



Kleines Wärmebild Brevier

Wärmebild-Theorie

Wie arbeiten Wärmebildgeräte?

In der Vergangenheit wurde im Bereich Nachtsichttechnik auf Optiken mit Restlichtverstärker gesetzt. Nun erobern Wärmebildoptiken den Markt.

Doch wie arbeiten sie?

Ungekühlte Wärmebildoptiken detektieren langwelliges Infrarotlicht im mittleren Infrarotbereich zwischen 8 und 13µm Wellenlänge und nutzen somit die Temperaturstrahlung von Körpern. Jeder Körper mit einer Temperatur von >0 Kelvin = -273°C erzeugt diese Infrarotstrahlung.

Somit hat z. B. ein Eiswürfel auch eine messbare Wärmestrahlung.

Diese Strahlung, auch als elektromagnetische Wellen bekannt, wird mit Hilfe des Wärmebilddetektors (Mikrobolometer) sichtbar gemacht. Diese Wärmebildgeräte können mittlerweile Temperaturunterschiede von $<0,05^{\circ}\text{C}$ messen. Sie machen also Energiestrahlen des Infrarotlichtes auf einem Bildschirm sichtbar.

Die Funktionsweise ist völlig unabhängig von jeglichen für den Menschen sichtbaren Lichtverhältnissen.

Je wärmer der Körper ist, desto besser wird er erfasst und sichtbar gemacht.

Wärmequellen werden mit diesen Optiken schnell erkannt und „leuchten“ deutlich in der Dunkelheit. Zusätzliche IR Lichtquellen, wie bei Restlichtverstärkern, sind nicht mehr notwendig.

Die beiden Wissenschaftler Stefan und Boltzmann entdeckten vor 150 Jahren das Naturgesetz, dass alle Körper Energien in Form von Lichtwellen ausstrahlen.

Nur wenige Tiere, wie einige Schlangen und Insekten (Mücken), können diese

Strahlung direkt wahrnehmen. Die Helligkeit des abgestrahlten Infrarotlichtes hängt dabei sehr stark von der Temperatur ab.

Leistungsmerkmale von Wärmebildoptiken

Um Wärmebildoptiken beschreiben und klassifizieren zu können, gibt es ein paar entscheidende Leistungsmerkmale, auf die man achtet.

Anzahl der Detektorzellen (Pixel)

Detektorzellengröße (Pitch)

Detektorempfindlichkeit (mk)

Bildwiederholungsfrequenz (Hz)

Objektivdurchmesser (f-Nummer)

Optische Vergütung der Linsen

Software zur Bildoptimierung

Die Linsen der Wärmebildoptiken werden nicht aus Glas gefertigt, da Glas im kurzwelligen Infrarotbereich nur einen Teil und im langwelligen Infrarotbereich gar keine Infrarotstrahlung hindurch lässt. Aus diesem Grunde müssen die Objektive aus gezüchteten Kristallen hergestellt werden. Bei ungekühlten Optiken ist dies meist Germanium [Ge], Zinksulfid [ZnS], Zinkselenit [ZnSe] oder Chalkogenide. Daher haben die Optiken einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Kosten der Infrarotkameras. Ein „Durchschauen“, wie bei herkömmlichen optischen Linsen ist bei diesem Material nicht möglich.

Nur die optimale Abstimmung der einzelnen optischen Komponenten erlaubt die höchste Leistungsfähigkeit einer Optik. Der einzelne Vergleich von Kenngrößen gibt keine klare Aussage über die Güte der Optik.

Glossar

Hier geben wir Ihnen eine Übersicht über die wichtigsten Begriffe und Kennzahlen.

Mikrobolometer

Ein Mikrobolometer ist ein thermischer Sensor zur Detektion von elektromagnetischer Strahlung und wird zur Detektion von mittlerem und langwelligem Infrarot eingesetzt.

Als zweidimensionales Focal Plane Array (in Reihe aufgebaute Detektorzellen)

stellen sie den Bildsensor von Wärmebildkameras dar.

Spectral Response / Range

Der Spektralbereich gibt an, welche Wellenlänge das Licht haben muss, damit der Detektor das Licht erkennt. Je größer der Bereich, desto klarer und differenzierter ist das Bild.

Pixel

Anzahl der Detektorzellen. Ein Detektor mit einer Größe von 640x480 Pixel Auflösung hat 640 Bildpunkte in der Horizontalen mal 480 Bildpunkte in der Vertikalen.

Dies entspricht einer Detektorenanzahl von 307.200 Bildpunkten, also 0,3 Megapixel.

Pitch

Detektorzellengröße in Mikro-meter im Quadrat (μm).

Bei Detektoren mit 320x240 Pixel Auflösung meist $25\mu\text{m}$ oder $17\mu\text{m}$.

Bei 640x480 Pixel Auflösung ist $12\mu\text{m}$ Stand der Technik.

Je kleiner die Pitchzahl, desto schärfer und kontrastreicher ist das Bild.

Hertz (Hz)

Bildwiederholungsfrequenz in Hertz. Je höher die Hz-Zahl, desto wackelfreier ist das Bild bei bewegter Betrachtung.

FOV

steht für Field of View, beschreibt das Sehfeld und wird meist angegeben in Breite x Höhe auf 100m oder einer Winkelgröße (Winkel von der Objektivlinse abgehend).
Je kleiner, desto eingeschränkter ist das Sehfeld im Nahbereich.

NETD

steht für Noise Equivalent Temperature Difference und beschreibt eine Kennzahl zum Messen der Temperatursensibilität und ist die entscheidende Kennzahl zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Detektors.
Wird in Millikelvin (mk) angegeben.
Je kleiner diese Kennzahl, desto kontrastreicher ist das Bild.

f-Nummer

Die Blendenzahl gibt das Verhältnis der Brennweite (Linsenabstand zum Detektor) zum Durchmesser der wirksamen Eintrittspupille an.
Je kleiner die f-Nummer, desto größer der Durchmesser der Objektivlinse, desto mehr Lichteinfall, desto kontrastreicher und schärfer das Bild.

ASi

steht für das Detektorträgermaterial **Amorphes Silizium**.
Es verfügt über ein hohes Absorptionsvermögen von elektromagnetischen Wellen im optischen und nahinfrarotem Spektralbereich.
Es ist wirtschaftlicher in der Herstellung, **hat jedoch Nachteile in der Bildqualität im Vergleich zu VOx Detektoren**.

VOx

steht für das Detektorträgermaterial Vanadium Oxid und ist eine chemische

Verbindung mit sehr guter elektrischer Leitfähigkeit.

Es ist im Vergleich zu ASI Detektoren die technische bessere Variante.

LCoS

steht für Liquid Crystal on Silicon und beschreibt ein Display mit Flüssigkristallen zur Bilddarstellung.

OLED / AMOLED

steht für Organic Light Emitting Diode bzw. Active Matrix Organic Light Emitting Diode und beschreibt ein Display mit Leuchtdioden zur Bilddarstellung.

Im Vergleich zu LCoS-Displays besteht ein höherer Kontrast und eine schnellere Reaktionszeit in der Bilddarstellung.

VGA

steht für Video Graphics Array und beschreibt einen Computer-Grafikstandard.

Eine VGA-typische Bildauflösung ist 640x480 Pixel.

NUC Calibration

Steht für Non Uniformity Correction und beschreibt die Kalibrierung der Empfindlichkeit der einzelnen Pixel, so dass Punkte gleicher Temperatur im Bild gleich hell erscheinen.

Die Kalibrierung erfolgt automatisch durch einen Shutter und ist bei den meisten Geräten durch ein Klickgeräusch hörbar. Bei manchen Geräten kann bzw. muss die Kalibrierung manuell durchgeführt werden. Anstelle eines Shutters kann das Objektiv auch manuell abgedeckt werden.

Polarität

Die meisten Optiken ermöglichen eine Darstellung der Wärmequellen in weiß, schwarz, rot oder Regenbogenfarben.