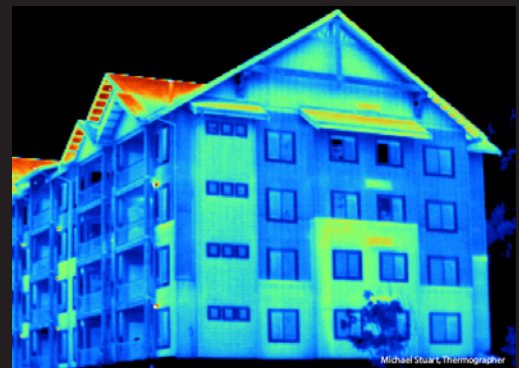
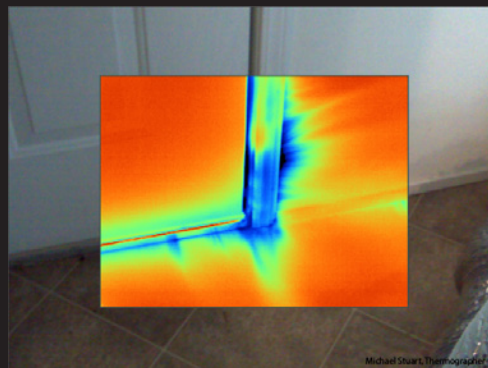
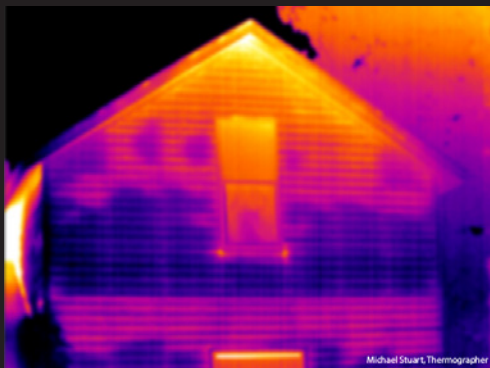


# Thermografie-Grundlagen für den Einsatz in Gebäudeuntersuchungen

Anleitung zur thermischen Untersuchung von Gebäuden



# Inhalt

| Seite     | Abschnitt   |
|-----------|---|
| <b>3</b>  | Einleitung  |
| <b>4</b>  | Was ist Thermografie?   |
| <b>5</b>  | Vorteile der Thermografie   |
| <b>6</b>  | Anwendungsbereiche der Thermografie   |
| <b>9</b>  | Bewährte Verfahren zur Durchführung einer thermischen Untersuchung von Wohngebäuden |
| <b>10</b> | Wahl der richtigen Wärmebildkamera  |
| <b>12</b> | Checkliste für die Wahl einer Wärmebildkamera für Gebäudeuntersuchungen             |

# Einleitung

In den letzten Jahren hat sich die Technik der Thermografie grundlegend verändert. Wärmebild- oder Infrarotkameras sind günstiger, handlicher und bedienfreundlicher geworden. Durch diese Entwicklung sind Wärmebildkameras weltweit zur Schlüsseltechnologie für Gebäudeuntersuchungen avanciert.

Sie beschleunigen die Arbeit vieler Branchenfachleute, die nun weniger Zeit vor Ort zubringen müssen, um versteckte Probleme zu erkennen und zu dokumentieren. Zudem können sie ihren Kunden neue Leistungen anbieten.

In dieser Broschüre erfahren Sie mehr über die thermografische Untersuchung von Gebäuden, beispielsweise:

- **Die grundlegenden Funktionsprinzipien einer Wärmebildkamera**
- **Typische Gebäudeanwendungen der Thermografie**
- **Vorteile der Thermografie**
- **Bewährte Vorgehensweisen bei der Infrarotinspektion von Gebäuden**
- **Tipps zur Auswahl der richtigen Wärmebildkamera für Ihre Einsatzzwecke**

# Was ist Thermografie?

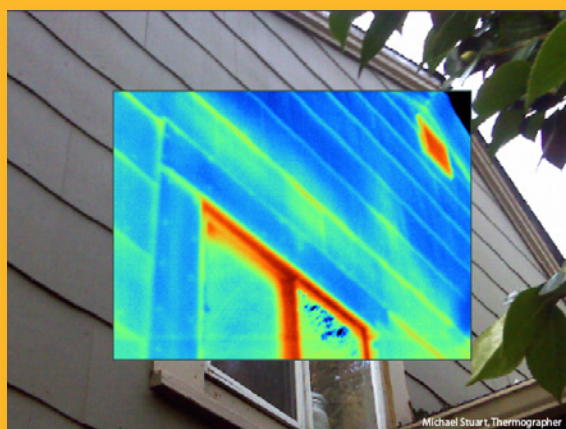
Bei der Thermografie werden mit der Energie aus dem Infrarotanteil des elektromagnetischen Spektrums Bilder erzeugt – ähnlich wie bei einer Digitalkamera, die sich hierzu der Energie des sichtbaren Spektrums bedient.

Alle Objekte, deren Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, emittieren Infrarotenergie. Die Menge dieser Energie hängt von der Temperatur und anderen Faktoren ab. Eine Infrarotkamera erkennt und misst die von einem Objekt und seiner Umgebung ausgehende Infrarotenergie und kann die Temperaturunterschiede berechnen.

Da Infrarotkameras Unterschiede in der Oberflächentemperatur sichtbar machen, lassen sie häufig Probleme erkennen, die dem bloßen Auge verborgen bleiben. Sie können Probleme ohne zerstörende Prüfungen überwachen, diagnostizieren und dokumentieren.

Mit Thermografie sind vielerlei Probleme erkennbar, z. B.:

- Unvermutete Luftleckagen innerhalb und an den Außenwänden von Gebäuden
- Schlechte, fehlende oder unwirksam gewordene Isolierung
- Feuchtigkeit in Dächern, Wänden, Böden
- Probleme an HLK-Systemen
- Probleme an Fußbodenheizungen
- Elektrische Defekte
- Installationslecks
- Kondensfeuchtigkeit
- Bauschäden und Wärmebrücken
- Einbau- und Funktionsfehler an Fenstern und Türen
- und vieles mehr ...



# Die Vorteile von Thermografie

Da die Thermografie nicht-invasive Untersuchungen ermöglicht, ist sie insbesondere für Energie-Audits, Wetterschutz-, Renovierungs- und Sanierungsarbeiten sowie für Gebäudeuntersuchungen im Allgemeinen geeignet. Probleme können erfasst und dokumentiert werden, meist ohne dass am Gebäude kostenträchtige Eingriffe vorgenommen werden müssen.

Ihre Vorteile durch Thermografie:

## Das Geschäft ausbauen

Immer mehr Kunden wünschen Infrarotuntersuchungen und sind auch bereit, einen höheren Preis als bei klassischen Inspektionen zu zahlen. Mit Fluke Wärmebildkameras können Sie Ihren Kunden neue Leistungen anbieten, mehr Leistung in Rechnung stellen und so Ihren Umsatz steigern.

## Der Konkurrenz voraus sein

Wenn Sie Thermografie-Services anbieten und Ihre Kundengutachten und Marketing-Unterlagen mit „Vorher-/Nachher-Bildern“ versehen, stechen Sie unter den Mitbewerbern hervor: mit moderner Technik und glaubwürdigen Datenquellen.

## Zeit sparen

Wärmebilder lassen sich schnell und einfach aufnehmen. Untersuchungen und Diagnosen, die früher auf invasiven Prüfungen beruhten, können Sie jetzt häufiger und schneller mit einer Wärmebildkamera durchführen. Wenn Sie schneller sind, können Sie mehr Untersuchungen pro Tag durchführen. So brauchen Sie weniger Zeit vor Ort und können sich verstärkt der Entwicklung Ihres Geschäfts widmen.

## Aussagekräftige Daten gewinnen

Jemandem zu sagen, dass er ein Problem hat, ist nicht annähernd so überzeugend, wie ihm einen Bericht mit Wärmebilddaten vorzulegen. Mit Wärmebildkameras können Probleme dokumentiert, Arbeitsprioritäten geordnet, Reparatur- oder Sanierungsarbeiten auf Korrektheit überprüft werden.

Bauinspektoren, Energie-Auditoren, HLK-Techniker, Renovierungs- und Sanierungsunternehmen, Gebäudemanager und Eigentümer setzen auf die Thermografie, um verborgene **Probleme mit Infrarotprüfungen und sichtbaren Nachweisen schneller aufzudecken.**

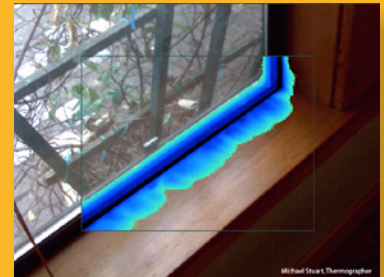
# Thermografie

## Anwendungen

Mit Wärmebildern erkennen Sie Bauschäden und Probleme sofort. Einige der häufigsten Anwendungen:

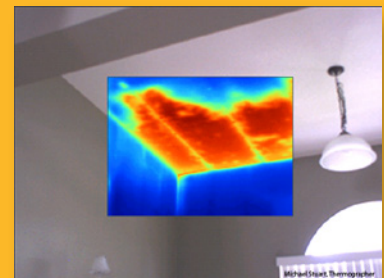
### Luftleckagen

Kaltluft, die durch eine Öffnung strömt, kühlt die Umgebung ab. Diese Abkühlung macht die Wärmebildkamera sichtbar. Ebenso lässt Thermografie Wärme erkennen, die aus einem Gebäude entweicht. In Verbindung mit einer Differenzdruckmessung können mit einer Infrarotkamera sehr gut mögliche Energieverluste durch Konvektion identifiziert werden. Ihre Kunden können erheblich Energiekosten einsparen, wenn Probleme dieser Art abgestellt werden.



### Schlechte oder fehlende Isolierung

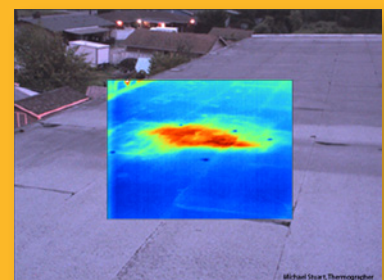
Wenn Isolierung fehlt, beschädigt oder mit der Zeit wirkungslos geworden ist, ist häufig ein entsprechendes Wärmemuster an der Wand zu erkennen. Solche Bereiche sind häufig eine Quelle verstärkter Wärmeleitung oder -ableitung und können, bei entsprechend schlechtem Zustand, einen stark erhöhten Energieverbrauch verursachen. Unter geeigneten Umständen lassen sie sich mit einer Infrarotkamera sehr einfach entdecken und dokumentieren.



### Feuchtigkeit in Dächern

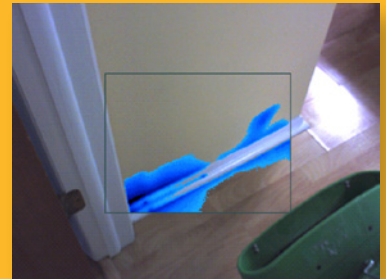
Feuchtigkeit in Teilen des Dachs zieht häufig zwei Arten von Problemen nach sich: Wassereinbruch im Gebäude und schlechteres Dämmverhalten des Daches selbst. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmekapazität feuchter und trockener Baumaterialien lässt sich Feuchtigkeit in Flachdächern oder flach geneigten Dächern mit einer Wärmebildkamera häufig leicht erkennen.

Infrarotuntersuchungen können die Lebensdauer eines Daches oft verlängern, indem kritische Stellen erfasst und die Kosten eines kompletten Neuaufbaus vermieden werden.



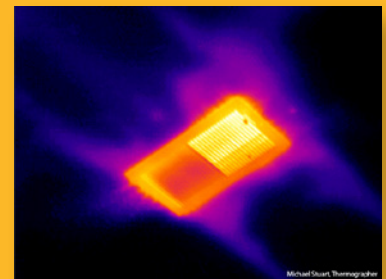
## Feuchtigkeit in Wänden und Böden

Ähnlich wie bei Undichtigkeiten im Dach kann mit Wärmebild-kameras Feuchtigkeit auch in Wänden und Böden festgestellt werden. Feuchte Bereiche wechseln die Temperatur langsamer als trockene und werden zudem durch Verdunstung gekühlt. Deshalb werden feuchte Stellen auf der Wärmebildkamera sichtbar. Zu den Ursachen unerwünschter Feuchtigkeit zählen Leitungslecks, von außen durchdringende Feuchtigkeit und Kondensation. Solche Fälle von Feuchtigkeitsbildung kündigen häufig Probleme mit Schimmelpilzen und mangelnder Raumluftqualität an. Diese wiederum können langfristig sowohl den Wohnkomfort als auch die Gesundheit der Bewohner beeinträchtigen.



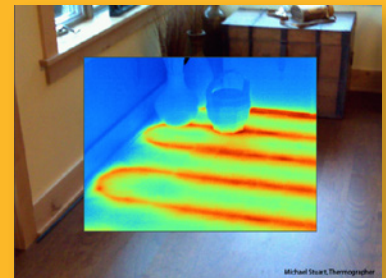
## Probleme an HLK-Systemen

Mit einer Wärmebildkamera kann überprüft werden, ob eine HLK-Anlage richtig heizt oder kühlt, ob elektrische Komponenten ordnungsgemäß funktionieren und ob Kanäle die klimatisierte Luft an die richtigen Stellen leiten (oder an unerwünschten Stellen Luft verlieren und die Heiz- bzw. Klimatisierungskosten des Gebäudes erhöhen).



## Probleme an Fußbodenheizungen

Sowohl an elektrischen als auch an Warmwasser-Fußbodenheizungen können im Laufe der Zeit Installationsdefekte auftreten. Mit Wärmebildern können Fußbodenheizungen überprüft, Leckagen, Durchflusshindernisse oder Kurzschlüsse (je nach Systemart) erfasst und eine ungleiche Verteilung der Heizleistung behoben werden. Ebenso können Neuinstallationen und Reparaturen überprüft werden.



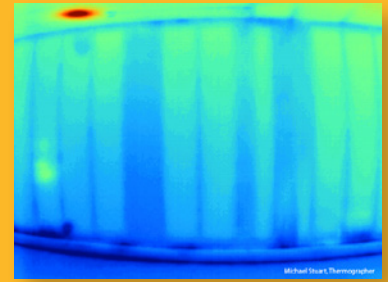
## Probleme in der Elektrik

Wärmeentwicklung weist häufig auf Probleme der Elektrik hin, bspw. lose, überfeste oder korrodierte Anschlüsse oder andere Defekte. Die entsprechenden Stellen sind im Wärmebild zu sehen, was Fachleute befähigt, Probleme zu korrigieren, bevor größere Schäden oder Ausfälle auftreten.



## Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Pfade, auf denen Wärme durch Leitung oder direkten Kontakt zwischen Baustoffen von A nach B gelangt. Dieses Phänomen ist an verschiedensten Baukonstruktionen zu beobachten, und der Abbau solcher Wärmebrücken durch geeignete Konstruktionsweisen und Isolierung kann die Wärmezufuhr oder -abfuhr der Gebäudehülle erheblich einschränken. Unter geeigneten Umständen können mit einer Wärmebildkamera Positionen von Wärmebrücken leicht erkannt und dokumentiert werden. Anschließend kann entschieden werden, ob Maßnahmen angezeigt sind.



## Renovierung/Modernisierung

Im Vorfeld einer Renovierung können Wärmebilder verborgene Strukturen und Konstruktionen zu erkennen geben, was den Planungs- und Bauaufwand verringert. Infrarotbilder vor und nach einer Modernisierung können erweisen, ob die Maßnahme richtig durchgeführt wurde und zur Energieeinsparung beiträgt.





# Bewährte Verfahren zur Durchführung einer thermischen Untersuchung von Wohngebäuden

Eine wirksame Infrarot-Gebäudeuntersuchung umfasst mehrere Schritte. Nachfolgend finden Sie bewährte Vorgehensweisen für die Vorbereitung und Durchführung einer thermografischen Untersuchung:

1. Unterziehen Sie das Gebäudeinnere und -äußere einer Sichtprüfung. Notieren Sie alle sichtbaren Probleme oder fragwürdige Stellen.
2. Stellen Sie sicher, dass zwischen Innen- und Außenflächen ein Temperaturunterschied (Delta T) von mindestens 10 °C besteht (oder bestätigen Sie, dass eine effektive Untersuchung der Wärmeleitung auch bei geringerem Unterschied erfolgen kann). Normalerweise wird eine stabile Temperaturdifferenz über mindestens vier Stunden präferiert.
3. Halten Sie Innentemperatur und -luftfeuchtigkeit fest.
4. Halten Sie Außentemperatur und -luftfeuchtigkeit fest.
5. Halten Sie die Windrichtung und -geschwindigkeit fest.
6. Notieren Sie alle weiteren Umgebungsfaktoren, z. B. Niederschlag, Position der Sonne etc. Diese können die Aussagekräftigkeit einer Infrarotuntersuchung in manchen Bereichen einschränken.
7. Schließen Sie alle Außentüren, Fenster und anderen Öffnungen der Gebäudehülle.
8. Öffnen Sie sämtliche Innentüren.
9. Stellen Sie sicher, dass das HLK-System mindestens 15 Minuten vor der Untersuchung abgestellt wird.
10. Nehmen Sie eine systematische Untersuchung des Gebäudeinneren vor, um wärmeleitungsbedingte Probleme zu finden (Isolierung, Wärmebrücken etc.). Zeichnen Sie alle Unregelmäßigkeiten oder ungewöhnlichen Wärmemuster auf.
11. Nehmen Sie bei geeigneter Witterung eine systematische Untersuchung der Gebäudeaußenseite vor, um wärmeleitungsbedingte Probleme zu finden (Isolierung, Wärmebrücken etc.). Zeichnen Sie alle Unregelmäßigkeiten oder ungewöhnlichen Wärmemuster auf.
12. Stellen Sie sicher, dass alle Feuerungsanlagen (Öfen, Herde, Heizungen etc.) vollständig abgeschaltet sind. Sollte ein offener Kamin vorhanden sein, decken Sie die Asche mit feuchtem Papier ab, oder binden Sie sie anderweitig, damit sie sich nicht verteilt.
13. Bauen Sie die Gebläsetür („Blower Door“) korrekt ein.
14. Setzen Sie das Gebäude unter ca. 20 Pascal Unterdruck.
15. Untersuchen Sie das Gebäudeinnere systematisch auf eindringende Luft (unter Voraussetzung von ca. 5 °C für Delta T), oder bestimmen Sie, dass eine Untersuchung auch bei anderen Werten sinnvoll durchgeführt werden kann. Erfassen Sie alle Unregelmäßigkeiten, Zwischenluftströmungen oder Bereiche, wo Luft eindringt.
16. Kehren Sie die Laufrichtung der Gebläsetür um, und/oder setzen Sie das Gebäude unter ca. 20 Pascal Überdruck.
17. Untersuchen Sie das Gebäudeäußere systematisch auf ausströmende Luft (unter Voraussetzung von ca. 5 °C für Delta T), oder bestimmen Sie, dass eine Untersuchung auch bei anderen Werten sinnvoll durchgeführt werden kann. Erfassen Sie alle Unregelmäßigkeiten, umgehende Luftströmungen oder Bereiche, wo Luft ausströmt.

# Wahl der richtigen Wärmebildkamera

Vier Dinge, die Sie beim Kauf einer Wärmebildkamera berücksichtigen sollten:

## 1 Infrarotleistung

Weltweit kursieren viele Normen und Leitlinien mit Empfehlungen und Verfahrensweisen für den Einsatz von Wärmebildkameras bei Gebäudeuntersuchungen. Die von RESNET (Residential Energy Services Network) bestimmten technischen Mindestvoraussetzungen sind im rechten Kasten aufgeführt.



Viele Kameras auf dem Markt erfüllen diese Mindestvoraussetzungen nicht und eignen sich nicht für den Einsatz bei Gebäudediagnosen.

**IR-Auflösung:**  
Minimal 120x120

**Thermische Auflösung:**  
100 mK oder besser  
(je niedriger umso besser)

**Gesichtsfeld (FOV):**  
Ca. 20 Grad oder mehr  
empfohlen

## 2 Einsatzumgebung bei Gebäudeuntersuchungen

Beim Kauf einer Wärmebildkamera werden Merkmale der Ergonomie oder Widerstandsfähigkeit, welche die Verwendung grundlegend einschränken, leicht übersehen. Berücksichtigen Sie unbedingt:

### Ergonomie

Dringend empfohlen werden Kameras, bei denen die Bedienung und Fokussierung einhändig erfolgen kann.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass Sie Ihre Wärmebildkamera einmal auf Dachböden einsetzen, kriechen oder instabile Flächen begehen müssen, wo Ihnen eine freie Hand Sicherheit gibt und die Arbeit erleichtert.

### Strapazierfähigkeit

Um nachhaltig zu investieren, sollten Sie eine Kamera kaufen, die auch rauen Einsatzbedingungen widersteht. Fluke legt seine Kameras für 2 Meter hohe Stürze aus und schützt sie vor eindringendem Wasser und Staub.

### Einsatz unter extremen Wetterbedingungen

Achten Sie darauf, dass der Betriebs- und Lagerungstemperaturbereich der Kamera den Einsatzbedingungen entspricht.

Lässt sich das Gerät einhändig bedienen, haben Sie auf Leitern oder in Kriechbereichen eine Hand frei

**Mindestanforderungen:**  
Zulässige Fallhöhe 2 Meter  
Keine hängenden Teile (Objektivdeckel, Trageschlaufe), die sich verfangen können  
IP 54 Staub- und Spritzwasserschutz  
Objektivschutz und integrierte Kappe

### 3 Besondere Funktionsmerkmale bei Fluke

Wärmebildkameras von Fluke haben in den letzten Jahren von wichtigen Neuerungen profitiert, darunter Änderungen, mit denen Ihre Arbeit leichter und schneller vonstattengeht.

- Die IR-Fusion®-Technologie mit AutoBlend™-Modus kombiniert Wärmebild und Fotografie zur Unterstützung der Fehlererkennung und Bildanalyse und liefert damit eine Vorlage für professionelle und nachvollziehbare Berichte.
- Mit integrierten Sprechnotizen (Aufzeichnung) können Sie Anmerkungen und Ergebnisse problemlos protokollieren (ohne umständliche Headsets und Mikrophone).



Vollständig Infrarot



Vollständig AutoBlend™-Infrarot



Vollständig Infrarot mit Farbalarm



Infrarot, Bild-im-Bild



Bild-im-Bild  
AutoBlend™-Infrarot



Bild-im-Bild  
Infrarot mit Farbalarm

### 4 Software

Fluke Wärmebildkameras werden mit professioneller Software ausgeliefert, mit der Sie Wärmebilder aufrufen, kommentieren und analysieren können. Mit der Software können Sie individuell anpassbare, professionelle Berichte erstellen.

Bei manchen Anbietern wird mit der Kamera nur ein sehr einfaches Softwarepaket verkauft. Für leistungsfähigere Software mit den benötigten Funktionen für umfassende Analysen und Berichte fallen dann weitere Gebühren an, und häufig gewährt die Lizenz nur die Installation auf einem einzigen Computer.

Die Software ist beim Kauf Ihrer Wärmebildkamera ganz entscheidend. Deshalb sollten Sie ein professionelles Softwarepaket beanspruchen, das Ihre Anforderungen erfüllt. Am besten halten Sie nach einem Thermografiesystem mit sehr leistungsstarker und flexibler Expertensoftware Ausschau, die sich über die gesamte Produktlebensdauer unbegrenzt einsetzen lässt und deren Updates kostenlos sind. So können Sie sicher sein, dass sich Ihre Investition tatsächlich auszahlt.

#### Achten Sie auf:

Professionelle Berichterstattungs- und Analysesoftware mit kostenlosen Updates und unbegrenzten Lizenzrechten

# Checkliste für die Auswahl einer Wärmebildkamera zur Gebäudeuntersuchung

- Minimale Infrarotleistung
- Einhändige Bedienung
- Zulässige Fallhöhe 2 Meter
- Trageschlaufe und Objektivschutz integriert
- Wichtige Sonderfunktionen
  - IR-Fusion® Technologie
  - Integrierte Aufnahmefunktion für Sprachnotizen
- Mitlieferung einer bedienungsfreundlichen und professionellen Software für Berichte und Analysen, deren Lizenz nicht auf einen PC beschränkt ist und die über die gesamte Produktlebensdauer kostenlose Updates erhält.

**Fluke.** Damit Ihre Welt intakt bleibt.®

In den Engematten 14  
79286 Glottertal  
Telefon: (069) 2 22 22 02 00  
Telefax: (069) 2 22 22 02 01  
E-Mail: [info@de.fluke.nl](mailto:info@de.fluke.nl)  
Web: [www.fluke.de](http://www.fluke.de)

**Beratung zu Produkteigenschaften und Spezifikationen:**

Tel: (07684) 8 00 95 45

**Beratung zu Anwendungen, Software und Normen:**

Tel: 0900 1 35 85 33

(€ 0,99 pro Minute aus dem deutschen Festnetz, zzgl. MwSt.,  
Mobilfunkgebühren können abweichen)

E-Mail: [hotline@fluke.com](mailto:hotline@fluke.com)

**Fluke Vertriebsgesellschaft m.b.H.**

Liebermannstraße F01  
A-2345 Brunn am Gebirge  
Telefon: (01) 928 95 00  
Telefax: (01) 928 95 01  
E-Mail: [info@as.fluke.nl](mailto:info@as.fluke.nl)  
Web: [www.fluke.at](http://www.fluke.at)

**Fluke (Switzerland) GmbH**

Industrial Division  
Hardstrasse 20  
CH-8303 Bassersdorf  
Telefon: 044 580 75 00  
Telefax: 044 580 75 01  
E-Mail: [info@ch.fluke.nl](mailto:info@ch.fluke.nl)  
Web: [www.fluke.ch](http://www.fluke.ch)

© Copyright 2014 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.  
Gedruckt in den Niederlanden 11/14. Änderungen vorbehalten.

Pub\_ID: 11880-ger

**Dieses Dokument darf nur mit schriftlicher Genehmigung  
der Fluke Corporation geändert werden.**