

Thermografie-Kameras werden immer besser, preiswerter und etablieren sich zunehmend als universelle Meßwerkzeuge. Sie lokalisieren Wärmebrücken, Leitungen oder Leckagen ebenso, wie Problembereiche an elektrischen oder (haus-)technischen Anlagen. Ein Vergleich von CiH-Fachautor Marian Behaneck zeigt, worauf es ankommt ...

Wärmebrücken an Hausfassaden, an Fenstern, Fensterbänken oder Rolladenkästen, in Heizkörpernischen, an Haustüren, Wintergärten oder im Dachbereich kommen erst auf dem LC-Display einer Infrarot (IR-, auch: Thermografie- oder Wärmebild-Kamera) so richtig „zur Geltung“. Sieht der Kunde auf dem Kameradisplay rot oder blau – je nach Außen- oder Innenmessung – bedarf es in der Regel keiner weiteren Argumente für entsprechende Wärmedämm-, Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen. Er ist schnell überzeugt. Thermografie-Kameras eignen sich damit nicht nur zur Bauwerksanalyse, sie sind auch ein wirkungsvolles Akquisitionshilfsmittel. Da Thermografie-Gutachten zudem vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle unter bestimmten Bedingungen gefördert werden (siehe: www.bafa.de,

Suchwort: Thermografie), macht sich eine Investition in die vielseitig einsetzbare IR-Technologie schnell bezahlt.

So vielseitig sind Thermografie-Kameras

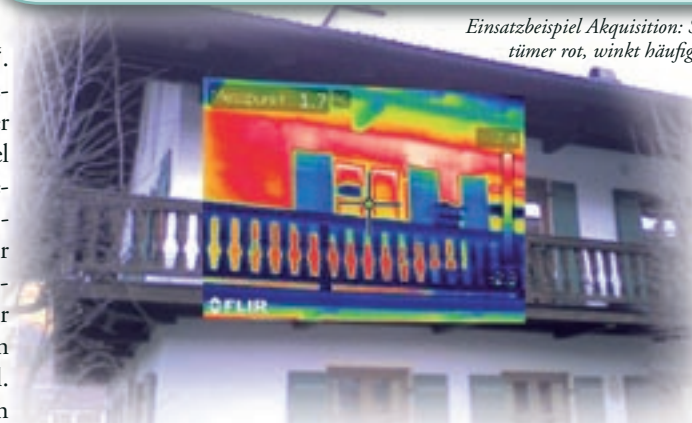
Auch außerhalb der Bau thermografie-Saison, die etwa von November bis März dauert, lassen sich IR-Kameras gewinnbringend nutzen. Gleich ein ganzes Spektrum an Einsatzmöglichkeiten bietet der Baubereich. Beispiel SHK: Durch Boden, Wand und Decke sehen – welcher Sanitär- oder Heizungsinstallateur wünscht sich das nicht,



IR-Kameras lokalisieren Wärmebrücken, Leitungen, Leckagen oder Problembereiche an elektrischen oder (haus-)technischen Anlagen (Fluke)

zu können? Auch schlecht gedämmte Heißwasserleitungen oder Heizungskomponenten lassen sich mit einem Blick erkennen. Oder Einsatzbeispiel Elektro-Handwerk: Ein nicht unerheblicher Teil aller Brände in Privathaushalten, Handwerks- und

PRODUKTVERGLEICH IR-KAMERAS: Universelle Meßwerkzeuge fürs Handwerk



Einsatzbeispiel Akquisition: Sieht der Hauseigentümer rot, winkt häufig ein Folgeauftrag ... (Flir Systems)

Industrieunternehmen entsteht durch Defekte an elektrischen Anlagen wie Sicherungskästen, Schalt- und Steuer-

schränken, Verteilern etc. Mit einer Thermografie-Kamera bewaffnet, vermag der Elektroinstallateur Sachwerte oder gar Leben retten. Mit einem Blick auf das Kamera-Display erkennt er lockere Kontakte in Schaltanlagen oder über-

wenn mal wieder ein Rohrleitungsleck lokalisiert werden muß, um entsprechende Stenmarbeiten möglichst eng eingrenzen

hitzte Bauteile schon bevor ein Brand entstehen kann. Auch für die Bau- und Anlagenüberwachung oder für die Qualitätskontrolle ist die Thermogra-

Modell	Flir b50	Fluke TiRx	Impac MicroSHOT	InfraTec mobileIR M6/M8	NEC Thermo Shot F30S/W
Anbieter	Flir Systems www.flir.de	Fluke Deutschland www.fluke.de	Impac Infrared www.impactinfrared.com	InfraTec www.infratec.net	ebs ATuS www.irpod.net
Bilddaten: Therm. Auflösung / Sehfeld / Spektralbereich (µm)	140 x 140 / 25° x 25° / 7,5-13	160 x 120 / 23° x 17° / 7,5-14	160 x 120 / 28° x 21° / 8-14	160 x 120 / 21° x 16° / 8-14	160 x 120 / 28° x 21° / 8-14
Messung: Temperaturbereich / NETD / Genauigkeit (bei 30°C)	-20 bis +120°C / 0,1 K / 2%	-20 bis +100°C / 0,1 K / 5%	-20 bis +350°C / 0,2 K / 2%	-20 bis +250°C / < 0,08 K / 2%	-20°C bis +350°C / < 0,1 K / 2%
Messung: Isothermen / Minimalwert / Maximalwert / Taupunkt	■ / ■ / ■ / ■ (+ Dämmstoffbewert.)	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ (Software, teilweise in Kamera)	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■
Optik: Fokus manuell / autom. / Teleskop opt. / Weitw. opt.	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■
Speicher: Speicher intern (Größe) / Wechselspeicher (Größe)	■ (>1000 Bilder) / ■ (SD-Karte)	■ / ■ (3.000 Bilder)	■ / ■ (1 GB)	■ (bis 2.000 Bilder) / ■ (2GB Mini SD Card)	■ / ■ (2 GB)
Zusatzfunktionen: Laserpointer / Digitalkamera / sonstiges	■ / ■ / ■ (Bild im Bild, Videoleuchte)	■ / ■ / ■ (Aufrüst. auf IR-Fusion nachtr. mögl.)	■ / ■ / ■ (Videoausgang)	■ / ■ / ■ (Videofunktion)	■ / ■ / ■ (Hybrid-Mode: Tmp.-Messung Echtbild)
Gehäuse: Abmessungen (B x H x T) / Gewicht / Schutzklasse	235 x 81 x 175 mm / 600 g / IP 54	270 x 130 x 150 mm / 1200 g / IP 54	100 x 65 x 45 mm / 300 g / IP 43	156 x 69 x 45 mm / 350 g / IP 54	100 x 65 x 45 mm / 300 g / IP 43
Akku / Betriebs- / Ladezeit	Li.-Ionen / 5 h / 1,5 h	Li.-Ionen / 3-4 h / 2 h	Li.-Ionen / 5 h / k.A.	Li.-Ionen / 4 h / 2 h	k.A. / 3 h / 2 h
Zubehör: Netzteil / Ladestation / Kabel / Tasche / Software / sonst.	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Koffer, SD-Karten-Adapter)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■
Preis (EUR, zzgl. MwSt.)	ab 5.595,-	2.995,-	4.650,- (inkl. Analyse-/Berichtssoftware)	ab 5.450,-	5.300,-
Bemerkungen	+ Funktionen - Auflösung, man. Fokus	+ Display, Preis - Abmessung, Gewicht	+ Abmessung, Gewicht - NETD-Wert	+ Abmessung, Gewicht - Displayneigung	+ Abmessung, Gewicht - manueller Fokus

fie einsetzbar: Ob z.B. eine Photovoltaik-Solaranlage einwandfrei arbeitet, lässt sich mit einer IR-Kamera schnell überprüfen. Temperaturverläufe innerhalb eines Moduls oder mehrerer Modulfelder werden sichtbar. Defekte Module, lokale Überhitzungen oder eine falsche Kabeldimensionierung können so schnell lokalisiert werden. Auch die Industrie nutzt Infrarot-Kameras zur Kontrolle elektrischer oder mechanischer Anlagen und Geräte, um proaktiv technische Probleme zu erkennen und Produktionsausfälle zu vermeiden.

Thermografie-Kameras gibt es in allen Bauformen, für alle Einsatzbereiche und in allen Preislagen (Impact Infrared, Fluke, Flir Systems)



genannt) zusammengeschaltete Mikrobolometer-Elemente übergeben die eingegangenen Informationen an die Sensor-elektronik, die

daraus punktwise ein Bild erzeugt, das auf dem LCD-Monitor der Kamera abgebildet wird. Das Bild enthält neben grafischen auch radiometrische Informationen (d.h. auf der Messung elektromagnetischer Strahlung beruhende Daten), sodaß für jeden Bildpunkt exakte Temperaturwerte oder weitere Informationen ermittelt werden können. So lassen sich etwa schimmelpilzgefährdete Stellen per Taupunktanzeige lokalisieren. Die unterschiedlichen Farben in den Abbildungen, Thermogramme genannt, stellen die Oberflächentemperaturverteilung entsprechend einer meist im Bild enthaltenen Temperaturskala dar. Bereiche mit höheren Temperaturen sind als gelbe, rote oder weiße Flächen dargestellt. Kältere Bereiche sind grün, blau oder schwarz.

So funktioniert's



Jedes Objekt sendet oberhalb des absoluten Nullpunktes (-273,15 °C oder 0 K) eine Wärme- oder Infrarot- (IR-)strahlung aus. Je wärmer es ist, desto mehr Strahlung geht von ihm aus. Eine Thermografie-Kamera kann diese Wärmestrahlung in Form von Bildern zeigen. Dabei wird die emittierte Infrarotstrahlung von einer für diese Strahlungsart durchlässigen Optik aus Germanium auf den sogenannten Detektor fokussiert. Als Detektoren werden in modernen Kameras sogenannte Mikrobolometer eingesetzt, bei denen Wärmestrahlung zu einer Änderung des elektrischen Widerstands führt. Mehrere tausend, zu einer Matrix (Focal Plane Array, kurz: FPA

Ohne Schulung geht es nicht!



Auch wenn es die äußere Form einiger Modelle suggeriert – Thermografie-Kameras sind keine Digitalkameras. Es sind vielmehr präzise Temperatur-Meßgeräte, die Bilddaten liefern. Diese bedürfen jedoch der Interpretation eines Fachmanns. Er muß äußere Randbedingungen (Sonnen-/Wind-

exposition, Regen, Objektform, etc.) und technische Parameter wie Temperaturunterschiede, materialspezifische Emissionswerte oder thermische Spiegelungen richtig einschätzen. Andernfalls erhält man schnell Meßfehler, die zu Fehlinterpretationen führen. Deshalb sind Kenntnisse aus den Bereichen Optik, Wärmestrahlung, Wärmeleitung, Materialkunde, Bauphysik etc. so wichtig, die man sich am besten während einer mehrtägigen Schulung aneignet. Gerade bei so schwierigen Meßaufgaben wie der Leckageortung bei Fußbodenheizungen sollten Randbedingungen wie der Fußbodenaufbau und die Art der Heizung bekannt sein. Außerdem sollte die Thermografie durch andere Meßverfahren (Feuchtigkeits-

Umfangreiches Zubehör: Wechselobjektive gehören nur bei einigen Anbietern zum Standard-Lieferumfang (Testboy)



messung etc.) ergänzt werden. Andernfalls kommt man zu Fehlschlüssen, denn der Ort der höchsten Temperatur (Hotspot) muß nicht zwangsläufig mit der Leckagestelle übereinstimmen. Mangendes Know-how, fehlende praktische Erfahrungen und der Einsatz ungeeigneter Kameras kann zu fa-



PCE-T6	S 8oVis Hot Find	SAT GTS 100 Hotfind	Testboy TV 301 bis TV 303	Testo 880-3	Trotec IC060
PCE Deutschland GmbH www.warensortiment.de	ICOData GmbH www.icodata.de	Goratec Technology www.goratec.com	Testboy www.testboy.de	Testo www.testo.de/testo880	Trotec www.trotec.de
160 x 120 / 9° x 6° / 8-14	160 x 120 / 20° x 15° / 8-14	160 x 120 / 20° x 15° / 7,5-14	160 x 120 / 13° x 18° und 26° x 36° / 8-14	160 x 120/32° x 24° (Standard), 12° x 9° (Tele)/8-14	160 x 120 / 20° x 15° / 8-14
-10°C bis +250°C / < 0,15 K / 2 %	-20 bis +250°C (opt. bis 1500°C) / < 0,1 K / 2 %	-20 bis +250°C (opt. bis 1500°C) / < 0,12 K / 2 %	-20 bis +250°C (opt. bis 1000°C) / 0,08 K / 2 %	-20°C bis +100°C oder 0°C bis +350°C / 0,1 K / 2 %	-20°C bis +250°C / 0,1 K / 2 %
■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ (Sprach- aufz., opt./akust.Alarm)	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■
■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ (Weitwinkel inkl.)	■ / ■ / ■ / ■ (+ dyna- mischer Motorfokus)	■ / ■ / ■ / ■
■ / ■ (1 GB)	■ (k.A.) / ■ (1-2 GB)	■ (> 1000 Bilder) / ■	■ (> 1000 Bilder) / ■ (autom. Bildspeicherung)	■ / ■ (1 GB SD-Karte)	■ (1000 Bilder) / ■
■ / ■ / ■ (inkl. Report- software, 2 Meßpunkte)	■ / ■ / ■ (Perm. Sucher, akust. Notiz)	■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ (Energiespar- funkt., Datenerfass. 50 Hz)	■ / ■ / ■ (Funkfeuchte- fühler, Power-LEDs...)	■ / ■ / ■
230 x 120 x 110 mm / 800 g / IP 42	82 x 125 x 95 mm / 700 g / IP 54	250 x 80 x 110 mm / 700 g / IP 54	270 x 72 x 100 mm / 600g / IP 54	152 x 106 x 262 mm / 900g / IP 54	211 x 80 x 195 mm / 700g / IP 54
k.A. / 4-6 h / 4 h	k.A. / 2,5 h / 1 h	Li-Ion. / 2 h / 2 h	Li-Ion. (2 St.) / 3 h / ca. 1 h	Li-Ion. / 5 h / 4 h (Kamera)	Li-Ionen / 2,5 h / k.A.
■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (k.A.)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (k.A.)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Weitwinkel, Koffer, Reportersoft.)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Linsenschutzglas)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■
2.475,- + Preis	3.950,- + Abmessung, Echtbild	ab 2.900,- + Preis	ab 4.900,- + Weitwinkel-Objektiv inkl.	6.950,- / 7.950,- (Profi-Set) + Display, Sehfeld	2.995,- + Preis
- Sehfeld, NETD, Fokus man.	- manueller Fokus	- NETD-Wert, kein Echtbild	- kein Echtbild	- Preis	- Auflösung, kein Echtbild



Produktvergleich IR-Kameras

UNIVERSELLE MESSWERKZEUGE FÜRS HANDWERK

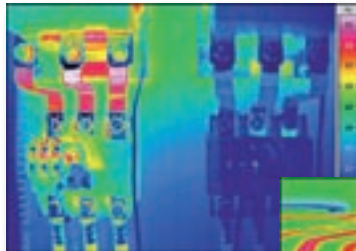


talen Folgen führen. Das gilt insbesondere für die Thermografie von elektrischen Baugruppen oder Schaltschränken: Wird etwa ein Schaltschrank mit einer Kamera geringer Auflösung aus einer zu großen Entfernung inspiziert, fallen unter Umständen Anomalien erst gar nicht auf. Deshalb besteht z.B. der Verband der Sachversicherer (VdS) auf eine Qualifizierung und Zertifizierung des Meßpersonals. Die Zertifizierung von Thermografen nach DIN 54 162 und EN 473 unterscheidet 3 Qualifizierungsstufen. Danach können nur Personen, die nach Stufe 2 (oder 3) zertifiziert sind, thermografische Messungen eigenständig durchführen. Als Dienstleister sollte man deshalb mindestens über eine Stufe 2-Zertifizierung für das jeweilige Anwendungsgebiet (Bau-, Elektro-, Industriethermografie etc.) verfügen.

Checkliste: wichtige Produktdaten

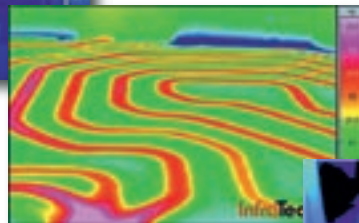
Die Anbieter- und Produktvielfalt ist insbesondere im unteren und mittleren Preissegment (ab 3.000 bzw. ab 8.000 Euro) mittlerweile sehr groß. Deshalb wurden im Folgenden wichtige Merkmale von aktuellen Modellen tabellarisch verglichen. Da ist zunächst der Anbieter, den man bei der Wahl des richtigen Produkts auch in Betracht ziehen sollte. Seit wann ist er auf dem Markt?

Wie viele Kunden setzen seine Kameras ein? Bietet er ausschließlich Thermografie-Systeme oder z.B. auch ergänzende Meßgeräte an etc.? Zu den wichtigen Geräteparametern zählen die Bilddaten: die thermische Auflösung gibt an, in wie viele Pixel in X- und Y-Richtung der Detektor die von der Optik erfaßten Daten auflösen kann. Dieser Wert



Anwendungsbereiche wie die Elektrothermografie setzen geschultes Personal und hochwertige Kameras voraus, ... (InfraTec)

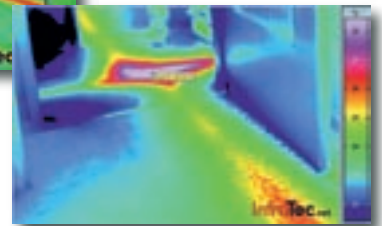
so l l t e nicht mit der Bildauflösung des Kamera-



Einsatzbeispiel Qualitätskontrolle: Wurden die Leitungsrohre der Fußbodenheizung gleichmäßig verlegt? (InfraTec)

Displays verwechselt werden, die höher sein kann. Das Sehfeld gibt in vertikaler und horizontaler Richtung den Erfassungsbereich der mitgelieferten Optik an. Der Spektralbereich definiert die von Infrarotkameras erfaßte Strahlung, die im Wellenlängenbereich von etwa 7-14 µm liegen sollte. Ebenso essentiell wie die Bilddaten ist der bei der Messung erfaßte Temperaturbereich, der bei Bauthermografie-Kameras meist zwischen -20° und +100° Celsius liegt. Auch der sogenannte NETD-Wert ist wichtig. Er

gibt die kleinste Temperaturdifferenz an, die vom Detektor noch erfaßt werden kann. Je kleiner dieser Wert ist, desto geringer ist die Gefahr des sogenannten „Bildrauschens“. Die Meßgenauigkeit wird in Prozent bei 30 °C angegeben; sie nimmt mit hohen oder niedrigen Temperaturen ab. Die Meßfunktionen sagen etwas darüber aus, was radiometrisch ausgewertet wird: Isothermen, der Minimal- und Maximalwert gehören zu den Standards, eine Taupunktberechnung bieten nur wenige Kameras. Die in der Regel aus Germanium-Linsen bestehende Optik sollte möglichst wahlweise eine manuelle oder automatische Fokussierung ermöglichen. Optionale Objektive erweitern die Einsatzmöglichkeiten der Kamera. Vor allem



Einsatzbeispiel Leckageortung: Wo ist das Heizungsleck? (InfraTec)

Weitwinkelobjektive sind für die Aufnahme in beengten räumlichen Situationen wichtig. Im internen Speicher sollten möglichst viele Bilddaten abgelegt werden können, ein (zusätzlicher) Wechselspeicher ist sinnvoll. Zusatzfunktionen wie ein Laserpointer oder eine Digitalkamera vereinfachen die

Modell	Wöhler M4	Dias Midas 320L	Flir B200 / B250 / B360 / B400	Fluke TiR3FT	Impac M7815E-B
Anbieter	Wöhler Meßgeräte http://mgkg.woehler.de	Dias Infrared www.dias-infrared.de	Flir Systems www.flir.de	Fluke Deutschland www.fluke.de	Impac Infrared www.impacinfrared.com
Bilddaten: Therm. Auflösung / Sehfeld / Spektralbereich (µm)	120 x 160 / 25° x 19° / 8-14	320 x 240 / 25° x 19° / 8-14	200 x 150 (opt. 320 x 240) / 25° x 19° / 7,5-13	320 x 240 / 23° x 17° / 8-14	320 x 240 / 21° x 16° / 8-14
Messung: Temperaturbereich / NETD / Genauigkeit (bei 30°C)	-20°C bis +250°C / < 0,12 K / 2 %	-20°C bis +120°C / 0,08 K / 2 %	-20°C bis +120°C / 0,08 K / 2 %	-20°C bis +100°C / 0,07 K / 2 %	-40°C bis +120°C / 0,06 K / 2 %
Messung: Isothermen / Minimal / Maximalwert / Taupunkt	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ (Dämmstoffbewertung)	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■
Optik: Fokus manuell / autom. / Teleskop opt. / Weitw. opt.	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ (Makro opt.)	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■
Speicher: Speicher intern (Größe) / Wechselspeicher (Größe)	■ (1 GB) / ■	■ (126 Bilder) / ■	■ (1000 Bilder) / ■ (speicherabhängig)	■ / ■ (1000 Bilder)	■ (1300 Bilder) / ■
Zusatzfunktionen: Laserpointer / Digitalkamera / sonstiges	■ / ■ / ■ (Perm. Sucher, akust. Notiz)	■ / ■ / ■ (View-Finder, Online-Bild)	■ / ■ / ■ (Bild im Bild, Videoleuchte)	■ / ■ / ■ (180° Schwenkobjektiv, IR-Fusion)	■ / ■ / ■ (Videoausgang, opt. Viewfinder)
Gehäuse: Abmessungen (B x H x T) / Gewicht / Schutzklasse	120 x 60 x 30 mm / 265 g / IP 54	170 x 100 x 95 / 1300 g / IP 54	201 x 125 x 106 mm / 880 g / IP 54, IEC 60529	262 x 162 x 101 mm / 1950 g / IP 54	205 x 217 x 102 mm / 1300 g / IP 54
Akku / Betriebs- / Ladezeit	Li.-Ionen / 1,5 h / 4 h	Ni-Mh. / 2 h / 3 h	Li.-Ionen / 4 h / 1,5 h	Li.-Ionen / 3 h / 2 h	Li.-Ionen / 5 h / k.A.
Zubehör: Netzteil / Ladestation / Kabel / Tasche / Software / sonst.	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Koffer)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Koffer, Memory-Card, Stift)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■
Preis (EUR, zzgl. MwSt.)	6.990,-	10.800,-	ab 9.950,-	16.235,-	9.450,- (mit Analyse-/Berichtssoftware)
Bemerkungen	+ Abmessung, Gewicht - NETD, Display-Hochformat	+ NETD, Form, Preis - kein Echtbild	+ drehbares Objektiv, NETD - Auflösung B200/B250	+ NETD, drehbares Objektiv - Abmessung, Gewicht	+ NETD, Akku, Preis - manueller Fokus

■ Einsteigermodell ■ Profimodell ■ vorhanden ■ nicht vorhanden, k.A.: keine Angabe., a.A.: auf Anfrage
Alle Angaben beruhen auf Herstellerinformationen, Stand: April 2009

Lokalisierung von gemessenen Minimal-/Maximalwerten bzw. ermöglichen die Überlagerung bzw. den Vergleich von Tageslicht- und Infrarotfotos. Beim Gehäuse sollte auf kompakte Abmessungen, ein geringes Gewicht und „Baustellen-tauglichkeit“ geachtet werden. Mobile Thermografie-Kameras sollten wechselbare Lithium-Ionen-Akkus enthalten, die über keinen „Memory-Effekt“ verfügen, sich schnell aufladen lassen und länger durchhalten. Zum Standard-Zubehör sollte ein Netzteil, eine Ladestation, ein Netz- und USB-Kabel, ein stabiler, gepolsterter Koffer sowie Auswertungs-Software gehören.

Welche Kamera ist für wen geeignet?

Diese Frage lässt sich auch anhand des tabellarischen Produktvergleichs nicht ohne weiteres beantworten. Der Sanitärinstallateur oder Dachdecker stellt andere Anforderungen an eine Thermografie-Kamera als ein Elektroninstallateur oder Energieberater. Während für einige Gewerke häufig auch niedrige Auflösungen (160 x 120 = 19.200 Bildpunkte bzw. 0,1 Kelvin) und damit auch preiswerte Einsteigermodelle ausreichen, müssen Elektroinstallateure, Gebäudeenergieberater, Gutachter oder Bauphysiker deutlich „schärfer“ sehen – mindestens vier Mal so scharf! Hier beginnen vernünftige radiometrische Auflösungen bei 320 x 240 = 76.800 Bildpunkten, was dem vierfachen Wert entspricht. Die Temperaturempfind-

lichkeit sollte um die 0,05 Kelvin liegen. Damit kann man auch kleinste Temperaturunterschiede gut erkennen.

Kaufen, leasen oder leihen?

Während Thermografie-Kameras für Einsteiger bereits ab 3.000 € zu haben sind, muß man für Profimodelle zwischen 10.000 und 20.000 € investieren – für thermische Auflösungen mit 640 x 480 Meßpunkten (in dieser Tabelle nicht berücksichtigt) auch deutlich mehr. Wer eine Thermografie-Kamera kauft, sollte sie deshalb auch möglichst intensiv nutzen, was angesichts der begrenzten Bauthermografie-Saison schwierig ist. Neben der Miete, einem Mietkauf oder einer Leihstellung besteht die Möglichkeit, Dienstleister zu beauftragen oder Gebrauchtgeräte zu kaufen. Einige Hersteller haben diesen Markt bereits erkannt und vermitteln auf ihren Internetseiten, beispielsweise unter der Rubrik „Gebrauchtgeräte“, Anbieter und Interessenten. Meist wird nach einer Neukalibrierung sogar die gleiche Garantie wie für ein Neugerät gewährt. Die Preise für wenige Jahre alte Gebrauchtgeräte liegen zwischen 20 und 50% unter dem Neupreis. Die Preise für eine Leihstellung sind abhängig vom Kameramodell. In der Regel bewegen sie sich

zwischen 150,- und 500,- € pro Tag. Nicht vergessen sollte man die Notwendigkeit einer Schulung, die auch Zeit und Geld kostet (Basisschulung 2-5 Tage: ca. 500-1.500 €, Zertifizierungskurse, Stufe I und II, jeweils 5 Tage: ca. 2.000 €). Dieser Schulungsaufwand entfällt, wenn man sich für eine Thermografie-Dienstleistung entscheidet. Hier sind allerdings keine Kostenangaben möglich, da der Leistungsumfang und damit auch das Honorar unmittelbar vom individuellen Objekt und der Aufgabenstellung abhängen. Deshalb sollte man sich in jedem Fall von einem nach Stufe 2 oder

WEITERE INFOS IM WEB (Auswahl)

http://video.google.de	Videos (Suchwort: „Thermografie“)
www.bauthermografie-luftdichtheit.de	Anbieter mit vielen Infos und Beispielen
www.der-thermograph.de	Magazin zum Thema Thermografie
www.thermografie.de/handwerk.htm	Anwendungsbeispiele im SHK-Bereich
www.thermografie-seminare.de	Infrared Training Center (ITC)
www.thermotemp.de	Infrarotkamera-Verleih und -Service
www.vath.de	Zertif.-/Schulungs-Infos und mehr
www.wikipedia.de	Basisinfos (Suchwort: „Thermografie“)

3 zertifizierten Dienstleister ein Angebot unterbreiten lassen. Darin enthalten sein sollten die Arbeitszeit und Gerätetechnik, Materialkosten, die Auswertung und Dokumentation der Thermogramme sowie die Anfahrt und gegebenenfalls Spesen.



IR 8110S	Jenoptik VarioCAM hr basic 135 / inspect 480	NEC AVIO TVS 200ex	NEC TH 7800 N	Testboy TV 304	Trotec IC120 LV
ICOData GmbH www.icodata.de	InfraTec www.infratec.net	Goratec Technology www.goratec.com	ebs ATuS www.irpod.net	Testboy www.testboy.de	Trotec www.trotec.de
384 x 288 / 22° x 16° / 8-14	320 x 240 (opt. 384 x 288) / 30° x 23° / 7,5-14	320 x 240 / 31° x 23° / 8-14	320 x 240 / 27° x 20° / 8-14	384 x 288 / 16° x 12° (opt. 38° x 24°) / 8-14	384 x 288 / 24° x 18° / 8-14
-20 bis +600°C (opt. -40 bis 2000°C) / 0,08 K / 1%	-40°C bis +120 °C, opt. > 1.200 °C / < 0,03 K / 1,5%	-20°C bis +500°C / < 0,08 K / 2%	-20°C bis +50°C / < 0,05 K / 2%	-20°C bis +500°C / 0,06 K / 2%	-20°C bis +1500°C / 0,08 K / 2%
■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ (Sprachaufz., Alarm, Vor-Ort Analyse)	■ / ■ / ■ / ■
■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■	(+ elektr. Zoom)	■ / ■ / ■ / ■
■ (k.A.) / ■ (1-2 GB)	■ / ■ (speicherabhängig)	■ / ■ (> 350 Bilder)	■ (1000 Bilder) / ■	■ / ■ (bis 4.000 Bilder, autom. Bildspeicherung)	■ (> 1000 Bilder) / ■ (Mini-SD-Card)
■ / ■ / ■ (Permanenter Sucher, akust. Notiz)	■ / ■ / ■ (Videofunktion)	■ / ■ / ■ IEEE1394 Interface (Echtzeit)	■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ (Energiesparfunkt., Datenerfass. 50 Hz)	■ / ■ / ■ (+DuoVision)
186 x 106 x 83 mm / 1100 g / IP 54	133 x 106 x 110 mm / 1500 g / IP 54	115 x 123 x 207 mm / 1700 g / IP 54	205 x 217 x 102 mm / 1300 g / IP 54	310 x 127 x 90 mm / 910 g / IP 54	211 x 80 x 195 mm / 700g / IP 54
k.A. / 2,5 h / 1 h	Li.-Ionen / 3 h / 2 h	Li-Ion./2 h / 2 h, Netzbetr.	Li.-Ionen / 3 h / k.A.	Li.-Ion. (2)/3 h/1 h, Netzbetr.	Li.-Ionen / 2,5 h / k.A.
■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Koffer mit Schaum-einlage)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ Karten-Adapter	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■ (Koffer, SD-Karte, Kartenleser, ...)	■ / ■ / ■ / ■ / ■ / ■
11.950,-	ab 17.950,-	ab 12.500,-	13.800,-	14.500,-	5.995,-
+ Thermische Auflösung - kein Taupunkt	+ NETD-Wert, Optik - Preis	+ NETD, Display, Sehfeld - manueller Fokus	+ NETD-Wert - Temperaturbereich	+ Thermische Auflösung - kein Echtbild	+ Auflösung, Preis/Leistung - manueller Fokus