



/ BM-Direktlink//  
Hier finden Sie  
große Gerätean-  
sichten, Links zu  
weiteren Anbietern  
und Infoseiten im  
Beitrag auf BM-  
Online.  
QR-Code scannen  
oder Link in den  
Browser eingeben:  
q-r.to/banal6

Foto: Flir

/ Klein, handlich und immer dabei: kompakte IR-Kameras bzw. -aufsätze für das warme Bild zwischendurch.

BM-Marktübersicht: Kompakte IR-Kameras zum kleinen Preis

## Thermografie 2 go

Nicht nur der Preis von Thermografie-Kameras wird immer kleiner – auch ihr Format. Was leisten aktuelle Geräte und wo sind die Grenzen von Tablet, Smartphone oder IR-Aufsatz? MARIAN BEHANECK

Die Wärmebildtechnik wird immer leichter und portabler: Inzwischen gibt es auf Smartphones aufsteckbare IR-Kameraaufsätze oder IR-Kompaktkameras, die aussehen wie ein Smartphone oder Tablet. Damit hat man ein nützliches Analyse- oder Akquisewerkzeug in der Hemd-, Mantel- oder Hosentasche vor Ort stets parat: Wärmebrücken lassen sich dem Kunden damit ebenso anschaulich präsentieren, wie potenzielle Schimmelstellen oder Lecks an der Gebäudehülle im Rahmen einer Differenzdruckmessung (Blower-Door).

### So passt Maxi-Technik ins Mini-Format

Technische Neuerungen machen es möglich, dass die früher nur in gekühlten, koffergroßen Kisten erhältliche hochsensible Messtechnik jetzt sogar in ein streichholzschachtelgroßes Gehäuse passt. Die Miniaturisierung wurde unter anderem durch die Entwicklung ultrakompakter Infrarotdetektoren mit integrierter Optik und Abmessungen von nur wenigen

Millimetern ermöglicht. Auch die Optik ist heute somit deutlich kompakter: Während in hochwertigen IR-Kameras große, teure Germanium-Linsen mit fokussierbarer Optik verbaut sind, verfügen IR-Kameras der Einstiegsklasse meist nur über ein winziges Silizium-Objektiv mit fester Brennweite. Das erübrigt zwar eine Fokussierung auf das Objekt, mindert jedoch im gleichen Zug Bildschärfe und Bildqualität.

### Direkt im Gerät oder als Kameraaufsatz

Dass die Kamerapreise deutlich gesunken sind, lässt sich neben den Einsparungen an der Technik auch durch hohe Produktionszahlen erklären. Einsteiger-Wärmebildkameras gibt es am Markt inzwischen schon für unter 500 Euro. Gleich mehrere Anbieter bieten kompakte Einsteigermodelle: Thermografie-Spezialist Flir offeriert z. B. mit dem Modell C2/C3 eine Wärmebildkamera für Einsteiger in der Größe eines Outdoor-

Smartphones, das per Touch-Display bedient wird. Auch die AC080V von Trotec, eine Wärmebildkamera im Tabletgehäuse, wird per Fingertip bedient. Einen Infrarotdetektor von Flir in ein Rugged-Smartphone verbaut hat Cat-Phones. Das Cat S60 kann alles, was ein robustes Smartphone kann und nimmt zusätzlich Wärmebilder auf.

Ein anderes Konzept verfolgen IR-Kameraaufsätze. Das sind IR-Kameras ohne Display, die für die Wärmebildanzeige ein Smartphone oder Tablet nutzen. Diese Aufsätze von Flir, Opgal oder Seek werden einfach auf ein Android- oder iOS-Smartphone aufgesteckt und verwandelt es in Verbindung mit der entsprechenden App in eine Wärmebildkamera.

### Kompaktkameras im Vergleich

Bei der Auswahl sollte man einige wichtige Kameraparameter miteinander vergleichen. Dazu zählt die Detektorauflösung. Sie gibt an, in wie viele Pixel in X- und Y-Richtung der De-

Fortsetzung auf Seite 83 ►


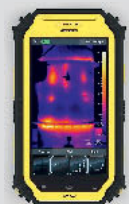
**BM-Marktübersicht: IR-Kompaktkameras**

Hersteller	Cat phones	Flir Systems	Flir Systems	Opgal
				
Webadresse	<a href="http://www.catphones.com">www.catphones.com</a>	<a href="http://www.flir.de">www.flir.de</a>	<a href="http://www.flir.de">www.flir.de</a>	<a href="http://www.opgal.com">www.opgal.com</a>
Typ / Art	S60 / Smartphone	One Pro / Aufsatz	C3 / Kamera	ThermApp HZ / Aufsatz
Bilddaten: Detektorauflösung Sichtfeld IFOV / Bildfrequenz	80 x 60 46° x 35° k. A. / 8,7 Hz	160 x 120 55° x 43° k. A. / 8,7 Hz	80 x 60 / 41° x 31° / 11 mrad / 9 Hz	320 x 240 / 19- bzw. 35-mm- Linse: 19x14° bzw. 11x8° 0,895 bzw. 0,486 mrad / 25 Hz
Messung: Temperaturbereich NETD (bei 30°C) Genauigkeit	-20 °C bis +120 °C 0,15 K ±5 % bei 25 °C	-20 °C bis +400 °C < 0,15 K ±5% bei 25 °C	-10 °C bis +150 °C 0,1 K / ±2 % bei 25°C	0 °C bis 200 °C / 0,07 K / ±2 %
Kameraeinstellung: Emissionsgrad / Temperatur Feuchte / Abstand	• / - - / -	abhängig von Flir-One-App	• / - - / -	- / - - / -
Messfunktionen: Isothermen / Minimalwert Maximalwert / Taupunkt	ein zentraler Messpunkt - / - - / -	ein zentraler Messpunkt - / - - / -	ein zentraler Messpunkt - / - - / -	- / - - / -
Optik: Fokus manuell / automatisch Wechseloptik / Teleobjektiv opt. Weitwinkel opt.	Fixfokus - / - - / - -	Fixfokus - / - - / - -	Fixfokus - / - - / - -	Fixfokus (0,2 m bis unendlich) - / - • / • •
Display: dreh- / schwenkbar Auflösung / Größe	- / - 720 x 1280 Pixel / 4,7 Zoll	abhängig vom Smartphone - / - - / -	- / - 320 x 240 Pixel / 3,0 Zoll	abhängig vom Smartphone - / - - / -
Speicher: Speicher intern (Größe) Wechselspeicher (Größe, Art)	• (32 GB) • (bis 200 GB, Micro-SD)	abhängig vom Smartphone - -	• (500 Bildsätze) -	abhängig vom Smartphone - -
Zusatzfunktionen: Laserpointer / Digitalkamera / Bild im Bild / sonst.	MSX für bessere Bildkontraste - / • • / -	MSX für bessere Bildkontraste - / • • / -	MSX für bessere Bildkontraste - / • • / • (Galerie, LED-Leuchte)	- / - - / -
Gehäuse: Abmessungen (L x B x T) Gewicht / Schutzart	73 x 148 x 13 mm 223 g / IP68, MIL-SPEC 810G	72 x 26 x 18 mm 78 g / k. A.	125 x 80 x 24 mm 130 g / IP40	55 x 65 x 40 mm 138 g / IP54
Betrieb: Akkuladestandanzeige Akku tauschbar Betriebs- / Ladezeit	• - k. A. / k. A.	• - 60 min / 40 min	• - 120 min / 90 min	- - abhängig vom Smartphone
Zubehör: Netzteil / Ladestation Kabel / Koffer Software	kostenlos downloadbare App • / - • / - •	kostenlos downloadbare App - / - • / - •	kostenlos downloadbare App • / • • / - •	kostenlos downloadbare App - / - • / - •
Support: Schulungen / Hotline Softwareupdates Kalibrierung optional	- / • - -	- / • • -	• / • • -	- / - • -
Sonstige Anmerkungen	Android-Smartphone mit integrierter IR-Kamera, wasserdicht bis 5 m, Sturztest bis 1,8 m	Handyzubehör, günstiger Einstieg, Android- oder iOS-App, Modell „One“ für 249,- Euro (IR-Pixel: 80 x 60, Sichtfeld: 50 x 38°, Temperaturbereich: -20 °C bis +120 °C)	Alternatives Modell C2, Live-Videostreaming über PC (nur bei Modell C3), Touchscreen, Trageband, Anleitung, Stecker-Adapter	Bildqualität, 25Hz Bildfrequenz
Preis (in Euro, zzgl. MwSt.)	630,24	499,-	699,-	1672,27

Stand August 2017 / Erläuterungen: • vorhanden, - nicht vorhanden, k. A.: keine Angabe / es gilt: keine Gewähr (alle Angaben lt. Herstellerinformationen), Abbildungen nicht maßstäblich, kein Anspruch auf Vollständigkeit (Quelle: Autor)

BM Grafik

### BM-Marktübersicht: IR-Kompaktkameras

Hersteller	PCE Instruments	Seek Thermal	Testo	Trotec
				
Webadresse	<a href="http://www.pce-instruments.com">www.pce-instruments.com</a>	<a href="http://www.thermal.com">www.thermal.com</a>	<a href="http://www.testo.de">www.testo.de</a>	<a href="http://www.trotec.de">www.trotec.de</a>
Typ / Art	TC 31/Kamera	CompactPro / Aufsatz	865 / Kamera	AC080V /Tablet
Bilddaten: Detektorauflösung Sichtfeld IFOV / Bildfrequenz	160 x 120 20,6 x 15,5°, 31,9 x 24,2°, 7,6 x 5,7° / 3,68 mrad / 50 Hz	320 x 240 32° x 25° k. A. / >15 Hz	160 x 120 31° x 23° 3,4 mrad / 9 Hz	160 x 120 21° x 28° 3 mrad / 50 Hz
Messung: Temperaturbereich NETD (bei 30°C) Genauigkeit	-20 °C bis +350 °C < 0,1 K ±2 °C	-40 °C bis +330 °C < 0,07 K ±5 %	-20 °C bis +280 °C < 0,12 K ±2 %	-20 °C bis +350 °C 0,08 K ±2 %
Kameraeinstellung: Emissionsgrad / Temperatur Feuchte / Abstand	• / • - / -	• / • - / •	• / • - / -	• / • • / •
Messfunktionen: Isothermen / Minimalwert Maximalwert / Taupunkt	- / • • / -	k. A. / • • / k. A.	- / • • / -	• / • • / -
Optik: Fokus manuell / automatisch Wechseloptik / Teleobjektiv opt. Weitwinkel opt.	Fixfokus (0,3 m bis unendlich) - / - - / - -	• / - - / - -	Fixfokus - / - - / - -	Fixfokus (0,5 m bis unendlich) - / - - / - -
Display: dreh- / schwenkbar Auflösung / Größe	- / - 320 x 240 Pixel / 3,5 Zoll	abhängig vom Smartphone - / - - / -	- / - 320 x 240 Pixel / 3,5 Zoll	- / - 1080 x 720 Pixel / 5,0 Zoll
Speicher: Speicher intern (Größe) Wechselspeicher (Größe, Art)	• (1,6 GB) -	abhängig vom Smartphone - -	• (2,8 GB) -	• (21 GB) -
Zusatzfunktionen: Laserpointer / Digitalkamera / Bild im Bild / sonst.	- / - - / • (s. Besonderheiten)	- / • (im Smartphone enth.) - / -	- / - - / • (s. Besonderheiten)	- / • (Auflösung: 8 Mio. Pixel) - / -
Gehäuse: Abmessungen (L x B x T) Gewicht / Schutzart	258 x 103 x 98 mm 755 g / IP43	25 x 44 x 25 mm 14 g / k. A.	219 x 96 x 95 mm 510 g / IP54	174 x 102 x 35 mm 405 g / IP54
Betrieb: Akkuladestandanzeige Akku tauschbar Betriebs- / Ladezeit	• • 240 min / 300 min	- - 240 min / Smartphone-abh.	• • 240 min / 300 min	• • ca. 150 min / ca. 120 min
Zubehör: Netzteil / Ladestation Kabel / Koffer Software	• / - • / • (optional) •	- / - • / - - (Export in andere Software in Vorbereitung)	• / • (optional) • / • •	• / • • / • •
Support: Schulungen / Hotline Softwareupdates Kalibrierung optional	• (optional) / • • • (optional)	- / - • -	• (optional) / • • • (optional)	• / • • •
Sonstige Anmerkungen	60-min-Schnellladestation als Option, SuperResolution für 320 x 240 Pixel, kostenlose PC-Reporter-Software, Modell TC 30 IR-Pixel für 699,- Euro (IR-Pixel: 80 x 80)	Transportbox, kostenlose App für IR-Bildspeicherung, Videoaufnahme Realbild und Wärmebild	Testo ScaleAssist, IFOV-Warner, Berechnung Differenztemperatur, Super-Resolution für 320 x 240 IR-Auflösung, 60-min-Schnellladestation als Option	Android, W-Lan, GPS
Preis (in Euro, zzgl. MwSt.)	999,-	503,36	999,-	1005,-

Stand August 2017 / Erläuterungen: • vorhanden, - nicht vorhanden, k. A.: keine Angabe / es gilt: keine Gewähr (alle Angaben lt. Herstellerinformationen), Abbildungen nicht maßstäblich, kein Anspruch auf Vollständigkeit (Quelle: Autor)

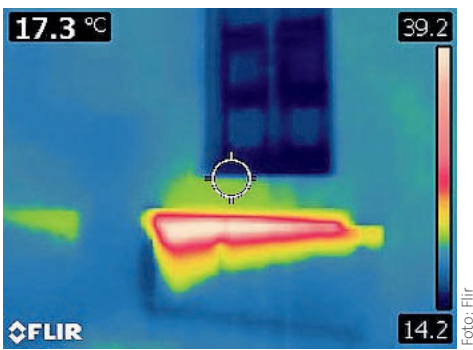


Foto: Flir

/ Zusatzfunktionen machen den Unterschied: Die Überlagerung von visueller Aufnahme und ...



Foto: Flir

/ ... IR-Bild, verbessern Kontrast und Orientierung im Foto (Vgl. zeigt IR-Auflösung 80 x 60, ohne/mit „MSX“).



Fotos: Flir, Cat, Trotec, Opgal, PCE

/ Ins Verhältnis gesetzt – große Technik in kleiner Hülle: Zur Wahl stehen herkömmliche Thermografiekameras (r.), Smartphone (o. l.), Pocketcam (l.), Tablet (m.) und Kameras zum Aufsetzen oder Andocken (exakte Maße s. Tabelle).

tektor die von der Optik erfassten Daten auflösen kann. Sinnvoll sind Kameras ab 160 x 120 IR-Pixeln.

Das „Sichtfeld“ gibt in vertikaler und horizontaler Richtung den Erfassungsbereich der mitgelieferten Optik an. Auch die geometrische Auflösung (IFOV) entscheidet über die Bildqualität. Sie ist abhängig vom aktuell eingesetzten Objektiv. Wichtiger Parameter ist der messbare Temperaturbereich. Er sollte mindestens zwischen  $-20^{\circ}$  und  $+100^{\circ}\text{C}$  liegen. Der sogenannte NETD-Wert gibt in diesem Bereich die kleinste Temperaturdifferenz an, die vom Detektor erfasst werden kann.

Bei Einsteigergeräten liegt dieser Wert meist zwischen 0,1 und 0,07 K (Kelvin). Je niedriger dieser Wert ist, desto geringer ist die Gefahr des „Bildrauschens“, das dann die Bildqualität beeinträchtigt.

Die Genauigkeit gibt die Messabweichung in Prozent bei  $30^{\circ}\text{C}$  an. Sie nimmt mit hohen oder niedrigen Temperaturen ab. Zu den Einstellmöglichkeiten der gewählten Kamera sollten mindestens eine exakte Eingabe des materialabhängigen Emissionsgrades und der reflektierten Temperatur sowie optional des Messabstands und der Luftfeuchte gehören. Bei vielen Einsteigermodellen muss man hier allerdings Abstriche machen. Die Kameraoptik verfügt meist über eine feste Brennweite, eine Wechseloptik bieten nur wenige Modelle (z. B. Opgal ThermApp HZ).

Beim Gehäuse sollte man auf kompakte Abmessungen, ein geringes Gewicht und „Baustellentauglichkeit“ (Schutzklasse ab IP 54 = staub- und spritzwassergeschützt) achten. Hinsichtlich der Betriebszeit gilt es zu bedenken, dass energiehungrige IR-Kameraaufsätze den Smartphone-Akku schnell „leersaugen“ können. Zum Standardzubehör gehört in der Regel ein Netzteil, eine Ladestation, ein Netz- und USB-Kabel und ein stabiles Transportgehäuse. Ob eine Auswertungssoftware direkt mitgeliefert wird, ist ebenfalls wichtig. Die Preise liegen zwischen 250 und 2000 Euro.

#### Kriterien für und gegen die Kompaktklasse

Zu den wichtigsten Vorzügen zählen die kompakten Abmessungen, das geringe Gewicht und die einfache Bedienung. Verglichen mit Profimodellen, sind IR-Einsteigerkameras einfacher bedienbar, weil die Scharfeinstellung entfällt und Kamerafunktionen sich auf das Wesentliche beschränken. Da man die Kameras bequem um den Hals tragen, respektive schnell in die Tasche stecken kann, lassen sie sich praktisch immer und überall hin mitnehmen.

Besonders interessant ist die Kombination von IR-Kamera- mit Smartphone- oder Tablet-Funktionen, denn damit lassen sich die aufgenommenen Wärmebilder unmittelbar mit den entsprechenden Apps be- und verarbeiten

oder per E-Mail sofort versenden. Die Detektorauf Auflösung bleibt jedoch meist auf 160 x 120 IR-Pixel oder weniger beschränkt. Einige Geräte weisen aber akzeptable, teilweise sogar gute Qualitäten mit Auflösungen bis zu 384 x 288 IR-Pixeln auf (z. B. Opgal-ThermApp TH). Mit Zusatzfunktionen wie Resolution Enhancement oder der Überlagerung von visuellem Bild und IR-Bild lassen sich bei einigen Modellen zusätzlich die IR-Auflösung, respektive der Bildkontrast verbessern.

#### Fachliche Schulung bleibt unerlässlich

IR-Kompaktkameras mit Auflösungen ab 160 x 120 IR-Pixeln erlauben auch einfache Anwendungen, beispielsweise die Lokalisierung von Leckagen. Mit Auflösungen ab 320 x 240 IR-Pixeln sind sie auch für die Gebäude-Energieberatung geeignet. Auch wenn preiswerte Einsteigerkameras suggerieren, dass die Thermografie ganz einfach sei, so gilt weiterhin der Grundsatz: Thermografie und ihre korrekte Auswertung setzt Fachwissen voraus, das man sich am sichersten im Rahmen von Schulungen bei seriösen Seminaranbietern aneignet. ■

#### Der Autor

Dipl.-Ing. Marian Behaneck ist freier Journalist mit den Schwerpunkten Software, Hardware und IT im Baubereich.