

So funktioniert Wärmestrahlung aus elektrischer Infrarot-Flachheizung

© Fritz Weber

I. Kleine Grundlagenphysik der Wärmestrahlung (technisch Desinteressierte bitte bei Punkt II. weiterlesen!)

1. Was ist „Strahlung“?

Als „Strahlung“ bezeichnet man elektromagnetische Wellen, deren elektrische und magnetische Komponente bzw. Feldgröße untrennbar miteinander verschränkt sind. (Das gilt, genau gesagt, im „Fernfeld“, d.h. ab einer gewissen Distanz von der Strahlungsquelle).

Anmerkung: Im niederfrequenten Bereich – von > 0 Hz bis ca. 30 Kilohertz – spricht man entgegen landläufiger Meinung nicht von „Strahlung“ oder „Strahlen“, sondern von elektrischen und magnetischen (Wechsel-) „Feldern“ bzw. von (gedachten) „Feldlinien“ unterschiedlichen Potenzials.

2. Das elektromagnetische Spektrum der Hertzschen Transversalwellen

Mit steigender Frequenz und gleichzeitig kürzer werdender Wellenlänge (λ) beginnt ab ca. 30 kHz hochfrequente Strahlung: Radiowellen im Lang-, Mittel-, Kurz- und Ultrakurzwellenbereich, Mikrowellen im Bereich von Dezimetern bis bis zu 1 mm einschließlich der Radarstrahlen im oberen Teil des Mikrowellenbereichs. Dem folgt das „Licht“-Spektrum mit den drei Bereichen der (1) infraroten Strahlung, (2) dem sichtbaren „Licht“ im engeren Sinn (rot-orange-gelb-grün-blau-violett) und (3) dem ultravioletten (UV-) Licht (UV-A, UV-B, UV-C). [Anm.: Der langwellige Infrarotbereich zwischen $\lambda = 1$ und $0,1$ mm wird u. a. in der Sicherheitstechnik und in der Biomedizin genutzt und als „Terahertzbereich“ bezeichnet.] Daran schließen die Röntgenstrahlung, die radioaktive Alpha-, Beta- und Gammastrahlung und schließlich die kosmische Höhenstrahlung an.

3. Was ist „Wärmestrahlung“?

Jeder Körper, dessen Temperatur über dem „absoluten Nullpunkt“ der Kelvin-Temperaturskala liegt ($-273,15^\circ\text{C}$), sendet Wärmestrahlung aus. Jede Art von Wärmestrahlung

ist also elektromagnetische Strahlung. Wir können daher Wärmestrahlung auch als Temperaturstrahlung oder Energiestrahlung bezeichnen. Die bekannteste Wärmestrahlung ist die Sonnenstrahlung. Mit steigender Wellenlänge wird sie in die Bereiche Ultraviolett- (UV-) Strahlung, sichtbares Licht und Infrarot-Strahlung unterteilt.

4. Was ist Infrarot-Strahlung?

Infrarot-Strahlung (nachfolgend kurz: „IR“) ist also nur ein Teil der Wärmestrahlung und wird so bezeichnet, weil sie an den Wellenlängenbereich des sichtbaren Rotlichts anschließt.

Nach DIN 5031 wird sie unterteilt in die Wellenlängenbereiche IR-A ($\lambda = 0,78$ bis $1,4 \mu\text{m}$), IR-B ($1,4$ bis $3,0 \mu\text{m}$) und IR-C ($3,0$ bis $1000 \mu\text{m}$). IR-A und IR-B gilt in den Geowissenschaften als „nahes“ Infrarot, während IR-C den Bereich des „mittleren“ (MIR, $3,0$ bis $50 \mu\text{m}$) und des „fernen“ Infrarot (FIR, 50 bis $1000 \mu\text{m}$) umfasst.

5. In welchem Temperatur- und Wellenlängenbereich arbeiten Infrarot-Flachheizungen?

Man spricht von „Infrarot-Heizung“, wenn der Strahlungsanteil gegenüber dem konvektiven Anteil der Heizleistung überwiegt. Dies ist ab der Oberflächentemperatur eines Heizkörpers von ca. 60°C der Fall. Aus Sicherheitsgründen bzw. aufgrund der VDE-Vorschriften soll die (berührbare) Oberfläche einer IR-Heizung nicht über 100°C hinausgehen. Die Wellenlängen der Strahlungsmaxima zwischen 60 und 100°C liegen um $8 \mu\text{m}$. In diesem MIR-Infrarot-C-Bereich arbeiten Infrarot-Flachheizungen, wie sie in Wohnräumen und auch bei Infrarot-Kabinen eingesetzt werden. Diese Strahlung kann in die Haut nicht eindringen (im Gegensatz zu IR-A), sondern wird an der Körperoberfläche nur absorbiert. Dies erzeugt das bekannte angenehme Wärmegefühl wie unter den Sonnenstrahlen und am Kachelofen.

II. Was ist der Unterschied zwischen Konvektionsheizung und Strahlungsheizung?

Konvektionsheizungen beruhen primär auf der Zirkulation der Luft, die sich über dem Heizkörper erwärmt, dadurch ausdehnt, spezifisch leichter wird und nach oben steigt (Auftrieb). Dort verdrängt sie kühlere und daher spezifisch schwerere Luft, die stattdessen zu Boden sinkt, wegen des an der Heizkörperbasis entstandenen niedrigeren Luftdrucks dorthin nachströmt und sich ebenfalls erwärmt. So entsteht eine Umwälzung der Raumluft und darin enthaltener Partikel wie Staub, Pilzsporen und Luftfeuchtigkeit. Der Boden bleibt stets kühler als die Decke, und die Wände sind kühler als die Luft, sodass der wärmeren Luft Feuchtigkeit entzogen bzw. diese von den kühleren Flächen, insbesondere den Zimmerwänden als Kondensat angezogen wird. Steigender Feuchtegrad der Wände mindert ihre Wärmedämmwirkung und erhöht die Gefahr der Bildung von toxischem Schimmelpilz. Der Austrocknung der Luft durch Feuchtigkeitsentzug bei Konvektionsheizungen wird oft durch künstliche Luftbefeuchtung entgegen gewirkt – was die Wandfeuchte weiter erhöhen kann.

Zusammenfassend gilt: Die *Primärwirkung* der Konvektionsheizung besteht in der *Lufterwärmung*, während die *Wand-erwärmung* über die Luft erst deren *Sekundärwirkung* ist – was gegenüber der Strahlungsheizung energieaufwändiger ist.

Energiesparpotenzial durch Strahlungsheizung

Gegenüber Strahlungsheizungen bedeuten Konvektionsheizungen eine eklatante Energievergeudung:

- Da die Temperatur der Zimmerwände bei Beheizung mittels Zirkulation gewärmter Luft stets niedriger bleibt als die Lufttemperatur, wird diese um $2-3^\circ\text{C}$ niedriger „gefühl“ als bei Heizung durch Wärmestrahlung. Dies erfordert erhöhten Heizbedarf („Übertemperaturen“), um das gleiche Wärmegefühl zu vermitteln.
- Weitere zusätzliche Heizenergie wird benötigt, um

nach Stoßlüftungen die kalte Frischluft, welche die verlorene, direkt gewärmte Raumluft ersetzt, wieder aufzuwärmen.

- Bei der Strahlungsheizung verbleibt die Energiestrahlung auch im Fall großer Fensterglasflächen weitgehend im Raum, da diese für die betreffenden Wärmewellen undurchdringlich sind (von geringfügigem Verlust durch Absorptionstransmission abgesehen). Durch Umstellung auf Strahlungsheiztechnik werden daher Investitionen in „Wärmeschutzverglasung“ mit k_f -Tiefstwerten überflüssig.