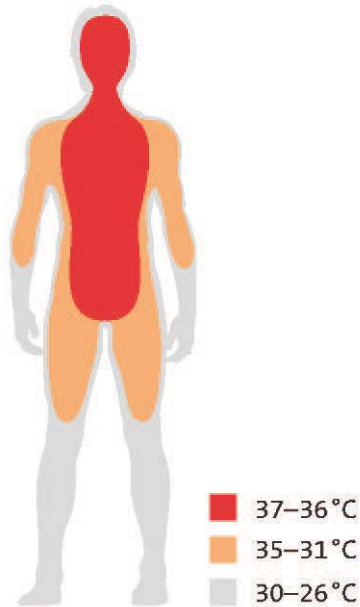


## Der Wärmekörper Mensch im umbauten Raum



*Unterschiedliche Temperaturen des menschlichen Körpers. Quelle: Forum Wohnenergie*

***Wohngebäude entstehen, um dem Menschen einen behaglichen und komfortablen privaten Lebensraum zu bieten. Dementsprechend wird die dazu notwendige Anlagentechnik geplant und installiert. Mittlerweile umfasst die Anlage neben der klassischen Heizung im Winter auch die sommerliche Kühlung. Zur Erreichung dieser Ziele ist ein ganzjährig ausgeglichener Wärmestrom notwendig, welcher mit einer Flächenheizung/-kühlung realisiert werden kann.***

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 (**Wärmequelle**) oder des Kühlens (**Wärmesenke**). 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. Die Oberflächentemperaturen der Umschließungsflächen des umbauten Raumes (Boden, Wand, Decke) haben demnach die größte Wirkung auf den Menschen. Letztendlich bilden der Mensch sowie die Umgebungsflächen ein thermisches Wechselverhältnis.

Strahlungswärme entspricht dem natürlichen Wärmeempfinden des Menschen. Der 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 ab.

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, durch die Strahlung der Flächenheizung/-kühlung ebenso temperiert werden. Das Wirkprinzip der Wärmestrahlung kann sowohl in Wohn- als auch in Nichtwohngebäuden zur Anwendung gelangen.

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.

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. Aus diesem Grund verlangt der thermische Komfortanspruch des Menschen insbesondere in Badezimmern und Duschbädern die höchste Raumtemperatur, da an diesen Orten seine gesamte Hautoberfläche der unmittelbaren Umgebung direkt ausgesetzt ist. Eine Raumtemperatur von bis zu 26°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 „Frieren“. 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 (z. B. durch die Flächenheizung), 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°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 nebenstehende Tabelle mit den thermischen Kennwerten der Flächenheizung/-kühlung, zeigt die wesentlichen Unterschiede der drei 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.

### ***Wohltemperierter Innenraum im Jahreslauf***

Entsprechend den Anforderungen im Jahreslauf der mitteleuropäischen Klimazone ermöglicht eine wassergeführte Flächentemperierung die Doppelfunktion „Heizen und Kühlen“. Im Winter funktioniert der Raum als Wärmesenke (Transmissions-Wärmeverluste) und bedarf einer Wärmequelle (Wärmeerzeugung- und Wärmebereitstellung). Im Sommer bei hohen Hitzelasten der Umgebung wirkt der Raum als Wärmequelle, der einer Wärmesenke (passiv oder aktiv) bedarf, um Wärme aus dem Raum abzuführen. Die passive Kühlung verlangt dafür lediglich eine natürliche Wärmesenke wie z.B. einen Wärmeübertrager im oberflächennahen Untergrund und ermöglicht eine Reduzierung der Innenraumtemperatur von etwa 3 - 4 K im Verhältnis zur Außentemperatur, ohne zusätzlichen Energieaufwand. Benötigt man eine größere Kühlleistung, kann diese über eine Kältemaschine (z.B. einer Wärmepumpe) mit einem entsprechenden Energieaufwand zur Kälteerzeugung weiter reduziert werden. Natürlich stehen in diesem sommerlichen Kühlprozess auch Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung (z.B. Trinkwassererwärmung, Prozesswärme, usw.) zu Verfügung.

### **Fazit**

Für die thermische Behaglichkeit in Wohnräumen ist entsprechend den physiologischen Anforderungen des Menschen und des natürlichen Wärmehaushaltes des Menschen eine Flächentemperierung (Flächenheizung/-kühlung) mit dem Wirkprinzip der Wärmestrahlung nicht nur naheliegend, sondern ermöglicht dabei noch eine maximale Energieeffizienz. Eine Temperierung von umgebenden Raumflächen entspricht am optimalsten dem natürlichen Wärmeempfinden des Menschen.