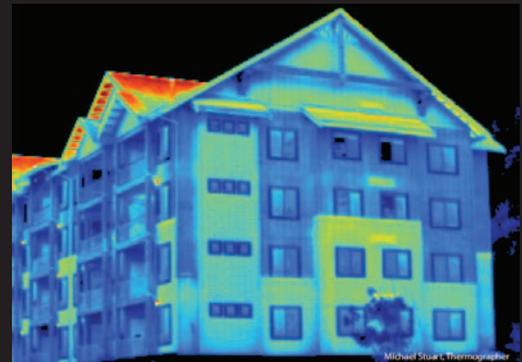
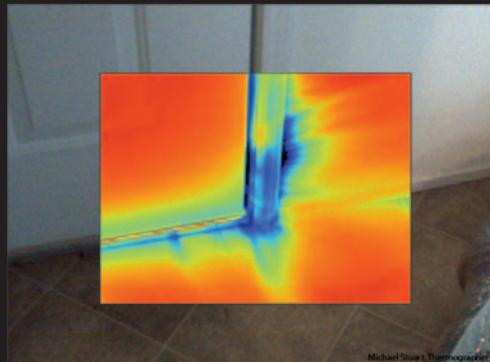
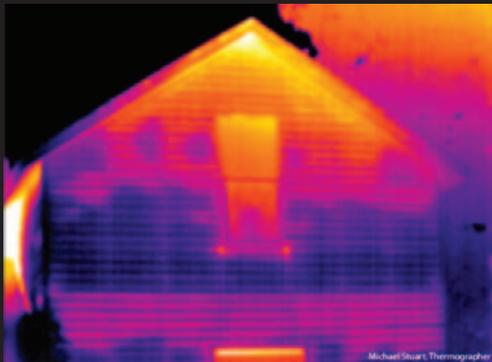


Grundlagen zu Wärmebildkameras für Gebäudeuntersuchungen

Leitfaden für Gebäudeuntersuchungen mit Wärmebildkameras



Inhalt

Seite

Abschnitt

- 3 Einleitung
- 4 Was ist eigentlich Thermografie?
- 5 Vorteile der Thermografie
- 6 Anwendungsbereiche der Thermografie
- 9 Bewährte Vorgehensweisen bei
Gebäudeuntersuchungen mit
Wärmebildkameras
- 10 Auswahl der richtigen Wärmebildkamera
- 12 Checkliste zur Auswahl
einer Wärmebildkamera für
Gebäudeuntersuchungen

Den nächsten Fluke-
Vertriebspartner finden Sie unter
www.fluke.com

Einleitung

In der Thermografie haben sich in den letzten Jahren große Veränderungen vollzogen. Wärmebildkameras (die auch als Infrarotkameras bezeichnet werden) sind jetzt erschwinglicher und lassen sich leichter transportieren und bedienen als jemals zuvor. Infolge dieser drastischen Veränderungen haben sich Wärmebildkameras weltweit zur wichtigsten Technologie bei Gebäudeuntersuchungen entwickelt.

Mit Wärmebildkameras können Gebäudetechniker schneller arbeiten, benötigen daher vor Ort weniger Zeit, können verborgene Probleme aufspüren und dokumentieren und den Kunden neue Dienstleistungen bieten.

Diese Broschüre enthält Informationen über Gebäudeuntersuchungen mithilfe von Wärmebildkameras, darunter:

- **Grundlagen der Arbeitsweise einer Wärmebildkamera**
- **Anwendungsmöglichkeiten von Wärmebildkameras zur Gebäudeuntersuchung**
- **Vorteile der Thermografie**
- **bewährte Vorgehensweisen bei Gebäudeuntersuchungen mit Wärmebildkameras**
- **Tipps zur Auswahl der für Ihren jeweiligen Anwendungsfall richtigen Wärmebildkamera**

Was ist eigentlich Thermografie?

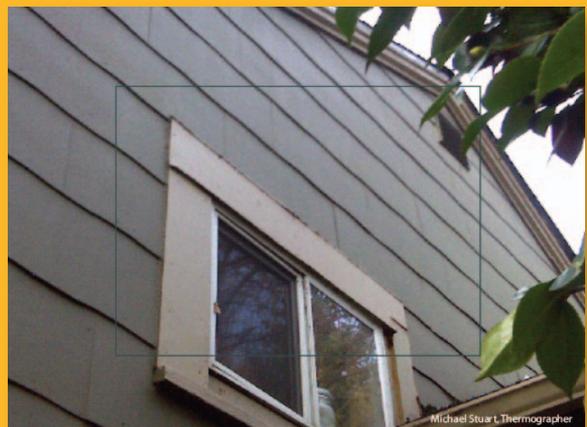
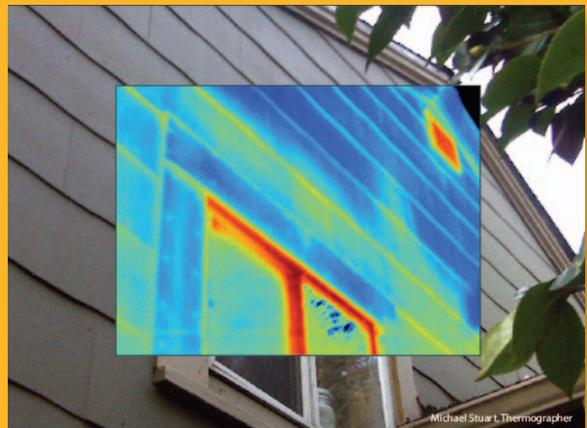
Bei der Thermografie entstehen Bilder, zu deren Erzeugung die im Infrarotanteil des elektromagnetischen Spektrums enthaltene Energie genutzt wird, ähnlich wie bei einer Digitalkamera, die bei der Aufnahme von Bildern die im sichtbaren Spektrum enthaltene Energie nutzt.

Alle Objekte mit Temperaturen oberhalb des absoluten Nullpunkts emittieren Infrarotenergie, wobei die Energiemenge von der Temperatur und anderen Faktoren abhängt. Eine Wärmebildkamera erkennt und misst die von einem Objekt und der Umgebung emittierte Infrarotenergie und berechnet anschließend die scheinbaren Temperaturunterschiede.

Da Wärmebildkameras scheinbare Temperaturunterschiede anzeigen, können Sie mithilfe dieser Kameras oftmals Probleme erkennen, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind, und diese Probleme überwachen, analysieren und dokumentieren, ohne kostspieligere zerstörende Prüfungen durchführen zu müssen.

Mithilfe der Thermografie lassen sich viele Probleme erkennen, darunter:

- in ein Gebäude eindringende oder daraus entweichende Luft
- schlechte oder fehlende Dämmung oder Dämmung, die sich gesetzt hat
- Feuchtigkeit in Dächern, Wänden und Fußböden
- Probleme bei HLK-Anlagen
- Probleme bei Fußbodenheizungen
- Fehler bei Elektroanlagen
- undichte Leitungen
- Probleme durch Kondensation
- Baumängel und Wärmebrücken
- Fehler beim Einbau von Fenstern und Türen
- und vieles mehr...



Vorteile der Thermografie

Da die Thermografie nicht invasive Untersuchungen ermöglicht, ist dieses Verfahren ein wertvolles Hilfsmittel, das zur Überprüfung der Energiebilanz, Wetterfestmachung, Restaurierung und Sanierung sowie bei allgemeinen Gebäudeuntersuchungen eingesetzt werden kann. Es ermöglicht die Erkennung und Dokumentation von Problemen, ohne dass an dem Gebäude oder Eigenheim kostspielige Zerstörungen vorgenommen werden müssen.

Einsatzmöglichkeiten der Thermografie:

**Erweitern
Sie Ihre
Geschäftstätigkeit**

Viele Kunden verlangen jetzt Untersuchungen mithilfe von Wärmebildern und sind bereit, dafür einen höheren Preis als für eine herkömmliche Untersuchung zu zahlen. Mit der Fluke Wärmebildkameras können Sie Ihren Kunden mehr Dienstleistungen bieten, für die Sie höhere Kosten in Rechnung stellen und dadurch Ihren Umsatz steigern können.

**Heben Sie sich
vom Wettbewerb ab**

Mit der als Dienstleistung angebotenen Thermografie und durch die Einbeziehung von Vorher- und Nachher-Bildern in Ihre Kundenberichte und Marketingmaterialien können Sie sich gegenüber Ihren Mitbewerbern als fortschrittlicheres und glaubwürdigeres Unternehmen präsentieren.

**Sparen
Sie Zeit.**

Thermografie ist schnell und einfach durchführbar. Untersuchungen und Diagnosen, zu denen früher invasive Prüfungen notwendig waren, können mit einer Wärmebildkamera oftmals schneller vorgenommen werden. Sie können schneller arbeiten und dadurch an einem Tag mehr Untersuchungen durchführen. Sie müssen sich also nicht mehr so lange vor Ort aufhalten und haben mehr Zeit, sich um die Erweiterung Ihrer Geschäftstätigkeit zu kümmern.

**Verringern Sie
Haftungsansprüche**

Einem Kunden nur zu sagen, dass er ein Problem hat, ist nicht annähernd so überzeugend wie der Beweis anhand eines Berichts mit Wärmebildern. Mit Wärmebildkameras können Sie Probleme dokumentieren, die Reihenfolge zu erledigender Arbeiten steuern und anschließend überprüfen, ob die Reparatur- oder Sanierungsarbeiten ordnungsgemäß durchgeführt wurden.

Gebäudetechniker, Energieberater, HLK-Techniker, Restaurierungs- und Sanierungsunternehmen, Gebäudemanager und Immobilieneigentümer nutzen die Thermografie, um verborgene **Probleme schneller mit einem Nachweis durch Wärme- und Sichtbilder zu finden.**

Thermografie – Anwendungsbereiche

Mithilfe der Thermografie können Sie Probleme und Mängel an Gebäuden schnell erkennen. Zu den häufigsten Probleme gehören:

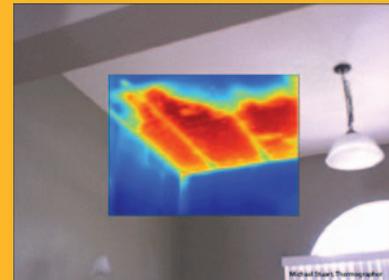
Luftundichtheiten

Durch eine undichte Stelle strömende kalte Luft kühlt den Bereich um die undichte Stelle. Dieser Kühleffekt kann mit einer Wärmebildkamera sichtbar gemacht werden. Die Thermografie kann auch zur Erkennung von Wärme verwendet werden, die aus einem Gebäude entweicht. In Verbindung mit einem Blower-Door-Test ist eine Wärmebildkamera ein leistungsfähiges Hilfsmittel zur Erkennung möglicher Energieverluste durch Konvektion. Ihre Kunden können erhebliche Einsparungen bei den Energiekosten erzielen, sobald diese Probleme beseitigt sind.



Schlechte oder fehlende Dämmung

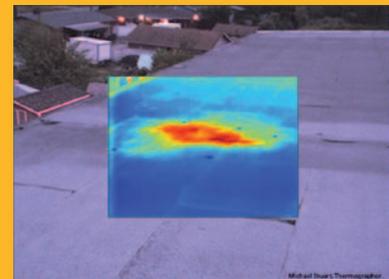
Wenn Dämmung fehlt, beschädigt ist oder sich im Laufe der Zeit gesetzt hat, ist im Vergleich zur übrigen Wand oftmals ein anderes Temperaturverteilungsmuster erkennbar. Diese Bereiche können oftmals eine Quelle von Wärmeverlust oder Wärmezunahme sein und je nach Ausmaß zu einem erheblich höheren Energieverbrauch führen. Bei den entsprechenden Bedingungen können sie mit einer Wärmebildkamera ganz einfach erkannt und dokumentiert werden.



Feuchtigkeit im Dach

Feuchtigkeit in Dachmaterialien hat oft zwei Effekte zur Folge – das Eindringen von Wasser in das Bauwerk und verschlechterte Dämmeigenschaften des Daches selbst. Wegen des Unterschieds beim Wärmehaushalt feuchter Gebäudematerialien im Vergleich zu trockenen können Feuchtigkeitsprobleme bei Flachdächern oder bei Dächern mit niedrigem Neigungswinkel oftmals mühelos mithilfe einer Wärmebildkamera festgestellt werden.

Durch die Wärmebilduntersuchungen lässt sich die Lebensdauer eines Daches oftmals verlängern, da die kritischen Problembereiche exakt erkennbar sind. Auf diese Weise können die vorzeitige komplette Erneuerung des Daches und die damit verbundenen Kosten vermieden werden.



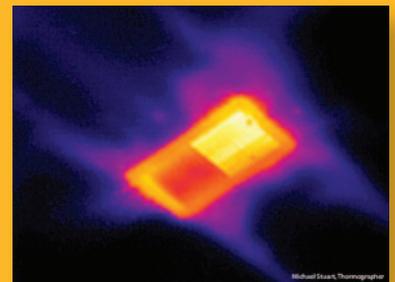
Feuchtigkeit in Wänden und Fußböden

Ähnlich wie bei undichten Dächern können Wärmebildkameras zum Auffinden von Feuchtigkeit in Wänden und Fußböden eingesetzt werden. Feuchte Bereiche ändern ihre Temperatur langsamer als trockene Bereiche. Außerdem tritt bei feuchten Bereichen Verdunstungskühlung auf, wodurch diese Bereiche für eine Wärmebildkamera sichtbar werden. Zu den Ursachen für unerwünschte Feuchtigkeit gehören undichte Rohre, von außen eindringende Feuchtigkeit und Kondensation. Derartige Feuchtigkeitsprobleme sind oftmals der Ausgangspunkt zur Bildung von Schimmel, Moder und von Problemen mit der Luftqualität. Im Laufe der Zeit kann dies wiederum zur Beeinträchtigung des Komforts und zu Gesundheitsproblemen der Bewohner führen.



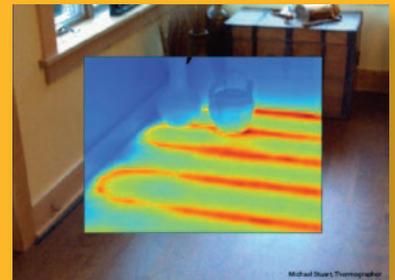
Probleme bei HLK-Anlagen

Mit einer Wärmebildkamera können Sie feststellen, ob die HLK-Anlage ordnungsgemäß heizt oder kühlt, ob elektrische Komponenten wie vorgesehen funktionieren, und Sie können feststellen, ob die Luftkanäle die gekühlte Luft ordnungsgemäß zu den richtigen Stellen leitet oder Undichtheiten vorhanden sind, die die Kosten für Heizung oder Kühlung des Gebäudes erhöhen.



Probleme bei Fußbodenheizungen

Sowohl bei Elektro- als auch bei Warmwasser-Fußbodenheizungen können im Laufe der Zeit Probleme infolge einer fehlerhaften Installation und durch Ausfälle auftreten. Mithilfe der Thermografie können die Fußbodenheizung lokalisiert, undichte Stellen und Verstopfungen oder Kurzschlüsse (je nach Art der Heizung), ungewöhnliche Heizungsprobleme erkannt und beseitigt sowie Installations- und Reparaturarbeiten überprüft werden.



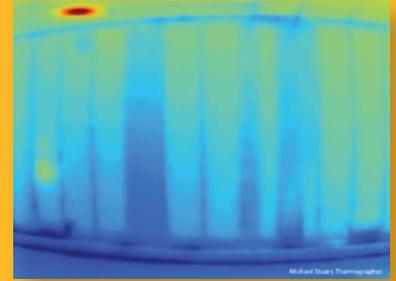
Probleme in der Elektrik

Wärme kann oftmals ein Anzeichen für elektrische Probleme wie beispielsweise lockere, zu stark festgezogene oder korrodierte Anschlüsse oder Ausfälle anderer Komponenten sein. Diese Bereiche sind auf einem Wärmebild mühelos erkennbar, sodass der Fachmann die Probleme beseitigen kann, bevor ein nennenswerter Schaden oder ein größerer Ausfall auftritt.



Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Wege, auf denen die Wärme durch das Wärmeleitvermögen von Materialien oder den direkten Kontakt zwischen Gebäudematerialien von einer Stelle zur anderen gelangen kann. Wärmebrücken sind bei vielen Bauweisen zu beobachten, aber die Minimierung von Wärmebrücken durch eine entsprechende Gestaltung und Dämmung des Bauwerks kann bei einer Gebäudehülle zur Verringerung von Wärmeverlusten oder der Wärmezufuhr beitragen, die durch das Wärmeleitvermögen von Materialien verursacht werden. Bei den entsprechenden Bedingungen kann ein Anwender mit einer Wärmebildkamera problemlos Bereiche erkennen und dokumentieren, in denen Wärmebrücken auftreten, und entscheiden, ob Maßnahmen ergriffen werden müssen.



Restaurierungen/Modernisierungen

Bei der Vorbereitung auf eine Renovierung kann eine Wärmebildkamera oftmals dazu beitragen, die Struktur des zugrunde liegenden Bauwerks zu erkennen und dadurch sowohl die Planung als auch die Bauarbeiten zu beschleunigen. Mithilfe von Vorher- und Nach-Wärmebildern kann außerdem auch nachgewiesen werden, dass die Modernisierung ordnungsgemäß ausgeführt wurde und dadurch ab jetzt weniger Energiekosten anfallen.



Bewährte Vorgehensweisen zur Durchführung einer Wärmebilduntersuchung eines Wohngebäudes

Die Durchführung einer erfolgreichen Wärmebilduntersuchung von Wohngebäuden besteht aus vielen Schritten. Zu bewährten Vorgehensweisen bei der Vorbereitung und Durchführung einer Wärmebilduntersuchung von Wohngebäuden gehören:

1. Sichtprüfung des Gebäudes von innen und außen Notieren aller ungewöhnlichen sichtbaren Probleme und Problembereiche.
2. Sicherstellen dass ein Temperaturunterschied von mindestens 10 °C zwischen Innen- und Außenflächen vorliegt (oder überprüfen, ob der Wert bei der Überprüfung des Wärmeleitvermögens kleiner ist). Hierbei sollte der Temperaturunterschied über einen Zeitraum von mindestens 4 Stunden konstant sein.
3. Lufttemperatur und Luftfeuchte in den Innenräumen aufzeichnen.
4. Lufttemperatur und Luftfeuchte im Außenbereich aufzeichnen.
5. Windrichtung und Windgeschwindigkeit aufzeichnen.
6. Alle anderen Umweltfaktoren wie beispielsweise Niederschlag, Sonnenstand usw. aufzeichnen. Diese Faktoren können in manchen Bereichen die Durchführung einer wirksamen Wärmebilduntersuchung einschränken.
7. Alle Außentüren, Außenfenster usw. an der Gebäudehülle schließen.
8. Alle Türen im Gebäudeinneren öffnen.
9. Darauf achten, dass die HLK-Anlage seit mindestens 15 Minuten ausgeschaltet ist.
10. Systematische Untersuchung des Inneren des Wohngebäudes auf Probleme durchführen, die mit dem Wärmeleitvermögen von Materialien zusammenhängen (Dämmung, Wärmebrücken usw.). Alle Unregelmäßigkeiten und ungewöhnlichen Temperaturverteilungsmuster notieren.
11. Sofern die Wetterbedingungen dies zulassen, eine systematische Untersuchung der Gebäudehülle auf Probleme durchführen, die mit dem Wärmeleitvermögen von Materialien zusammenhängen (Dämmung, Wärmebrücken usw.) Alle Unregelmäßigkeiten und ungewöhnlichen Temperaturverteilungsmuster notieren.
12. Darauf achten, dass alle Geräte, bei denen eine Verbrennung stattfindet (Öfen, Herde, Heizungen usw.) vollständig ausgeschaltet sind. Bei einer vorhandenen Feuerstelle die gesamte Asche mit feuchtem Papier abdecken oder in einen Behälter füllen, sodass die Asche nicht verteilt wird.
13. Ein Blower-Door-Gerät ordnungsgemäß installieren.
14. Im Wohngebäude einen Unterdruck von ca. 20 Pa aufbauen.
15. Systematische Untersuchung des Wohngebäudeinneren auf eindringende Luft (unter Annahme einer Temperaturdifferenz von ca. 5 °C oder geeignete Überprüfung, ob die Untersuchung nach wie vor durchgeführt werden kann). Alle Unregelmäßigkeiten, durch Zwischenräume umgeleitete Luft und alle Bereiche notieren, in denen Luft eintritt.
16. Die Strömungsrichtung des Blower-Door-Geräts umkehren und im Haus einen Überdruck von ca. 20 Pa aufbauen.
17. Systematische Untersuchung des Wohngebäudeäußeren auf austretende Luft (unter Annahme einer Temperaturdifferenz von ca. 5 °C oder geeignete Überprüfung, ob die Untersuchung nach wie vor durchgeführt werden kann). Alle Unregelmäßigkeiten, durch Zwischenräume umgeleitete Luft und alle Bereiche notieren, aus denen Luft austritt.

Auswahl der richtigen Wärmebildkamera

Bei der Auswahl der Wärmebildkamera sind unter Umständen vier Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

1 Betriebseigenschaften bei der Aufnahme von Wärmebildern

Es gibt zahlreiche Normen und Richtlinien auf der Welt, die Empfehlungen hinsichtlich des ordnungsgemäßen Gebrauchs und der Methodik beim Einsatz von Wärmebildkameras für Gebäudeuntersuchungen enthalten. Die vom RESNET (Residential Energy Services Network) vorgeschlagenen gerätetechnischen Mindestanforderungen sind rechts aufgeführt:



Achtung

Viele erhältliche Kameras erfüllen diese Mindestkriterien nicht und sind nicht zur Gebäuediagnose geeignet.

Auflösung von Wärmebildern
Mindestwert: 120x120 Pixel

Thermische Empfindlichkeit
100 mK oder besser (je kleiner der Wert, desto besser)

Gesichtsfeld (FOV: Field of View)
empfehlenswert sind Winkel von 20 Grad oder mehr

2 Umgebungsbedingungen für Gebäudeuntersuchungen

Beim Kauf einer Wärmebildkamera werden leicht wichtige ergonomische Eigenschaften und Eignungen für Umgebungsbedingungen übersehen, die sich auf den Einsatz der Kamera auswirken. Folgendes ist zu beachten:

Ergonomie

Dringend zu empfehlen ist eine Kamera, bei der Sie die Kamera und die Fokussierung mit einer Hand bedienen können.

Sehr wahrscheinlich müssen Sie die Wärmebildkamera in einem Dachgeschoss, in einem niedrigen Keller oder an einem anderen Ort einsetzen, an dem Sie nicht sicher und ruhig stehen können, sodass Sie eine Hand zum Abstützen brauchen, um brauchbare Wärmebilder aufnehmen zu können.

Haltbarkeit

Aus Gründen der Zuverlässigkeit und Haltbarkeit sollten Sie eine Wärmebildkamera aussuchen, die für raue Arbeitsbedingungen geeignet ist. Fluke konstruiert seine Wärmebildkamera so, dass sie einen Fall aus 2 m Höhe überstehen und gegen das Eindringen von Wasser und Staub geschützt sind.

Arbeiten auch unter extremen Wetterbedingungen

Vergewissern Sie sich, dass der Betriebs- und Lagertemperaturbereich der Wärmebildkamera für die Umgebungsbedingungen geeignet ist, unter denen Sie die Kamera einsetzen werden.

Einhandbedienung, dadurch eine Hand zum Festhalten oder bei beengten Platzverhältnissen frei

Mindestanforderungen:

Fallhöhe: 2 m

Keine herabhängenden Teile (z. B. Halteschlaufe für Objektivschutzkappe), die sich verfangen können

IP 54 (Schutz gegen Staub und allseitiges Spritzwasser)

Objektivschutz mit integrierter Objektivschutzkappe

3 Wichtigste Merkmale von Fluke-Wärmebildkameras

Wir haben an unseren Wärmebildkameras in den letzten Jahren erhebliche Veränderungen vorgenommen, weil wir glauben, dass diese Veränderungen Ihre Arbeit vereinfachen und beschleunigen.

- Mit nur einem Tastendruck gelangen Ihnen so scharfe Bilder wie noch nie. Der nur von Fluke angebotene LaserSharp®-Autofokus nutzt einen integrierten Laser-Entfernungsmesser zur exakten Berechnung und Anzeige der Entfernung bis zum Messobjekt. Der Laser-Entfernungsmesser berechnet bis max. 30 m die Entfernung zum Messobjekt und zeigt sie im Bild an.
- IR-Fusion® mit AutoBlend™-Technologie kombiniert ein Wärmebild mit einem Sichtbild und erleichtert auf diese Weise die Erkennung und Analyse sowie die Erzeugung professioneller und verständlicher Berichte.
- Mit der integrierten Sprachnotizfunktion (Sprachaufzeichnung) können Sie mühelos Anmerkungen aufzeichnen und Ihre Feststellungen mit Kommentaren versehen (umständliche Headsets und Mikrofone sind dadurch überflüssig).



Vollständiges Wärmebild



Vollständiges AutoBlend™-Wärmebild



Infrarot-Farbalarm



Bild-im-Bild (Wärme- und Sichtbild)



Bild-im-Bild-AutoBlend™



Bild-im-Bild-Infrarot-Farbalarm

4 Software

Im Lieferumfang von Fluke-Wärmebildkameras ist eine professionelle Software enthalten, mit der Sie Wärmebilder anzeigen, mit Kommentaren versehen und analysieren können. Mit dieser Software können Sie professionelle Berichte erzeugen, die Sie ganz nach Ihren Wünschen gestalten können.

Einige Hersteller von Wärmebildkameras bieten lediglich eine sehr einfache Software zu den Produkten. Sie erhalten bei diesen Herstellern nur gegen Aufpreis eine leistungsfähigere Software mit den Funktionen, die zur umfassenden Analyse und Berichterstellung benötigt werden, wobei die Softwarepakete zur Installation auf nur einem Computer lizenziert sind.

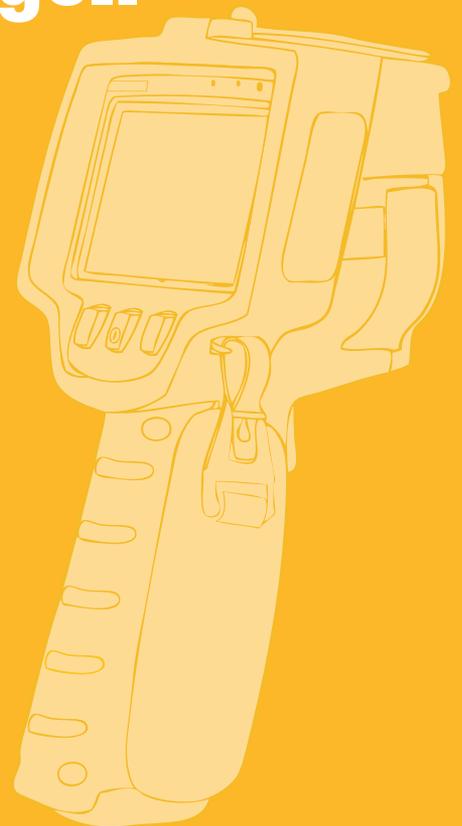
Beim Kauf einer Wärmebildkamera ist die Software ein ganz entscheidender Gesichtspunkt, und Sie müssen ein professionelles Softwarepaket finden, das Ihren Anforderungen entspricht. Sie sollten daher nach einer Wärmebildkamera suchen, in deren Lieferumfang ein leistungsfähiges, flexibles und professionelles Softwarepaket enthalten ist, dessen Nutzung nicht durch Lizenzen eingeschränkt wird und für das während der Lebensdauer des Produkts kostenlose Updates erhältlich sind. Nur dann können Sie sicher sein, dass sich Ihre Investition amortisiert.

Zu berücksichtigende Faktoren:

Professionelle Berichts- und Analysesoftware im Lieferumfang enthalten sowie kostenlose Aktualisierungen und unbegrenzte Anzahl von Lizenzen

Checkliste zur Auswahl einer Wärmebildkamera für Gebäudeuntersuchungen

- Mindestanforderungen an Wärmebildkameras
- Einhandbedienung
- Falltest aus einer Höhe von 2 m
- Trageschlaufe und Objektivschutz integriert
- Wichtige Funktionen, die vorhanden sein sollten
 - LaserSharp®-Autofokussystem
 - IR-Fusion®-Technologie
 - Funktion zur Aufnahme von Sprachnotizen
- Bedienungsfreundliche und professionelle Berichts- und Analysesoftware, die auf mehreren PCs installiert und während der gesamten Produktlebensdauer kostenlos aktualisiert werden kann, im Lieferumfang



Fluke. *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*

Fluke Deutschland GmbH

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
Web: www.fluke.de

Beratung zu Produkteigenschaften und Spezifikationen:

Telefon: (07684) 8 00 95 45

Beratung zu Anwendungen, Software und Normen:

Telefon: 0900 1 35 85 33
(€ 0,99 pro Minute aus dem deutschen
Festnetz, zzgl. MwSt., Mobilfunkgebühren
können abweichen)
E-Mail: hotline@fluke.com

Fluke Vertriebsgesellschaft m.b.H.

Liebermannstraße P01
A-2345 Brunn am Gebirge
Telefon: (01) 928 95 00
Telefax: (01) 928 95 01
E-Mail: info@as.fluke.nl
Web: 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
Web: www.fluke.ch

©2015 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.
9/2015 Pub_ID: 13516-ger

**Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche
Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.**