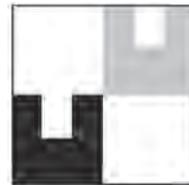


# Praxis Ratgeber



zur Denkmalpflege

*Claus Meier*

## Richtig heizen

14 Fragen und Antworten



Heizen früher: Offener Kamin, Eisenofen, Kachelofen

Informationsschriften der Deutschen Burgenvereinigung e.V.  
BEIRAT FÜR DENKMALERHALTUNG

## Richtig heizen

In unserem Klima hat sich das Wohnen rund um die Feuerstelle entwickelt. Die Beherrschung des Feuers im Haus ermöglichte nicht nur das Kochen, Backen und Braten, sondern auch angenehmere Raumtemperaturen in der kalten Jahreszeit. Heutzutage sind diese beiden Funktionen meist getrennt: In Küche und Heizung. Die Voraussetzungen für richtiges – im Sinne von behaglichem, gesundem und energiesparendem Heizen – werden in den folgenden Fragen kritisch beleuchtet und beantwortet.

### 1. Was heißt Behaglichkeit?

Behaglichkeit ist im heiztechnischen Sinn vor allem eine Funktion aus der Raumlufttemperatur und den Oberflächentemperaturen der umhüllenden Flächen eines Raumes.

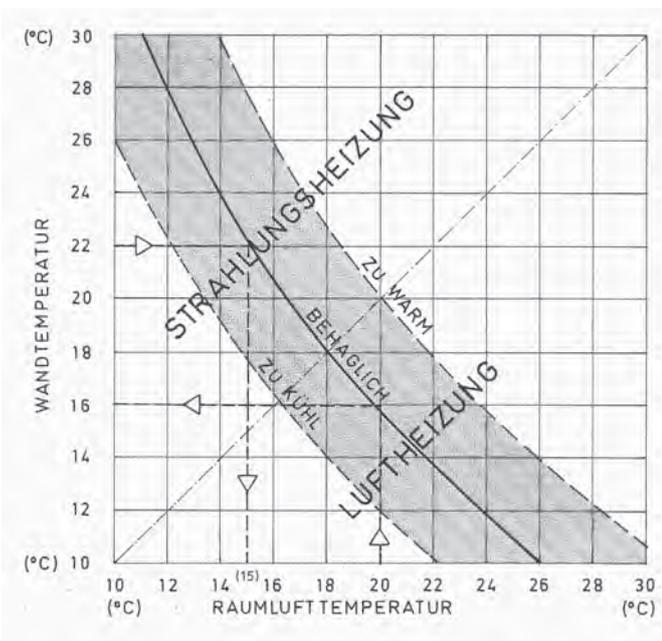


Abb. 1. Behaglichkeitsprofil in Abhängigkeit von der Wand- und Raumlufttemperatur [14].

Etwa gleiches Behaglichkeitsempfinden liefern zum Beispiel eine Raumlufttemperatur von 20°C und eine Wandtemperatur von 16°C, aber auch eine Wandtemperatur von 22°C und eine Raumlufttemperatur von 15°C.

### 2. Woher kommt das Wärmegefühl?

Das Wärmegefühl im Raum kommt grundsätzlich aus zwei unterschiedlichen Quellen: Entweder aus aufgeheizter Luft – Konvektionsheizung (von außerhalb des Raumes zugeleitet bzw. durch Wärmeübertragung vom Heizkörper an die umgebende Raumluft), oder durch die Wärmeabstrahlung temperierter Flächen – Strahlungsheizung.

### 3. Wie wirkt eine Konvektionsheizung?

Ein Konvektorheizkörper muss Luft bestmöglich erwärmen. Folglich besitzt er möglichst viele Flächen (Lamellen oder Wärmeleitbleche), die die Wärme an die Luft übertragen.

Seine Schachtbauweise mit Kaminwirkung verstärkt diesen Effekt. Leistungsmäßig funktioniert eine Konvektionsheizung proportional zu den Übertemperaturen, das heißt durch den Temperaturunterschied zwischen Heizkörper und Luft. Je größer dieser Unterschied, desto größer wird die konvektive Wärmeabgabe durch Warmluftauftrieb.

Sind der Heizkörper und die Luft gleich warm, gibt es auch keinen Wärmeübergang vom Heizkörper zur Luft. Folglich ist die Konvektionswirkung einer Heizfläche beim Aufheizen der Raumluft kalter Räume am größten und an wärmeren Heizflächen dann auch größer als an kühleren Heizflächen. Eine Konvektionsheizung erwärmt also vorwiegend die Raumluft, die dann als Wärmeträger die umhüllenden Raumflächen mit Wärme versorgen soll. Aus strömungstechnischen Gründen gelangt aber die Warmluft nicht gleichmäßig an alle raumumhüllenden Flächen, sondern erwärmt zum Beispiel die Raumecken geringer als die Mittelbereiche von Wänden und Decke.

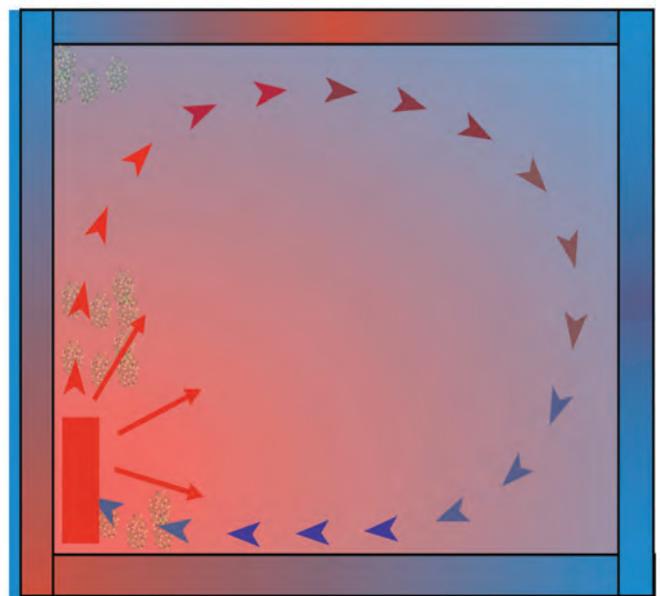


Abb. 2. Konvektionsheizung: Die im Raum umgewälzte Heizluft erwärmt die Raumhüllen ungleichmäßig und wirbelt den Schmutz durch den Raum. In den kühl bleibenden Ecken kann die Raumluftfeuchte kondensieren und begünstigt dort den Schimmelpilzbefall – nicht als Folge einer „Wärmebrücke“!

In den heiztechnisch unterversorgten und damit kühlen Bereichen der Raumumschließungsflächen kann sich dann Kondensat aus der Raumluft anreichern – die Voraussetzung für Schmutzablagerung, Schimmelpilzbefall und auch Vermorschen von Deckenbalkenauflagern.

Im Nachtabsenkbetrieb kühlen die Außenbauteile eines Raumes jede Nacht aus. Die ständigen Temperatur- und Feuchtewechsel können die betroffenen Bauteile schädigen, ein großes Problem gerade für wertvolle Raumdekorationen und empfindliches Inventar in historischen Bauwerken.

### 4. Wie wirkt eine Strahlungsheizung?

Die Wärmestrahlung ist eine elektromagnetische Welle im infraroten Bereich des Strahlungsspektrums. Damit gelten für die Bemessung einer Strahlungsheizung die Gesetze der Quantenmechanik [1], [12], [13], im Gegensatz zur Konvektionsheizung, die der klassischen Wärmelehre folgt (Thermodynamik).

Die Strahlungsleistung ist nach dem Stefan-Boltzmann'schen

Gesetz proportional zur vierten Potenz der absoluten Temperatur der strahlenden Fläche. Bei der Strahlungsheizung kommt es also nur auf die in den Raum abstrahlende temperierte Fläche an. Eine „Übertemperatur“ zur Luft wie bei der Konvektionsheizung spielt hier keine Rolle.

Der mit Lichtgeschwindigkeit erfolgende Strahlungsausgleich zwischen den strahlenden Flächen erwärmt gleichmäßig nur die Raumschale, so entsteht eine gleiche Temperierung der Hüllflächen. Auf etwa 21°C temperierte Flächen können schon ein behagliches Raumklima liefern.

### 5. Welche Wärmeleistung liefert die Strahlung?

Maßgebend ist ausschließlich das Stefan-Boltzmann'sche Strahlungsgesetz, also die Oberflächentemperatur der strahlenden Fläche. Die Theorie der genormten Heiztechnik versteht allerdings den Strahlungsaustausch als Strahlungsleistung und kann die tatsächliche Wärmeleistung strahlender Flächen nicht korrekt berechnen. Bei gleich warmen Strahlflächen, selbst bei 100°C, ist der Strahlungsaustausch infolge der Differenzbildung zwar sehr richtig Null – aber nicht deren Wärmeleistung – ein schwerwiegender Fehler der etablierten Heizungsbemessung.

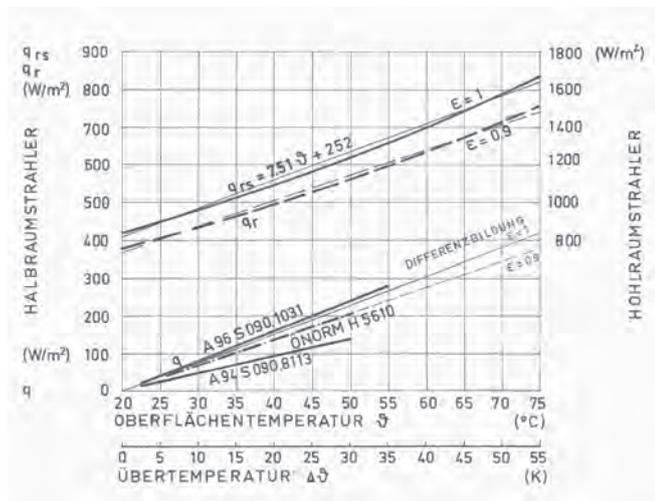


Abb. 3. Fehlerhafte Berechnung der Wärmeleistung einer Strahlungsheizung [8], [12].

Über den gesamten Bereich einer möglichen Strahlungstemperatur zwischen 20 und 75°C unterschlägt deshalb die gängige Heiztheorie bei der Strahlung in den Halbraum eine zusätzliche Strahlungsleistung von ca. 400 W/m². Bei der Hohlraumstrahlung (das Hohlraum-Modell von Max Planck gilt infolge analoger Strahlungs-Verhältnisse auch für Innenräume) sind die Diskrepanzen noch größer (ca. 800 bis 1200 W/m²). Strahlungsheizungen werden damit „offiziell“ unterbewertet, falsch berechnet und folglich seit jeher benachteiligt [10].

### 6. Wie reagiert Luft auf Strahlung?

Strahlung erwärmt keine Luft, sondern nur Materie, also feste und flüssige Körper. Luft ist für Strahlung diatherm (lässt Wärmestrahlen durch) und wird deshalb nicht durch die Wärmestrahlung erwärmt, sondern nur indirekt durch die Wärmeabgabe von wärmeren Körpern [1]. Deshalb sind die Raumboberflächen bei einer Strahlungsheizung wärmer als die Raumlufttemperatur.

Luft selbst kann auch nicht strahlen. Dieses physikalische Naturgesetz zeigt, dass es den von der Bauphysik postu-

lierten Wärmeübergangskoeffizienten  $h_r$  für Strahlung (W/m²K) gar nicht geben kann. Die auf solch falschen Annahmen beruhenden Berechnungen der Heiztechnik und Bauphysik liefern folglich absurde Ergebnisse [12].

### 7. Wie reagiert eine Massivwand auf Strahlung?

Eine Massivwand absorbiert sowohl die kurzwellige Sonnenstrahlung in dem Wellenlängenbereich zwischen ca. 0,2 und 7 µm als auch die langwellige Wärmestrahlung einer Strahlungsheizung etwa zwischen 2 und 50 µm (siehe Abbildung 4). Die absorbierte Strahlungsenergie wird als Wärmestrahlung wieder emittiert. Durch Strahlungsausgleich im Raum kommt es zwischen zunächst unterschiedlich temperierten Flächen zu annähernd gleich warmen Flächen an den Wänden sowie an Boden und Decke und damit zu einer nahezu gleichmäßigen Hüllflächentemperierung.

### 8. Wie wärmt die Sonne das Haus?

Die Sonne gibt ihre Strahlung direkt und diffus ab – deshalb profitieren sogar Nordfenster und Nordwände von der Solarstrahlung.

Der Abbildung 4 ist zu entnehmen: Die 15<sup>00</sup> Uhr-Temperaturkurve zeigt gegenüber dem Beharrungszustand messbare Temperaturunterschiede, die in der Tag/Nacht-Periode immerhin zu einem kostenlos eingespeicherten Energiepolster von rund 2190 Wh/m² führen.

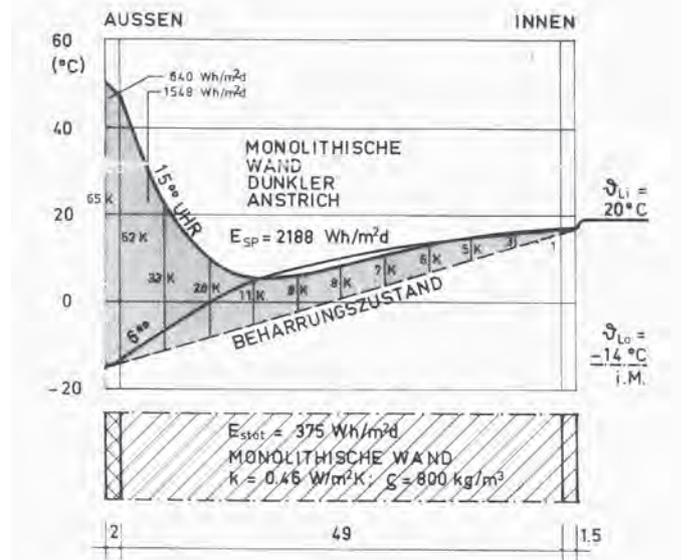


Abb. 4. Temperaturkurve einer massiven Süd-Wand infolge absorbiertes Solarenergie [4].

Während der Heizperiode beträgt der durchschnittliche Strahlungsgewinn einer senkrechten Fläche auf der Südseite etwa 270 bis 310 kWh/m², auf der Nordseite infolge diffuser Strahlung immerhin noch etwa 100 bis 120 kWh/m². Massive Bauteile können diesen Gewinn einspeichern. Insofern verringert die allseitige Solarstrahlung den notwendigen Heizenergiebedarf eines Hauses. Eine Fassadendämmung würde diese positive Wirkung deutlich vermindern, da sie die Solargewinne nicht speichern kann.

### 9. Wie reagiert das Fenster auf Strahlung?

Glas ist für Wellenlängen unter 0,3 µm (UV-Strahlung der Sonne) und über 2,7 µm (langwellige Wärmestrahlung) praktisch undurchlässig [1]. Dies zeigt die Abbildung 5:

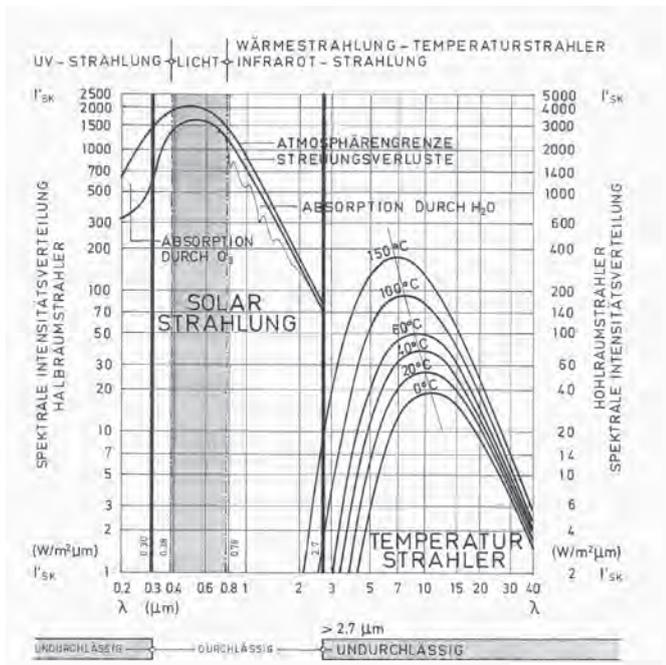


Abb. 5. Die elektromagnetische Strahlung und die Durchlässigkeit von Glas.

Nur die kurzwellige Solarstrahlung und das Licht (0,38-0,78 µm) durchdringen das Fensterglas und werden beim Auftreffen auf Materie in langwellige Wärmestrahlen umgewandelt. Die auf das Fensterglas von innen auftreffende Wärmestrahlung wird reflektiert, aber auch absorbiert. Ein geringer Teil der absorbierten Wärmeenergie wird durch Wärmeleitung nach außen abgeführt, den anderen Teil jedoch reemittiert das Glas wieder in den Raum. Dies ergibt eine günstige Energiebilanz. Dadurch werden teure Wärmeschutzgläser mit kleinen U-Werten wirtschaftlich fragwürdig, eigentlich überflüssig. Die auch im Fensterbau mit dem U-Wert thermodynamisch berechneten Energieverluste [6], [7] treffen bei einer Strahlungsheizung deshalb nicht zu.

### 10. Wie verträgt der Mensch die Wärme- oder Temperaturstrahlung?

Wenn es um elektromagnetische Strahlung geht, denken wir oft an Röntgenstrahlen ( $10^{-6}$  bis  $10^{-2}$  µm), Radarstrahlen ( $0,3 \times 10^5$  bis unter  $2,4 \times 10^6$  µm), Mikrowellenherd (etwa  $1,22 \times 10^5$  µm), Handy ( $1,50$  bis  $1,67 \times 10^5$  µm), vielleicht auch an atomare Strahlung. Instinktiv entstehen so gesundheitliche Bedenken. Diese sind bei der Wärmestrahlung jedoch unbegründet. Die für die Heiztechnik in Frage kommenden Wellenlängen liegen etwa zwischen 2 und 50 µm (siehe Abbildung 4) und sind für den Menschen völlig ungefährlich; sie werden als wohltuend empfunden und sogar für Heilzwecke eingesetzt.

### 11. Kann die Strahlungsheizung Energie sparen?

Wenn temperierte Wandflächen (Hüllflächentemperierung) strahlen, kann die Raumlufttemperatur ohne Behaglichkeitsverlust wesentlich gesenkt werden (siehe Abbildung 1). Das spart Heizenergie. Da die Raumluft durch Strahlung nicht beeinflusst wird, bleibt diese in Ruhe und wirbelt keinen Staub auf. Somit muss aus hygienischer Sicht weniger Luft ausgetauscht werden, was wiederum Energie spart. Luftheritzende Heizsysteme schaffen dagegen stets hohe

Raumlufttemperaturen, erhöhen mit wärmerer Atemluft die Schweißabgabe der Raumnutzer, transportieren vermehrt Staub in die Lungen und bedingen durch erhöhten Luftdruck gegenüber der winterlichen Außenluft sowie aus hygienischen Gründen höheren Luftaustausch – und damit auch Energieverbrauch! Die Tabelle 1 zeigt den absoluten Lüftungswärmebedarf  $q_L$  und die relativen Minderungen (Basis WSVO 1995: 51,4 kWh/m<sup>2</sup>a) bei Reduzierung von Lufttemperatur und Luftwechselrate.

$\vartheta_i$ °C	$\Delta t_L$ K	$\beta$									
		WSVO 95		EnEV		EnEV		Strahlungsheizung			
		$q_L$	%	$q_L$	%	$q_L$	%	0,3		0,2	
20	0	51,4	0	39,3	23,6	33,7	34,5	16,8	67,3	11,2	78,2
19	1	48,0	6,7	36,7	28,7	31,4	38,9	15,7	69,4	10,5	79,6
18	2	44,6	13,3	34,0	33,8	29,2	43,3	14,6	71,6	9,7	81,1
17	3	41,1	20,0	31,4	38,9	26,9	47,6	13,5	73,8	9,0	82,5
16	4	37,7	26,7	28,8	44,0	24,7	52,0	12,3	76,0	8,2	84,0

Tab. 1. Absoluter Lüftungswärmebedarf  $q_L$  in kWh/m<sup>2</sup>a und relative Minderungen in % bei vermindertem Luftwechsel und verminderter Raumtemperatur [10].

Bei 0,8-fachem Luftwechsel in der WSVO 95 als Basis (entspricht 19,2-fachem Luftwechsel in 24 Stunden – praktisch nie erreicht) würde eine Temperatursenkung um zwei Grad bzw. 2 K ( $q_L = 44,6$  kWh/m<sup>2</sup>a) 13,3 % Heizenergie einsparen, eine um 4 Grad ( $q_L = 37,7$  kWh/m<sup>2</sup>a) 26,7 %.

Die Strahlungsheizung spart folglich dank geringerer Raumlufttemperaturen und Luftwechselraten (ausreichend 0,2-facher Luftwechsel) viel Heizenergie. Luftheizungen (Konvektionsheizungen) dagegen erfordern gegenüber Strahlungsheizungen einen erheblichen Energiemehraufwand. Zusätzlich erhöhen überdichtete Isolierfenster die Schadstoffkonzentration und Raumluftfeuchte. Feuchte Luft benötigt im Unterschied zu trockener Luft mehr Heizenergie zum Erwärmen. Außerdem kondensiert Feuchtluft vermehrt in die bei Konvektionsheizungen systematisch kühleren Außenwände und begünstigt den Schimmelpilzbefall. Wer Energie sparen will und ein gesundes Raumklima anstrebt, wählt deshalb immer eine Strahlungsheizung!

### 12. Verhindern Strahlungsheizungen Feuchtschäden?

Da bei der Strahlungsheizung die Umfassungstemperaturen systembedingt höher sind als die Raumlufttemperatur, kann es selbst bei einer zu feuchten Raumluft zu keiner Oberflächenkondensation kommen, denn Kondensat entsteht nur bei Abkühlung. Die Abbildung 7 zeigt die physikalischen Zusammenhänge [6].

Eine 20°C warme Luft mit z. B. 60% relativer Feuchte (rF) enthält 10,5 g/m<sup>3</sup> Wasserdampf. Bei Abkühlung auf 11,5°C entsteht eine rF. von 100%, die Luft ist gesättigt. Damit würde nach weiterer Abkühlung unter 11,5°C Kondensat entstehen.

Bei der Konvektionsheizung temperiert vorwiegend die Wärmeabgabe der Heizluft die Bauteile, folglich sind diese grundsätzlich kühler als die Raumluft und deshalb immer kondensatanfällig. Dagegen ist bei einer Strahlungsheizung die Oberflächentemperatur höher als die Raumlufttemperatur, was das Risiko von Kondensat- und damit Schimmelpilzbildung entscheidend verringert.



Abb. 6. Materialschäden an der historischen Ausstattung durch falsches Heizen – hier Malschichtablösung von chinesisches Boiserie / Holzvertäfelung. Nicht nur der Verzicht auf winterliche Temperierung, sondern auch der Heizungsbetrieb mit Nachtabsenkung und Konvektionssystem beanspruchen historische Oberflächen und Bauteile durch extrem belastende Klimaschwankungen (Feuchte, Temperatur, Luftbewegung, Verstaubung). Mit einer stetig betriebenen Strahlungsheizung lassen sich solche Schadensbilder weitgehend vermeiden und die natürliche Materialalterung verlangsamen.

### 13. Wie lässt sich Schimmelpilzbefall wirkungsvoll vermeiden?

Um dem Schimmelpilzwachstum zu begegnen, legt die DIN 4108 eine relative Feuchte (rF) an der Oberfläche von  $\varphi_{si} = 80\%$  fest, die nicht überschritten werden soll. Die Tabelle 2 zeigt diese einzuhaltende „Schimmelpilztemperatur“.

$\vartheta_i$	Relative Feuchte der Raumluft (%)										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
29°	21,1	22,7	24,1	25,5	26,7	27,9					
28°	20,2	21,7	23,1	24,5	25,7	26,9					
27°	19,2	20,8	22,2	23,5	24,7	25,9					
26°	18,3	19,8	21,2	22,5	23,8	24,9					
25°	17,3	18,8	20,3	21,6	22,8	23,9					
24°	16,4	17,9	19,3	20,6	21,8	22,9					
23°	15,4	16,9	18,3	19,6	20,8	21,9					
22°	14,5	16,0	17,4	18,6	19,8	20,9	22,0	23,0	23,9	24,9	25,7
21°	13,6	15,0	16,4	17,7	18,8	20,0	21,0	22,0	22,9	23,8	24,7
20°	12,6	14,1	15,4	16,7	17,9	19,0	20,0	21,0	21,9	22,8	23,7
19°	11,7	13,1	14,5	15,7	16,9	18,0	19,0	20,0	20,9	21,8	22,6
18°	10,7	12,2	13,5	14,7	15,9	17,0	18,0	19,0	19,9	20,8	21,6
17°	9,8	11,2	12,5	13,8	14,9	16,0	17,0	18,0	18,9	19,7	20,6
16°	8,8	10,3	11,6	12,8	13,9	15,0	16,0	17,0	17,9	18,7	19,5
15°	7,9	9,3	10,6	11,8	12,9	14,0	15,0	15,9	16,8	17,7	18,5
14°	7,0	8,3	9,6	10,8	12,0	13,0	14,0	14,9	15,8	16,7	17,5
13°	6,0	7,4	8,7	9,9	11,0	12,0					
12°	5,1	6,4	7,7	8,9	10,0	11,0					
11°	4,1	5,5	6,7	7,9	9,0	10,0					
10°	3,2	4,5	5,8	6,9	8,0	9,0					

Tab. 2. Schimmelpilztemperatur  $\vartheta_{sch}$  in °C bei einer relativen Feuchte an der Oberfläche von  $\varphi_{si} = 80\%$ .

Erläuterung der Tabelle 2:

Bei einer Raumlufttemperatur  $\vartheta_i$  von 20°C und 50% rF darf lt. DIN die Oberflächentemperatur nicht unter 12,6°C sinken, um eine 80%ige rF an der Oberfläche einzuhalten (Diese

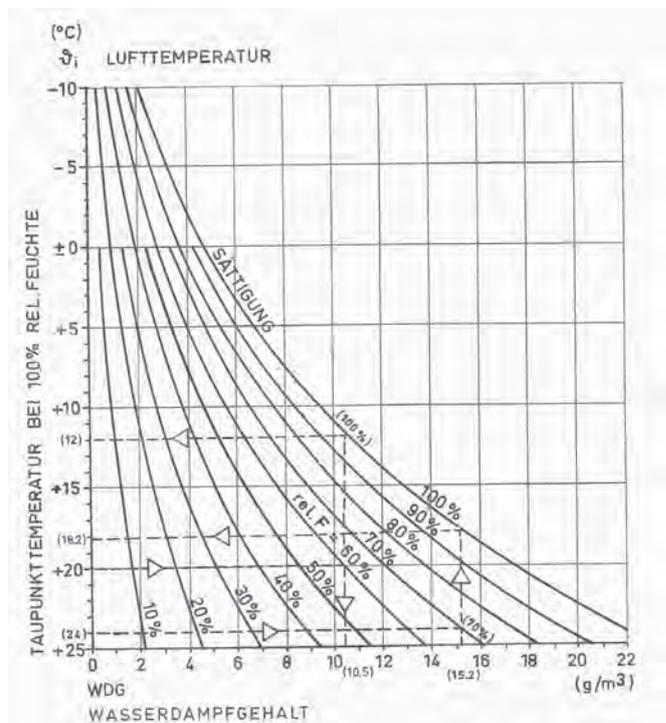


Abb. 7. Luftfeuchte und Taupunkttemperatur.

Aussage gilt allerdings nur für Konvektionsheizungen). Die rF ab 80% ist für Strahlungsheizungen gedacht, da die Raumluft an den Oberflächen nicht abgekühlt, sondern erwärmt wird. Insofern wird die sehr hohe rF der Raumluft auf der Wandoberfläche dann auf 80% abgemindert [9].

Beispiel: Eine Raumluft von 18°C und 90 % rF muss auf 19,9°C erwärmt werden, um eine rF von 80 % zu erreichen. Die Oberflächentemperatur muss also mindestens 19,9°C annehmen; bei 100% rF wird eine Oberflächentemperatur von 21,6°C erforderlich, um die geforderte 80%-Grenze an den Raumoberflächen einzuhalten.

Die DIN 4108 unterstellt nun, dass lediglich ein sogenannter Temperaturfaktor die zur Vermeidung von Schimmelpilz einzuhaltende rF von 80% gewährleisten könne. Der Temperaturfaktor ist das Verhältnis zweier Temperaturdifferenzen (Differenz Innenoberfläche – Außenluft zur Differenz Innenluft – Außenluft) und soll größer oder gleich 0,7 sein.

Nur mit einem Verhältnis zweier Temperaturdifferenzen lässt sich der Schimmelpilz jedoch überhaupt nicht vermeiden, da die Raumluftfeuchte als ausschließliche Ursache der Schimmelpilzbildung überhaupt nicht berücksichtigt wird. Diese völlig nutzlose DIN-Regelung soll offensichtlich nur die typische Falschdiagnose, bei Schimmelpilzbefall sei die zu niedrige innere Wandtemperatur und damit die unzureichende Wanddämmung verantwortlich, stützen, um so den Dämmstoffverkauf zu begünstigen.

Bei den üblichen Konvektionsheizungen (Luftheizungen) reichert sich Kondensat in den systematisch kühleren Raumhüllen besonders leicht an. Deshalb muss eine zu hohe rF vor allem bei Konvektionsheizungen entfeuchtet werden, um Kondensat und Schimmelpilzwachstum zu verhindern. Als einfachster Feuchteregler (Sollkondensator) funktioniert in der kalten Jahreszeit das im Vergleich zu Wand, Boden und Decke immer kühleres Fensterglas eines Einfachfensters oder die äußere Scheibe eines Verbund- oder Kastenfensters. Für die Ablüftung überhöhter Raumluftfeuchte sorgt auch die Fugendurchlässigkeit traditioneller Fensterkonstruktionen ohne umlaufende Dichtungsprofile. Der Einbau von lippendichten und isolierverglasten Wärmeschutzfenstern

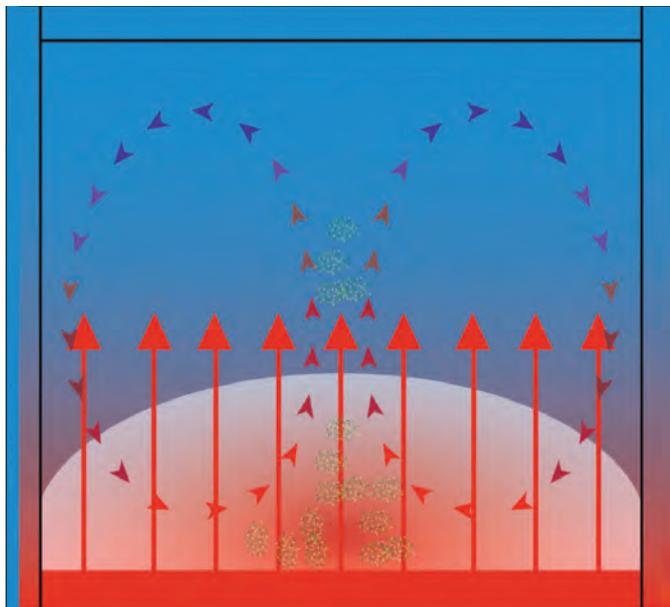
beseitigt allerdings diese natürlichen Kontrollinstrumente. Die nun im Raum verbleibende und an den kühleren Bereichen von Wand, Boden und Decke kondensierende Luft erhöht das Schimmelpilzrisiko.

Auch beim Zustrom feucht-warmer Sommerluft an kühlere Raumbooberflächen wie Keller kommt es bei entsprechender rF und Abkühlung zwangsläufig zu Kondensat, das nur durch Luftentfeuchtung oder eben durch Temperierung der Raumbooberflächen vermeidbar wäre.

Oft wird auch Stoßlüftung empfohlen, um die Raumluft zu entfeuchten und Schimmelpilzbefall zu verhindern. Das ist jedoch sehr energieintensiv, da feuchte Luft mehr Wärme enthält als trockene Luft und obendrein oft unwirksam, da die Feuchtluft dann schon vor der Stoßlüftung in den kühleren Bauteilen einkondensiert. Das stoßweise Zuführen von kalter und trockener Frischluft senkt zwar zeitweise den Feuchtegehalt der Raumluft, kühlt jedoch die bei einer Konvektionsheizung besonders kritischen Außenwandbereiche noch weiter ab und bewirkt dort nicht nur keine Austrocknung des schon im Bauteil angereicherten Raumluftkondensats, sondern sogar einen erhöhten Kondensatanfall. Viel wichtiger wäre es deshalb, überhöhte Raumluftfeuchten ganz zu vermeiden, was nur durch stetiges Lüften erreicht werden kann.

Wenn die notwendige Fensterfugendurchlässigkeit infolge dichter Fenster fehlt, muss anlagentechnisch entfeuchtet werden. Dies kann mit Raumluftentfeuchtern oder Lüftungsanlagen geschehen. Lüftungsanlagen sind aber aus hygienischen Gründen bedenklich: ihre gegenüber der Raumluft kühleren und deswegen kondensatanfälligen Abluftkanäle bilden Brutstätten für Schimmelpilze und Bakterien und stehen im Luftaustausch mit dem Innenraum. Sick-Building-Syndrom und kranke Bewohner sind die Folge. Als Alternative bietet die Fensterindustrie inzwischen für extra Geld „teildurchlässige“ Dichtungen (!) oder komplizierte Lüftungsschlitzautomatismen im Fensterrahmen. Die geforderte Luftdichtheit der Fenster wird so im Schadensfall oder prophylaktisch wieder aufgehoben (wozu wird dann überhaupt die Dichtheit gefordert?).

Abb. 8. Fußbodenheizung: Über der gegenüber Wand und Decke deutlich wärmeren Heizfläche des Fußbodens kann sich unter dem Luftdruck der kühleren Raumluft eine Warmluftblase bilden, die sich ab und zu „entlädt“. Dabei wird Schmutz verwirbelt.



#### 14. Wie sieht eine Strahlungsheizung aus?

Jede temperierte Oberfläche strahlt Wärme ab und wirkt – wenn wärmer als die Umgebungsluft – auch konvektiv. Selbst ein Konvektionsheizkörper hat folglich einen Strahlungsanteil. Entscheidend für einen günstigen Strahlungsanteil ist die Oberflächentemperatur des Heizkörpers (Strahlung – abhängig von der absoluten Oberflächentemperatur) und die Raumlufttemperatur (Konvektion – abhängig von der Übertemperatur). Zum Beispiel hat eine mit 20°C in einen Raum mit 20°C warmer Raumluft strahlende Heizfläche einen Strahlungsanteil von 100% und einen Konvektionsanteil von 0%. Je höher die Oberflächentemperatur, umso geringer ist der Strahlungsanteil an der Heizleistung des jeweiligen Heizkörpers – egal, ob nun offenes Kaminfeuer (bis zu ca. 400°C), Kachel-, Holz-, Kohle- oder Ölofen mit Brennkammer und Wandung aus Metall, Stein oder Keramik (bis zu ca. 300°C), elektrisch beheizte Strahlplatten aus Stein, Metall, Glas usw. (bis zu ca. 95°C), elektrische Heizstrahler (Gehäusetemperatur bis zu ca. 500°C) sowie übliche Heizkörper wie Heizrohre, Konvektoren, Radiatoren und Flachheizkörper (warmwasserversorgt bis zu ca. 50°C, mit Heißdampf bis zu ca. 110°C), elektrische Heizkabel und Heizmatten (leistungsbegrenzt bis zu ca. 50°C), immer ergeben sich durch unterschiedliche Strahlungs- und Raumlufttemperaturen auch unterschiedliche Strahlungsanteile. Insofern ist die Strahlungswirkung von niedrig temperierten Heizsystemen, wie bei einer Wand- oder Fußbodenheizung, vergleichsweise hoch. Dieser Vorteil wird aber durch Energieverluste infolge Wärmeleitung in die umgebenden Bauteile (Wand, Boden), hohe Baukosten und hohe Havariegefahr sehr eingeschränkt.

Da sich der Mensch aufrecht bewegt, ist die horizontale Strahlungsrichtung günstig. Senkrecht angebrachte Strahlflächen sind deswegen vorzuziehen – im Unterschied zur Anstrahlung von Kopf und Füßen wie bei der Deckenstrahlungsheizung (nur bei hohen Räumen sinnvoll) und Fußbodenheizung (medizinisch heikel). Bei bereits installierten Konvektoren lässt sich der Konvektionsanteil durch Abdeckung des Luftschachts verringern – der Konvektor

Abb. 9. Strahlungsheizung: Alle Raumhüllflächen sind nahezu gleich warm. Kein Kondensat von Raumluftfeuchte in kühleren Bauteilen, nahezu keine Staubverwirbelung.

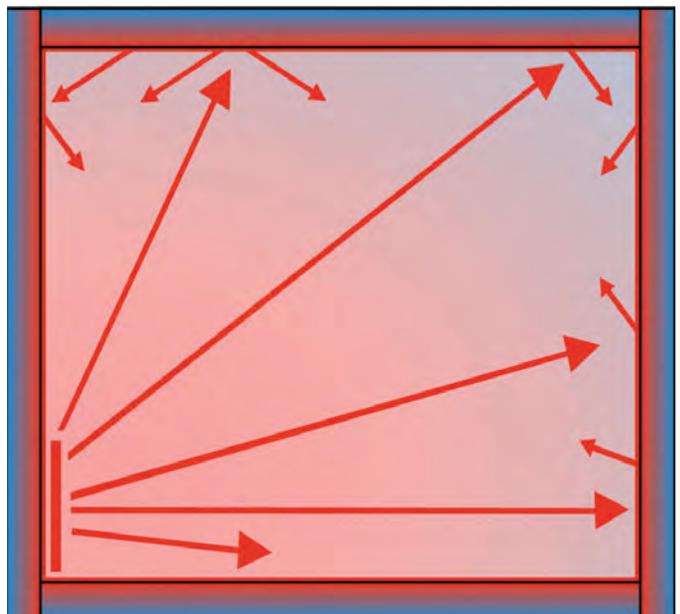




Abb. 10. Strahlplatten und offen verlegte, ungehindert abstrahlende Heizrohre (Bauzustand) – eine substanzschonende, aber auch energie- und kostensparende Variante der Strahlungsheizung.

Abb. 11. In untergeordneten Räumen mit geringerem Temperaturbedarf genügt die offene Verlegung der wärmeabstrahlenden Heizrohre.

wird zum Strahlheizkörper. Bei einer neuen Zentralheizung können dann Strahlplatten (Flachheizkörper Typ 10) die sonst üblichen Konvektoren ersetzen. Um beim Heizen die Vorteile der Strahlung besser zu nutzen, kommt es also darauf an, den Konvektionsanteil zu verringern.

Für die technische Umsetzung von Strahlungsheizungen gibt es eine Vielzahl von anlagen- und betriebstechnischen Lösungen mit hohen oder niedrigen Temperaturen und entsprechend größeren oder kleineren Abstrahlflächen, mit Warmwasser oder Strom als Heizmedium. Die richtige Auswahl für das Objekt hängt von den jeweiligen Ansprüchen des Bauwerks und der Nutzung ab [12]. Gibt es Standortprobleme für Heizkessel, Brennstofflagerung, Kaminanlage und Schwierigkeiten bei der Leitungstrassierung, bleiben oft nur elektrische Heizsysteme. Dabei zeigt die Erfahrung, dass auch elektrische Strahlungsheizungen überraschend wirtschaftlich heizen können, da ihre Installationskosten gegenüber heizkesselbetriebenen Systemen oft geringer sind und keine Heizenergie durch Transport (Heizrohre), Kesselbetrieb, Heizraumabwärme und über den Kamin verloren geht.



Abb. 12. Um Kondensat an den Wand-Deckenbereichen und den Balkenauflagern zu vermeiden, kann auch ein kaum sichtbares Heizkabel über dem Stuckgesims die notwendige Wärme in das kondensatgefährdete Bauteil liefern.

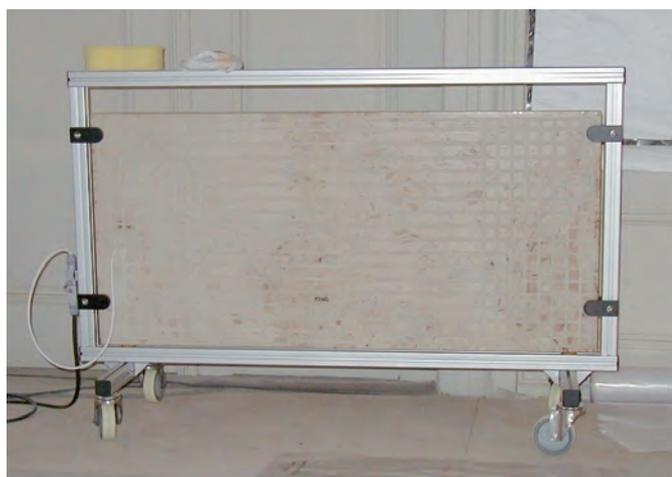


Abb. 13. Elektrische Direktheizungen wie die Marmorplattenheizkörper (Abbildung zeigt Rückseite) sind gut regelbar, geeignet für hochwertig ausgestattete Räume, die aus Havarieschutzgründen nicht mit wasserführenden Heizsystemen ausgestattet werden sollen und auch mobil für nur zeitweisen Bedarf einsetzbar. Es gibt auch Systeme aus Glas und anderen Werkstoffen, die fallweise erhebliche Gestaltungsspielräume für den Einsatz in historischen Räumen zulassen.

Für die Auslegung einer Strahlungsheizung im Massivbau treffen die üblichen thermodynamischen und stationären Rechenregeln nach DIN nicht zu: Der genormte Lüftungswärmebedarf ist besonders bei Strahlungsheizungen zu hoch, der berechnete Heizenergiebedarf deshalb meist wesentlich über dem tatsächlichen Verbrauch [5], [6], [10], [11]. Soweit auch die verordnete Energieberatung diese falschen Rechenmethoden benutzt, sind ihre Beratungsergebnisse Makulatur. Im Ergebnis können kleinere und preisgünstigere Heizanlagen – auch mit Heizöl oder Strom betrieben! – den notwendigen Wärmebedarf bereitstellen. Die meisten zusätzlichen Dämm- und Dichtmaßnahmen sowie sogenannte alternative Energien sind schon aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfehlenswert. Die Energieeinsparverordnung EnEV und auch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG stellen dafür in eigenen Paragraphen eine „Befreiung“ aus wirtschaftlichem Grund bereit – sie sollte zum Wohle des Bauherren genutzt werden.

### Fazit

Die Vorteile einer Strahlungsheizung ergeben sich aus den vielen Nachteilen der Konvektionsheizung. Eine bedarfsgerechte Hüllflächentemperierung – mit der Bereitstellung üblicher (Wohnung, Büro, ...) oder verminderter Raumtemperaturen (Museum, Kirche, Keller, ...) – kann sowohl die Nutzeransprüche als auch konservatorische Forderungen erfüllen, neben dem damit erreichbaren günstigen Strahlungsanteil jeder Heizanlage [3].

Eine gut konzipierte Strahlungsheizung spart Energie, vermeidet Schäden am Bauwerk und Inventar und garantiert obendrein gesunde Wohnverhältnisse [2], [11], [12]. Sie korrespondiert hervorragend mit der traditionellen Massivbauweise und Fensterbautechnik. Ihre bisherige Vernachlässigung sollte aufgegeben werden.

## Literatur

- [1] E. Cziesielski/K. Daniels/H. Trümper: Ruhrgas Handbuch – Haustechnische Planung. Hrsg. Ruhrgas AG, Stuttgart 1985.
- [2] A. Eisenschink: Falsch geheizt ist halb gestorben. Gräfelfing 1990<sup>6</sup>.
- [3] K. Fischer: Richtig und falsch heizen – Die Hüllflächentemperierung, <http://www.konrad-fischer-info.de/7temper.htm>.
- [4] IBP-Bericht EB-8/1985: Auswirkungen der Strahlungsabsorption von Außenwandoberflächen und Nachtabsenkung der Raumlufthtemperaturen auf den Transmissionswärmeverlust und den Heizenergieverbrauch. Fraunhofer-Institut für Bauphysik Stuttgart.
- [5] C. Meier: Altbau und Wärmeschutz. Praxis-Ratgeber zur Denkmalpflege Nr. 7, Januar 1999. Deutsche Burgenvereinigung e.V., Braubach.
- [6] C. Meier: Wärme- und Feuchteschutz am Altbau, in: Das Baudenkmal – Nutzung und Unterhalt, hrsg. von Konrad Fischer (Veröffentlichungen der Deutschen Burgenvereinigung, Reihe B: Schriften, Bd. 8), Braubach 2001, S. 78–91.
- [7] C. Meier: Bauphysik des historischen Fensters. Praxis-Ratgeber zur Denkmalpflege Nr. 9, Dezember 2001. Deutsche Burgenvereinigung e.V., Braubach.
- [8] C. Meier: Die Wirksamkeit der Energieeinsparungsverordnung im Baubestand, in: Energieeinsparung bei Baudenkmalen (Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz, Bd. 67) Bonn 2002, S. 28.
- [9] C. Meier: Richtig bauen und lüften. Ursachenbekämpfung: Anti-Schimmelpilz-Strategien, in: Bauenschutz und Bausanierung (B + B), 2003, H. 4, S. 50.
- [10] C. Meier: Richtig bauen – Bauphysik im Widerstreit – Probleme und Lösungen, Renningen-Malmsheim, 2009<sup>6</sup>.
- [11] C. Meier: Mythos Bauphysik – Irrtümer, Fehldeutungen, Wegweisungen, Renningen-Malmsheim 2007.
- [12] C. Meier: Phänomen Strahlungsheizung – Ein humanes Heizsystem wird rehabilitiert, Renningen-Malmsheim 2009.
- [13] P. A. Tipler: Physik, Heidelberg/Berlin/Oxford 1994.
- [14] J. Reeker/P. Kraneburg: Haustechnik – Heizung Raumlufthtechnik, Düsseldorf 1994<sup>3</sup>.
- [15] Technische Gebäudeausrüstung im Baudenkmal (= „Burgen und Schlösser“ Themenheft 4/2007 sowie C. Meier, Heiz- und Lüftungstechnik im Altbau – die bauphysikalischen Irrtümer hinter den Rechenregeln, in: Burgen und Schlösser 2/2008, S. 103–118).

## Praxis Ratgeber Nr. 11 – September 2009

Herausgeber: Deutsche Burgenvereinigung e.V. (DBV), Marksburg, 56338 Braubach

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. habil. Claus Meier, Architekt (Beirat für Denkmalerhaltung der DBV), Neuendettelsauer Str. 39, 90449 Nürnberg

Redaktion: Dipl.-Ing. Konrad Fischer, Architekt (Beirat für Denkmalerhaltung der DBV), Hauptstr. 50, 96272 Hochstadt

Satz und Korrektur: Martina Holdorf M.A.

Druck/Herstellung: Görres-Druckerei, Koblenz

## Bildnachweis:

Tabellen u. Abb. 1, 3-5, 7, 8: Claus Meier  
 Titelbilder u. Abb. 6, 10-13: Konrad Fischer  
 Abb. 2, 8, 9: raum & zeit, ehlers verlag GmbH, Wolftrathausen

## Bisher erschienen in der Reihe „Praxisratgeber“

*Konrad Fischer:* Holzfenster. Sechzehn Argumente für die erhaltende Instandsetzung, Nr. 1/1991

*Stephan L. Prinz zur Lippe:* Finanzielle Hilfen für Modernisierung und Instandsetzung von Gebäuden in den fünf neuen Ländern, Nr. 2/1991 (vergriffen)

*Klaus Bingenheimer:* Historisches Mauerwerk. Empfehlungen zur handwerklichen Sicherung, Nr. 3/1997<sup>2</sup>

*Konrad Fischer:* Wirtschaftliches Instandsetzen von Baudenkmalen. Finanzierung und Planung, Nr. 4/1997

*Konrad Fischer:* Erhaltendes Instandsetzen von historischen Putzfassaden. 12 Fragen und Antworten, Nr. 5/1995

*Sylwester Kabat:* Brandschutz in historischen Bauten, Nr. 6/1999

*Claus Meier:* Altbau und Wärmeschutz. 13 Fragen und Antworten, Nr. 7/1999

*Ingo Nuss:* Schimmelpilze. 11 Fragen und Antworten, Nr. 8/2001

*Claus Meier:* Bauphysik des historischen Fensters. Notwendige Fragen und klare Antworten, Nr. 9/2001

*Hermann Wirth:* Denkmalpflegerische Grundbegriffe, Nr. 10/2003