Thermographie im Bauwesen

Autor(en): **R.G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 14

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-75106

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Thermographie im Bauwesen

Was ist Thermographie? Die nachfolgende Artikelreihe zeigt die physikalischen und anwendungstechnischen Grundlagen und Eigenheiten dieses neuen Messverfahrens zur Feststellung von Temperaturunterschieden an Gebäuden. Das Verfahren gestattet, mittels Sichtbarmachung von unterschiedlichen Oberflächentemperaturen an Fassaden von beheizten Gebäuden festzustellen, wo durch Wärmebrücken infolge schlechter Isolation mehr Wärme verloren geht als in ihrer Umgebung. Thermographie kann man zweckmässig anwenden, wenn an die Fassadenrenovation eines alten Gebäudes geschritten werden soll oder wenn bei einem Neubau Zweifel daran bestehen, ob seine Ausführung den im Vertrag vereinbarten Bedingungen hinsichtlich Isolierfähigkeit entspricht. R.G.

Thermographische Messtechnik

Temperaturmessung von Oberflächen

Von Philippe Virdis, Freiburg

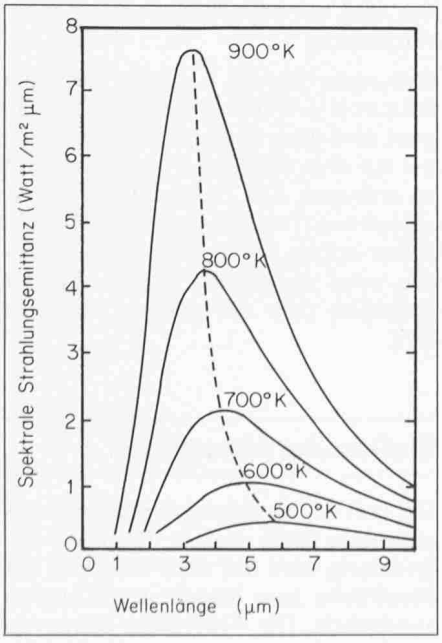
Physikalische Grundlagen

Spektrale Leistungsdichte

Die Thermographie ist eine moderne Anwendung der Strahlungsphysik, die u.a. erlaubt, die Temperatur eines Gegenstandes sichtbar zu machen.

Es ist jedermann wohlbekannt, dass ein stark erhitztes Objekt (z.B. ein Metallstück) weissglühend wird. Dieser Körper strahlt *sichtbare Wellen* des elektromagnetischen Spektrums aus; steigt die Temperatur, dann ändert sich gleichzeitig die Farbe (von rot zu gelb usw.). Diese Farbgliederung entspricht einer Wellenlängenmodifikation der Strahlung je nach Temperatur. Jeder Körper, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt (−273 °C) liegt, sendet eine Wärmestrahlung aus. Diese Strahlung ist für das menschliche Auge erst bei hohen Temperaturen sichtbar. Bei normalen Temperaturen liegt sie im Infrarotbereich des elektromagnetischen Spektrums.

Bild 1. Zusammenhang zwischen absoluter Temperatur und spektraler Emittanz des schwarzen Körpers. Plancksches Strahlungsgesetz



Der *Strahlungsfluss* eines Körpers hängt von seiner Temperatur, seinem Emissionsfaktor, der Wellenlänge der ausgesandten Strahlung und der Umgebungstemperatur ab. Max Planck hat die spektrale Leistungsdichte der Strahlung des schwarzen Körpers mit der nachstehenden Formel (Plancksche Formel) beschrieben:

$$W(\lambda) = \frac{2\pi h \cdot c^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)} \cdot 10^{-6}$$

wobei:

$W(\lambda)$ = Spektrale Leistungsdichte des schwarzen Körpers pro Mikrometer
c = Lichtgeschwindigkeit
h = Plancksche Konstante = $6{,}6 \times 10^{-34}$ Js
k = Boltzmannsche Konstante = $1{,}4 \times 10^{-23}$ J/K
T = absolute Temperatur des schwarzen Körpers
λ = Wellenlänge

Strahlung des schwarzen Körpers

Der schwarze Körper ist ein *idealer Wärmestrahler*, der die gesamte einfallende Strahlung absorbiert.

Die Kurve (Bild 1) zeigt, dass das Maximum sich mit wachsender Temperatur gegen kürzere Wellenlängen verschiebt. Anderseits liegt das Maximum im Fall einer Raumtemperatur bei einer grösseren Wellenlänge (etwa 10 µm). Durch die *Messung der Strahlungswellenlänge* eines schwarzen Körpers kann man seine *Oberflächentemperatur* bestimmen.

Um die totale Emittanz W des schwarzen Körpers zu ermitteln, integriert man die Plancksche Formel von $\lambda = 0$ bis zu $\lambda = \infty$ (Boltzmannsche Formel):

$$W = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} W(\lambda)\, d\lambda = \sigma \cdot T^4 \,[\text{Watt/m}^2]$$

wobei:

σ = Boltzmannsche Konstante = $5{,}7 \times 10^{-8}\,\text{W/m}^2\text{K}^4$

Die Boltzmannsche Formel beweist, dass die ganze gestrahlte Leistung sich *entsprechend der vierten Potenz* der absoluten Temperatur verändert. Auf der graphischen Darstellung (Bild 1) entspricht die totale Emittanz W der Fläche unter der Planckschen Kurve bei einer bestimmten Temperatur.

Strahlung der realen Körper

Es gibt in der Natur keinen idealen schwarzen Körper. Das Verhalten der realen Körper kann nach den drei nachstehenden Prozessen beschrieben werden. Ein Teil der einfallenden Strahlung wird direkt *weiterübertragen* (T), ein anderer Teil wird *reflektiert* (R) und der dritte Teil *absorbiert* (A), vgl. Bild 2.

Ein weiterer Faktor, die *Emissivität* E, bestimmt das Verhältnis zwischen der spektralen Emittanz eines Gegenstandes und jener eines schwarzen Körpers mit derselben Temperatur und Wellenlänge.

$$\varepsilon = \frac{W_{Objekt}}{W_{schwarzer\ Körper}}$$

Es gibt drei Typen von Körpern im Zusammenhang mit der Emissivität: