

# Wie gelingt die exakte Thermografie-Messung

Die Thermografie ist eine anerkannte Methode der bilderzeugenden Temperaturmessung. Sie erfolgt berührungslos und wird in erster Linie zur Detektion von Energieverlusten genutzt, die an Objekten infolge einer thermischen Schwach- bzw. Schadstelle auftreten. Im Elektrobereich wird die Thermografie beispielsweise zum Erfassen von erhöhten Übergangswiderständen und zur Erkennung von Überlastungen oder Asymmetrien verwendet.

\*Daniel Löwy

Infrarot-Kameras sind in den verschiedensten Ausführungen und Preissegmenten erhältlich. Vom Fachhandel über Grossisten bis zum Baumarkt sind immer häufiger Angebote von Thermografie-Kameras im unteren Preissegment zu beobachten. Diese vermeintlich günstigen Geräte verleiten Elektrofachleute sich über die Anschaffung einer solchen Kamera Gedanken zu machen. Angesichts dieser grossen Auswahl stellt sich die Frage nach einer passenden, kostengünstigen und qualitativ hochwertigen Kamera. Welche technischen Anforderungen muss eine solche Kamera für die vorgesehene Anwendung erfüllen, damit aussagekräftige Messresultate erzielt werden können? Dieser Beitrag zeigt Qualitätskriterien und Voraussetzungen zur Anschaffung einer Thermografie-Kamera.

## Verwendungszweck

Je nach Verwendungszweck eignet sich das eine oder andere Kameramodell besser für eine Thermografie-Messung. Wird die Kamera z.B. für Service-Arbeiten oder für eine Störungssuche eingesetzt? Oder wird sie für die regelmässige Überprüfung von elektrischen Anlagen im Rahmen des vorbeugenden Unterhalts gebraucht? Daraus leiten sich die qualitativen Anforderungen an das Messgerät ab.

## Fachwissen des Messenden

Die Qualität einer Messung hängt nicht nur von der Kamera ab, sondern ganz wesentlich vom Kenntnisstand des Anwenders. Gefordertes minimales Fachwissen:

- **Grundlagen der Infrarottechnik:** An erster Stelle stehen einige grundlegende Kenntnisse zur Strahlungslehre im Infrarotbereich. Wo die Unterschiede zu sichtbarem Licht sind oder was überhaupt in diesem Strahlungsspektrum gemessen werden kann. Und wie verhält es sich zum Beispiel mit der Durchlässigkeit für Infrarot-Strahlung von verschiedenen Materialien?
- **Umgebungsverhältnisse:** Das Wissen um den Einfluss der direkten Umgebung und die Fähigkeit diese Störgrössen in die Messungen und Interpretationen mit einzubeziehen. Zum Beispiel sich im Einflussbereich befindende Wärmequellen, die Atmosphärentemperatur oder die Luftfeuchtigkeit.
- **Materialeigenschaften:** Um Unregelmässigkeiten erkennen und fachgerecht einschätzen zu können, muss der Messende die thermischen Eigenschaften der untersuchten Materialien, wie z.B. deren Wärmeleitfähigkeit oder Wechselwirkung, kennen. Dazu gehört auch der Zusammenhang zwischen Objektbelastung und Erwärmung bzw. Abkühlung. Die Beschaffenheit der Oberfläche ist

ebenfalls ein wichtiger Einflussfaktor und erfordert Kenntnisse etwa in Bezug auf den Mechanismus der Emission, Reflektion und Absorption. Basierend auf den thermischen Eigenschaften lassen sich Aussagen über nicht direkt einsehbare Teile des Messobjekts ableiten.

- **Elektrotechnik:** Um ein thermografisches Bild zu interpretieren, sind anlagenspezifische Kenntnisse notwendig. So zum Beispiel die aktuelle Belastung der Anlage. Bei schwacher Belastung sollte auch ein Hochrechnen auf die im Nennbetrieb zu erwartende Temperatur möglich sein.
- **Funktionen/Mechanismus der Thermografie-Kamera:** Für eine fachgerechte Thermografie-Messung reicht meist ein einfaches Anwenderwissen nicht aus. Vorgängig sollte sich der Nutzer vertieft mit den technischen Grundlagen der Kamera auseinandersetzen. Fragen wie: Thermische, zeitliche und vor allem geometrische Auflösung und Mindestfläche.

## Kamera-Parameter

Für welchen Kameratyp man sich bei einer Anschaffung entscheiden soll, steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem geplanten Einsatzgebiet und den technischen Vorkenntnissen des zukünftigen Nutzers. Die beste Kamera ist jene, die mit ihren technischen Möglichkeiten optimal auf die Bedürfnisse des Anwenders zugeschnitten ist. Ein zentraler Messgeräteparameter ist das Auflösungsspektrum, das in drei Unterkategorien eingeteilt wird:

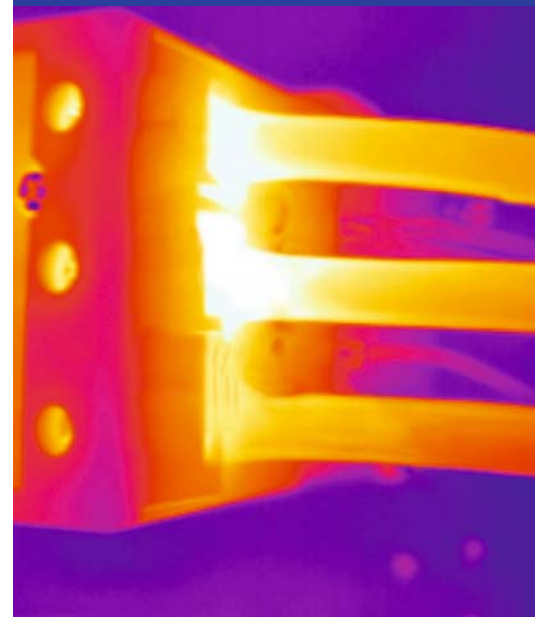
1. **Thermische Auflösung:** Die entscheidende Grösse zur Spezifizierung der thermischen Auflösung ist der NETD-Wert. Dieser gibt an, welche kleinsten Temperaturunterschiede eine Kamera auflösen bzw. unterscheiden kann. Der NETD-Wert ist ein wichtiges Qualitätskriterium bei Anwendungen mit niedrigen Objekt-

temperaturen und/oder geringen Temperaturdifferenzen.

2. *Zeitliche Auflösung:* Geschwindigkeit, mit der die Kamera Temperaturänderungen erfassen kann. Die Integrationszeit ist ein wichtiges Qualitätskriterium bei Anwendungen mit schnellen Temperaturänderungen.
3. *Geometrische Auflösung:* Neben dem thermischen hat das geometrische Auflösungsvermögen erheblichen Einfluss auf die Bildqualität. Es wird mit dem IFOV-Wert angegeben, der das Bildfeld der Kamera wiedergibt, d. h. jenen Raumwinkel, der von einem einzigen Bildpunkt erfasst wird. Je tiefer der IFOV-Wert ist, desto kleiner kann ein Messfleck sein, damit er korrekt erfasst wird. Der

trägt zudem nur noch ca.  $22 \times 22$  cm. Um nun beispielsweise die Temperatur an der Isolation eines  $1,5\text{-mm}^2$ -Drahtes bestimmen zu können (Durchmesser ca. 2,5 mm), muss der Objektstand verringert werden: Bei der  $320 \times 240$  Pixel-Kamera kann er bis zu 62,5 cm gross sein, beim  $60 \times 60$ er-Modell jedoch höchstens 22,7 cm.

*Fokusabstand:* Qualitativ gute Geräte können dank eines fokussierbaren Objektivs bis zu einem Abstand von 20 cm scharf stellen. Da bei den einfacheren Modellen feste Objektive verwendet werden, beträgt der minimale Objektstand ca. 60 cm. Dies bedingt dementsprechend einen minimal notwendigen Messfleck von  $6,6 \times 6,6$  mm. Ist der Abstand geringer als 60 cm, büsst das



## Infrarot-Thermografie

Dieser Fachkurs vermittelt den Teilnehmern die Grundlagen und verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der Infrarot-Thermografie. Anhand von praktischen Übungen lernen die Kursteilnehmer, ein aussagekräftiges Thermogramm zu erstellen.

### Inhalt

- Grundlagen der Wärmeübertragung und Temperaturmessung
- Mögliche Einflüsse auf die berührungslose Temperaturmessung
- Gerätetechnik
- Infrarot-Messtechnik, Einfluss von Emissions- und Reflexionsfaktor

Nächster Kurs in Fehraltorf:

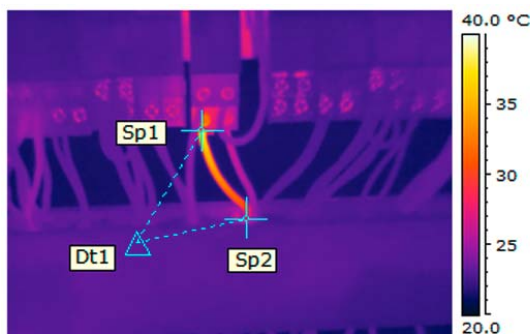
**29. Oktober 2013**

Jetzt anmelden unter  
weiterbildung@electrosuisse.ch oder  
www.electrosuisse.ch/weiterbildung

Electrosuisse  
Weiterbildung  
Luppmenstrasse 1  
CH-8320 Fehraltorf

Tel. 044 956 12 96  
Fax 044 956 12 49  
weiterbildung@electrosuisse.ch

electrosuisse



Beispiel einer qualitativ guten Thermografie-Aufnahme aus geringem Abstand.

IFOV-Wert ist ein wichtiges Qualitätskriterium bei Anwendungen mit kleinen oder weit entfernten Messflecken.

### Thermografie-Gerätetypen

Das Preisspektrum von Thermografie-Kameras ist sehr breit. Ebenso unterschiedlich ist ihre technische Ausstattung. Während professionelle Modelle Sensoren mit Auflösungen von bis zu  $640 \times 480$  Pixel aufweisen, werden bei einfachen Geräten z. B.  $60 \times 60$  Pixel-Sensoren verwendet. Bei letzteren wird die geringe Pixelanzahl durch das Objektiv mit kleinem Winkel kompensiert.

*Realer Messfleck:* Dieser ergibt sich aus dem Objektstand, der Pixelanzahl und dem Objektiv. Bei einem typischen Abstand von 1 m zum Messobjekt, errechnet sich ein realer Messfleck von  $4 \times 4$  mm bei einer  $320 \times 240$  Pixel-Kamera mit einem  $24^\circ$ -Objektiv. Das von der Kamera erfasste Bild ist hier ca.  $43 \times 32$  cm gross. Bei einer  $60 \times 60$  Pixel-Kamera mit einem  $12,5^\circ$ -Objektiv braucht es hingegen einen realen Messfleck von  $11 \times 11$  mm. Das Bildfeld be-

trägt zunehmend an Schärfe ein und die Temperaturbestimmung wird zunehmend ungenau. Mit einer solchen Kamera kann an einem Draht wie im Bild keine aussagekräftige Temperaturmessung durchgeführt werden!

### Fazit

Eine Thermografie-Kamera ist hochwertig, wenn ihre technische Ausstattung mit den Bedürfnissen des Nutzers, dem Einsatzort sowie dem Verwendungszweck übereinstimmt. Werden genaue Messresultate benötigt oder sollen kleinere Messflecken detektiert werden, ist eine hochauflösende Kamera im oberen Preissegment notwendig. Für exakte Messungen ist nebst der Kameraqualität der Ausbildungsstand des Messenden wichtig. ■

### Daniel Löwy\*

Dipl. Elektroinstallateur und Thermograf, zertifiziert nach EN ISO 9712 für TT1, Inspektor im Team Nordost bei Electrosuisse.