

DER MENSCH IM UMBAUTEN RAUM

# Wohnraum für Warmblüter



Bild: AntonioGuillem / thinkstock

Schatz, ich weiß, ich hätte den SBZ Monteur fragen können ... sollen ... müssen ...

Manchmal stellt sich die Frage nach Sinn und Unsinn der Temperaturhaltung in unseren Wohnhäusern. Was wird da für ein immenser Aufwand betrieben? Lesen Sie daher, was Frank Hartmann als Referent für Flächenheizung/-kühlung im BDH darüber zu berichten weiß.

**D**er Wärmekörper Mensch befindet sich im Raum inmitten des Prinzips von Wärmequelle und Wärmesenke und wirkt selbst auch in beide Richtungen. Selbst im ruhenden Zustand gibt der Mensch etwa 80 Watt Wärme an seine Umgebung durch Strahlung, Konvektion und Leitung ab. Den fraglos größten Anteil im Wärmeempfinden des Menschen hat die flächenbezogene Wärmestrahlung. Je nach Umgebungstemperatur wirkt über die Oberfläche des Menschen der physiologische Wärmeübergang als positiver oder negativer Wärmestrom auf den Körper des Menschen. Über eine so genannte „thermische Behaglichkeit“ weit hinaus ist es der grundlegende Sinn von Atmung und Nahrungsaufnahme des Menschen, die Körperwärme als Lebensgrundlage überhaupt aufrechtzuerhalten.

Für die thermische Behaglichkeit ist die den Menschen umgebende Wärmequalität entscheidend. Die hohe Wärmequalität des modernen Bauens beschreibt ausgeglichene Temperaturen in der unmittelbaren Umgebung von Körpern und Flächen im umbauten Raum und ist natürlich auch von den verwendeten Baustoffen bzw. etwaigen Wärmebrücken abhängig. Dies bedeutet, dass auch Flächen, die nicht direkt erwärmt werden, durch die Strahlung der Flächenheizung/-kühlung in gegenüberliegenden Flächen ebenso temperiert werden. Das Wirkprinzip der Wärmestrahlung nutzt aber nicht nur die Wärmespeicherpotenziale passiver Körper, sondern unterstützt darüber hinaus auch die baukonstruktive Vermeidung von Wärmebrücken bzw. die thermische Optimierung von Bauteilen, sowohl in Wohn- als auch in Nichtwohngebäuden. In diesem Sinne wirken sich die Systemtemperaturen der Flächenheizung/-kühlung besonders durch eine hohe Wärmequalität aus, da nicht nur die flächig in den Raum einwirkende Wärmestrahlung den physiologischen Anforderungen des Menschen optimal entspricht, sondern auch das Wärmeverhalten sämtlicher Baukörper im Raum.

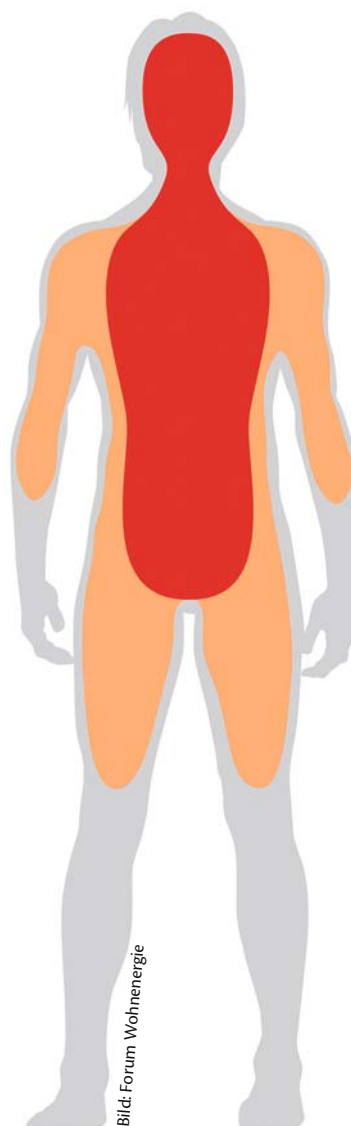


Bild: Forum Wohnenergie



**Das Temperaturspektrum von Niedrigtemperatursystemen entspricht den natürlichen Wärmezonen des Menschen**

### THERMISCHE BEHAGLICHKEIT ...

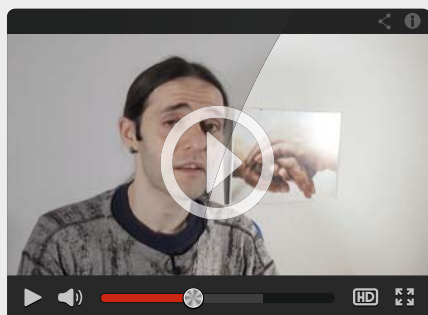
... bedeutet das ausgeglichene Verhältnis von Wärmeabgabe und Wärmeaufnahme des Menschen

Wärme kann nur von einem höher temperierten zu einem niedriger temperierten Körper (durch Strahlung, Konvektion und Leitung) übergehen. Lediglich die Richtung des Wärmestroms bezeichnet den Prozess des Wärmens (Übertemperatur) oder des Kühlens (Untertemperatur). Es ist also der Temperaturunterschied zwischen dem Körper und den Umgebungsflächen des Raumes, der entscheidet, ob der Körper als Wärmequelle oder als Wärmesenke wirkt. Je größer die wirksame Fläche und der Temperaturunterschied, desto größer ist der Wärmeübergang.



### FILM ZUM THEMA

**Zum Thema Körpertemperatur können Sie sich hier noch eine pfiffige Zusammenfassung anschauen.**



[www.sbz-monteur.de](http://www.sbz-monteur.de) → [Das Heft](#) → [Filme zum Heft](#)

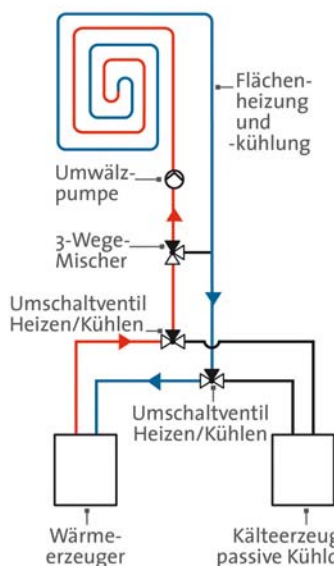
RAUMTEMPERATUR ...

... bedeutet das durchschnittliche Verhältnis von Raumlufttemperatur einerseits und Oberflächentemperatur aller Raumumschließungsflächen andererseits. Dies bedeutet, dass bei entsprechend hohen Oberflächentemperaturen, im Sinne der thermischen Behaglichkeit, die Raumlufttemperatur durchaus geringer sein kann.

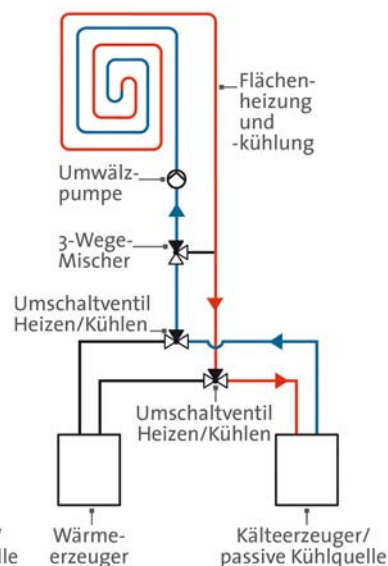
Aus diesem Grund empfindet der Mensch eine kalte Außenwand-Innenoberfläche (Wärmebrücke/geringer Wärmeschutz) als thermisch unbehaglich (überproportionaler Wärmeentzug, z. B. am Esstisch mit dem Rücken zu solch einer Außenwand) – auch bei einer Raumlufttemperatur von > 20 °C.

Die Reduzierung nur auf die Raumlufttemperatur als thermische Kenngröße von Innenräumen ist im Sinne des Wärmeempfinden des Menschen irreführend!

Heizen



Kühlen



Zwei Funktionen in einem System: Wesentliche Bauteile sind die beiden Umschaltventile in Vor- und Rücklauf, welche die Wärmeübergabe entweder mit einer Wärmequelle (Wärmeerzeuger) oder einer Wärmesenke (Kälteerzeuger/passive Kühlquelle) verbinden und so die jeweilige Funktionsweise sicherstellen

Bild: Forum Wohnenergie

Die Oberflächentemperaturen der Umschließungsflächen des umbauten Raumes (Boden, Wand, Decke) haben demnach die größte Wirkung auf den Menschen. Letztendlich bilden der Mensch sowie die Umgebungflächen ein thermisches Wechselverhältnis. Ist das Wechselverhältnis zwischen Mensch und Raum durch eine Übertemperatur beschrieben, so spricht man vom Heizen. Bei der Kühlung verhält es sich umgekehrt. Es wirkt ein entgegengesetzter Wärmestrom und die Oberfläche der Umschließungsfläche weist eine Untertemperatur auf.

DER MENSCH ALS WÄRMEKÖRPER

Die niedrigste Oberflächentemperatur der nackten Haut beträgt etwa 26 °C (je nach physischer Kondition auch weniger). Aus diesem Grund verlangt der thermische Komfortanspruch

des Menschen insbesondere in Badezimmern und Duschkablen die höchste Raumtemperatur im umbauten Raum, da an diesen Orten seine gesamte Hautoberfläche der unmittelbaren Umgebung direkt ausgesetzt ist. Eine Raumtemperatur von bis zu 25 °C wirkt in diesem physiologischen Sinne thermisch ausgleichend.

Wäre die Umgebungstemperatur deutlich geringer, wäre der Wärmestrom (Wärmeabgabe) des menschlichen Körpers an seine Umgebung so groß, dass dem Körper mehr Wärme entzogen würde, als es für die thermische Behaglichkeit zuträglich wäre.

Die Folge dieses überproportionalen Wärmeentzugs empfindet der Mensch als „Entwärmung“ und dementsprechend als thermische Unbehaglichkeit, umgangssprachlich als „Frie-

	Oberflächentemperatur $\vartheta_f$ am Bauteil in °C		Wärmeübergangskoeffizient $\alpha$ am Bauteil in W/(m <sup>2</sup> ·K)		Maximale spezifische Leistung $q_H$ in W/m <sup>2</sup>	
	maximal beim Heizen	minimal beim Kühlen	Heizung	Kühlung	Heizung bei $\vartheta_i$ 20 °C	Kühlung bei $\vartheta_i$ 26 °C
<b>Boden</b>	29	19	10,8	6,5	ca. 100	ca. 45
<b>Wand</b>	40	18	8	8	ca. 160	ca. 65
<b>Decke</b>	29	18	6,5	10,8	ca. 60	ca. 85

Werte in Anlehnung an DIN EN 1264 und DIN ISO 7730

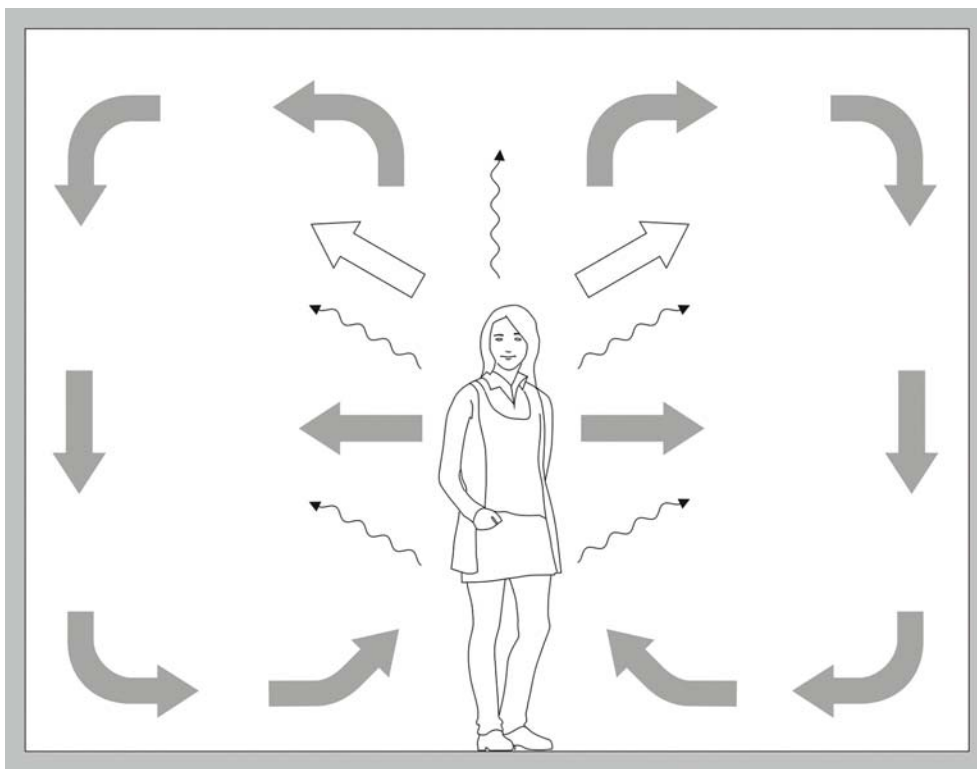


Bild: Frank Hartmann, Forum Wohnenergie

- Wärmeabgabe durch Konvektion
- Wärmeabgabe durch Strahlung
- Luftbewegung

**Der Mensch als Wärmekörper und seine thermodynamischen Wechselbeziehungen in seiner Umgebung des umbauten Raums**

ren“. Dieser Prozess findet auch in den Umschließungsflächen der thermischen Hülle („3. Haut“) eines Gebäudes statt. Wenn die Transmissions-Wärmeverluste größer sind als der passive Solareintrag und interne Gewinne, beginnt auch das Haus zu „frieren“.

Entsprechend der Physiologie des Menschen als auch den Gesetzen der Thermodynamik ist die Wärmestrahlung die natürlichste und angenehmste Form der Wärmeempfindung. Die unmittelbare Umgebungslufttemperatur spielt für das thermische Empfinden des Menschen eine eher untergeordnete Rolle, wie jeder Mensch im Winter erleben kann, wenn bei  $-10^{\circ}\text{C}$  die Sonne scheint und sich der Mensch durchaus thermisch ausgeglichen fühlt. Schiebt sich eine Wolke davor, wirkt nunmehr die kalte Umgebungsluft, die thermische Ausgeglichenheit wird aufgelöst und der Mensch beginnt zu frieren.

**OBERFLÄCHENTEMPERATUREN IM RAUM**

Durch die flächenbezogene Wirkung der Flächenheizung/-kühlung entsteht ein direktes Wechselverhältnis nicht nur

zum Raum, sondern insbesondere zum Menschen und jedem anderen Körper (Möbel, Einrichtung) im Raum. Für die spezifische Wärme- als auch die Kälteleistung sind umso niedrigere Systemtemperaturen notwendig, je mehr wirksame Fläche zur Wärmeübertragung zur Verfügung steht.

Die Tabelle 1 mit den thermischen Kennwerten der Flächenheizung/-kühlung zeigt die wesentlichen Unterschiede der drei verschiedenen Systemvarianten. Besonders auffällig sind in diesem Zusammenhang die Leistungsunterschiede für das Heizen und Kühlen im Bereich der Decke und des Bodens. Die Oberflächentemperaturen zeigen den direkten Bezug zum Menschen und seinem Körper.



**DICTIONARY**

Wärmestrahlung	=	heat radiation
Wärmekonvektion	=	heat convection
Wärmeleitung	=	heat conduction
thermische Behaglichkeit	=	thermal comfort, thermal snugness



**AUTOR**



**Autor ist Frank Hartmann vom Forum Wohnenergie aus Zeilitzheim, Referent im Fachbereich für Flächenheizung/-kühlung des Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie (BDH)**  
 Tel.: (09 38 1) 71 68 31  
 frank.hartmann@bdh-koeln.de  
 www.flaechenheizung-bdh.de