

Berührungslose Temperaturmessung mit Infrarot-Thermometern

Anwendungs- bericht

Infrarot-Thermometer (IR-Thermometer) ermöglichen die berührungslose Messung von Oberflächentemperaturen durch Analyse des unsichtbaren, von einem Gegenstand abgestrahlten Infrarotspektrums.

IR-Messgeräte, wie das Fluke 61 und 65, bieten eine sichere Methode für die Messung der Oberflächentemperatur von rotierenden Teilen, spannungsführenden Leitern, schwer zugänglichen oder gefährlich heißen Objekten. Bei vorbeugenden Wartungsaufgaben wird der Zeitaufwand für Temperaturmessungen erheblich reduziert, weil die IR-Thermometer die gemessene Oberflächentemperatur in weniger als einer Sekunde anzeigen.

Infrarot-Thermometer können für viele verschiedene Arten von Messungen eingesetzt werden. Hierzu gehören:

- **Elektrobereich:** Infrarot-Thermometer können zur Fehlersuche bei elektrischen Verbindungen und zur Prüfung von unterbrechungsfreien Stromversorgungen eingesetzt werden, da mit ihnen Hotspots in den Ausgangsfiltern oder Gleichstrombatterie-Anschlüssen lokalisiert werden können. Darüber hinaus können sie zur Prüfung von Bauelementen in Batterie-sätzen, Schalttafelanschlüssen, Vorschaltgeräten, Schaltvorrichtungen, Leistungsschaltern und Sicherungsanschlüssen verwendet werden, bei denen aufgrund von schlechten Kontakten oder Korrosion erhöhte Übergangswiderstände zu übermäßiger Erwärmung führen können.
- **Vorbeugende Wartung:** Die Verwendung von IR-Thermometern für Temperatur-

messungen bei der vorbeugenden Wartung von schwer zugänglichen Teilen wie Klimaanlageauslässen oder gefährlichen Geräten wie Motoren, Generatoren und Lagern hilft bei der Erkennung potentieller Probleme.

- **Heizung, Lüftung, Klima:** Es wird geschätzt, dass bis zu 30 Prozent aller Klimaanlagelecks auf defekte Kanäle zurückzuführen sind, die mit einem IR-Thermometer schnell und einfach lokalisiert werden können.



- **Dampf:** Infrarot-Thermometer eignen sich besonders für das Messen der Oberflächentemperatur von nicht isolierten Dampfleitungen, -ventilen, Anschlussstücken, Auffangbehältern und Kondensat-Rückführleitungen, die aufgrund des möglichen Vorhandenseins von Dampf ein großes Sicherheitsrisiko darstellen.
- **Lebensmittelverarbeitung:** Die Infrarot-Temperaturmessung ist die schnellste, effizienteste und von der FDA empfohlene Methode für die Überwachung der Lebensmittelsicherheit an den



kritischen Kontrollpunkten nach HACCP-Standards (Hazard Analysis and Critical Control Point). IR-Thermometer bieten eine schnelle und einfache Methode für die Überwachung der Temperatur an der Lebensmitteloberfläche, an der das Bakterienwachstum beginnt, und die Gewährleistung der Sicherheit in jeder Phase der Lebensmittelverarbeitung und -zubereitung.

- **Schnelle Prüfung mehrerer Ziele:** IR-Thermometer eignen sich ausgezeichnet für die Prüfung mehrerer Punkte von einem Standort aus, das spart Zeit und Geld.

Ordnungsgemäße Verwendung der Infrarot-Technologie

Obwohl die Infrarot-Temperaturmessung nicht so genau ist wie bei einem kalibrierten Kontaktthermometer, liegen die typischen Messwerte bei ordnungsgemäßer Anwendung des Gerätes innerhalb von 1 °C der tatsächlichen Temperatur. Für Prüfanwendungen wie die oben genannten, die keine präzise Messung erfordern, ist diese Messgenauigkeit mehr als ausreichend.

Die Anwendung der IR-Technologie ist einfach, es müssen jedoch zur Gewährleistung ordnungsgemäßer und einheitlicher Temperaturmessungen mit Infrarot-Geräten zwei wichtige Parameter beachtet werden:

- Optische Auflösung
- Emissionsfaktor

Optische Auflösung

Die optische Auflösung bezieht sich auf die Messfläche, die das Infrarot-Messgerät in einem bestimmten Abstand erfasst und wird auch als "Verhältnis Abstand zu Messfleckdurchmesser" oder "Sichtfeld" bezeichnet.

Sie müssen Ihre Anwendung kennen! Die Auflösung eines IR-Thermometers mit einem Faktor von 4:1 ist zu grob um die Temperatur eines 1,5 m entfernten Objekts zu messen, denn der Messfleck ist dann schon 37,5 cm groß.

Überlegen Sie vor dem Kauf, wofür Sie das Infrarot-Thermometer einsetzen möchten, und erwerben Sie dann ein Gerät, das die entsprechende optische Auflösung für die Anwendung bietet. Viele fehlerhafte Messwerte entstehen, weil der Techniker unwissentlich eine größere Fläche als das gemessene Objekt erfasst.

Emissionsfaktor

Der Emissionsfaktor gibt die Fähigkeit eines Gegenstandes an, Infrarot-Energie abzustrahlen. Der Emissionsfaktor wird von dem Werkstoff, aus dem der Gegenstand besteht, und seiner Oberflächenbeschaffenheit bestimmt. Die Werte können von weniger als 0,1 bei einem hoch reflektierenden Körper wie poliertem Metall bis 1,0 bei einem idealen schwarzen Körper reichen.

Einfach ausgedrückt, kann der Emissionsfaktor mit dem Reflexionsvermögen – oder

Glanz – eines Gegenstandes verglichen werden. Gegenstände wie weichgezogene Kupferdrähte erscheinen selbst unter dem Mikroskop sehr glatt und glänzend, während andere Objekte wie Lackfarbe unter dem Mikroskop recht porös aussehen. Der poröse Gegenstand wird einen relativ hohen Emissionsfaktor (in der Regel von 0,7 bis 0,98) haben, während ein neuer weichgezogener Kupferdraht (glänzend, nicht oxidiert) einen niedrigen Emissionsfaktor (in der Regel unter 0,2) hat. Glänzende Gegenstände reflektieren Infrarot-Energie von den umgebenden Gegenständen, wodurch die vom gemessenen Objekt abgestrahlte Infrarot-Energie abgeschwächt wird. Ein poröser Körper absorbiert in der Regel die umgebende Infrarot-Energie und strahlt dadurch seine Infrarot-Energie ungeschwächt ab (wie ein schwarzer Körper).

Emissionsfaktor

Ein numerischer Wert zwischen 0 und 1, der die Fähigkeit eines Gegenstandes angibt, Infrarot-Energie abzustrahlen. Um eine optimale Messgenauigkeit zu gewährleisten, sollte das gemessene Objekt einen Emissionsfaktor nahe 0,95 haben. Der Emissionsfaktor wird in erster Linie von dem Werkstoff, aus dem ein Gegenstand besteht und seiner Oberflächenbeschaffenheit bestimmt.

Beispiele:

- Poliertes Messing: 0,03
- Oxidiertes Messing: 0,61
- Grob poliertes Kupfer: 0,07
- Schwarzes oxidiertes Kupfer: 0,78
- Schwarze Lackfarbe: 0,96
- Handelsübliches Aluminiumblech: 0,09
- Oxidiertes Blei: 0,43
- Rostiges Eisen: 0,78
- Oxidiertes Eisen: 0,84

Optische Auflösung

Verhältnis des Abstandes vom gemessenen Objekt zum Messfleckdurchmesser.

Beispiele:

- Optische Auflösung von 4:1: Entfernung vom gemessenen Objekt 10 cm † Messfleckdurchmesser 2,5 cm.
- Optische Auflösung von 10:1: Entfernung vom gemessenen Objekt 50 cm † Messfleckdurchmesser 5 cm.

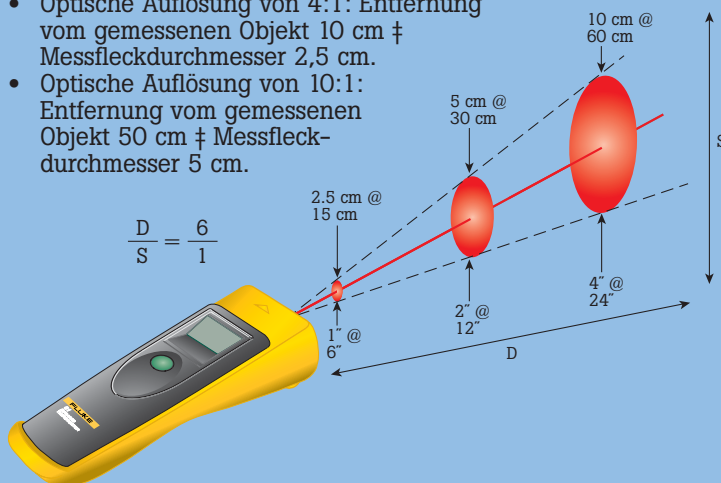


Abbildung 1.

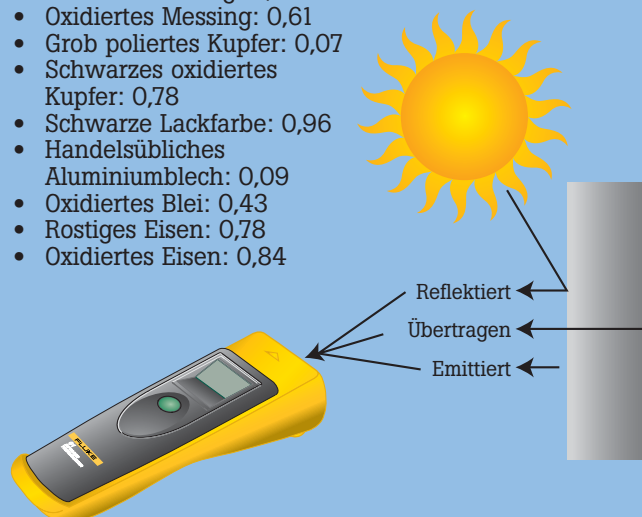


Abbildung 2.

Preiswerte Infrarot-Messgeräte (unter 425 €) werden in der Regel bei einem Emissionsfaktor von 0,95 fixiert (das Fluke 61 und 65 sind auf die Messung eines Emissionsfaktors von 0,95 eingestellt). Um einen effektiven tatsächlichen

Temperaturmesswert zu erhalten, muss die gemessene Oberfläche einen Emissionsfaktor nahe 0,95 haben. Mit anderen Worten, die Messung einer Oberfläche, die nicht hoch reflektierend ist, führt zu einem genauen Messwert. Verwenden Sie für glänzende Oberflächen eine Schicht schwarzer Farbe, Isolierband oder Permanentmarker, um die Reflexion zu verringern. Wenn ein Infrarot-Messgerät mit einem festen Emissionsfaktor von 0,95 für die Messung eines Objektes, das keinen Emissionsfaktor nahe 0,95 besitzt, verwendet wird, ist das Ergebnis wie folgt fehlerhaft:

- Wenn das gemessene Objekt wärmer als die Umgebungstemperatur ist, liegt der Messwert fälschlicherweise unter der tatsächlichen Temperatur.
- Wenn das gemessene Objekt kälter als die Umgebungstemperatur ist, liegt der Messwert fälschlicherweise über der tatsächlichen Temperatur.

Auswirkungen der falschen Anwendung

Die Kenntnis der optischen Auflösung und des Emissionsfaktors Ihres Infrarot-Thermometers und des Objektes, das Sie messen möchten, hilft Ihnen, ungenaue Messungen zu vermeiden. Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine falsche Anwendung zu ungenauen Ergebnissen führen kann.

Die Aufgabe

Ein Techniker muss eine Temperaturmessung an einer neuen, glänzenden Kältemittelleitung aus Kupfer zwischen dem Verdampfer und dem Kompressor durchführen, um die Überhitze im System zu ermitteln. Der Techniker hat gerade sein erstes Infrarot-Thermometer gekauft und möchte es gleich einsetzen. Er beschließt, es mit seinem digitalen Kontaktthermometer zu vergleichen. Hier sind die Fakten:

- Infrarot-Thermometer: Fest bei 0,95; optische Auflösung von 4:1
- Größe des Ziels: Kupferrohr mit einem Durchmesser von 34,9 mm (*Tip: Dieses Rohr bietet von der Seite einen Messfleckdurchmesser von etwas mehr als 25,4 mm.*)
- Umgebungstemperatur: 25 °C
- Mit dem kalibrierten Kontaktthermometer gemessene Temperatur der Kältemittelleitung: 13 °C. (Dies ist die korrekte Temperatur.)

Versuch Nr. 1:

Der Techniker weiß bereits, dass die richtige Leitungstemperatur bei ca. 13 °C liegt. Er hält das Infrarot-Thermometer in einem Abstand von 30 cm zur Leitung und misst eine Temperatur von 22 °C. Er bewegt das Thermometer auf einen Abstand von 7 cm zum Messziel, und der Messwert auf dem IR-Thermometer sinkt auf 20 °C. Eine leichte Verbesserung, aber immer noch nicht in der Nähe des erwarteten Wertes.

Bei seinem ersten Versuch hat der Techniker seine Entfernung vom Objekt angepasst, so dass sie in die optische Auflösung des Messgerätes fällt, jedoch nicht die Emissionsfaktor-Unterschiede zwischen dem Nennwert des Gerätes und dem Werkstoff des Objektes berücksichtigt.

Versuch Nr. 2:

Zehn Minuten später kehrt der Techniker mit der Anleitung für das Infrarot-Thermometer und mit schwarzem Isolierband zum Kälteaggregat zurück. Er bedeckt die glänzende Kupfer-Kältemittelleitung mit einigen Stücken Isolierband. Nach der erneuten Messung in einem Abstand von 7 cm und Infrarot-Thermometer auf das Isolierband gerichtet, misst das Thermometer nun 14 °C. Diese liegen innerhalb der Genauigkeits-spezifikationen für das Gerät.

Der Techniker verlässt den Arbeitsplatz mit einem besseren Verständnis der Infrarot-Technologie und der Faktoren der optischen Auflösung und des festen Emissionsfaktors.

Fluke Infrarot-Thermometer

Die Infrarot-Thermometer 61 und 65 von Fluke wurden zur Erfüllung der Anforderungen von Elektro-, Prozess-, Wartungs-, Klimaanlage- und Kfz-Technikern entwickelt. Ihre Laserstrahl-Zielhilfe unterstützt das präzise Anvisieren von Objekten, während das ergonomische Design und die einzelne Fronttaste die Benutzerfreundlichkeit erhöhen. Sie eignen sich ideal für die Temperaturmessung an rotierenden, spannungsführenden, gefährlich heißen oder schwer zugänglichen Objekten.

Fluke. *Damit Ihre Welt
intakt bleibt.*

Fluke Deutschland GmbH
Heinrich-Hertz-Str. 11
34123 Kassel
Tel.: 0561 9594 0
Fax: 0561 9594 111
E-Mail: info@de.fluke.nl
Internet: **www.fluke.de**

Fluke Switzerland AG
Industrial Division
Leutschenbachstrasse 95
8050 Zürich
Tel.: (01) 580 75 00
Fax: (01) 580 75 01
E-Mail: info@ch.fluke.nl
Internet: **www.fluke.ch**

Fluke Vertriebsgesellschaft mbH
Mariahilfer Straße 123
1060 Wien
Tel.: (01) 928 95 00
Fax: (01) 928 95 01
E-Mail: info@as.fluke.nl
Internet: **www.fluke.at**