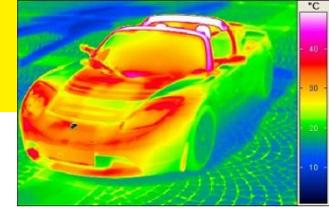


Dietrich Schneider

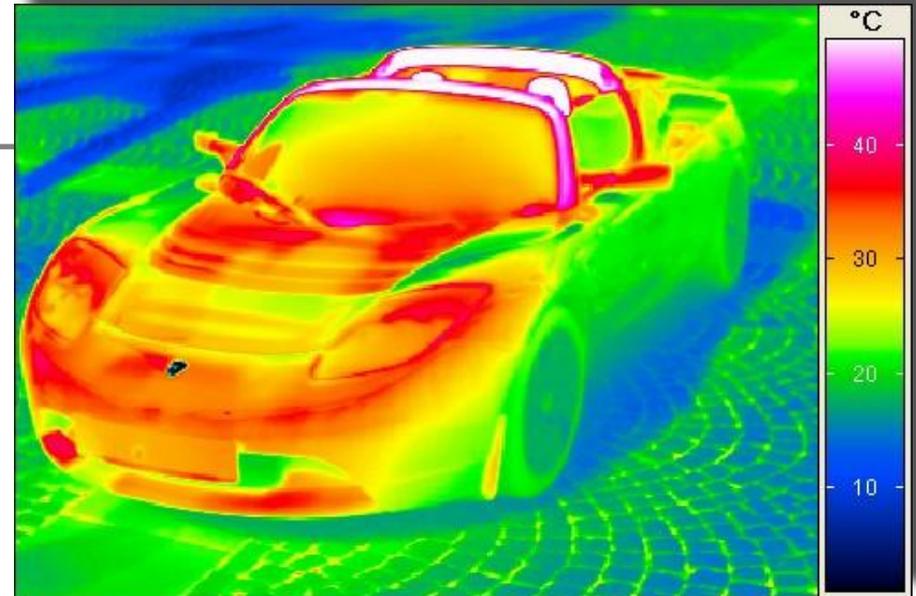
Einführung in die praktische

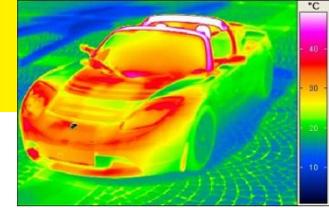
Infrarot-Thermografie



Inhalt

- 1 Einführung
- 2 IR-Grundlagen
- 3 Wärme und Temperatur
- 4 Gerätetechnik
- 5 Meßtechnik
- 6 Geräteparameter
- 7 Praxisanwendungen in der Bau-, Elektro- und Industriethermografie
- 8 Dokumentation
- 9 praktische Übungen mit IR-Wärmebildkameras
- 10 Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen
- 11 Literaturempfehlungen





2. IR-Grundlagen

Infrarot-Thermografie – was ist das?

Infrarot-Thermografie/Pyrometrie –

Infrarot-Temperaturmeßverfahren, bei dem berührungslos die Intensität der elektromagnetischen Strahlung eines Körpers gemessen wird.

- Jeder Körper mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes von 0 K (-273,15 °C) sendet elektromagnetische Strahlung aus.
- Für die Infrarottechnik ist der Wellenlängenbereich oberhalb des sichtbaren Spektrums (0,38 – 0,76 μm) interessant.
- Die technische Temperaturmessung nutzt den als **thermisches Infrarot** bezeichneten Wellenlängenbereich von **0,8 – 14 μm** . Hier wird der größte Teil der gesamten Wärmestrahlung emittiert.

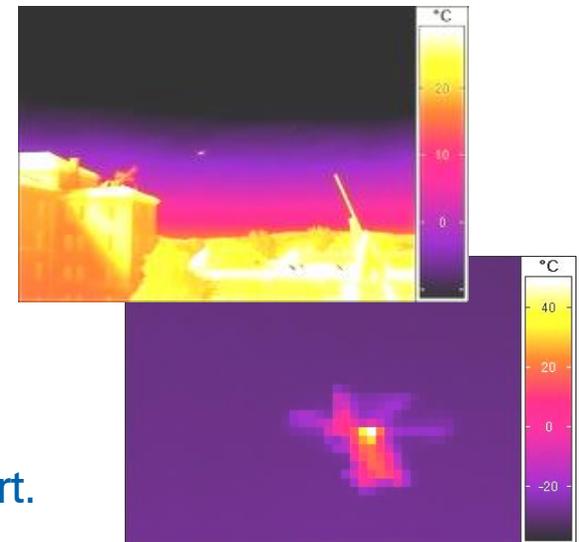
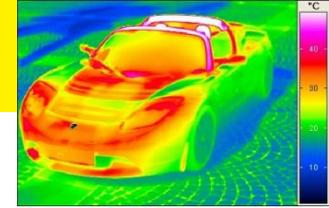


Abb. 2: Thermogramm „Hubschrauber“



2. IR-Grundlagen

Beispiele 1

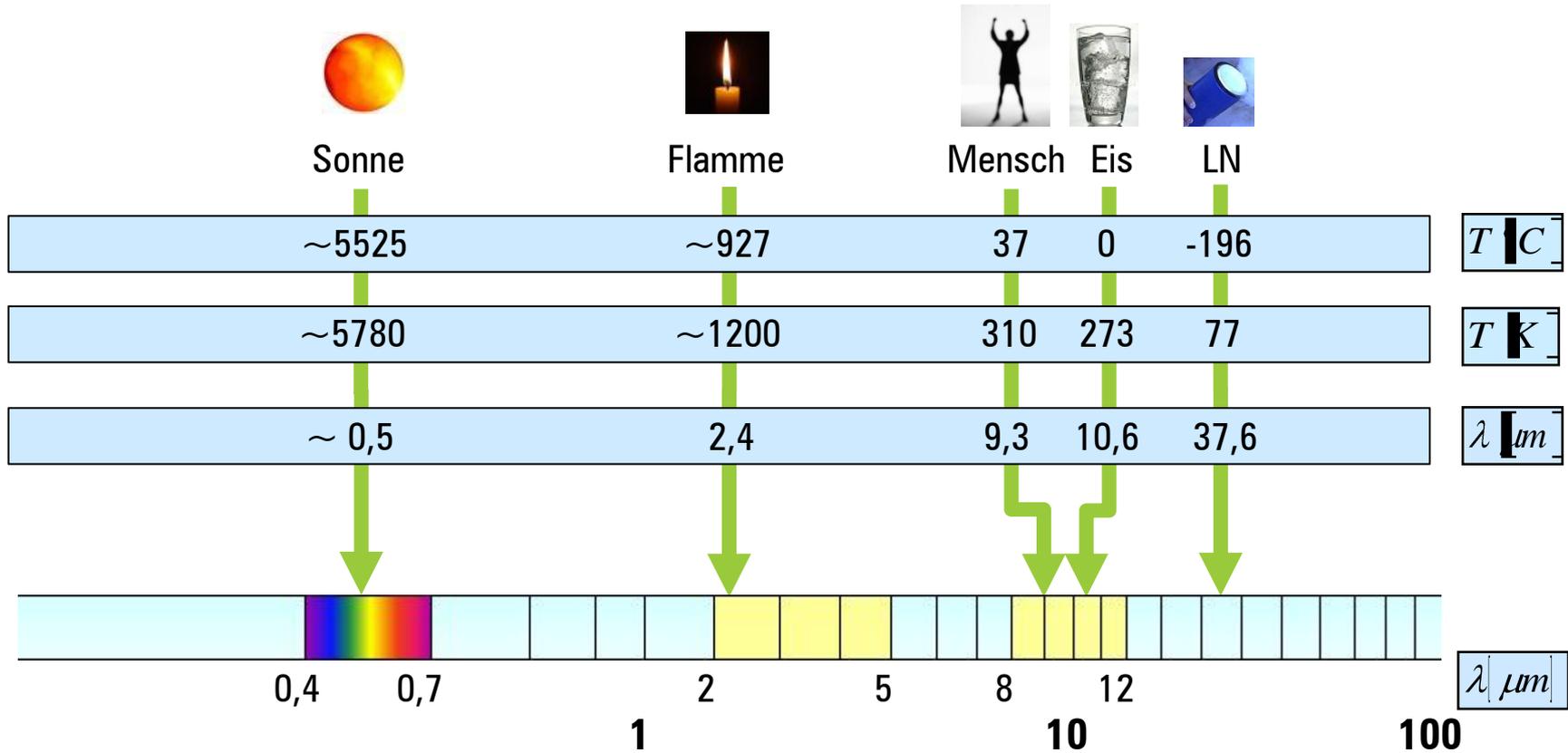
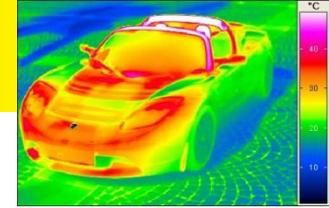


Abb. 8: Typische Temperatur- und Wellenlängenbereiche

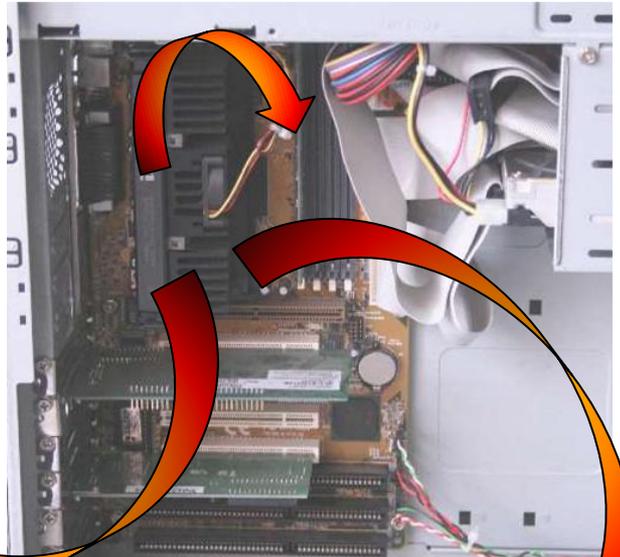


3.2 Wärmeübertragung

Mechanismus der Wärmeübertragung

Wärmestrahlung

in den umgebenden Raum



Wärmeströmung (Konvektion)

in das umgebende Fluid

Wärmeleitung (Konduktion)

in die benachbarten Bauteile

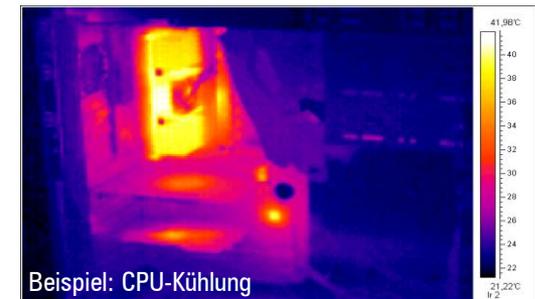
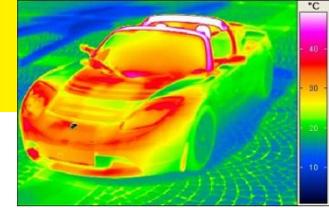


Abb. 18: Wärmeübertragung



4. Gerätetechnik

Klassifizierung – Arbeitsweise

- Je nach Auslegung des Strahlengangs der Geräte unterscheidet man 0-, 1- oder 2-dimensionale Strahlungsmeßgeräte:

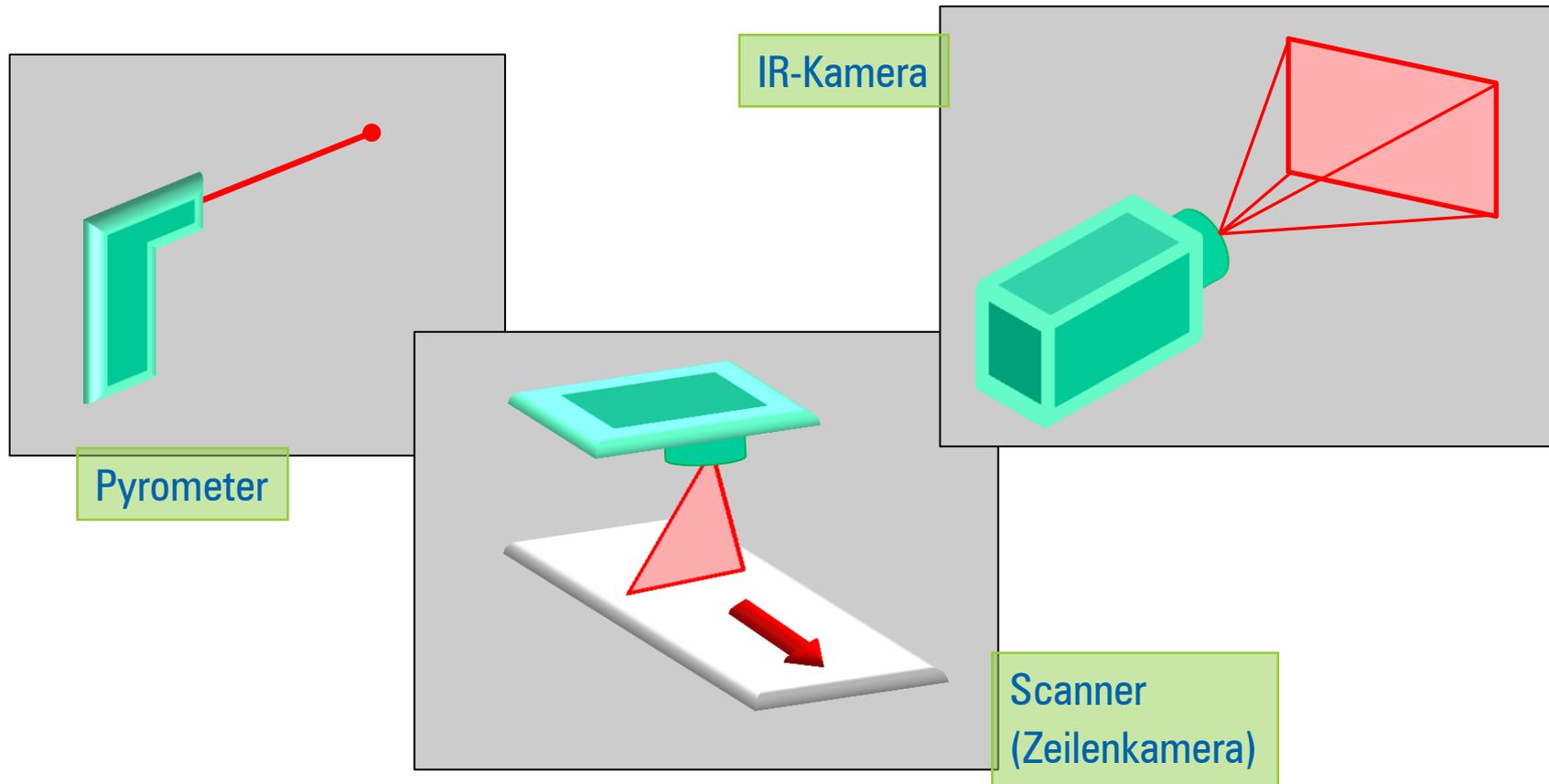
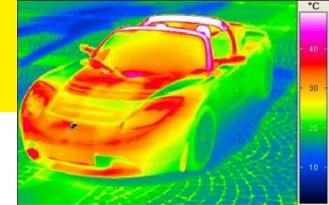


Abb. 36: Arbeitsweise von Strahlungsmeßgeräten



4. Gerätetechnik

Bilddarstellung – Funktion von „LEVEL“ und „SPAN“

- Die Signalverarbeitung der IR-Kamera erfolgt mit **14/16 Bit** Auflösung über den gesamten Temperaturmeßbereich.
- Die Darstellung im Display kann durch **Level** und **Span** beeinflusst werden und erreicht **8 Bit** Auflösung. Somit können 256 Stufen farblich codiert dargestellt werden.

Span Kontrast

Level Helligkeit

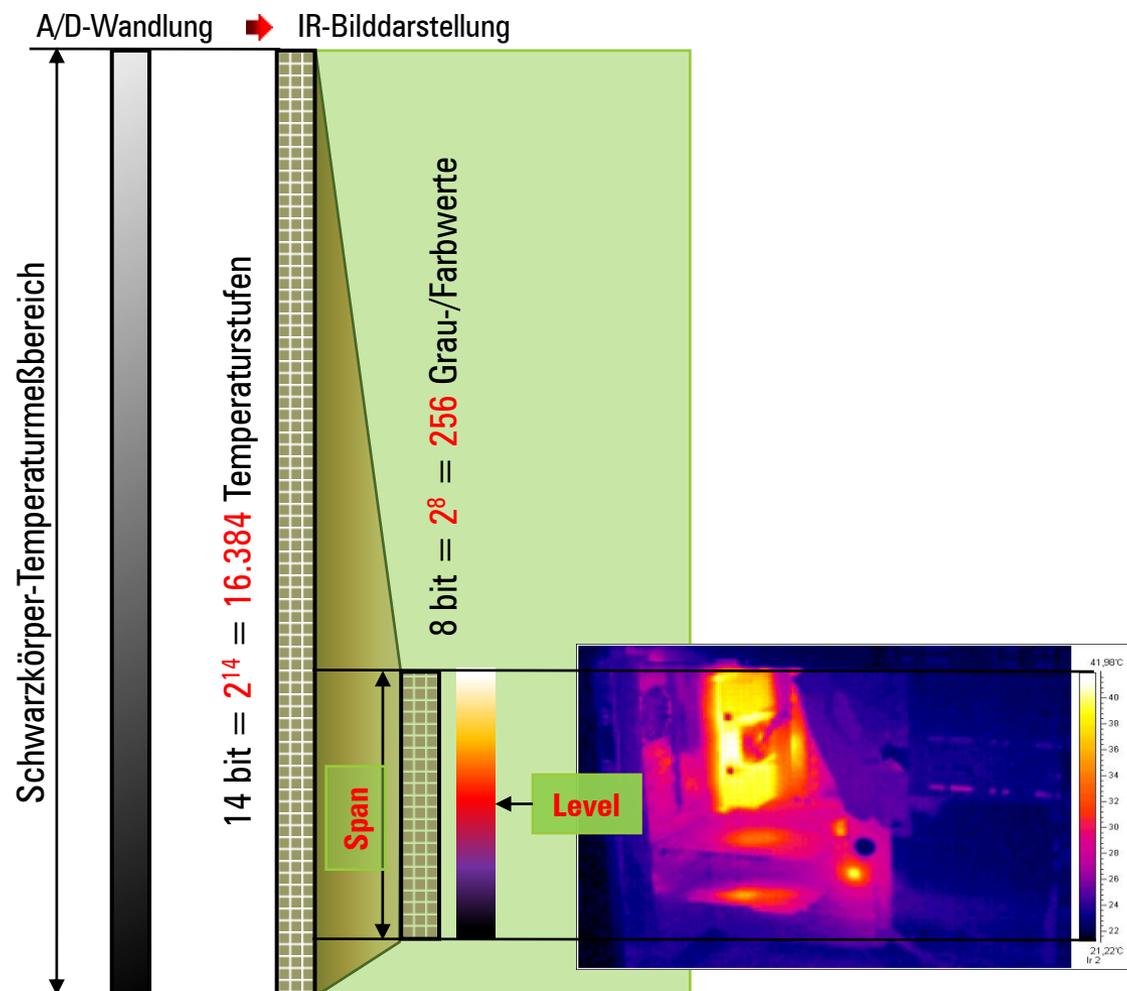
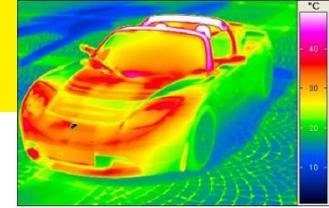


Abb. 48: Level und Span



5. Meßtechnik

Emissionsgrad – Abhängigkeit vom Blickwinkel β

- Ein Kamerablickwinkel auf das Meßobjekt sollte zwischen 90° (senkrecht) und **ca. 60° (Nichtleiter)** bzw. **ca. 45° (elektr. Leiter)** liegen tendenzieller Einfluß des Emissionsgrades!

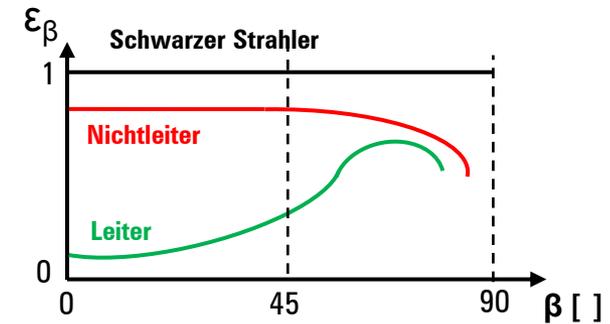
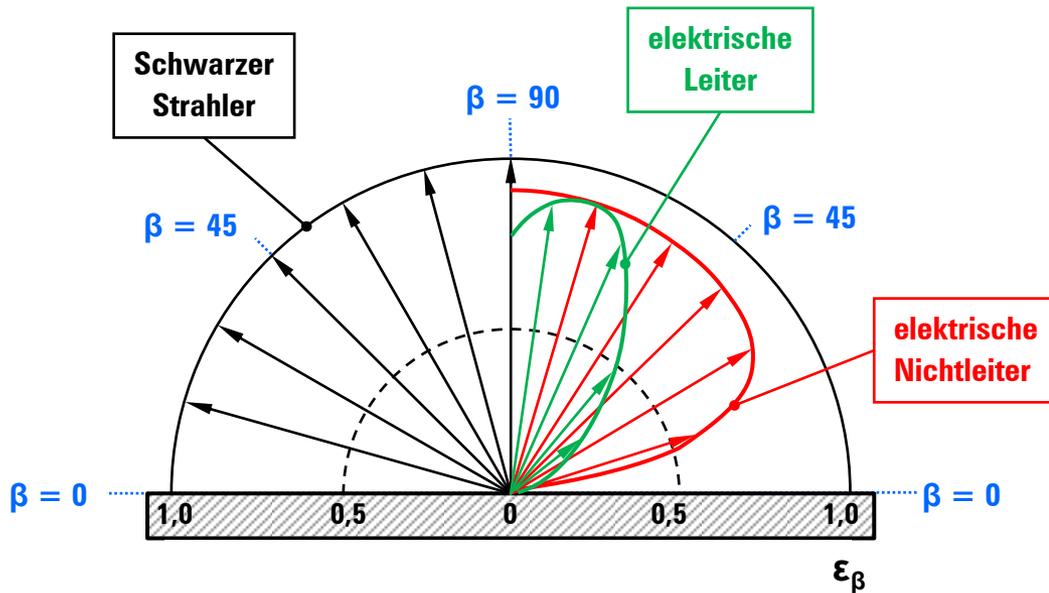
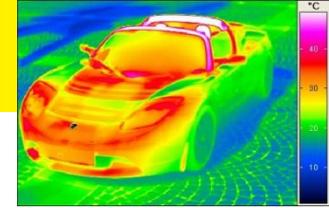


Abb. 62: Emissionsgrad in Abhängigkeit vom Blickwinkel (schematisch)



5. Meßtechnik

Meßparameter – Übersicht

- Ein korrektes Thermogramm erfordert die Eingabe folgender Kamera-Parameter:

Temperatur Umgebung T_{Umg}

Temperatur Atmosphäre T_{Atm}

relative Luftfeuchte rF

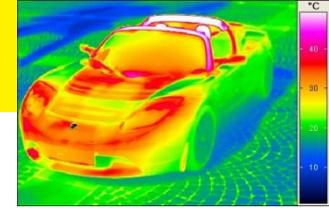
Emissionsgrad ϵ

Abstand d



Transporter mit Flüssig-Aluminium

Abb. 68: Thermogramm „Flüssigaluminium-Transport“



5. Meßtechnik

Meßpraxis – Praxisbeispiel Außenthermografie

- Wintertag Anfang März, ca. 11:00 Uhr, klar, sonnig, Außentemperatur $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, windstill, Abgasanlage außer Betrieb
- **Beachte:** Darstellung der Umgebungstemperatur an der diffus reflektierenden Oberfläche des Abgasrohres in Abhängigkeit des Blickwinkels!

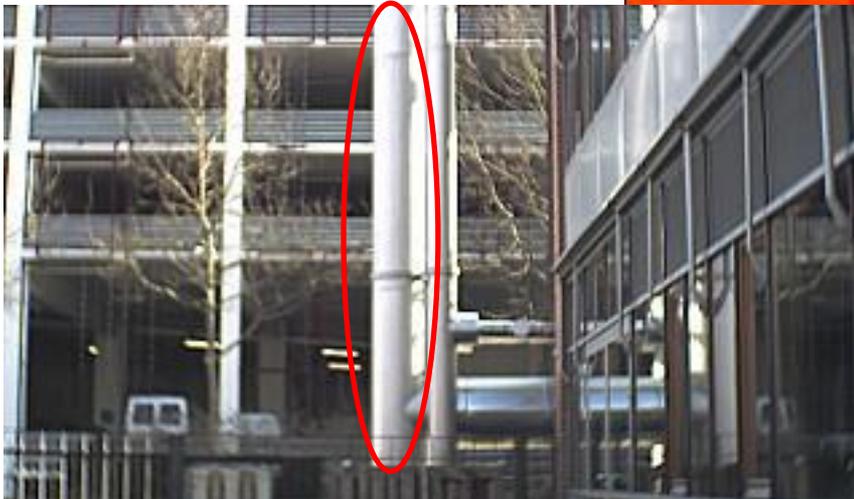
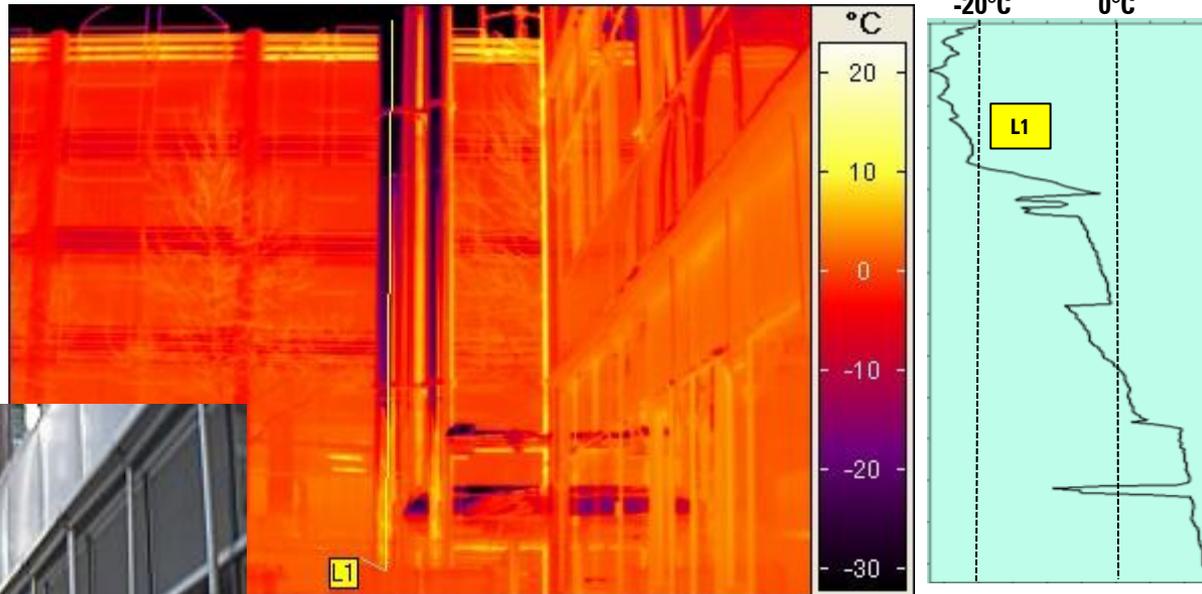
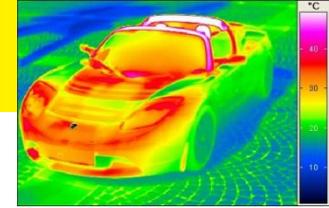


Abb. 95: Reflexion bei Außenthermografie



6. Geräteparameter

Geometrische Auflösung – reale Meßfleckgröße

Praxisbeispiel:

- IFOV = 1,2 mrad
- Objektabstand $d = 0,5 \text{ m}$
- Kabeldurchmesser $\varnothing 2 \text{ mm}$
- ges.: x_{real} [mm] (realer Meßfleck)

- $$x_{\text{real}} = \text{IFOV} \cdot d \cdot f_{\text{Optik}}$$
$$= 1,2 \text{ mrad} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 3$$
$$= \underline{\underline{1,8 \text{ mm}}}$$

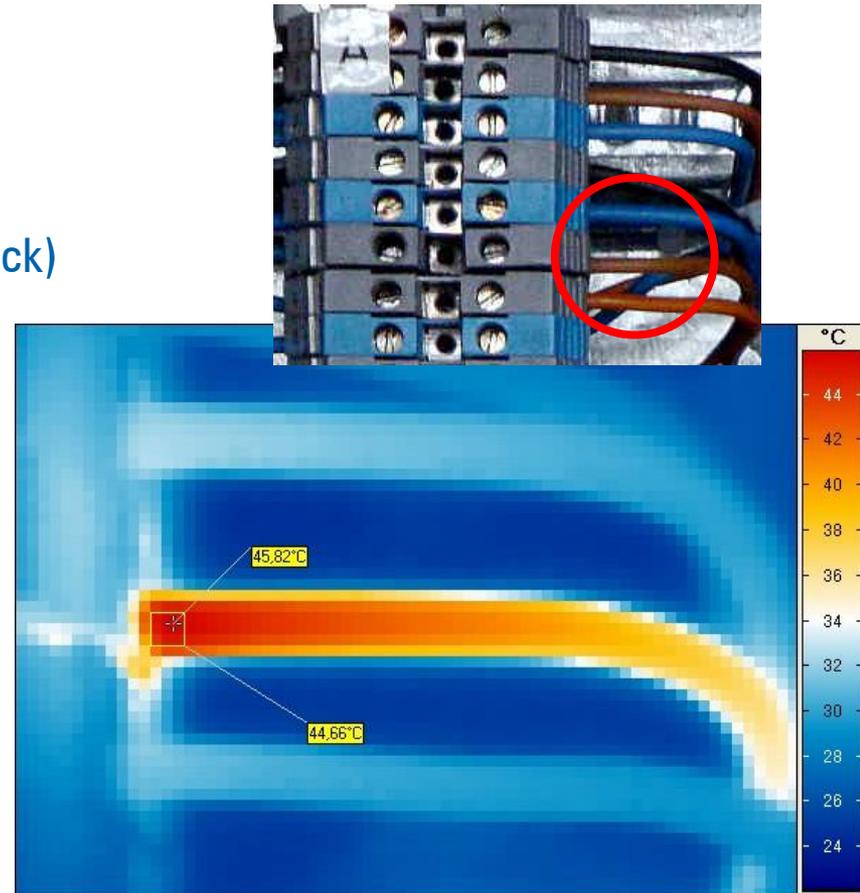
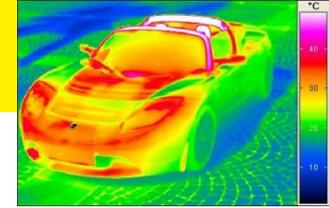
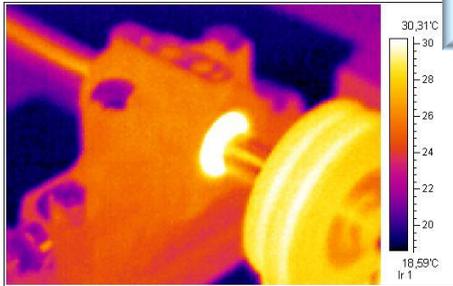


Abb. 110: Kabelklemme

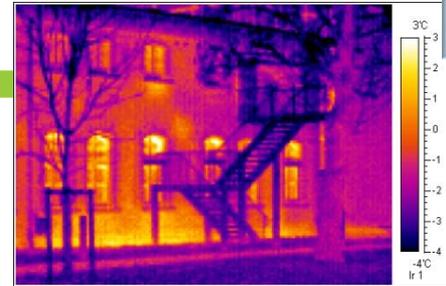


7. Praxisanwendungen

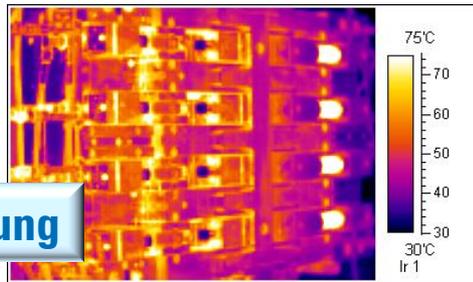
Anwendungsgebiete – Übersicht



Instandhaltung



Bauthermografie



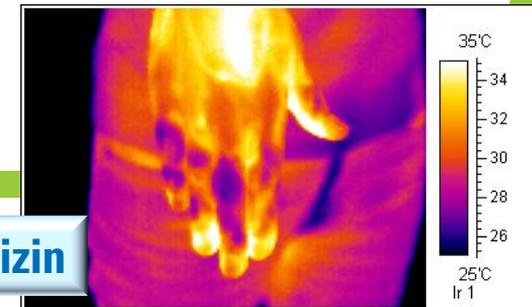
Prozessoptimierung

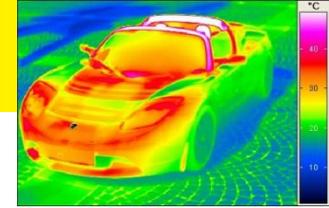
Leistungs- und Fehleranalyse



Forschung und Entwicklung

Medizin





8. Dokumentation

IR-Report – Grundstruktur

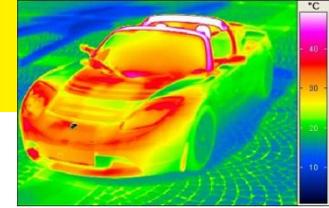
- Ein **IR-Report** besteht typischerweise aus folgenden Kapiteln:

Deckblatt

Beschreibung

**Thermogramme
und
Fotos**

Fazit



9. Praktische Übungen

Praktische Thermografie mit eigener oder Leihkamera

- *„Grau, teurer Freund, ist alle Theorie.
Und grün des Lebens goldner Baum.“* (Goethe, Faust I)



▪ Kontakt:

info@media-4-biz.de

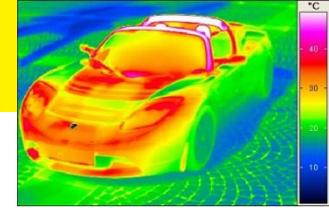
dietrich.schneider@hs-ansbach.de

▪ Internet

www.media-4-biz.de

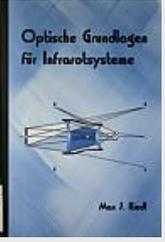
www.hs-ansbach.de

Abb. 123: Thermogramm „Dietrich Schneider“



11. Literaturempfehlungen

Literatur

 <p>Wissenspeicher Infrarottechnik</p>	Autorenkollektiv (Herrmann, K. & Walther, L.) (1990). Wissenspeicher Infrarottechnik. Leipzig: Fachbuchverlag
 <p>Optische Grundlagen für Infrarotsysteme Max J. Riedl</p>	Riedl, M. J. (2002). Optische Grundlagen für Infrarot-Systeme. Bellingham/Washington: SPIE - The International Society for Optical Engineering
 <p>Infrarothermographie Zweite, überarbeitete und erweiterte Ausgabe</p>	Schuster, N. & Kolobrodov, V. G. (2004). Infrarothermografie. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
 <p>Technische Temperatur- messung VDI</p>	Bernhard, F. (2004). Technische Temperaturmessung. Berlin: Springer Verlag