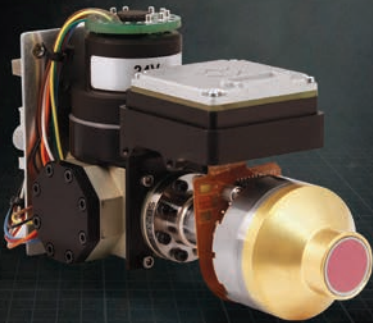
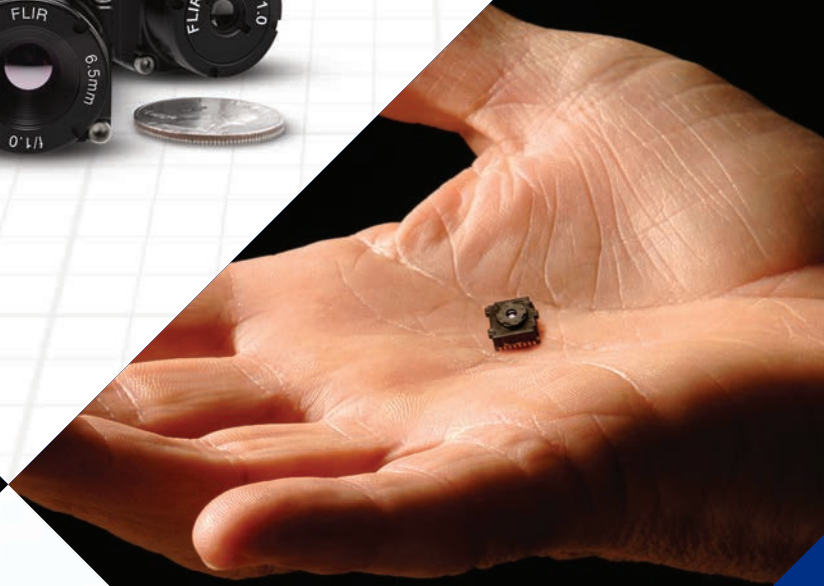




8 ASPEKTE

der Wärmebildaufnahme, die Techniker wissen sollten
Ein Leitfaden für die Verwendung von Thermosensortechnologie in Ihrem nächsten Projekt

INHALT

Seite

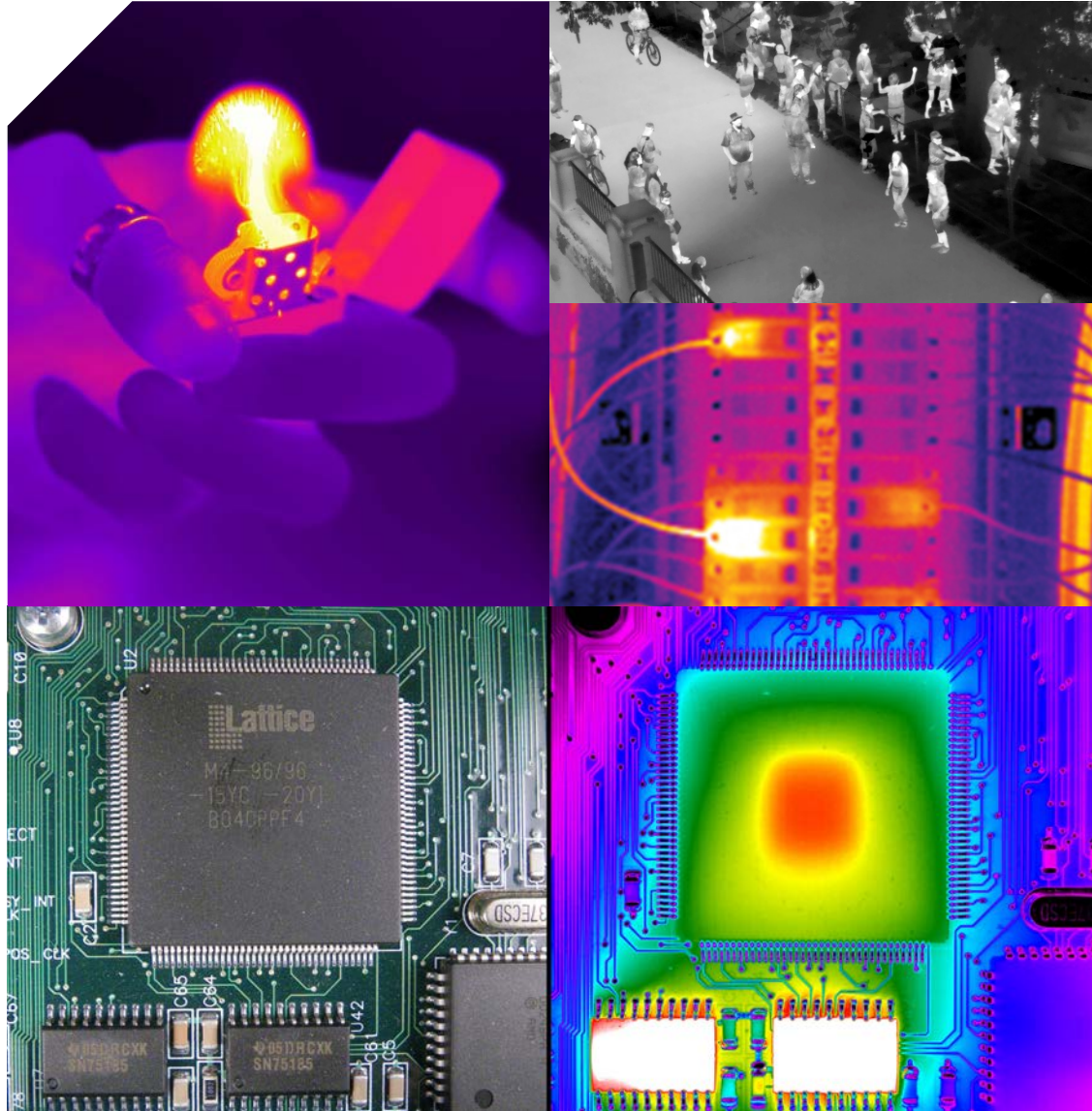
Einführung

1.	Moderne Wärmebildtechnologie und neue Anwendungsbereiche	4
2.	Worum handelt es sich bei der Wärmebildaufnahme?	5
3.	Wie funktionieren Wärmebildkameras?	6
4.	Wie wähle ich die richtige Wärmebildkamera für mein integriertes Produkt aus?	7
5.	Benötige ich auch Radiometrie oder lediglich die Bildaufnahmefunktion?	8
6.	Was sollte mir ein IR-Anbieter bieten können?	9
7.	Wie hoch belaufen sich die Gesamtbetriebskosten?	10
8.	Sind für Wärmebildkameras Exportlizenzen erforderlich?	11

EINFÜHRUNG

Durch die Verwendung von Wärmebildkameras in Ihrem nächsten Projekt können Sie Ihren Kunden Einblicke in zuvor Unbekanntes ermöglichen und so ihre Sinne erweitern. Sie überlegen sich, Thermosensoren Teil Ihres nächsten Designs zu machen? Dann sollten Sie auf ein paar Dinge achten, damit Sie die gewünschten Funktionen letztendlich auch umsetzen können.

Wärmebildkameras erstellen Bilder anhand von Temperaturunterschieden, d. h., alles, was Wärme erzeugt, kann mit dieser Technologie gesehen werden.



Normale Bildaufnahme einer Leiterplatte

Wärmebildaufnahme einer Leiterplatte

Die Wärmebildaufnahme ist weit mehr als nur eine neue Art von Nachtsichttechnologie, denn mit ihr wird Wärme statt Licht erfasst – und das rund um die Uhr.

MODERNE WÄRMEBILDTECHNOLOGIE UND NEUE ANWENDUNGSBEREICHE.

Ist Wärmebildtechnologie auch für Ihr nächstes Produktdesign sinnvoll? Wahrscheinlich schon. Zuerst aber müssen Sie verstehen, in welchen Bereichen sie angewendet wird – abgesehen vom Geisterjagen und der vergeblichen Suche nach Bigfoot im Fernsehen.

Wärmebildkameras erfassen Unterschiede in der relativen Intensität abgegebener oder von Gegenständen reflektierter Infrarotstrahlung und machen sie sichtbar. Die abgegebene Infrarotenergie befindet sich ständig um uns und hat mit der Menge des verfügbaren, sichtbaren Lichts gar nichts zu tun. Dies ist wichtig, weil die Wärmebildaufnahme weit mehr ist als nur eine neue Art von Nachtsichttechnologie, denn mit ihr wird Wärme statt Licht erfasst – und das rund um die Uhr.

Letztendlich erstellen Wärmebildkameras Bilder anhand von Temperaturunterschieden, d. h., alles, was Wärme erzeugt, kann mit dieser Technologie gesehen werden. Menschen, Tiere, elektromechanische Systeme und industrielle Verfahren haben alle individuelle Wärmecharakteristiken, die mit einer Wärmebildkamera sichtbar gemacht werden können.

Im Militärssektor und bei der Strafverfolgung haben sich Wärmebildaufnahmen bereits seit Jahrzehnten bewährt. Im Zuge des technologischen Fortschritts der jüngsten Zeit sind sie jedoch kleiner, leichtgewichtiger und für den Einsatz in kommerziellen und verbraucherorientierten Anwendungsbereichen erschwinglicher geworden. Eine gute Idee also, sich mit den diversen Funktionen vertraut zu machen, die die Wärmebildtechnologie bietet.

Wärmebildkameras sehen selbst durch Rauch und kommen daher bei der Brandbekämpfung sowie Such- und Rettungsaktionen erfolgreich zum Einsatz. Dies eröffnet eine Fülle von Anwendungsbereichen, denn Wärmebildkameras eignen sich ideal, um Temperaturunterschiede in der Umgebung zu erfassen. So lassen sich Menschen bzw. Tiere aufspüren, Bilder bei dichtem Rauch, Staub oder in vollständiger Dunkelheit aufnehmen sowie elektromechanische Bauteile erfassen, die Verschleißerscheinungen zeigen oder bald ausgetauscht werden müssen.

In Anwendungsbereichen, in denen Datenschutz wichtig ist, z. B. in der Videoüberwachung von Gebäuden, bieten Wärmebildkameras den weiteren Vorteil, dass auf den Bildern keine Gesichtszüge erkennbar sind. Zudem können sie nicht durch Fenster sehen.

Aber Wärmebildtechnologie kann nicht nur für Kameras verwendet werden, sondern ebenfalls in Form von Sensoren zum Einsatz kommen. Die Technologie ist orthogonal und ergänzt Geräte für die Lichtbildaufnahme, um so etwa Fehlalarme in Sicherheitsanwendungen zu minimieren. Auch für LIDAR, Radar und Kameras für das sichtbare Lichtspektrum eröffnen sich neue und spannende Anwendungsbereiche, z. B. ADAS (Fahrerassistenzsystem) und selbstfahrende Kraftfahrzeuge.

Da Wärmebildkameras und -sensoren kein Licht zur Bildaufnahme bzw. Erfassung der Gegenwart von Menschen oder Tieren erfordern, können sie vielfältig eingesetzt werden – von Sicherheitskameras für den Heimbereich und Anwesenheitserkennung (Hausautomation) über Gestenerkennung für Spielekonsolen bis hin zur Sichtfelderweiterung im Automobilbereich.

VORTEILE VON THERMOSENSOREN

	Smartphones	Heimautomatisierung	Professionelle Sicherheitsdienste	Erstretter	Merkmalerkennung in der Industrie	Freizeit	Intelligenter Transport	Diagnose im Automobilbereich
 Sehen bei absoluter Dunkelheit	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
 Bildaufnahme selbst bei dichtem Rauch, Staub o. ä.	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
 Temperaturmessung	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
 Verbesserte Aufnahme bei großen Abständen	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
 Personen und Tiere zuverlässig erkennen	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

WORUM HANDELT ES SICH BEI DER WÄRMEBILDAUFNAHME?

Wärmebildkameras erfassen Temperaturunterschiede und machen diese anhand von Graustufen- bzw. Farbbildern sichtbar.

Infrarotenergie ist Teil des elektromagnetischen Spektrums und kann aufgrund ihrer Wellenlängen nicht mehr mit dem bloßen Auge gesehen werden.

Wärmebildkameras können Bilder ohne sichtbares Licht erstellen und so auch kleinste Temperaturunterschiede bei völliger Dunkelheit, in dichtem Rauch, Staub oder bei leichtem Nebel erkennen.

Alles auf unserem Planeten strahlt Infrarotenergie ab, selbst Eis. Theoretisch geben alle Gegenstände, deren Temperatur über dem absoluten Nullpunkt (Temperatur, bei der alle molekularen Aktivitäten anhalten) liegt, eine gewisse Infrarotstrahlung ab, die unter entsprechenden Bedingungen mit einer Wärmebildkamera erfasst werden kann. Je wärmer ein Gegenstand wird, desto mehr Energie gibt er ab.

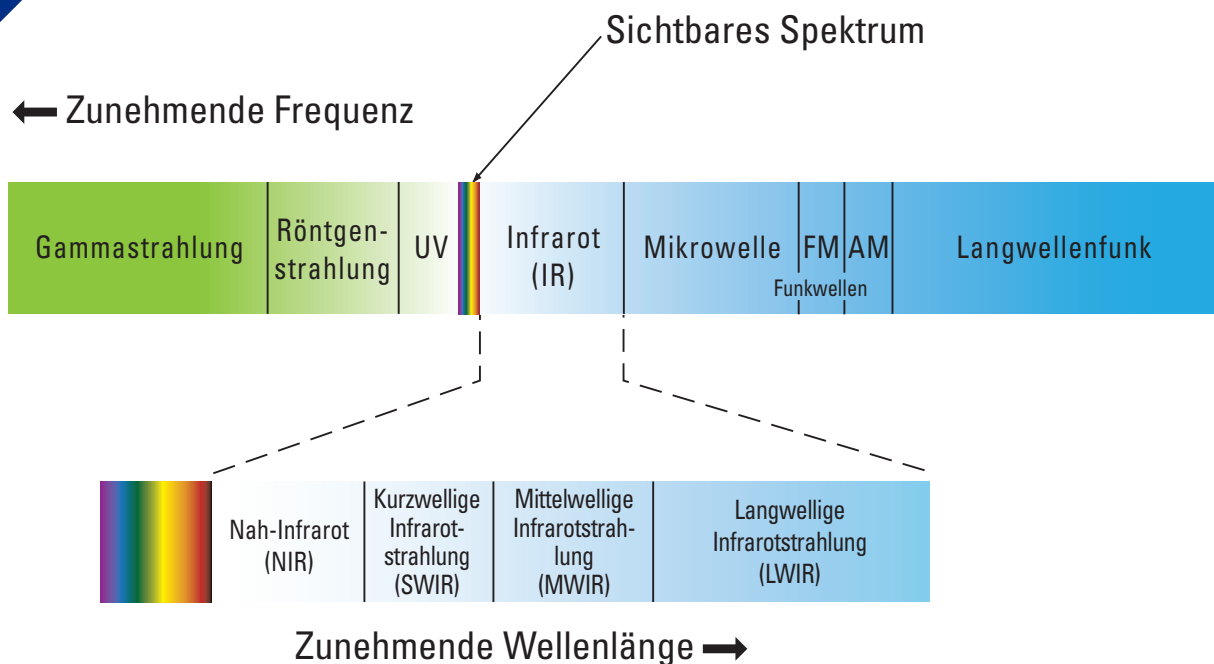
Die uns vertrauteste Art von elektromagnetischer Energie ist das sichtbare Licht. Der Wellenbereich des für den Menschen sichtbaren Lichtspektrums liegt zwischen 0,39 und 0,75 Mikrometer (μm). Im Vergleich hierzu ist der Infrarotwellenbereich weitaus breiter: er beginnt bei etwa 1,0 μm und endet bei 1.000 μm .

Für die Aufnahme von Infrarotenergie sind jedoch die folgenden spezifischen Energieuntergruppen relevant:

- Kurzwellige (SWIR) Infrarotstrahlung im Bereich zwischen 0,9 und 1,7 μm
- Mittellwellige (SWIR) Infrarotstrahlung im Bereich zwischen 3 und 5 μm
- Langwellige (SWIR) Infrarotstrahlung im Bereich zwischen 8 und 14 μm

Wärmebildkameras können Bilder ohne sichtbares Licht erstellen und so auch kleinste Temperaturunterschiede bei völliger Dunkelheit, in dichtem Rauch, Staub oder bei leichtem Nebel erkennen.

DAS ELEKTROMAGNETISCHE SPEKTRUM



Thermodetektoren müssen Energie mit viel längeren Wellenlängen als das sichtbare Licht erfassen, was entschieden größere Sensorelemente erforderlich macht.

WIE FUNKTIONIEREN WÄRMEBILDKAMERAS?

Wärmebildkameras erfassen die Infrarotenergie, die von allem abgestrahlt wird. Anhand dieser Energie erstellen sie Bilder oder Datenpunkte durch digitale bzw. analoge Videoausgänge. Eine Wärmebildkamera kann normalerweise immer nur einen der zuvor erwähnten Wellenbereiche erfassen: entweder MWIR (3–5 μm) oder LWIR (8–14 μm).

Es bestehen zwar einige Ausnahmen, meist jedoch muss der Infrarotsensor von MWIR-Kameras mithilfe eines integrierten Tieftemperaturkühlers auf ca. -196°C heruntergekühlt werden, um Bilder erstellen zu können. Diese Tieftemperaturkühler machen das Produkt größer, schwerer, komplexer sowie kostspieliger und erfordern regelmäßige Wartung. Ungekühlte LWIR-Kameras, z. B. Lepton oder Boson, können auch bei Zimmertemperatur Bilder aufnehmen und sind daher kleiner, leichtgewichtiger, weniger komplex und weniger kostenintensiv als gekühlte Geräte.

Die Kamera selbst besteht aus einem Objektiv, einem Thermosensor, Rechenelektronik und einem mechanischen Gehäuse. Das Objektiv bündelt die Infrarotenergie auf dem Sensor (auch Detektor genannt).

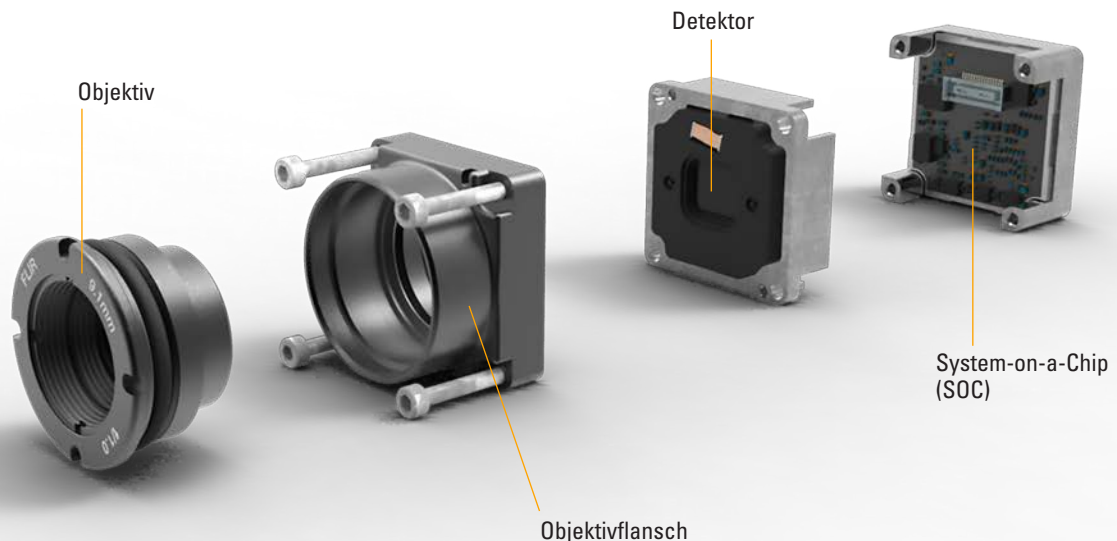
LWIR-Detektoren von FLIR sind aus Vanadiumoxid (VOx) gefertigt. Es ist das auf langwellige Strahlung am empfindlichsten reagierende Material und erzeugt keine Bildartefakte wie dies normalerweise bei anderen Detektormaterialien wie amorphem Silizium der Fall ist. Die Detektoren bestehen eigentlich aus einem Array von Detektorelementen und sind in vielfältigen Pixelkonfigurationen erhältlich, wobei 320×256 und 640×512 am gängigsten sind. Dies ist die Auflösung des Detektors.

Verglichen mit Kameras für den sichtbaren Bildbereich erscheinen diese Auflösungen relativ niedrig. Dies hat allerdings einen Grund. Die einzelnen Detektorelemente sind in Wärmebildkameras weitaus größer als bei Kameras für das sichtbare Spektrum, deren Pixelgröße nur $1\text{--}2\ \mu\text{m}$ beträgt. Die Pixel von Wärmebildkameras hingegen sind jeweils $12\text{--}17\ \mu\text{m}$ groß. Der Grund hierfür ist, dass Thermodetektoren Energie mit viel längeren Wellenlängen als das sichtbare Licht erfassen müssen, was entschieden größere Sensorelemente erforderlich macht. Eine Wärmebildkamera hat daher normalerweise eine viel niedrigere Auflösung (weniger Pixel) im Vergleich zu Sensoren für sichtbares Licht mit denselben physischen Abmessungen.

Sobald die thermische Energie auf den Detektor trifft, wird sie von der Ausleseelektronik in ein Signal umgewandelt, das entweder von der Kamera ausgegeben oder – im Fall hochmoderner Kameras wie der FLIR Boson – direkt in einen System-on-a-Chip-Schaltkreis (SOC) gespeist wird. Dieser SOC ermöglicht die Verwendung integrierter und fortschrittlicher Kamerafunktionen, u. a. Bildverarbeitung, Bildanalysen und andere fortschrittliche Funktionen, für die bisher spezielle Backend-Elektronik entwickelt werden musste.

Die Objektive der Wärmebildkameras von FLIR werden aus Germanium bzw. Chalkogenide gefertigt, da diese Materialien besonders durchlässig für langwellige Strahlung sind. Für Objektive von Wärmebildkameras können nicht die gleichen Materialien wie bei Kameras für den sichtbaren Lichtbereich verwendet werden, da das Material praktisch die gesamte Infrarotenergie vom Detektor abblocken würde. Dies erklärt auch, warum mit Wärmebildkameras nicht durch Fenster gesehen werden kann.

GRUNDLEGENDE BAUTEILE EINES THERMOSENSORS



4

WIE WÄHLE ICH DIE RICHTIGE WÄRMEBILDKAMERA FÜR MEIN INTEGRIERTES PRODUKT AUS?

Die Auswahl der richtigen Wärmebildkamera ist weitestgehend von den gewünschten Funktionen der Kamera abhängig und wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst.

WELCHE AUFLÖSUNG UND WELCHES OBJEKTIV SIND ERFORDERLICH?

Die Antwort auf diese Frage ergibt sich aus dem Motiv, seiner Entfernung und dem gewünschten Detailgrad der Bilder.

Auf dem Markt ist eine Vielzahl von Wärmebildkameras erhältlich: von kostengünstigen Geräten für den Einbau in Smartphones bis hin zu Hochleistungskameras für den Einsatz bei kritischen, lebensrettenden Missionen. FLIR-Kameras wie die Boson sind mit qVGA-Auflösung (320 x 256) und VGA-Auflösung (640 x 512) sowie einem horizontalen Sichtfeld (FOV) zwischen 4° und 92° erhältlich. Kostengünstigere Lösungen wie die Lepton sind auch in niedrigeren Auflösungen wie 80 x 60 oder 160 x 120 verfügbar.

Die Auflösung der Kamera wirkt sich direkt auf den Detailgrad des Bilds und den potenziellen Erfassungsbereich aus. Wenn einfach nur ein Gegenstand erfasst werden soll, reicht ggf. ein einzelnes Pixel aus. Wenn allerdings Objekte erkannt werden sollen, z. B. Personen, Tiere oder Fahrzeuge, sind mehr Pixel erforderlich. Eine noch größere Pixelanzahl wird benötigt, wenn die Objekte noch genauer bestimmt werden müssen, z. B., ob es sich um eine bewaffnete oder unbewaffnete Person, einen Hund oder ein Rotwild oder einen LKW bzw. einen PKW handelt.

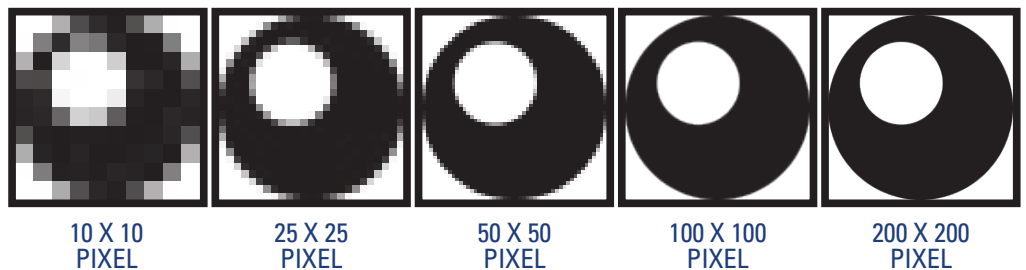
Teilen Sie die Breite der Szene im FOV durch die horizontale Anzahl der Pixel, um die Größe des kleinsten erfassbaren Merkmals zu errechnen. Sie können ebenfalls den Wert für das „momentane Gesichtsfeld“ (iFOV) verwenden, um die Winkelgröße eines einzelnen Pixels zu bestimmen und seine Größe in einem bestimmten Bereich zu berechnen.

WELCHE EMPFINDLICHKEIT?

Die Empfindlichkeit einer Kamera wird anhand der „Geräusch-äquivalenten Temperaturdifferenz“ (NEDT) angegeben. Dieser Signal-Rausch-Messwert gibt Aufschluss über die Temperaturdifferenz, die zum Erzeugen eines dem zeitlichen Rauschen der Kamera entsprechenden Signals erforderlich ist, und (via Erweiterung) über die Mindesttemperaturdifferenz, die die Kamera auflösen kann. Als Einheit für den NEDT-Wert wird normalerweise Millikelvin (mK) verwendet: je niedriger der Zahlenwert, desto höher die Leistung. Die FLIR Boson bietet branchenweit führende Empfindlichkeitswerte von unter 50 mK.

Berücksichtigen Sie all diese Faktoren bei Ihren Überlegungen. Setzen Sie sich bei Bedarf anschließend mit unserem Applications Engineering-Team in Verbindung. Es hilft Ihnen gerne bei der weiteren Auswertung Ihrer Möglichkeiten, um die bestmögliche Lösung für Sie zu finden. **SBA-Cores@flir.com**

AUFLÖSUNGEN IM VERGLEICH



BENÖTIGE ICH AUCH RADIOMETRIE ODER LEDIGLICH DIE BILDAUFNAHMEFUNKTION?

Alle Wärmebildkameras erstellen Bilder, die die relativen Intensitäten der thermischen Energie in ihrem Sichtfeld wiedergeben. Einige Kameras ermöglichen zusätzlich sogar kalibrierte, berührungslose Temperaturmessungen dieser Objekte. Dieses Verfahren wird als Radiometrie bezeichnet.

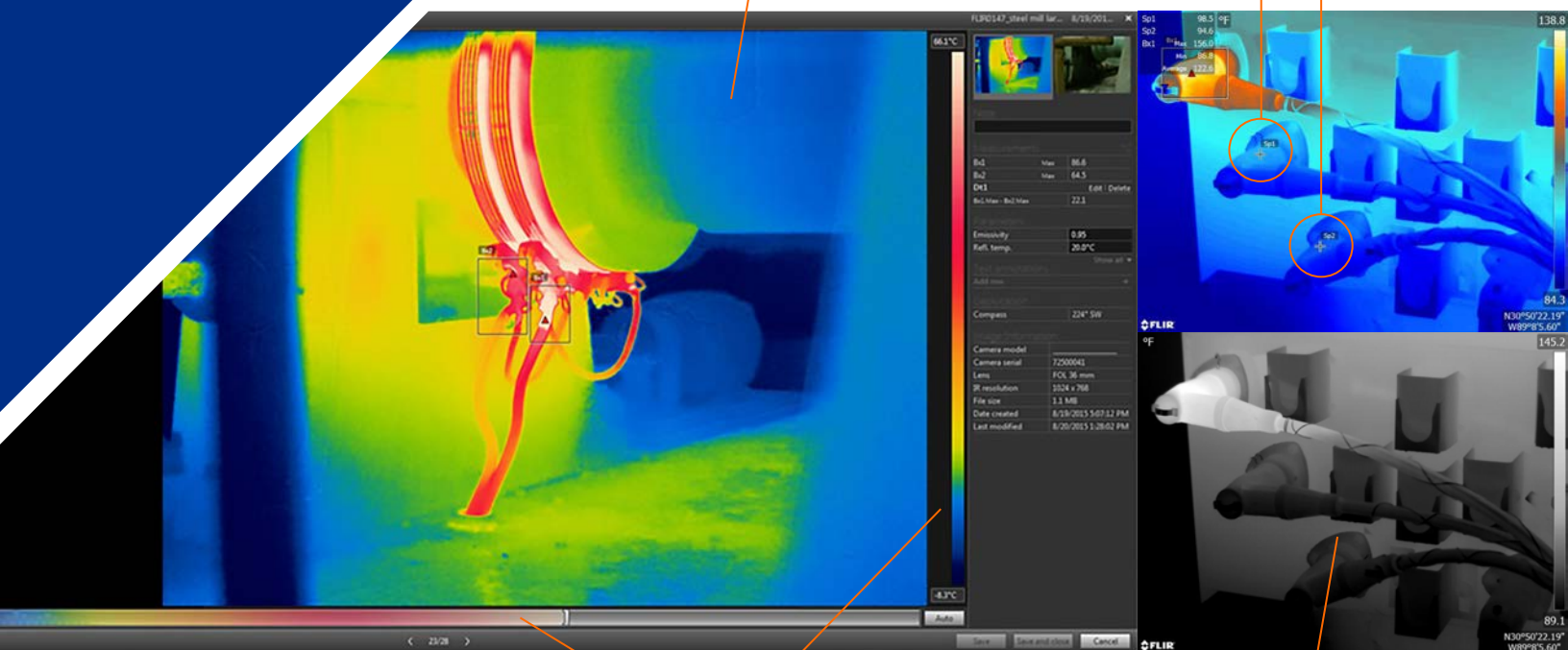
Hierzu muss die Kamera andere Strahlungsquellen (Reflexionen, Material des Objektivs), Umweltbedingungen (Luftfeuchtigkeit, Wetterbedingungen und Abstand zum Ziel) sowie die Materialeigenschaften des betrachteten Objekts (vor allem seinen Emissionsgrad) ausgleichen. Wenn diese Faktoren bekannt sind, kann die Menge der von der Kamera erfassten Strahlung mit einer Genauigkeit von $\pm 2^\circ\text{C}$ in einen Temperaturwert umgewandelt werden.

FLIR-Kameras sind mit unterschiedlichen Radiometriefunktionen und -genauigkeitsgraden erhältlich – von der bloßen Bildaufnahme über einfache, punktuelle Intensitätsmessung bis hin zu Funktionen für fortschrittliche Radiometrie und Verbesserung der Genauigkeit. Viele Kameras von FLIR sind zudem entweder mit Bildaufnahme- oder Radiometriefunktion erhältlich.

Einige Kameras bieten neben der Bildaufnahme auch kalibrierte, berührungslose Temperaturmessungen von Objekten.

Die FLIR Tools Software lässt Sie alle Möglichkeiten ausschöpfen, die radiometrische Bilder bieten.

Mit Radiometriebildern können Sie berührungslose Temperaturmessungen eines jeden Pixels im Bild erstellen.



Radiometrische Bilder können ebenfalls thermisch abgestimmt werden.

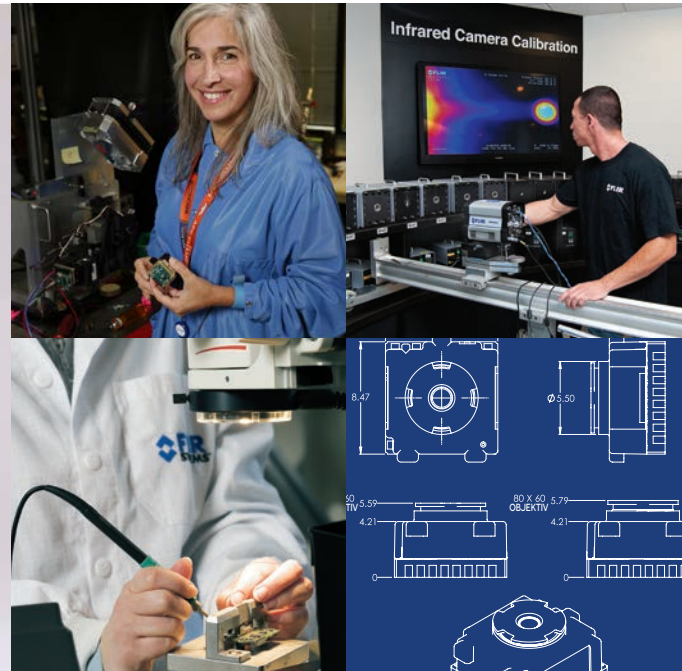
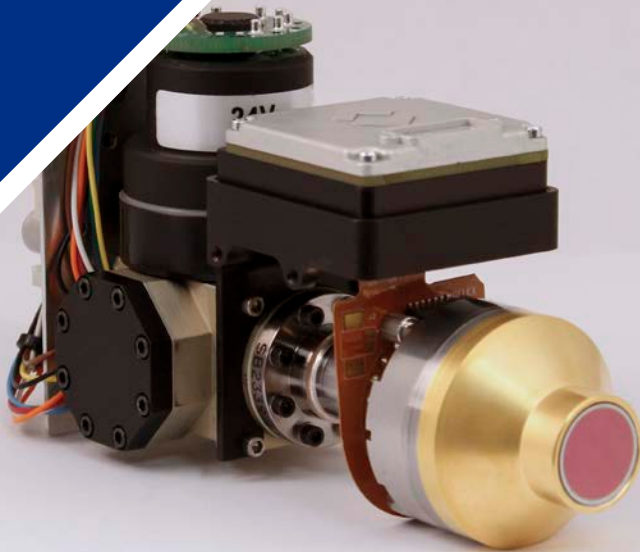
Ändern Sie die Farbpalette, um die Sichtbarkeit je nach Höhe der Temperaturunterschiede zu verbessern.

Wir arbeiten jeden Tag auf unser Ziel hin, der weltweit führende Anbieter von Infrarottechnologie zu sein. Unser Engagement macht uns zum besten Partner für all Ihre Anforderungen im Bereich von Infrarottechnologie.

WAS SOLLTE MIR EIN IR-ANBIETER BIETEN KÖNNEN?

Wenn Sie im Bereich der Wärmebildaufnahme designen, müssen Sie sich auf diese Technologie einlassen und sich mit ihr auseinandersetzen. Dazu benötigen Sie einen Partner, der zuverlässig für Sie da ist. Ihr Lieferant von Infrarotgeräten sollte Kompetenzen in den folgenden Kernbereichen aufweisen können:

- Qualität und Zuverlässigkeit; damit die Kameras innerhalb des gesamten geplanten Produktlebenszyklus zuverlässig funktionieren
- Nachweisliche Erfolgsgeschichten von OEM-Partnern
- Ein eigenes Team für technischen Produktsupport, das all Ihre Fragen beantworten kann
- Kundendienstservice vor Ort
- Schneller und einfacher Zugang zu Produktdaten, Zeichnungen und Schnittstellendokumenten via Website des Unternehmens oder per E-Mail
- Ein solides Unternehmen, das sich langfristig im Markt behaupten kann
- Fortlaufende Produktentwicklung und -optimierung, um stets am Puls der Zeit zu bleiben und auf technologischen Wandel frühzeitig reagieren zu können
- Branchenspezifisches Fachwissen in sich schnell weiterentwickelnden Bereichen wie Sicherheit, IoT und Automobil, einschließlich der spezifischen Schnittstellen, Gesetzesvorgaben und Kontrolleinrichtungen



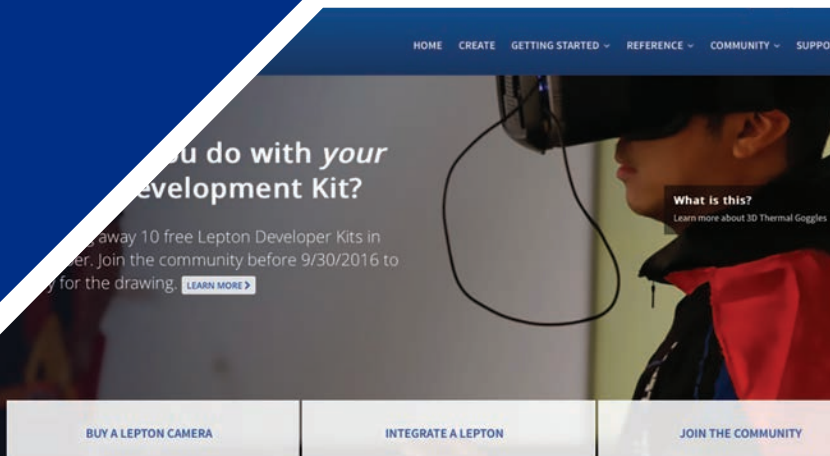
Egal, ob Lang-, Mittel- oder Kurzwele: Die Wärmebildkameramodule von FLIR lassen sich einfach und effizient in übergeordnete Baugruppen und Plattformen integrieren.

WIE HOCH BELAUFEN SICH DIE GESAMTBETRIEBSKOSTEN?

Neben den bloßen Anschaffungskosten müssen viele wichtige Aspekte berücksichtigt werden, um zu bestimmen, ob eine OEM-Wärmebildkamera ein angemessenes Preis-Leistungs-Verhältnis bietet. Natürlich ist der Gerätepreis wichtig. Aber auch die Gesamtfertigungskosten können die Wettbewerbsfähigkeit Ihres Systems beeinträchtigen.

Versteckte Kosten, die oftmals aufgrund schwieriger Integration, verlängerter Konstruktionsphasen und längerer Markteinführungszeiten anfallen, können selbst die besten Lancierungspläne zunichtemachen. Ihr Lieferant muss ...

- wettbewerbsfähige Preise bieten
- professionellen technischen Support für reibungslose Integration bereitstellen
- über direkten Zugang zu Dokumentation, SDKs, Lösungsbeschleunigern und Anwendungsentwicklern verfügen
- Garantien mit branchenweit führenden Konditionen für seine Produkte bieten
- den Verkauf Ihrer Produkte mit zufriedenstellender Gewinnspanne ermöglichen



Start creating with FLIR Lepton®

FLIR Lepton® is a revolutionary longwave infrared (LWIR) imager that is ten times less expensive than traditional thermal cameras, making it the perfect core for your prototype. It's available in three models: **50° FOV w/o shutter**, **25° FOV w/o shutter**, and **50° FOV with a shutter** for manual calibration.

Here in the Lepton Maker Community, you can get started using Lepton in your project, and collaborate with other digital makers to get help or share ideas.



Software Developers Kit (SDK)

Easy discovery, monitoring and command & control of FLIR Systems thermal imaging cameras in new or existing networks.

The Software Developers Kit (SDK) is a tool that helps systems integrators to deploy FLIR Systems thermal imaging cameras in large, existing or new, security networks. The SDK will accelerate any application programming with FLIR Systems thermal imaging cameras. If you are a systems integrator that wants to build its own system utilizing thermal imaging cameras for a security application, then the SDK together with FLIR Systems thermal imaging cameras will give you a jump start in your task. The SDK will allow you to fully exploit the possibilities that FLIR's unique infrared camera connectivity technology offers and combine camera functionality with other sensors and detection devices.

More and more, TCP/IP networks are being used as a base to build security surveillance, command and control applications. Developed by system integrators.

SIND FÜR WÄRMEBILDKAMERAS EXPORTLIZENZEN ERFORDERLICH?

Bei einigen Kameras ist dies der Fall. FLIR beschäftigt ein Team mit Experten für Handelsrecht, die Ihnen bei all Ihren Fragen und Problemen zum Export gerne weiterhelfen.

In Fällen, in denen FLIR eine Kamera an einen Kunden in die USA liefert, der diese anschließend in Länder außerhalb der USA (erneut) exportieren möchte (wobei es keine Rolle spielt, ob die Kamera in ein anderes Produkt integriert ist), liegt es in der Verantwortung des Kunden, die entsprechende Exportlizenz bei der zuständigen Behörde der USA anzufragen.

Weitere Informationen zu den Exportbestimmungen für Wärmebildkameras finden Sie unter www.flir.com/export.

FLIR ist immer um die Einhaltung aller Exportbestimmungen bemüht. Dies wünschen wir uns auch von unseren Kunden.



HAUPTSITZ

FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave
Wilsonville, OR 97070

SANTA BARBARA

FLIR Systems, Inc.
6769 Hollister Ave.
Goleta, CA 93117
PH: +1 805 964 9797

EUROPA

FLIR Systems, Inc.
Luxemburgstraat 2
2321 Meer
Belgien
PH: +32 (0) 3665 5100

CHINA – PEKING

FLIR Systems, Co., Ltd.
Room 502, West Wing, Hanwei Building
No. 7 Guanghua Ave
Chaoyang District, Beijing 100004, China
PH: +86 10 59797755

www.flir.com/oem
NASDAQ: FLIR

Die hierin beschriebenen Produkte unterliegen den Exportbestimmungen der USA und erfordern ggf. eine gültige Exportlizenz. Es gelten die Gesetze der USA. Die Abbildungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Technische Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. ©2017 FLIR Systems, Inc. Alle Rechte vorbehalten. 26.09.2016

16-0392-OEM-COR



The World's **Sixth Sense**®