

---

# Strahlungswärme

Prof. Dr.-Ing. habil. W. Richter

Wärme ist – neben der potentiellen, kinetischen, elektrischen und chemischen Energie und der Kernenergie - wohl die bekannteste, weil direkt fühlbare Energieform. Alle Erscheinungsformen der Energie lassen sich verallgemeinert beschreiben und in gleichen Einheiten bemessen – sei es die Energie im Kraftstoff, in der Nahrung oder die aus der Steckdose.

Die Übertragung von Wärmeenergie von einer Quelle auf einen Nutzer oder Verbraucher kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Geläufig ist die Wärmezufuhr auf den menschlichen Körper mit einem Wärmeträger, zum Beispiel mit warmem Wasser oder erwärmter Luft. Aber auch durch Strahlung kann Wärme übertragen werden – dafür bedarf es keines Transportmediums; Energie kann nämlich auch im luftleeren Raum ohne einen Wärmeträger transportiert werden - auf diese Weise erhalten wir nur auf dem Strahlungswege die Energie von der Sonne.

Sonnenenergie wird auf der Erde über die Photosynthese in Pflanzenwachstum umgewandelt, was wiederum unabdingbare Voraussetzung für die gesamte Nahrungskette ist. Wenn wir heute sogenannte Primärenergieträger wie Erdöl, Erdgas oder Kohle nutzen, so sind das letztlich Früchte aus Energieumsetzungsprozessen vergangener Jahrtausende, welche mit Hilfe der Photosynthese stattgefunden haben.

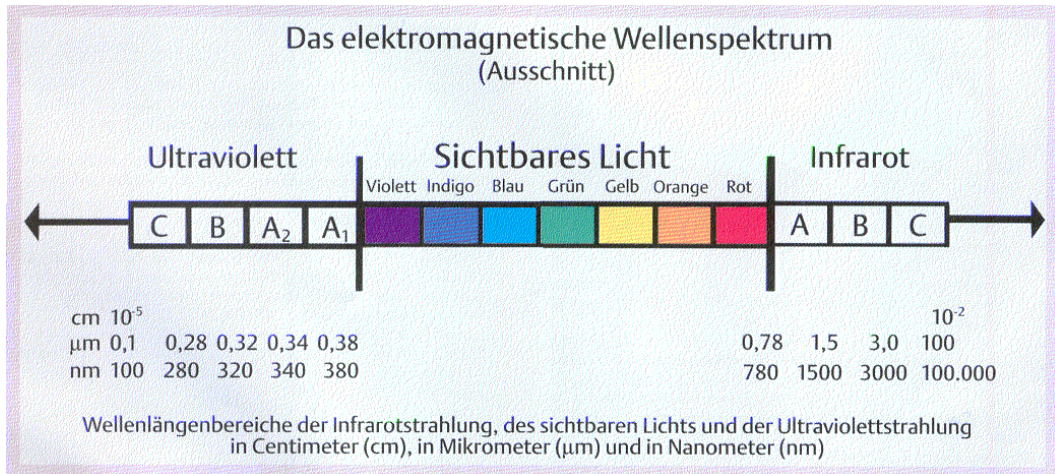
In dem von der Sonne ausgesandten Spektrum elektromagnetischer Wellen sind zwei Bereiche für das Leben auf der Erde besonders wichtig: der Bereich des sichtbaren Lichts und ein Teil des infraroten Spektrums.

Als „Infrarot“ wird eine elektromagnetische Strahlung bezeichnet, welche im elektromagnetischen Spektrum „jenseits des Rot“, also im Wellenlängenbereich zwischen etwa 1  $\mu\text{m}$  und 1000  $\mu\text{m}$  Wellenlänge liegt. Der in **Bild 1** dargestellte Bereich ist ein kleiner Ausschnitt aus dem gesamten elektromagnetischen Spektrum. Angegeben ist hier die Wellenlänge in Mikrometer (Formelzeichen  $\lambda$ )<sup>1</sup>. Seitlich des sichtbaren Lichts schließt sich nach links (also nach kürzeren Wellenlängen hin) das Ultraviolett und nach rechts (mit größeren Wellenlängen) der infrarote Bereich an. Das Ultraviolett wird, ausgehend vom sichtbaren Licht, noch in A1, A2, B und C unterteilt. Ähnliches gilt für das Infrarot: Infrarot-A liegt nahe beim sichtbaren Licht, Infrarot-C ist das langwellige Infrarot.

Es ist bekannt, dass Ultraviolett B und C bei starker Einstrahlung Hautschäden (Sonnenbrand) hervorruft. Infrarot C bewirkt dagegen beim Auftreffen auf die Haut einen wohltuenden Effekt: wir empfinden sofort „Wärme“. Maßgebend dafür ist der relativ schmale Bereich zwischen 8 und 10 Mikrometer Wellenlänge.

---

<sup>1</sup> Im technischen Bereich ist dagegen die Angabe in Hertz (Schwingungen pro Sekunde, also Hz, kHz, MHz, GHz usw.) üblich.



**Bild 1:** Elektromagnetisches Spektrum (Ausschnitt)

Jeder Stoff *absorbiert* Strahlung, d. h. er nimmt sie auf, und kann seinerseits Strahlung ausstrahlen (*emittieren* heißt der Fachbegriff). Beides hängt sehr von Stoffeigenschaften ab. Polierte metallische Oberflächen reflektieren sehr gut und absorbieren wenig, während matte und raue Oberflächen gut absorbieren und ebenso gut emittieren.

Die Temperatur und die Beschaffenheit der Oberfläche bestimmen wesentlich die Emission von Strahlung. Allgemein gilt: *höhere Temperatur* entspricht einer *kürzeren Wellenlänge*, und auf diese Weise existiert ein direkter Zusammenhang zwischen der Temperatur einer strahlenden Fläche und der Wellenlänge der abgegebenen Strahlung. Beispielsweise liegt das Strahlungsmaximum eines Körpers mit einer Oberflächentemperatur von 30 °C, was ungefähr der Oberflächentemperatur der Haut entspricht, bei  $\lambda = 9,5 \mu\text{m}$  Wellenlänge.

Gemäß dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kann Wärme nur von einem wärmeren auf einen kälteren Körper übergehen. Erst bei Temperaturen, die höher sind als die Körpertemperatur des Menschen, wird von ihm Strahlung absorbiert – und so ist von jeder Wärmequelle, deren Oberflächentemperatur die Körpertemperatur übersteigt, eine fühlbare Wärmewirkung zu erwarten. Soll eine dem Menschen von außen durch Strahlung zugeführte Energie möglichst effektiv als Wärme wirksam werden, braucht die Oberflächentemperatur eines Strahlers die Körpertemperatur des Menschen nicht wesentlich zu überschreiten. In niedriger Entfernung wird sofort eine fühlbare Wärme erzeugt. Der gute alte Kachelofen ist ein schönes Beispiel dafür.

Traditionelle Heizsysteme benutzen vorwiegend lokale Wärmequellen mit kleinen Abmessungen, welche dann entsprechend höhere Temperaturen aufweisen müssen, um genügend Energie in den Raum einzutragen. Sie treiben eine Luftströmung an, die Raumluft dient als Transportmedium für die Wärme, die Heizung erfolgt vorwiegend konvektiv. Die Nachteile sind bekannt: Staubablagerungen in Konvektornähe, unterschiedliche Temperaturen an verschiedenen Raumpunkten, Kondensatbildung an kühlen Stellen usw.

Fußbodenheizungen wirken großflächiger, transportieren aber ebenso mit der aufsteigenden Luft Staub vom Boden mit in den Raum.

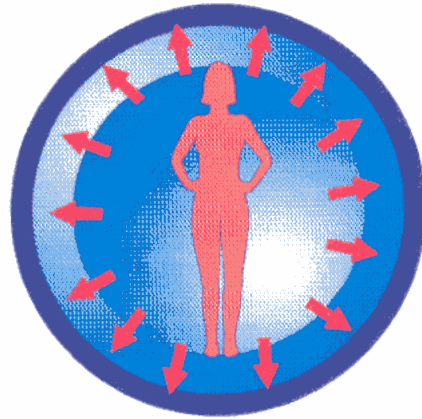
---

In jüngerer Zeit gewinnt das Prinzip der „warmen Wand“ immer mehr Anhänger (siehe Bild 2). Der Grund dafür ist eigentlich simpel: die Temperaturunterschiede an verschiedenen Raumpunkten bleiben gering, und der Wärmetransport erfolgt vorwiegend durch Strahlung.

**„kalte“ Wand:**

der Mensch hat eine höhere Temperatur als die Umgebung

**- er gibt Wärme ab**



**„warme“ Wand:**

die Umhüllungskonstruktion gibt Infrarot-C ab

**- der Körper nimmt allseitig Wärme auf**



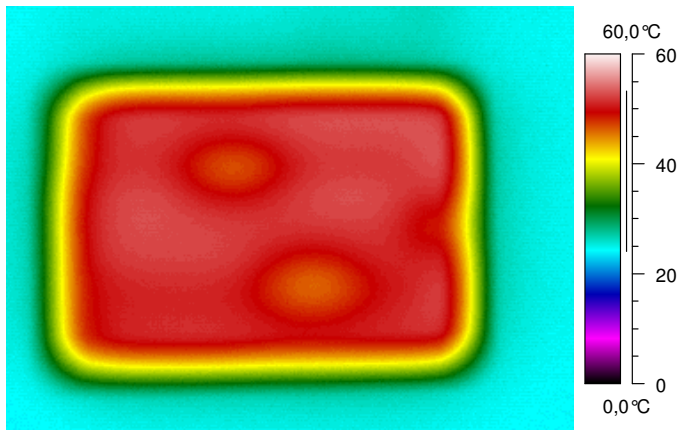
**Bild 2:** Prinzip der kalten und warmen Wand

Natürlich lässt sich eine Wandheizung auch mit Warmwasser betreiben, welches durch in die Wand eingelassene dünne Schläuche zirkuliert – die Investitionen bleiben aber hoch, und der Aufstellung von Möbeln oder dem Anbringen von Wandschmuck sind enge Grenzen gesetzt. Hier sind elektrisch betriebene großflächige Heizsysteme eindeutig im Vorteil:

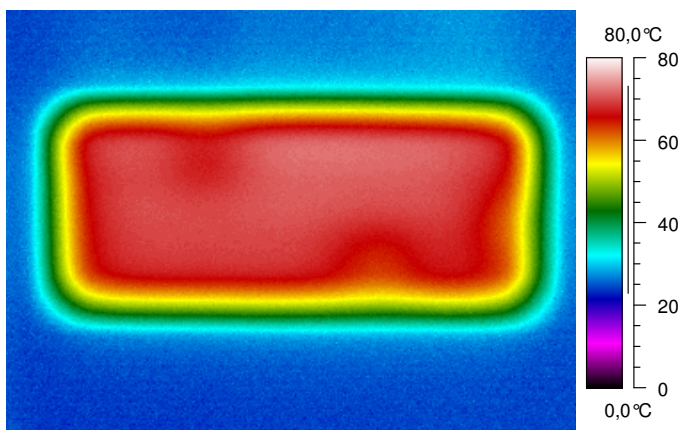
- Da die energieabgebende Fläche um ein Vielfaches größer ist als bei linien- oder punktförmigen Quellen, wird das für die thermische Behaglichkeit so wichtige Prinzip der „warmen Wand“ nahezu ideal realisiert.
- Die Wärmeenergie wird vorwiegend durch Strahlung übertragen; der konvektive Anteil bleibt klein.
- Die Oberflächentemperaturen zeigen das Strahlungsmaximum in die Nähe des besten Wärmeempfindens des Menschen, nämlich in dem Bereich zwischen 8 und 10 Mikrometer Wellenlänge.

---

Eurotherm-Teilspeicherheizungen arbeiten nach dem gleichen Prinzip. Die **Bilder 3 und 4** sind Aufnahmen von zwei Typen dieses Systems mit einer hochauflösenden Infrarot-Kamera. Dabei wird einem Temperaturwert jeweils eine Farbe zugeordnet (sog. Falschfarbenaufnahmen). Auf der rechten Seite der Bilder ist jeweils die zugehörige Temperatur- und Farbkale wiedergegeben.



**Bild 3:** *eurotherm*-Teilspeicherheizung HE 4, 20 Minuten nach Inbetriebnahme.



**Bild 4:** *eurotherm*-Teilspeicherheizung HE 11, 90 Minuten nach Inbetriebnahme (ohne Regelung, d. h. Dauerbetrieb)

Beide Bilder zeigen eindrucksvoll die nahezu gleiche Temperatur über der gesamten Oberfläche. Das bedeutet gleichzeitig eine homogene Strahlungsverteilung, was ganz wesentlich für ein behagliches Wärmeempfinden ist. Die infolge der hohen Auflösung sichtbaren, subjektiv aber nicht mehr spürbaren Unterschiede weisen auf Einbauten (Anschluß- und Verbindungstechnik) hin, welche nicht direkt an der Wärmebildung beteiligt sind.

Thermische Behaglichkeit ist eine Voraussetzung für ein gutes Raumklima. Mit Flächenstrahlern wird sie elegant und kostengünstig erzielt.

---

## Einige Bemerkungen zum Elektromog

Das Wort "Elektromog" geht zurück auf den schon vor vielen Jahrzehnten geprägten Begriff des Smogs für eine typisch englische Industrielatmosphäre als Mischung aus Rauch (*smoke*) und Nebel (*fog*). Mit der zunehmenden Benutzung elektrischer und elektronischer Geräte in unmittelbarer Nähe des Menschen, zum Beispiel von Mobiltelefonen (Handys), kann von diesen und anderen Geräten auch eine nachteilige Wirkung auf den Menschen ausgehen, welche landläufig als Elektromog bezeichnet wird.

Ausführliche Messungen haben ergeben, dass die elektrischen und magnetischen Feldstärken, welche von den *eurotherm*-Teilspeicherheizungen im Gebrauchsabstand ausgehen, zum Teil weniger als ein Prozent der strengen EU-Grenzwerte betragen. Im Abstand von einem Meter wurden (bei 50 Hz) beispielsweise nur noch (0,3 ... 0,4)  $\mu\text{T}$  gemessen. Der hier zulässige EU-Grenzwert beträgt 100  $\mu\text{T}$ . Damit sind Bedenken in dieser Hinsicht völlig gegenstandslos.