann direkt strahlen. Die Heizkreise bestehen somit nur aus Rohrleitungen, einem Gartenschlauch vergleichbar. Das Anschließen von Strahlflächen an ein Heizwasserverteilungsrohr geschah bereits Anfang der 80er Jahre unter dem Motto „Strahlungsklima aus dem Türfutter“. Dieses System ist technisch ausgereift. Die gewählten Strahlflächen sollten dabei höher als breit sein, damit der konvektive Anteil reduziert wird. Rundsäulen in der Mitte des Raumes eignen sich besonders gut.

- Im Bürofassadenbau lieferte eine Firma für Stahl- und Metallkonstruktion bereits in den 70er Jahren mit Warmwasser durchflossene Hohlprofile, die dann als temperierte Flächen Wärmestrahlen emittieren. Damit werden hervorragende Heiz-Ergebnisse erzielt, die allerdings von der „hohen Wissenschaft“ damals nicht akzeptiert wurden. Dieses System eignet sich auch für die Kühlung der Räume. Kühlung allerdings ist sehr energieaufwändig und sollte vermieden werden. Als thermischer Puffer eignet sich speicherfähiges Material sehr viel besser.

- Eine vorhandene normale Zentralheizungsanlage kann ebenfalls zur Strahlungsheizung umgerüstet werden. Wenn die Konvektoren durch Strahlheizkörper ersetzt werden, dann wird damit eine strahlungsintensive Heiztechnik installiert. Handelt es sich um übliche Konvektoren mit ebenen Vorderflächen (also keine Rippenheizkörper), so kann als Provisorium sogar auch daraus eine Strahlplatte entstehen, wenn die Konvektion durch Abdeckung unterbunden wird. Dem Heizkörper verbleibt dann nur noch die Möglichkeit zur Strahlung.

- Es werden auch Systeme angeboten, bei denen Heizschlangen auf Wände unter Putz montiert werden, entweder vor Ort installiert oder als vorgefertigte Elemente angeliefert. Diese Systeme haben allerdings einige Nachteile:
  - Die Rohrschlangen unterliegen durch Temperaturunterschiede – zum Beispiel 60°C Vorlauf oder Stilllegung – Längenänderungen, wodurch die unter Putz liegenden Schlangen „arbeiten“ und so zu Putzschäden führen können.

- Inwieweit durch das „Arbeiten“ Lötstellen undicht werden, muss auch beachtet werden.

- Die unter Putz liegenden Heizschlangen erwärmen zunächst die unmittelbare Umgebung in der Wand; erst danach wird mit Temperaturabfall die Innenoberfläche des Raumes erreicht, die dann den Strahlungseffekt liefert. Insofern sind Systeme zu bevorzugen, die vom Innenraum her die Oberflächen direkt bestrahlen und erwärmen.

- Undichte Heizwasserrohre unter Putz sind äußerst kostenaufwändig zu reparieren.

- Die Gefahr einer Beschädigung, zum Beispiel durch einzuschlagende Nägel, besteht immer.

- Neuerdings werden verstärkt auch Strahlplatten aus Kunststoff angeboten, die durch Strom erwärmt werden. Die Zusammensetzungen der Kunststoffe unterliegen allerdings Betriebsgeheimnissen. Auch Strahlflächen aus Steinmaterial sind möglich.

### Die Strahlungsleistung

Die Strahlungsleistung einer temperierten Fläche gehorcht dem Stefan/Boltzmann-Gesetz, das heißt, sie ist proportional zur vierten Potenz der absoluten Temperatur einer Oberfläche. Darin liegt ein entscheidender Vorteil, denn unabhängig von Umgebungstemperaturen werden, bedingt allein nur durch die Oberflächentemperatur, Wärmestrahlen emittiert.

Als Formel sieht das wie folgt aus:

$$(1) \quad q_r \sim T^4$$

Eine Konvektionsheizung dagegen braucht zum Funktionieren „Übertemperaturen“. Die Wärmeleistung ist somit proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Heizkörper und Raumluft. Formelmäßig bedeutet das:

$$(2) \quad q_c \sim \Delta t$$

$q_r$  = Strahlungsleistung (W/m<sup>2</sup>)

$T$  = absolute Temperatur in Kelvin

(K) [ $t(K) = 273 + \vartheta (^{\circ}C)$ ]

$q_c$  = Wärmeleistung einer Konvektionsheizung (W/m<sup>2</sup>)

$\Delta t$  = Übertemperatur (Temperaturdifferenz Heizkörper – Luft) (K)

Derartige Übertemperaturen  $\Delta t$  sind bei einer Strahlungsheizung unsinnig, da die Wärmeleistung allein nur durch die absolute Temperatur der Strahlflä-

che bestimmt wird. Die Formel (2) ist somit beim Heizen mit Wärmestrahlen nicht anwendbar.

### Der Strahlungsaustausch

Alle Oberflächen im Raum absorbieren und emittieren Wärmestrahlen. Die höher temperierte Fläche gibt an die niedriger temperierte Fläche Energie durch Strahlung ab. Umgekehrt geschieht dasselbe, so dass sich die Größe des Strahlungsaustausches proportional zur Differenz beider Strahlungsleistungen verhält. Wenn  $T_1$  größer als  $T_2$  ist, dann wird:

$$(3) \quad q_{r1,2} \sim T_1^4 - T_2^4$$

$q_{r1,2}$  = Strahlungsaustausch zwischen den Flächen 1 und 2 ( $W/m^2$ )

$T_1$  = absolute Temperatur der Fläche 1 (K)

$T_2$  = absolute Temperatur der Fläche 2 (K)

Über die Größe des Strahlungsaustausches kann gesagt werden:

1. Ist die Differenz zwischen  $T_1$  und  $T_2$  sehr groß, so ist der Strahlungsaustausch sehr groß.

2. Ist die Differenz zwischen  $T_1$  und  $T_2$  sehr klein, so ist der Strahlungsaustausch sehr klein.

3. Werden  $T_1$  und  $T_2$  gleich groß, so wird der Strahlungsaustausch null.

Durch den Strahlungsaustausch gleichen sich die Oberflächentemperaturen im Raum an, absorbierte und emittierte Wärmeenergie sind dann gleich groß. Es entstehen gleichmäßig temperierte Flächen einschließlich der Möbel – man fühlt sich wohl und behaglich.

### Der Irrtum der Heizungsbranche

Neben der Nichtbeachtung physikalischer Grundlagen wird nun auch noch in Theorie und Praxis der Heizungsbranche fehlerhaft geschlussfolgert, argumentiert und gehandelt. Hieraus ergeben sich mannigfache Widersprüche und Absurditäten, die sich leider auch in den DIN-Normen niederschlagen. Hier soll lediglich ein besonders frappierendes Beispiel genannt werden.

Der ständig vorliegende Strahlungsaustausch, der sich durch die Differenz zweier strahlender Flächen manifestiert (Formel 3), wird in den Fachbüchern als Strahlungsleistung angesehen. Dies aber ist der große Irrtum

und führt zu abstrusen Ergebnissen. Der Nachweis hierfür erfolgt durch ein Gedankenexperiment anhand der Formel (3):

1. Ist zum Beispiel  $T_1 = 80^\circ C$  (Strahlplatte) und  $T_2 = 20^\circ C$  (Putzfläche), so ist der Strahlungsaustausch, die Differenz, sehr groß. Es ergäbe sich also eine große „Strahlungsleistung“.

2. Wird nun  $T_2$  zum Beispiel auf  $50^\circ C$  angehoben (eine mäßig temperierte Strahlplatte), so wird die Differenz, eben der Strahlungsaustausch, kleiner. Es ergäbe sich damit jedoch auch eine kleinere „Strahlungsleistung“. Tatsächlich aber erhöht sich doch die Strahlungsleistung der Fläche 2, denn sie strahlt jetzt statt mit  $20^\circ C$  mit  $50^\circ C$  – also stimmt etwas nicht.

3. Wird nun die in 1. gewählte Strahlplatte mit  $80^\circ C$ , etwa wegen vermeintlicher Wärmeunterversorgung des Raumes, auf der gegenüberliegenden Seite nochmals angeordnet, wird also die Strahlfläche und damit die Strahlungsleistung für den Raum verdoppelt, dann ergibt sich nach Formel (3) zwar ein Strahlungsaustausch von Null, was durchaus stimmt, aber eben auch nach gängiger Meinung eine Strahlungsleistung beider Strahlplatten von Null – dies aber ist absolut unsinnig und zeigt sehr deutlich den Widerspruch zwischen angenommener Theorie und vorliegender Empirie.

4. Wenn alle Oberflächen im Raum einschließlich der Möbel eine Oberflächentemperatur von zum Beispiel  $22^\circ C$  hätten, dann wäre die Behaglichkeitsanforderung an einen Raum nach Abbildung 1 voll erfüllt (notwendige Raumlufttemperatur nur  $15^\circ C$ ). Durch den stets vorliegenden Strahlungsaustausch wird dieser Zustand sehr schnell erreicht. Wenn jetzt zur Bestimmung der „Wärmeleistung“ aller Flächen die Formel (3) verwendet werden würde, dann käme ebenfalls wieder Null heraus – ein völlig absurdes Rechenergebnis, das der Erfahrung widerspricht, denn die Wärmeversorgung ist ja voll gewährleistet.

5. Diesen rechnerischen Unfug kann jeder empirisch sogar selber nachvollziehen. Man stelle sich nur zwischen zwei hochgradig temperierte Flächen ( $50, 100$  oder sogar  $500^\circ C$ ), die Rechnung nach Formel (3) ergibt Null, die

Erfahrung aber zeigt, dass es einem dabei sicher recht heiß werden wird. Genau so heiß wie all den fehlgeleiteten Strahlungsheiztechnik-Vertretern üblicher Provenienz, die argumentativ hierbei ja wohl völlig versagen dürften und deshalb entweder stumm bleiben oder lauthals protestieren.

Es gibt nur einen Fall, bei dem der Strahlungsausgleich mit der Strahlungsleistung übereinstimmt. Wenn der zweite Strahler die Temperatur des absoluten Nullpunktes von  $-273^\circ C$  annimmt, also 0 Kelvin (K), dann würde in der Formel (3) der Wert für  $T_2$  null werden und es verbleibt nur die strahlende Fläche  $T_1$  mit ihrer tatsächlichen und wahren Strahlungsleistung gemäß Formel (1). Dieser jedoch nur theoretische Fall zeigt sehr deutlich: Je kälter die eine Fläche, desto größer wird die vermeintliche „Wärmeleistung“ – konfuser geht es nicht.

Strahlungsaustausch und Strahlungsleistung sind zwei völlig unterschiedlich zu sehende Sachverhalte. Die Formel für den Strahlungsausgleich ist für die Bestimmung der Strahlungsleistung nicht verwendbar. Sie wird jedoch in der Praxis überall angewendet – leider. Richtigerweise muss in Formel (3) für die Strahlungsleistung aller Flächen nicht die Differenz, sondern die Summe Verwendung finden.

Quintessenz: Hier wird physikalisch alles durcheinander gebracht; das gedankliche und rechnerische Chaos in der Strahlungsheizungsbranche ist



**Strahlungsheizkörper sind flach und vermeiden daher weitgehend Konvektion.**

vollkommen. Allein dieser Irrtum ist Basis dafür, dass Strahlungsheizungen in Theorie und Praxis arg benachteiligt werden; mit dieser Fehleinschätzung werden die Wärmeleistungen viel zu niedrig angesetzt. Damit aber werden Strahlungsheizungen stark überdimensioniert und demzufolge zu groß ausgelegt – das jedoch geht dann immer zu Lasten der Kunden – sie müssen zahlen.

### Fehlerhafte Leistungszahlen

Die fehlerhaften Vorstellungen der offiziellen Heizungsbranche haben Auswirkungen auf die „genormten“ und damit „offiziellen“ Leistungsangaben der Heizkörperhersteller. Diese sind bezüglich der Strahlungsheizung viel zu gering. Stets wird die Wärmeleistung einer Strahlungsheizung analog einer Konvektionsheizung nach thermodynamischen Regularien gemäß EN 442, der europäischen Heizkörpernorm, geprüft. Dies ist vom Grundsatz her falsch, da für Strahlung quantenmechanische Überlegungen gelten.

Allein der phänomenale Irrtum der Gleichsetzung von Strahlungsausgleich und Strahlungsleistung erlaubt die industriefreundliche analoge Behandlung zur Konvektionsheizung, denn bei gleichen Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  wird ja  $\Delta t$  zu Null – wie bei der Thermodynamik. Die Wärmeleistung einer Strahlungsheizung wird damit systemwidrig bestimmt. Flugs kann dann eine Abhängigkeit von der „Übertemperatur  $\Delta t$ “ deklariert werden.

Diese Vorgehensweise hat also für die Industrie zwei Vorteile:

Erstens wird die Strahlungsheizung als ernst zu nehmende Konkurrenz niedergehalten und zweitens werden Konvektions- und Strahlungsheizungen in einen Topf geworfen.

In der praktizierenden Heiztechnik wird demzufolge die Wärmeleistung sowohl von Strahlungsheizungen als auch von Konvektionsheizungen wie folgt beschrieben:

$$(4) \quad q = C (\Delta t)^n$$

$q$  = Wärmeleistung (W/m<sup>2</sup>)

$C$  = experimentell ermittelter Faktor

$\Delta t$  = Übertemperatur (Temperaturdifferenz Heizkörper – Luft) (K)

$n$  = angenommener Exponent

In Anlehnung an die klassische Wärmelehre geht man also von einer zur Übertemperatur  $\Delta t$  (fast) proportionalen Wärmeleistung aus. Dies ist nach Stefan/Boltzmann jedoch unsinnig. Die strahlungsintensive (radiative) Heiztechnik wird damit falsch gehandhabt.

Beispielhaft werden in der Abbildung S.63 einige Ergebnisse aufgelistet, die aus drei Prüfberichten anerkannter Institute und aus einem Entwurf für eine österreichische Strahlungsnorm stammen.

Dargestellt wird die Wärmeleistung  $q$  einer Strahlungsheizung in W/m<sup>2</sup>, wobei zweierlei Leistungszahlen zu unterscheiden sind:

1) Die Leistungszahlen gemäß der Quantenmechanik, abhängig allein von der Oberflächentemperatur  $\vartheta_{\text{Si}}$  der strahlenden Fläche als „Halb-

raumstrahler“  $q_s$ . Bei diesem werden die Leistungszahlen aus den Experimenten von Max Planck halbiert. Der Halbraumstrahler wird üblicherweise mit einem Emissionsgrad  $\epsilon$ , der hier 0,93 beträgt, in den Rechnungen berücksichtigt. Die Strahlungsleistung  $q_s$  wird dann noch um den immer vorhandenen konvektiven Anteil summarisch (als  $\Sigma q$  in der Zeichnung notiert) ergänzt.

2) Die Leistungszahlen nach thermodynamischen Gesetzen, abhängig von der „Übertemperatur  $\Delta t$ “ zwischen Heizkörper und Luft wie bei den Konvektionsheizungen. In der Zeichnung werden drei geprüfte Wandstrahlungsheizungen (durchgezogene Linien) sowie der Entwurf einer österreichischen „Strahlungsnorm“ mit 5 beziehungsweise 10 cm Abstand der unter Putz verlegten Rohre (gestrichelte Linien) gezeigt.

Es wird erkennbar, dass bei den „geprüften“ und „offiziellen“ Leistungsangaben von Wandstrahlungsheizungen selbst bei einer Halbraumstrahlung rund 400 bis 500 W/m<sup>2</sup> unterschlagen werden. Der optische Vergleich in der Abbildung S.63 ist allein schon überzeugend und zeigt den Unterschied von Strahlungsausgleich und Strahlungsleistung. Die Benachteiligung der Strahlungsheizung in Theorie und Praxis ist offenkundig, eine derartige Handhabung ist deshalb nicht hinzunehmen. Dies wirkt sich natürlich auch negativ auf die Verbreitung einer strahlungsintensiven, eben einer radiativen Heiztechnik aus. Alle Wärmeleistungsangaben in den Katalogen der Heizkörperhersteller werden mit der Formel (4) bestimmt; dieser Fehler muss im Interesse der Kunden von Strahlungsheizungen schleunigst aus der Welt geschafft werden. Bei diesen unzutreffenden Leistungsangaben braucht man sich dann auch wirklich nicht zu wundern, dass Strahlungsheizungen nicht die Bedeutung erlangen können, die sie verdienen.

### Widersinniger Wärmeübergangskoeffizient

Der methodische Unfug aber geht nun eifrig weiter. Der Wärmeübergangskoeffizient  $h$  ist ein Produkt



Strahlungsheizungen erwärmen die Oberflächen und sorgen für hohe Behaglichkeit.

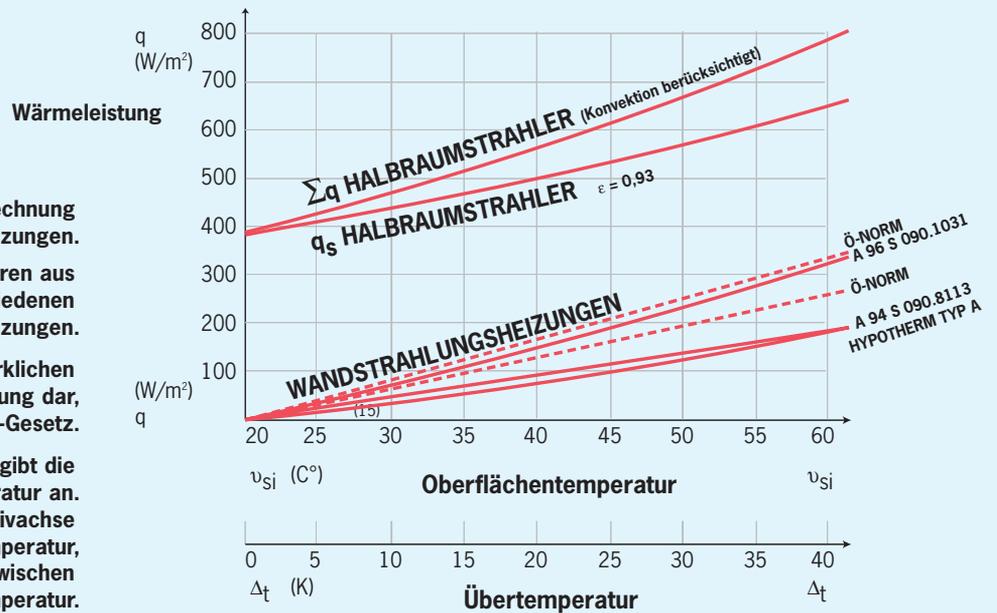
Die Grafik zeigt die Differenz bei der Berechnung der Wärmeleistung von Strahlungsheizungen.

Die unteren Linien resultieren aus fehlerhaften Bewertungen von verschiedenen Wandstrahlungsheizungen.

Die obere Linie stellt die wirklichen Leistungen einer Strahlungsheizung dar, berechnet nach Stefan/Boltzmann-Gesetz.

Die waagerechte Achse gibt die maßgebliche Oberflächentemperatur an.

Unter ihr veranschaulicht eine Alternativachse die unsinnige Orientierung an der Übertemperatur, also an der Differenz zwischen Oberflächen- und Raumlufttemperatur.



der klassischen Wärmelehre und kennzeichnet bei einer Konvektionsheizung den Wärmeübergang vom Heizkörper zur Raumluft pro Kelvin Temperaturunterschied ( $W/m^2K$ ). Weil Luft für Strahlung jedoch diatherm ist, sie wird ja nicht erwärmt, kann es einen Wärmeübergangskoeffizienten  $h_r$  für Strahlung nicht geben. Es ist somit ein Trugschluss, auch bei der Strahlung von einem Wärmeübergang von der Fläche an die Luft (wie bei der Konvektion) auszugehen. Diese Naturgesetzlichkeit wird von der in der Heiztechnik verwendeten „Strahlungsphysik“ völlig ignoriert und manipulativ missbraucht. Fachbücher und Normen (wie DIN EN ISO 6946) betreten hier vereint ein virtuelles Feld des Scheins.

Wie wird nun bei dem Nonsens eines vermeintlichen Wärmeübergangskoeffizienten  $h_r$  für Strahlung vorgegangen? Wenn Leistung in  $W/m^2$ , hier also dann fälschlicherweise der Strahlungsaustausch nach Formel (3), durch eine Temperaturdifferenz geteilt wird, so erhält man die Dimension des Wärmeübergangskoeffizienten in  $W/m^2K$ . Es wird also deklariert:

$$(5) \quad h_r \sim [T_1^4 - T_2^4] : [T_1 - T_2]$$

$h_r$  = Wärmeübergangskoeffizient Strahlung ( $W/m^2K$ )

Und nun glaubt man tatsächlich, die Wärmeübergangskoeffizienten für Konvektion  $h_c$  und Strahlung  $h_r$  allein wegen der gleichen Dimension  $W/m^2K$  additiv behandeln zu können; so geschehen zum Beispiel auch in der DIN EN ISO 6946. Dies aber ist eine technische Fiktion, ist vollendete Utopie. Wärmeströmung und Wär-

mestralung haben keine gemeinsame physikalische Basis. Zusätzlich muss nun auch noch trotz Basisirrtums auf folgende weitere fehlerhafte Handhabung hingewiesen werden: Um einen erwünschten Wärmestrom in  $W/m^2$  zu erhalten, muss gemäß Formel (5) exakt wieder mit der Temperaturdifferenz ( $T_1 - T_2$ ) multipliziert werden. Dies aber geschieht nicht, denn bei der abschließenden Multiplikation (zum Beispiel des U-Wertes in  $W/m^2K$ ) wird die Temperaturdifferenz zwischen Innenraumluft und Außenluft gewählt. Die Temperaturen der beiden strahlenden Flächen sind vergessen, man beachtet sie nicht mehr. Methodisch geht eben halt alles durcheinander, bei der „Strahlungsphysik“ wurschtelt man sich eben halt so durchs Gestrüpp der Absurditäten.

### Trickbetrügerei

Um die äußerst dubiose Differenz der beiden strahlenden Flächen zu vertuschen (es handelt sich ja im Ansatz um einen Strahlungsaustausch, der ja als Leistungsbestimmung versagt), wird folgende „Weiterentwicklung“ betrieben, dokumentiert auch in der DIN EN ISO 6946. Wenn der Mittelwert  $T_m$  von  $T_1$  und  $T_2$  verwendet wird, dann kann näherungsweise auch geschrieben werden:

$$(6) \quad [(T_1)^4 - (T_2)^4] : [T_1 - T_2] \approx 4 \cdot T_m^3 \quad (K^3)$$

Damit aber kann aus der Formel (5) dann die Formel (7) gezaubert werden:

$$(7) \quad h_r \approx 4 \cdot T_m^3 \quad (W/m^2K)$$

Bei dieser Schreibweise sind also die zwei strahlenden Flächen mit ihren

unterschiedlichen Temperaturen tatsächlich voll und ganz verschwunden; es erscheint nur noch der Mittelwert. Damit aber wird die Größe der Differenz, eben die so wichtige Spreizung von  $T_1$  und  $T_2$ , eliminiert. Ein Mittelwert  $T_m$  von zum Beispiel  $40^\circ C$  wird ja erzielt durch die zwei Einzeltemperaturen  $40$  und  $40^\circ C$  (Strahlungsaustausch ist dann Null),  $50$  und  $30^\circ C$ ,  $60$  und  $20^\circ C$  oder  $70$  und  $10^\circ C$ . Der Strahlungsaustausch wird dabei immer größer, der Mittelwert aber bleibt konstant. Mit dieser „Vereinfachung“ wird wiederum ein irreguläres und irreführendes Ergebnis erzielt.

Dieser Mittelwert suggeriert dem Anwender, dass die Temperatur  $T_m$  immer konstant strahlt, obgleich die (zwar fehlerhafte) Basis eines „Strahlungsaustausches“ recht unterschiedlich sein kann; je größer die Spreizung, desto größer der Strahlungsaustausch. Zudem fällt es nicht mehr auf, wenn dann später mit jeder x-beliebigen Temperaturdifferenz multipliziert wird, auch wenn es sich eigentlich um die Temperaturen der beiden strahlenden Flächen handeln müsste. Dies ist in der Tat ein mit krimineller Energie gepaarter Dilettantismus pur.

### Schlussfolgerung

Die Strahlungsheizung eröffnet als humane Alternative völlig neue Wege in der Heiztechnik. Als Gegenpol zur Konvektionsheizung nimmt sie eine Position ein, die dieser in jeder Hinsicht weit überlegen ist. Eine Strahlungsheizung funktioniert eben durch Strahlung und vor allem durch niedrige Vorlauf- und damit Oberflächentemperaturen. Vorstellungen

special 12

## Neue Geomantie – Integrale Radiästhesie



Die Geomantie (= Erdwahrsagen) zählt zu den ältesten Wissenschaften, die die Menschheit aufzuweisen hat.

Dass Orte Qualitäten haben, die den Menschen beeinflussen, war ihm bereits zum Anbeginn seiner Geschichte bewusst, dies belegen zahlreiche archäologische Funde auch in Europa. In Zeiten, in denen der Mensch noch im Einklang mit der Natur lebte, entstand bereits eine vielfältige und lebendige geomantische Praxis.

Der Forscher Siegfried Prumbach hat intensiv archäologische Studien betrieben, unterschiedlichste Ortsqualitäten erfahren und arbeitet seit mehr als 20 Jahren professionell mit radiästhetischen Messinstrumenten. Ihm geht es nicht um das Optimieren des eigenen, persönlichen Wohnraumes wie es die Maßnahmen des Feng Shui versprechen, sondern um Kommunikation und Ausgleich von Kräften an einem Ort, und dies zum Wohle aller.

### Das special 12:

**Neue Geomantie – Integrale Radiästhesie**  
(Best.-Nr. 12) kostet 29,80 € + 3,80 € P+V  
(Ausl. 8,00 €) und kann bestellt werden bei:  
ehlers verlag gmbh, Geltinger Str. 14e,  
82515 Wolfratshausen,  
Tel.: 08171/41 84-60, Fax: 08171/41 84-66,  
e-mail: vertrieb@ehlersverlag.de,  
www.raum-und-zeit.com  
Änderungen vorbehalten.

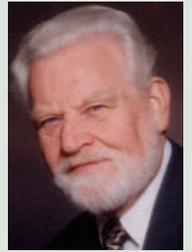
konvektiver Heiztechnik sind auf die Strahlungsheizung nicht übertragbar. Bei hohen Räumen kann eine zufrieden stellende Temperaturbehaglichkeit auch nur durch eine Strahlungsheizung erzielt werden.

Die physikalischen und physiologischen Gegebenheiten erzwingen geradezu die Wahl einer Strahlungsheizung. Bereits installierte Heizanlagen dieses Typs zeigen die Vorteilhaftigkeit, sodass diese in Zukunft eine immer größer werdende Verbreitung finden werden. Die konvektiv ausgerichtete Heizanlagenpraxis und die DIN-Normen allerdings berücksichtigen diese Vorzüge leider nicht. Im Gegenteil, sie wehren sich vehement gegen diese für den Menschen so segensreiche radiative Heiztechnik und forcieren lieber die für den Nutzer äußerst nachteiligen konvektiven Heizungen.

Mit den üblich gewordenen Konvektionsheizungen wird leider eine widersinnige, energieaufwändige, gesundheitsgefährdende und äußerst kundenfeindliche Heiztechnik protegiert. Geschäftsinteressen und Umsätze werden halt als vorrangig eingestuft. Es wäre für einen Investor deshalb geradezu unklug, sich auf Konvektionsheizungen zu konzentrieren.

Konsequenz: Die bisherige Prämisse, mit einer Heizanlage Raumlufttemperaturen zu gewährleisten, muss abgelöst werden durch die Prämisse,

### Der Autor



**Prof. Dr.-Ing. Claus Meier**, Jahrgang 1932, Architekt SRL, Studium TU Berlin. Tätigkeit im Industriebau. Assistent am Institut für Städtebau TU Berlin (Promotion, Habilitation), Lehrtätigkeit an der TU Berlin bis 1997. Leiter des Hochbauamtes Nürnberg, Wissenschaftlicher Direktor am Baureferat Nürnberg bis 1997. Mitglied des Beirates für Denkmalerhaltung (BFD) der Deutschen Burgenvereinigung (DBV). Mitglied des Arbeitskreises Gesundes Haus (AGH). Methodische Grundlagenarbeiten auf den Gebieten Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz, Ökonomie und Ökologie. Autor von Fachbüchern und umfangreichen Fachveröffentlichungen. Bundesweite Aktivitäten zur bauphysikalischen Versachlichung des Bauens.

se, mit der Heizanlage ausreichende Oberflächentemperaturen zu schaffen. Die Heiztechnik der Zukunft heißt Strahlungsheizung; sie muss für temperierte Umfassungsflächen sorgen, die Raumlufttemperaturen laufen dann parallel nebenher und sind zweitrangig. ■

### Literatur zum Thema

**Eisenschink, Alfred:** Strahlungsklima aus dem Türfutter. Sanitär- und Heizungstechnik 1981, H. 11, S. 1057.

**Eisenschink, Alfred:** Falsch geheizt ist halb gestorben. 8. Aufl. Gräffelfing: Technischer Verlag Resch KG 2004.

**Lüscher, Edgar:** Moderne Physik. Serie Piper Bd. 457, R. Piper Verlag München, 3. Aufl. 1987.

**Meier, Claus:** Humane Wärme. Strahlungswärme als energiesparende Heiztechnik. bausubstanz 1999, H. 3, S. 40.

**Meier, Claus:** Die Behaglichkeits-Maxime. Heiztechnik: Strahlungsheizung als Alternative zur Konvektionsheizung. Bauen im Bestand – Bautenschutz und Bausanierung (B + B), 2004, Nr. 7, S. 47.

**Meier, Claus:** Richtig bauen – Bauphysik im Zwielicht – Probleme und Lösungen. Renningen: expert verlag; 4. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2006, 475 Seiten. ISBN: 3-8169-2627-4

**Meyers Enzyklopädisches Lexikon.** Bibliographisches Institut Mannheim, Wien Zürich 1971, Bd. 18, S. 747.

**Meyers Lexikon** "Technik und exakte Naturwissenschaften". Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich 1970, S. 1987.

**Raiß, Wilhelm:** H. Rietschels Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik. Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1958, 13. Auflage.

**Tipler, Paul A.:** Physik. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg Berlin Oxford, 1994.