

Wärmebildkamera

Wie weit können Sie messen?

Wenn Sie vor Kurzem eine Wärmebildkamera (WBK) angeschafft haben, fragen Sie sich möglicherweise, wie weit Sie damit messen können. Oder Sie denken gerade über die Anschaffung einer WBK nach, sind sich jedoch nicht sicher, mit welchem Modell Sie Ihr Ziel präzise messen können. Die Antwort auf die Frage „Wie weit können Sie messen?“ hängt von verschiedenen Faktoren ab.



Quelle: www.flir.de

Je weiter Sie sich von Ihrem Zielobjekt entfernen, umso schwieriger bzw. unmöglicher wird es, dafür präzise Temperaturmesswerte zu ermitteln.

Am besten lässt sich das Ganze mit einem Besuch beim Optiker oder beim Augenarzt vergleichen. Wenn Sie von Ihrem Stuhl aus auf die Sehtesttafel schauen, erkennen Sie wahrscheinlich noch, dass die kleinste Zeile Buchstaben enthält – doch aus welcher Entfernung können Sie auch noch jeden dieser Buchstaben lesen (d. h. „messen“)? Wenn Ihre Sehkraft 100 % beträgt (manche Augenärzte sagen dazu auch 1,0 oder 20/20), können Sie selbst kleinste Buchstaben aus größerer Entfernung deutlich erkennen. In diesem Fall würden 100 % Sehkraft einer WBK mit hoher Auflösung entsprechen. Wenn Ihre Sehkraft nicht perfekt ist, können Sie diese mit Gläsern verbessern (d. h. eine Lupe vor die WBK setzen) oder mit Ihrem Stuhl näher an die Sehtesttafel heranrücken (d. h. den Abstand zu Ihrem Ziel verringern).

Die Auflösung und das Sichtfeld

Es ist wichtig, das Punktgrößenverhältnis richtig zu verstehen. Es ist ein Wert, der angibt, aus welcher Entfernung von einem Zielobjekt mit einer bestimmten Größe Sie noch eine präzise Temperaturmessung daran ausführen können.



Der Autor

Thomas Jung, Sales Director Central & East Central Europe, Flir Systems GmbH, Frankfurt/Main

Um Temperaturmessungen mit höchster Präzision ausführen zu können, müssen Sie so viele Pixel wie möglich vom Detektor Ihrer WBK auf Ihr Zielobjekt richten. Dadurch erhalten Sie ein detailreicheres Wärmebild. Je weiter Sie sich von Ihrem Zielobjekt entfernen, umso schwieriger bzw. unmöglicher wird es, dafür präzise Temperaturmesswerte zu ermitteln.

Je größer die Auflösung Ihrer WBK ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass Sie mehr Pixel aus größerer Entfernung auf Ihr Zielobjekt richten und präzise Messergebnisse dafür erhalten können. Da der Digitalzoom die Präzision nicht verbessert, ist eine höhere Auflösung oder ein schmaleres Sichtfeld hierfür entscheidend. Angenommen, Sie wollen mit Ihrer Wärmebildkamera aus 15 m Entfernung eine präzise Temperaturmessung an einem 2 cm „großen“ Zielobjekt ausführen: Wie können Sie feststellen, ob dies mit Ihrer WBK möglich ist?

Sie müssen die technischen Daten Ihrer WBK durchgehen und deren Sichtfeld (FOV) und Auflösung kennen. Im folgenden Beispiel nehmen wir an, dass die Auflösung Ihrer WBK 320 x 240 Pixel beträgt und Ihr Objektiv ein horizontales Sichtfeld (FOV) von 24° hat.

Zuerst müssen Sie mit dieser Formel den IFOV-Wert in Milliradian (mrad) berechnen:

$$\text{IFOV} = (\text{FOV}/\text{Anzahl der Pixel}) \cdot [(3,14/180)(1.000)]$$

* Verwenden Sie die Anzahl von Pixeln, die zur (horizontalen/vertikalen) Ausrichtung Ihres Sichtfelds (FOV) passt.

Das theoretische Punktgrößenverhältnis

Da Ihr Objektiv ein horizontales Sichtfeld (FOV) von 24° hat, müssen Sie die Zahl 24 durch die horizontale Pixel-Auflösung der WBK teilen – in diesem Fall 320. Dann multiplizieren Sie diese Zahl mit 17,44, dem Ergebnis der oben stehenden Gleichung $(3,14/180)(1.000)$.

$$(24/320) \cdot 17,44 = 1,308 \text{ mrad}$$

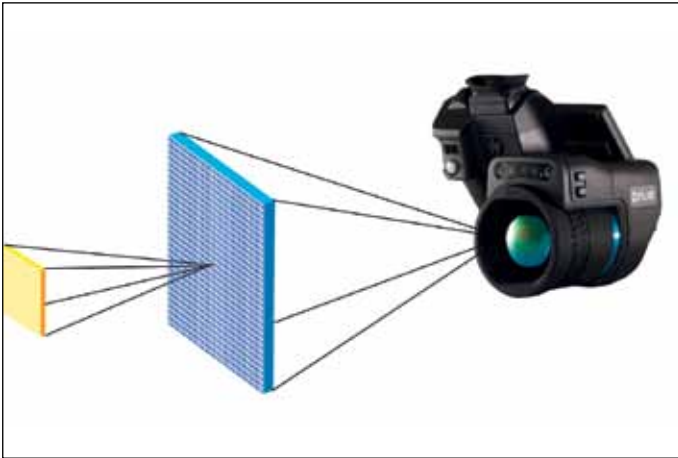
Nun wissen Sie, dass der IFOV-Wert 1,308 mrad beträgt und müssen ihn anschließend mit dieser Formel in Millimeter umrechnen:

$$\text{IFOV (mm)}: (1,308/1.000) \cdot 15.000^* \text{ mm} = 19,62 \text{ mm}$$

* Die Entfernung von Ihrem Zielobjekt

Was sagt dieser Wert aus? Das Punktgrößenverhältnis beträgt 19,62:15.000. Dieser Wert gibt die messbare Größe eines einzelnen Pixels (1 x 1) an. Einfacher gesagt bedeutet das Ergebnis dieser Berechnung, dass Ihre WBK einen 19,62 mm „großen“ Punkt aus 15 m Entfernung messen kann.

Diese Einzel-Pixel-Messung wird „theoretisches Punktgrößenverhältnis“ genannt. Einige Hersteller geben das theoretische Punktgrößenverhältnis in den technischen Daten ihrer Produkte an. Obwohl man dieses für das tatsächliche Punktgrößenverhältnis der WBK halten könnte, ist es irreführend, da es Ihnen nicht unbedingt die präzisesten Temperaturmesswerte liefert.



Quelle: www.flir.de

Das momentane Sichtfeld (IFOV) ist eine Winkelprojektion von nur einem Pixel des Detektors auf dem IR-Bild. Der Bereich, den jeder Pixel erkennen kann, hängt von Ihrer Entfernung vom Zielobjekt mit einem bestimmten Objektiv ab.

Dies liegt darin begründet, dass es Ihnen lediglich Temperaturmesswerte für einen sehr kleinen Bereich innerhalb eines einzelnen Pixels liefert.

Wie bereits erwähnt wollen Sie jedoch stattdessen stets so viele Pixel wie möglich auf Ihr Zielobjekt richten, um Messwerte mit höchster Präzision zu erhalten. Zwar können auch schon ein oder zwei Pixel ausreichen, um qualitativ zu bestimmen, dass ein Temperaturunterschied vorliegt, jedoch reichen diese nicht aus, um die Durchschnittstemperatur eines bestimmten Bereichs präzise abzubilden.

Eine Messung mit nur einem einzelnen Pixel kann aus verschiedenen Gründen ungenau sein:

- Wärmebildkameras können fehlerhafte Pixel entwickeln.
- Die Zielobjekte reflektieren – dann kann ein Kratzer oder eine Sonnenlichtreflexion einen falsch positiven und einen zu hohen Messwert liefern.
- Ein heißes Objekt – z. B. ein Schraubenkopf – könnte ungefähr genauso breit wie ein Pixel sein; Pixel sind jedoch quadratisch, während ein Schraubenkopf sechseckig ist.
- Optische Systeme sind niemals perfekt – darin treten immer gewisse Verzerrungen auf, die sich auf die Messergebnisse auswirken.

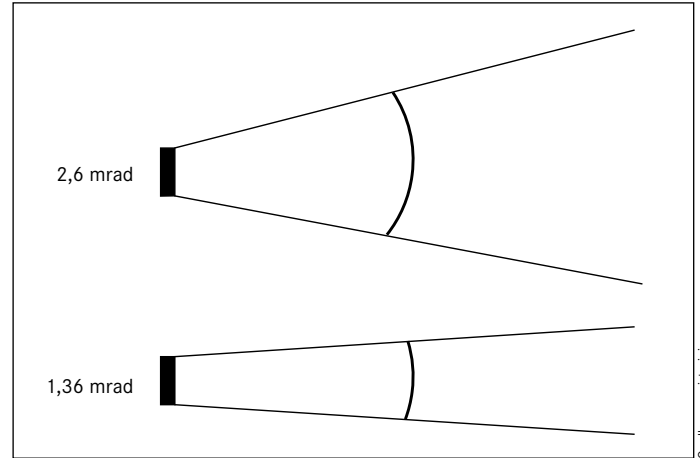
Der Weg zur präzisen Messung

Aufgrund eines Phänomens, das optische Dispersion genannt wird, kann die von einem sehr kleinen Bereich abgegebene Wärmestrahlung dem Detektorelement nicht genügend Energie für einen korrekten Messwert liefern. Deshalb empfehlen wir Ihnen, sicherzustellen, dass der heiße Bereich, in dem der jeweilige Punkt gemessen werden soll, mindestens 3 x 3 Pixel groß ist. Multiplizieren Sie einfach Ihr theoretisches Punktgrößenverhältnis mit der Zahl 3 – dadurch erhalten Sie ein Punktgrößenverhältnis von 3 x 3 anstelle von 1 x 1, das Ihnen präzisere Messwerte liefern wird.

Wenn Sie also Ihren IFOV-Wert in mm (19,62) mit 3 multiplizieren, erhalten Sie 58,86 mm.

Das heißt, dass Sie einen 58,86 mm großen Punkt aus 15 m Entfernung messen können.

Nehmen wir nun an, Sie wollen einen 20 mm „großen“ Punkt messen. Aus welcher Entfernung können Sie einen Punkt mit dieser Größe präzise messen? Dafür müssen Sie die folgende Kreuzmultiplikation ausführen:



Quelle: www.itrtraining.eu

Grafische Darstellung zweier unterschiedlicher Sichtfelder (FOV) mit 2,6 mrad bzw. 1,36 mrad. Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Infrared Training Center.

IFOV-Wert in mm: Entfernung in mm

(15 m = 15.000 mm)

58,86 : 15.000

20 mm : x

15.000 · 20 = 58,86 · x

300.000 : 58,86 = x

x = 5.096,8 mm oder etwa 5,10 m

Mit Ihrer WBK, die eine Auflösung von 320 x 240 Pixeln hat, können Sie also einen 20 mm „großen“ Punkt aus etwa 5 m Entfernung präzise messen.

Andere Hersteller geben diese Zahl möglicherweise nicht an, wenn sie auf den IFOV- oder SSR-Wert eingehen, doch in Wahrheit liefert Ihnen dieser Wert bei einer Anomalie einen präziseren Temperaturmesswert.

Das Punktgrößenverhältnis

Letztlich kommt es immer auf das Punktgrößenverhältnis an, das es Ihnen dabei hilft, zu verstehen, ob Ihnen Ihre Wärmebildkamera aus der jeweiligen Entfernung zum Zielobjekt einen präzisen Temperaturmesswert liefern kann. Wenn Sie kleine Zielobjekte aus großen Entfernungen messen müssen, ist es entscheidend, dass Sie das Punktgrößenverhältnis der WBK kennen und wissen, ob Sie sich innerhalb des Bereichs befinden, in dem Sie präzise Messergebnisse erzielen können.

Wenn Sie eine Wärmebildinspektion planen, sollten Sie vorher bedenken, ob Sie sich dem Zielobjekt weit genug nähern können, um präzise Messwerte zu erhalten. Präzise lässt sich als „gut genug für eine richtige Auslegung“ interpretieren. Die sich daraus ergebende Entfernung muss also nicht einmal innerhalb des in den technischen Daten Ihrer WBK angegebenen Bereichs für präzise Messwerte liegen. Wenn Sie das Punktgrößenverhältnis nicht beachten, kann Ihnen der Fehler unterlaufen, dass Sie einige Grad Celsius oder sogar mehrere hundert Grad Celsius danebenliegen.

FOV-Rechner

Damit Sie die dafür erforderlichen Werte schneller ermitteln können, bietet Ihnen Flir für jedes seiner WBK-Modelle einen FOV-Rechner, den Sie hier finden: <http://flir.custhelp.com>. Klicken Sie auf die Kamera-Serie, die Sie benutzen, und wählen Sie anschließend das genaue Modell aus. Wenn Sie neben dem richtigen Kameramodell auf „FOV berechn.“ („FOV Calc.“) klicken, wird Ihnen das Punktgrößenverhältnis Ihrer WBK angezeigt. 