

Sanfte Wärme aus der Wand

Teil 2

Hartmut Grotjan*

Fristeten Wandheizungen vor 10 Jahren noch ein Exotendasein, haben sie sich zwischenzeitlich im Markt etabliert und erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Immer häufiger werden deshalb Handwerker und Planer mit Bauherrn konfrontiert, die sich für Wandheizsysteme interessieren. Um die noch häufig vorhandenen Wissenslücken bei den Fachleuten zu schließen, bietet der Autor – neben einer allgemeinen Einführung – Wissenswertes zu Technik, Planung, Auslegung, Kalkulation und Montage verschiedener Wandheizsysteme.

Ausführlich vorgestellt wurden im ersten Teil dieses Beitrages (SBZ 4/97) die verschiedenen Wandheizungssysteme sowie das Sockelheizleistensystem. Nachfolgend nun der zusammenfassende Systemvergleich sowie eine tabellarische Gegenüberstellung der Eigenschaften von „wasserführenden Unterputzsystemen“, „Hypokaustensystemen“ und „Sockelheizleisten“ (Tabelle 1).

Vergleich der Systeme zur Wandtemperierung

● Mit den wasserführenden Unterputzsystemen erzielt man pro m² Wandfläche, gleiche Vorlauftemperaturen vorausgesetzt, eine rund 40–50 % höhere Heizleistung als bei geschlossenen Hypokaustensystemen. Sind die Hypokaustensysteme im Brüstungsbereich bzw. im Deckenbereich geöffnet (Schattenfuge), ist die Heizleistung der beiden Systeme nahezu identisch, allerdings mit einem zusätzlichen konvektiven Anteil.

● Als Wärmeabgabesystem in Verbindung mit „Solarer Heizungsunterstützung“ sind die Unterputzsysteme ideal geeignet. Mit Mehrkosten von rund 55 % sind sie jedoch auch entsprechend teurer als die Hypokaustensysteme. Im Vergleich zu den konventionellen Heizsystemen liegen die Kosten für die Unterputzsysteme in etwa im Kostenbereich von Fußbodenheizungen, die Hypokausten- und Sockelheizleistensysteme etwa in etwa der Mitte des Kostenbereiches zwischen Radiatoren und Fußbodenheizungen. Die Systemkomponenten der Heizungstechnik werden grundsätzlich vom Fachinstallateur montiert.

● Die industriell, mit integrierten Luftkanälen vorgefertigten Bauelemente für die Hypokaustenheizungen bieten dem Selbstbauer die Möglichkeit, Eigenleistungen im Bereich der Baukonstruktion zu erbringen. Die Montage der Fußleisten und Sockelverkleidungen kann ebenfalls in Eigenhilfe erfolgen.

* Dipl.-Ing. Architekt Hartmut Grotjan (Fax: 0 72 02/92 21 00) beschäftigt sich seit 1983 mit Wandheizsystemen. Von 1990 bis 1993 kooperierte er mit der Wieland Werke AG, Ulm, bei Entwicklung und Vertrieb der „cuprostar“-Wandheizung. Seit 1993 besteht eine Kooperation zwischen Grotjan und Ritter Energie- und Umwelttechnik bei Entwicklung und Vertrieb der „Paradigma“-Wandheizsysteme

● Baukosteneinsparungen lassen sich u. a. durch Verlegung der Haustechnikleitungen in der Installationsebene bzw. der Elektroinstallation in den Sockelheizleisten erzielen

● Den Wand- und Sockelheizsystemen gemeinsam ist der hohe Wärmestrahlungsanteil, und das hieraus resultierende äußerst angenehme Raumklima. Aufgrund der er-



Bild 19 Wirksame Schachthöhe der Paradigma-Sockelheizleiste

höhten Wandtemperaturen läßt sich die Raumlufttemperatur bei gleichem Wohlbefinden auf ca. 18 °C absenken. Hierdurch werden die Lüftungswärmeverluste bis zu 30 % reduziert. Die Transmissionswärmeverluste durch die Außenwände werden in der Regel durch einen verbesserten Dämmwert der Außenwand, infolge erhöhter Bauteilaustrocknung, minimiert.

● Nach derzeit gültiger WSV0 darf der K-Wert einer beheizten Außenwand nicht schlechter als 0,35 W/m²K sein.

Eigenschaften	Wasserführende Unterputzsysteme	Hypokaustensysteme	Sockelheizleisten
1. Vergleich Heizleistung Übertemperatur	per qm Wandfläche 100–180 W	per qm Wandfläche 60–180 W	per lfm Sockelheizleiste 195–270 W
2. Vergleich Kosten			
2.1 Material und Lohn Heizungstechnik rd.	per qm Wandfläche 130–190 DM	per qm Wandfläche 60–80 DM	per lfm Sockelheizleiste ca. 260 DM
2.2 Mehrkosten Verputz rd.	per qm Wandfläche 20– 40 DM		
2.3 Mehrkosten Baukonstruktion rd.		per qm Wandfläche 10–30 DM	
2.4 Mehrkosten Fußleisten rd.		per qm Wandfläche 10–20 DM	
2.5 Gesamtkosten rd.	per qm Wandfläche 150–230 DM	per qm Wandfläche 80–130 DM	s.o.
3. Eigenhilfe durch Selbstbauer	nicht geeignet	teilweise geeignet (Baukonstruktion, Fußleisten)	teilweise geeignet (Montage Holzverkleidung)
4. Wärmeerzeugung mit Brennwertkessel	ideal geeignet	ideal geeignet	ideal geeignet
5. Solarwärme zur Heizungsunterstützung	ideal geeignet	Eignung systemabhängig	Eignung systemabhängig (Schachthöhe)
6. Raumkühlung	möglich	wird z.Z. noch nicht praktiziert	nicht geeignet
7. Bauintegrierte Haustechnik		durch Installationsebene vorgegeben	integrierte Elektroinstallation möglich

Tabelle 1 Gegenüberstellung der Eigenschaften von „wasserführenden Unterputzsystemen“, „Hypokaustensystemen“ und „Sockelheizleisten“

- Bei der Entscheidung für eines der auf dem Markt angebotenen Wand- bzw. Sockelheizsysteme sollten nachfolgend aufgeführte Punkte berücksichtigt werden:
 - empfohlene Vorlauftemperaturen
 - Heizleistung pro m² Wandfläche
 - Nachweis der Heizleistung durch ein anerkanntes DIN-Prüfinstitut
 - Elementbauweise bzw. Baukastensystem
 - Kompatibilität mit ergänzenden Wärmeabgabesystemen (Heizkörper in untergeordneten Räumen, Handtuchtrockner im Bad)
 - Vergleich von Material- und Lohnkosten
 - Projektierungsaufwand
 - Garantie

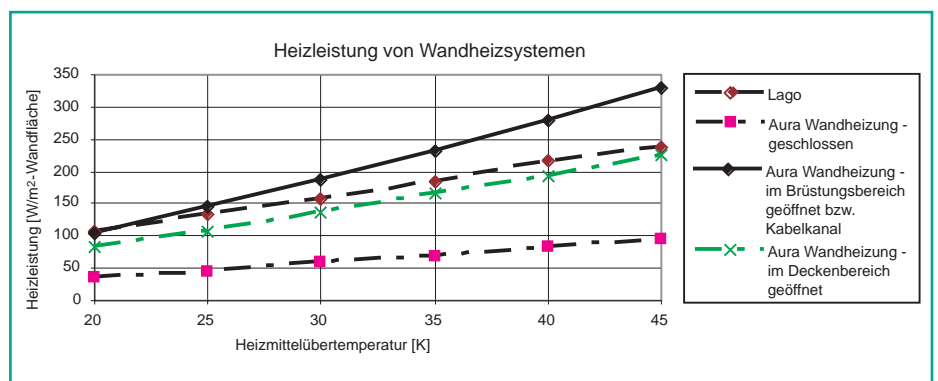


Bild 20 Heizleistungsdiagramm Wandheizung

Wandheizung und Gesundheit

Der Mensch verfügt über eine sehr präzise arbeitende Temperaturregelung, die im Zusammenwirken mit den inneren Organen für eine gleichmäßige Körpertemperatur (ca. 37 °C) sorgt. Ähnlich wie bei einer Pumpenwarmwasserheizung versorgt der Blutkreislauf alle Körperteile mit Wärme. Da-

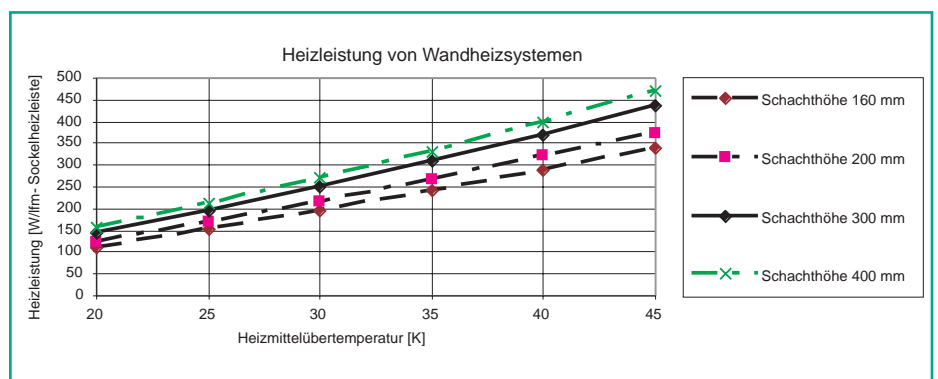


Bild 21 Heizleistungsdiagramm Sockelheizleiste

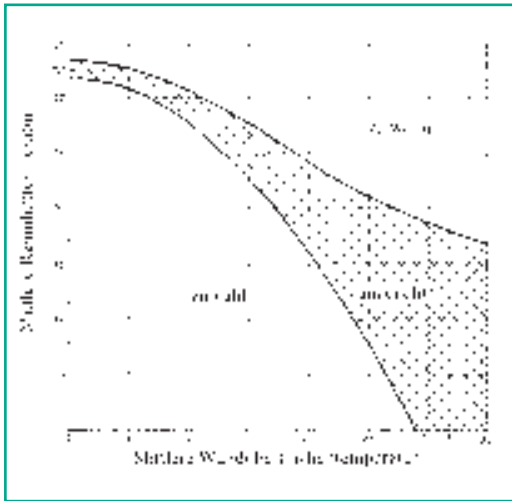


Bild 22 Behaglichkeitsdiagramm in Abhängigkeit von der Raumlufttemperatur und der Wandoberflächentemperatur (nach König)

Temperatur und Behaglichkeit

Der Mittelwert aus Lufttemperatur und durchschnittlicher Oberflächentemperatur aller umgebenden Bauteile stellt die vom Menschen „empfundene Umgebungstemperatur“ dar. Niedrige Oberflächentemperaturen müssen mit erhöhten Lufttemperaturen ausgeglichen werden, bei erhöhten Oberflächentemperaturen kann die Raumlufttemperatur abgesenkt werden. Im Detail läßt sich dieser Zusammenhang aus dem Behaglichkeitsdiagramm nach „König“ ersehen (Bild 22). Nach dessen Untersuchung wurden eine große Anzahl von Personen unterschiedlichsten Alters nach ihren subjektiven Befindlichkeiten befragt. Dabei ist zu erkennen, daß auch relativ niedrige Lufttemperaturen durch eine ausreichend große Wärmestrahlung so kompensiert werden können, daß die gewünschte

„thermische Behaglichkeit“ erzielt wird. Als allgemein verständliches Beispiel für dieses Phänomen kann hier das Sonnenbaden im winterlichen Hochgebirge angeführt werden. Mit Badeanzug oder Badehose bekleidete Personen fühlen sich in ihren Liegestühlen trotz schneebedeckter Umgebung und kalten Außenlufttemperaturen durchaus wohl. Die kalte Atemluft wird als äußerst angenehm empfunden. Die unangenehme Abkühlung des Körpers wird durch die Sonneneinstrahlung verhindert. Voraussetzung für ein angenehmes Raumklima ist ein gleichmäßiges vertikales und horizontales Temperaturprofil. Die Raumlufttemperatur sollte bei ca. 18 °C, die mittlere Oberflächentemperatur der umgebenden Bauteile bei etwa 24 °C liegen.

Raumklimatische Parameter

Nach Dr. Anton Schneider bestimmen nachfolgende raumklimatische Parameter die Wertigkeit eines Heizsystems:

- Behaglichkeitsgefühl, Wohlbefinden
- Sauerstoffversorgung
- Gemütliche Atmosphäre
- Gute Transpiration
- Ionenaustausch (Sonnenlicht, Feuer)
- Energieaufladung (elektrische Felder, magnetische Felder)
- Gute Durchblutung
- Physische und psychische Gesundheit
- Aktivierung der Immunität (Reizklima)

bei wird die Wärme durch langsame, stufenweise Verbrennung der Nahrungsmittel mit Hilfe des eingeatmeten Luftsauerstoffes erzeugt. Je nach Aktivität produziert der Mensch mehr oder weniger Wärme, die er durch Ausatmen über die Lunge (Konvektion) sowie über die Körperoberfläche (Strahlung) an die Umgebung abgeführt.

Wann fühlt sich der Mensch behaglich?

Der Mensch fühlt sich nur wohl, wenn die Grundgleichung der „thermischen Behaglichkeit“ erfüllt ist:

Wärmeerzeugung = Wärmeabgabe

Wichtig dabei ist, daß die Wärmeabgabe des menschlichen Körpers nach allen Seiten hin möglichst gleichmäßig erfolgen kann. Wird einseitig zuviel Wärme entzogen (kalte Flächen, Zugluft o. ä.) bzw. die Wärmeabgabe einseitig behindert (heiße Flächen oder dampfdichte, dicke Kleidung), empfinden wir dies als unangenehm. Die verschiedenen Heizsysteme berücksichtigen diese Faktoren in unterschiedlichen Qualitäten. Ist die Raumluft zu warm hat der Mensch Atemprobleme. Die Luft ist feucht und stickig, das Atmen fällt schwer. Weisen die Oberflächentemperaturen der Raumbefassungsflächen größere Temperaturunterschiede auf (z. B. im Bereich kalter Fensterflächen oder schlecht gedämmter Außenwände) strahlt der menschliche Körper unterschiedlich stark Wärme ab. Man fühlt sich unwohl und hat das Gefühl es zieht, obwohl Fenster und Türen geschlossen sind.

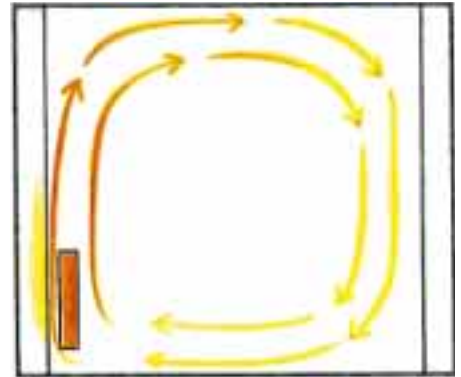


Bild 23 Wärmeluftkonvektion bei Beheizung mit Heizkörpern

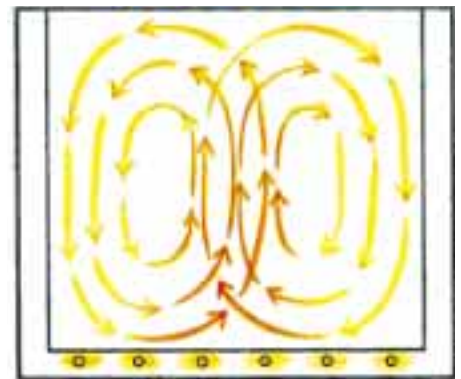


Bild 24 Wärmestrahlung und Konvektion bei Fußbodenheizungen

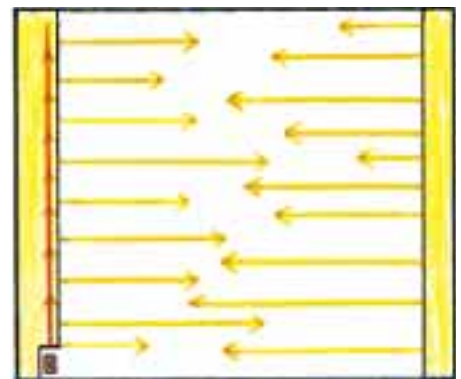


Bild 25 Wärmestrahlung bei Wandheizungen

Strahlungs- und Konvektionsheizsysteme

Es gibt keine Strahlungsheizung ohne Konvektionsanteile und keine Konvektionsheizung ohne Strahlungsanteile. Wärmestrahlung trifft im Raum stets auf feste Körper (Wände, Decke, Boden, Möbel usw.), welche hierdurch erwärmt werden.



Bild 26 Wandheizung als wasserführendes Unterputzsystem (Paradigma)

Heizkörper

Heizkörper (Radiatoren, Konvektoren und Plattenheizkörper) geben ihre Wärme vorrangig durch Konvektion ab. Sie stellen eine große Wärmekapazität über relativ kleine Heizflächen zur Verfügung. Der Strahlungsanteil beträgt hier ca. 30 %, der Konvektionsanteil ca. 70 %. Verschiebung der Anteile ergibt sich durch unterschiedliche Größen und die Oberflächenbeschaffenheit. Durch die Heizkörper wird die Raumluft erwärmt. Wärmeverteilung erfolgt vorrangig durch Umwälzung der erwärmten Luft innerhalb des beheizten Raumes (Bild 23). Manche Bewohner empfinden diese permanente Warmluftzirkulation als negativ. Außerdem wird mit Reizstoffen befrachteter Staub ständig mit der Raumluft verwirbelt. Das Temperaturprofil innerhalb des Raumes ist ungleichmäßig. In der Vertikalen reduzieren sich die Raumlufttemperaturen von oben nach unten.

Wand- und Fußbodenheizungen

Großflächige Niedertemperatursysteme sind Wand- und Fußbodenheizungen. Sie geben ihre Wärme bis zu 90 % in Form von Strahlung ab. In Abhängigkeit von Größe und Material der Heizflächen betragen die Oberflächentemperaturen ca. 25 °C–40 °C.

Bei der Fußbodenheizung sind die Bodentemperaturen erhöht. Hierdurch wird die Raumluft im Bereich des Fußbodens stärker erwärmt, als die darüberliegenden Luftschichten. In unregelmäßigen Abständen steigt die im Bodenbereich erwärmte Luft nach oben. Staubpartikel, die sich auf dem Fußboden abgesetzt haben, werden mit nach oben gerissen und verschlechtern die Atemluftqualität. Die erhöhten Oberflächentemperaturen des Fußbodens bewirken eine ungleiche Wärmeabgabe des menschlichen Körpers. Dies kann bei empfindlichen Menschen auf Dauer zu Gefäßleiden und hieraus resultierend zu einem Anschwellen der Füße und Beine führen. Im vertikalen Temperaturprofil reduzieren sich die Raumlufttemperaturen von unten nach oben (Bild 24).

Die Wärmeabstrahlung von Wandheizsystemen erfolgt primär horizontal (Bild 25). Dies gewährleistet ein gleichmäßiges Temperaturniveau über die gesamte Raumhöhe. In einem Raum befindliche Gegenstände, sowie nicht beheizte Raumumschließungsflächen absorbieren und reflektieren die Wärmestrahlung. Die gesamte Raumhülle befindet sich im Strahlungsausgleich. Infolge der erhöhten Temperaturen der Raumumschließungsflächen kann die Raumlufttemperatur abgesenkt werden. Hierdurch wird die Sauerstoffaufnahme erhöht, die Atemluftqualität ist verbessert. Des Weiteren werden hierdurch die Lüftungswärmeverluste bis zu 30 % gegenüber Raumlufttemperaturen von 21 °C reduziert.

Marktchancen für Wandheizsysteme

Niedertemperatursysteme ermöglichen die wirtschaftliche Nutzung von Solarenergie zur Heizwassererwärmung. Hierdurch kann Primärenergie eingespart werden. Sparsamer Primärenergieverbrauch bedeutet auch Schadstoffminderung in den Rauchgasen und damit Minderung der Schadstoffdeposition in der Umwelt. Moderne Heizsysteme sollten mit regenerativen Energieformen kombinierbar sein.

Nach heutigem Erkenntnisstand werden sich Wandheizsysteme mittelfristig auf dem Markt durchsetzen, weil z. B.

- die Oberflächenstruktur der architektonischen Gestaltung viel Freiraum läßt.
- man eine Strahlungsheizfläche erhält, die keine störenden Temperaturgradienten erzeugt und mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden kann.
- in der „Bauintegrierten Haustechnik“ die Luftkanäle von Hypokaustenheizungen gleichzeitig als Installationsebene für die sonstige Haustechnik genutzt werden können.

Hinweise zur Wärmebedarfsberechnung

Eine genaue Wärmebedarfsberechnung nach DIN 4701 ist Basis der Projektierung. „Angstzuschläge“ müssen nicht berücksichtigt werden, sofern die ausgewiesene Heizleistung des einzusetzenden Wandheizsystems in einem DIN-Prüfinstitut meßtechnisch ermittelt wurde.

Wandheizungen werden vielfach an der Innenseite von Außenwänden installiert. Liegen keine exakten Angaben über die k-Werte der vorhandenen Bauteilschichten vor, müssen die k-Zahlen der an Außenluft grenzenden Bauteile nach DIN 4108 errechnet werden.

Wichtig ist dabei:

- Der **k-Wert** einer direkt beheizten Außenwand darf nach derzeit gültiger Wärmeschutzverordnung **nicht schlechter als 0,35 W/(m²K)** sein.
- Es ist festzulegen, welche Räume des Gebäudes nur **ingeschränkt beheizt** werden. Werden grundsätzlich alle Nachbarräume mit 15 °C Raumtemperatur zugrunde gelegt, führt dies in der Regel zu überdimensionierten Heizflächen.