



Benutzerhandbuch

Serie T4xx

Benutzerhandbuch Serie T4xx

Inhaltsverzeichnis

1	Haftungsausschluss	1
1.1	Haftungsausschluss	1
1.2	Bestimmungen der US-amerikanischen Regierung	1
1.3	Urheberrecht	2
1.4	Qualitätssicherung	2
1.5	Patente	2
1.6	EULA Terms	2
2	Warnungen und Vorsichtshinweise	4
3	Hinweise für Benutzer	7
3.1	Benutzerforen	7
3.2	Kalibrierung	7
3.3	Genauigkeit	7
3.4	Enstörung elektronischer Geräte	7
3.5	Schulung	7
3.6	Aktualisierung der Dokumentation	7
3.7	Wichtiger Hinweis zu diesem Handbuch	7
4	Hilfe für Kunden	8
4.1	Allgemein	8
4.2	Fragen stellen	8
4.3	Downloads	8
5	Schnelleinstieg	9
5.1	Vorgehensweise	9
6	Teilelisten	10
6.1	Inhalt des Transportkoffers	10
6.2	Zubehörliste	10
7	Hinweise zur Ergonomie	13
7.1	Allgemein	13
7.2	Abbildung	13
8	Kamerateile	14
8.1	Rückansicht	14
8.1.1	Abbildung	14
8.1.2	Erläuterung	14
8.2	Frontansicht	15
8.2.1	Abbildung	15
8.2.2	Erläuterung	15
8.3	Ansicht Unterseite	16
8.3.1	Abbildung	16
8.3.2	Erläuterung	16
8.4	Akkuanzeige	16
8.4.1	Allgemein	16
8.4.2	Abbildung	16
8.4.3	Erläuterung	17
8.5	Laserpointer	17
8.5.1	Allgemein	17
8.5.2	Abbildung	17
8.5.3	Laserwarnhinweis	17
8.5.4	Bestimmungen bezüglich des Lasers	18
9	Bildschirmelemente	19
9.1	Abbildung	19
9.2	Erläuterung	19
10	Navigieren im Menüsystem	20
10.1	Abbildung	20
10.2	Erläuterung	20

11	Externe Geräte und Speichermedien.....	21
11.1	Abbildung.....	21
11.2	Erläuterung.....	21
12	Verbinden von Bluetooth-Geräten.....	22
12.1	Allgemein.....	22
12.2	Vorgehensweise.....	22
13	Abrufen von Daten externer Extech-Messgeräte.....	23
13.1	Allgemein.....	23
13.2	Abbildung.....	23
13.3	Unterstützte Extech-Messgeräte.....	23
13.4	Technischer Support für Extech-Messgeräte.....	23
13.5	Vorgehensweise.....	23
13.6	Typische Verfahrensweise für Feuchtigkeitsmessung und Dokumentation.....	24
13.6.1	Allgemein.....	24
13.6.2	Vorgehensweise.....	24
14	Umgang mit der Kamera.....	25
14.1	Laden des Akkus.....	25
14.1.1	Allgemein.....	25
14.1.2	Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku in der Kamera zu laden.....	25
14.1.3	Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku außerhalb der Kamera zu laden.....	25
14.1.4	Verwenden des externen Ladegeräts zum Laden des Akkus.....	25
14.2	Einlegen des Akkus.....	26
14.2.1	Vorgehensweise.....	26
14.3	Entfernen des Akkus.....	27
14.3.1	Vorgehensweise.....	27
14.4	Die Kamera ein- und ausschalten.....	27
14.5	Einstellen des Objektivwinkels.....	28
14.5.1	Allgemein.....	28
14.5.2	Abbildung.....	28
14.5.3	Vorgehensweise.....	28
14.6	Anbringen der Sonnenblende.....	28
14.6.1	Allgemein.....	28
14.6.2	Vorgehensweise.....	28
14.7	Bedienung des Laserpointers.....	29
14.7.1	Abbildung.....	29
14.7.2	Vorgehensweise.....	29
15	Arbeiten mit Bildern und Ordern.....	31
15.1	Einstellen des Fokus der Infrarotkamera.....	31
15.1.1	Vorgehensweise.....	31
15.2	Bildvorschau.....	31
15.3	Allgemein.....	31
15.3.1	Vorgehensweise.....	31
15.4	Bilder speichern.....	31
15.4.1	Allgemein.....	31
15.4.2	Formatieren von Speicherkarten.....	31
15.4.3	Speicherkapazität.....	32
15.4.4	Vorgehensweise.....	32
15.5	Periodisches Speichern von Bildern.....	32
15.5.1	Allgemein.....	32
15.5.2	Vorgehensweise.....	32
15.6	Öffnen von Bildern.....	32

15.6.1	Allgemein	32
15.6.2	Vorgehensweise.....	33
15.7	Manuelle Bildeinstellung.....	33
15.7.1	Allgemein	33
15.7.2	Beispiel 1	33
15.7.3	Beispiel 2	33
15.7.4	Ändern der Werte der Temperaturskala	33
15.7.5	Ändern der Spanne der Temperaturskala	34
15.8	Ausblenden von überlagernden Grafiken	34
15.8.1	Allgemein	34
15.8.2	Vorgehensweise.....	34
15.9	Bilder löschen	34
15.9.1	Allgemein	34
15.9.2	Vorgehensweise.....	34
15.10	Erstellen eines Adobe PDF-Berichts.....	34
15.10.1	Allgemein	34
15.10.2	Vorgehensweise.....	35
16	Arbeiten mit der Fusionsfunktion.....	36
16.1	Was ist eine Fusion?.....	36
16.2	Fusionstypen	36
16.3	Bildbeispiele	36
16.4	Vorgehensweise	37
17	Mit Videos arbeiten	39
17.1	Aufnahme von Videos	39
17.1.1	Allgemein	39
17.1.2	Vorgehensweise.....	39
18	Arbeiten mit Messwerkzeugen und Isothermen	40
18.1	Erstellen von Messwerkzeugen	40
18.1.1	Allgemein	40
18.1.2	Vorgehensweise.....	40
18.2	Konfigurieren von Differenzberechnungen.....	40
18.2.1	Allgemein	40
18.2.2	Vorgehensweise.....	40
18.3	Einstellen von Isothermen	40
18.3.1	Allgemein	40
18.3.2	Einstellen von Isothermen für hohe Temperaturen	41
18.3.3	Einstellen von Isothermen für niedrige Temperaturen	41
18.3.4	Intervall-Isotherme einstellen.....	41
18.3.5	Einstellen von Isothermen für Luftfeuchtigkeit.....	42
18.3.6	Einstellen von Isothermen für Wärmedämmung.....	42
18.4	Löschen von Messwerkzeugen	42
18.4.1	Vorgehensweise.....	42
18.5	Verschieben von Messwerkzeugen	42
18.5.1	Vorgehensweise.....	42
18.6	Ändern der Größe von Bereichen.....	43
18.6.1	Vorgehensweise.....	43
18.7	Objektparameter ändern.....	43
18.7.1	Allgemein	43
18.7.2	Parametertypen	43
18.7.3	Empfohlene Werte	43
18.7.4	Vorgehensweise.....	44
19	Kommentieren von Bildern.....	45
19.1	Allgemein.....	45
19.2	Digitalfotos automatisch hinzufügen	45

19.2.1	Allgemein	45
19.2.2	Vorgehensweise.....	45
19.3	Digitalfotos manuell hinzufügen	45
19.3.1	Allgemein	45
19.3.2	Vorgehensweise.....	45
19.4	Hinzufügen von Sprachkommentaren	46
19.4.1	Allgemein	46
19.4.2	Vorgehensweise.....	46
19.5	Eine Tabelle hinzufügen.....	46
19.5.1	Allgemein	46
19.5.2	Definitionen von Feld und Wert	46
19.5.3	Vorgehensweise.....	47
19.6	Hinzufügen von Text	47
19.6.1	Allgemein	47
19.6.2	Vorgehensweise.....	48
19.7	Hinzufügen von Entwürfen.....	48
19.7.1	Allgemein	48
19.7.2	Vorgehensweise.....	48
20	Einstellungen ändern	49
20.1	Ändern der Kameraeinstellungen.....	49
20.1.1	Allgemein	49
20.1.2	Vorgehensweise.....	49
20.2	Ändern der Einstellungen.....	49
20.2.1	Allgemein	49
20.2.2	Vorgehensweise.....	49
20.3	Verbindung ändern	49
20.3.1	Allgemein	49
20.3.2	Vorgehensweise.....	50
20.4	Ändern der regionalen Einstellungen	50
20.4.1	Allgemein	50
20.4.2	Vorgehensweise.....	50
21	Reinigen der Kamera.....	51
21.1	Kameragehäuse, Kabel und weitere Teile	51
21.1.1	Flüssigkeiten	51
21.1.2	Ausrüstung	51
21.1.3	Vorgehensweise.....	51
21.2	Infrarotobjektiv.....	51
21.2.1	Flüssigkeiten	51
21.2.2	Ausrüstung	51
21.2.3	Vorgehensweise.....	51
22	Technische Daten	52
23	Steckerkonfigurationen	53
23.1	Steckerkonfiguration für USB-Mini-B-Anschluss.....	53
23.2	Steckerkonfiguration für den Videoanschluss.....	53
23.3	Steckerkonfiguration für den USB-A-Anschluss.....	54
23.4	Steckerkonfiguration für den Netzanschluss	54
24	Abmessungen.....	55
24.1	Kamera-.....	55
24.1.1	Kameraabmessungen	55
24.1.2	Kameraabmessungen (Fortsetzung)	55
24.1.3	Kameraabmessungen (Fortsetzung)	56
24.1.4	Kameraabmessungen (Fortsetzung) (mit 30-mm-/15°-Objektiv).....	56

	24.1.5 Kameraabmessungen (Fortsetzung) (mit 10-mm-/45°-Objektiv).....	56
24.2	Akku-	57
	24.2.1 Abbildung.....	57
24.3	Externes Akkuladegerät	58
	24.3.1 Abbildung.....	58
24.4	Externes Akkuladegerät mit Akku	59
	24.4.1 Abbildung.....	59
24.5	Infrarotobjektiv (30 mm/15°).....	59
	24.5.1 Abbildung.....	59
24.6	Infrarotobjektiv (10 mm/45°).....	60
	24.6.1 Abbildung.....	60
25	Anwendungsbeispiele.....	61
25.1	Feuchtigkeit und Wasserschäden	61
	25.1.1 Allgemein	61
	25.1.2 Abbildung.....	61
25.2	Defekter Steckdosenkontakt.....	61
	25.2.1 Allgemein	61
	25.2.2 Abbildung.....	62
25.3	Oxidierter Steckdose	62
	25.3.1 Allgemein	62
	25.3.2 Abbildung.....	62
25.4	Wärmedämmungsmängel.....	63
	25.4.1 Allgemein	63
	25.4.2 Abbildung.....	63
25.5	Luftzug	64
	25.5.1 Allgemein	64
	25.5.2 Abbildung.....	64
26	Informationen zu FLIR Systems	65
26.1	Mehr als nur eine Infrarotkamera	66
26.2	Weitere Informationen.....	66
26.3	Support für Kunden	66
26.4	Bilder	67
27	Glossar	68
28	Thermografische Messtechniken	71
28.1	Einleitung	71
28.2	Emissionsgrad	71
	28.2.1 Ermitteln des Emissionsgrades eines Objekts	71
28.3	Reflektierte scheinbare Temperatur.....	74
28.4	Abstand.....	74
28.5	Relative Luftfeuchtigkeit.....	74
28.6	Weitere Parameter	74
29	Geschichte der Infrarot-Technologie.....	75
30	Theorie der Thermografie	78
30.1	Einleitung.....	78
30.2	Das elektromagnetische Spektrum.....	78
30.3	Strahlung des schwarzen Körpers.....	78
	30.3.1 Plancksches Gesetz	79
	30.3.2 Wiensches Verschiebungsgesetz.....	80
	30.3.3 Stefan-Boltzmann-Gesetz	81
	30.3.4 Nicht-schwarze Körper als Strahlungsquellen	82
30.4	Halb-transparente Infrarotmaterialien.....	84

31	Die Messformel	85
32	Emissionstabellen	89
32.1	Referenzen.....	89
32.2	Wichtiger Hinweis zu den Emissionsgradtabellen	89
32.3	Tabellen.....	89

1.1 Haftungsausschluss

Für alle von FLIR Systems hergestellten Produkte gilt eine Garantie auf Material- und Produktionsmängel von einem (1) Jahr ab dem Lieferdatum des ursprünglichen Erwerbs, wenn diese Produkte unter normalen Bedingungen und gemäß den Anweisungen von FLIR Systems gelagert, verwendet und betrieben wurden.

Für alle von FLIR Systems hergestellten Infrarotkameras ohne Kühlsystem gilt eine Garantie auf Material- und Produktionsmängel von zwei (2) Jahren ab Lieferdatum des ursprünglichen Erwerbs, wenn diese Produkte unter normalen Bedingungen und gemäß den Anweisungen von FLIR Systems gelagert, verwendet und betrieben wurden und wenn die Kamera innerhalb von 60 Tagen nach dem ursprünglichen Erwerb registriert wurde.

Für alle von FLIR Systems hergestellten Detektoren für Infrarotkameras ohne Kühlsystem gilt eine Garantie auf Material- und Produktionsmängel von zwei (2) Jahren ab Lieferdatum des ursprünglichen Erwerbs, wenn diese Produkte unter normalen Bedingungen und gemäß den Anweisungen von FLIR Systems gelagert, verwendet und betrieben wurden und wenn die Kamera innerhalb von 60 Tagen nach dem ursprünglichen Erwerb registriert wurde.

Für Produkte, die in von FLIR Systems an den Erstkäufer gelieferten Systemen enthalten sind, jedoch nicht von FLIR Systems hergestellt wurden, gelten, falls vorhanden, die Garantiebestimmungen des entsprechenden Zulieferers. FLIR Systems übernimmt für solche Produkte keinerlei Haftung.

Die Garantie gilt ausschließlich gegenüber dem Erstkäufer und ist nicht übertragbar. Die Garantie entfällt, wenn Produkte nicht bestimmungsgemäß verwendet, nicht ordnungsgemäß gewartet, durch höhere Gewalt beschädigt oder unter nicht vorgesehenen Betriebsbedingungen eingesetzt wurden. Verschleißteile sind von der Garantie ausgeschlossen.

Um zusätzliche Schäden zu vermeiden, darf ein Produkt, welches unter diese Garantie fällt, im Falle eines Fehlers nicht weiter genutzt werden. Der Käufer ist verpflichtet, FLIR Systems jeden aufgetretenen Fehler sofort zu melden. Andernfalls verliert diese Garantie ihre Gültigkeit.

FLIR Systems wird nach eigenem Ermessen jedes fehlerhafte Produkt kostenlos reparieren oder ersetzen, falls sich nach einer Untersuchung des Produkts herausstellt, dass ein Material- oder Herstellungsfehler vorliegt, und das Produkt innerhalb der erwähnten Gewährleistungsfrist an FLIR Systems zurückgegeben wurde.

FLIR Systems übernimmt außer den oben vereinbarten Verpflichtungen und Haftungen keine weiteren Verpflichtungen und Haftungen.

Weitere Garantien sind weder ausdrücklich noch stillschweigend vereinbart. Insbesondere lehnt FLIR Systems alle stillschweigenden Garantien der Handelsfähigkeit oder der Eignung für einen bestimmten Zweck ab.

FLIR Systems haftet nicht für unmittelbare, mittelbare, besondere, beiläufig entstandene Schäden oder Folgeschäden und Verluste, unabhängig davon, ob sich diese aus Verträgen, Haftungen aus unerlaubter Handlung oder sonstigen Rechtsgrundlagen ergeben.

Diese Garantie unterliegt schwedischem Recht.

Jegliche Rechtsstreitigkeiten, Klagen oder Forderungen, die sich aus dieser Garantie ergeben oder damit in Verbindung stehen, werden gemäß den Bestimmungen des Schiedsgerichtsinstituts der Handelskammer Stockholm entschieden. Gerichtsstandort ist Stockholm. Das Schiedsverfahren wird in englischer Sprache durchgeführt.

1.2 Bestimmungen der US-amerikanischen Regierung

Für die in dieser Benutzerdokumentation beschriebenen Produkte ist möglicherweise eine Genehmigung der US-amerikanischen Regierung für den Export/Re-Export oder Transfer erforderlich. Weitere Informationen hierzu erhalten Sie bei FLIR Systems.

1.3 Urheberrecht

© 2012 FLIR Systems. Alle Rechte weltweit vorbehalten. Ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von FLIR Systems darf die Software einschließlich des Quellcodes weder ganz noch in Teilen in keiner Form, sei es elektronisch, magnetisch, optisch, manuell oder auf andere Weise, vervielfältigt, übertragen, umgeschrieben oder in eine andere Sprache oder Computersprache übersetzt werden.

Ohne die vorherige schriftliche Zustimmung von FLIR Systems ist es nicht gestattet, diese Dokumentation oder Teile davon zu vervielfältigen, zu fotokopieren, zu reproduzieren, zu übersetzen oder auf ein elektronisches Medium oder in eine maschinenlesbare Form zu übertragen.

Namen und Marken, die auf den hierin beschriebenen Produkten erscheinen, sind entweder registrierte Marken oder Marken von FLIR Systems und/oder seinen Niederlassungen. Alle anderen Marken, Handelsnamen oder Firmennamen in dieser Dokumentation werden nur zu Referenzzwecken verwendet und sind das Eigentum der jeweiligen Besitzer.

1.4 Qualitätssicherung

Das für die Entwicklung und Herstellung dieser Produkte eingesetzte Qualitätsmanagementsystem wurde nach dem Standard ISO 9001 zertifiziert.

FLIR Systems fühlt sich einer ständigen Weiterentwicklung verpflichtet. Aus diesem Grunde behalten wir uns das Recht vor, an allen in diesem Handbuch beschriebenen Produkten ohne vorherige Ankündigung Änderungen und Verbesserungen vorzunehmen.

1.5 Patente

Ein oder mehrere der folgenden Patente oder Geschmacksmuster gelten für die in diesem Handbuch beschriebenen Produkte und/oder Funktionen:

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 0101577-5; 0102150-0; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1678485; 1732314; 200830143636.7; 2106017; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 4889913; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; 7667198; 7809258; 7826736; 8,018,649 B2; 8,153,971; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; D615116; DI6702302-9; DI6703574-4; DI6803572-1; DI6803853-4; DI6903617-9; DI7002221-6; DI7005799-0; DM/057692; DM/061609; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200610088759.5; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200820105768.8; ZL200830128581.2; ZL200880105769.2; ZL200930190061.9; ZL201030176127.1; ZL201030176130.3; ZL201030176157.2; ZL201030595931.3

1.6 EULA Terms

- You have acquired a device ("INFRARED CAMERA") that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates ("MS"). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and "online" or electronic documentation ("SOFTWARE") are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT ("EULA"), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:

-
- You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
 - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
 - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided “AS IS” and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
 - **No Liability for Certain Damages. EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.\$250.00).**
 - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
 - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
 - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see <http://www.microsoft.com/exporting/>.

Warnungen und Vorsichtshinweise

WARNUNG

- (Gilt nur für digitale Geräte der Klasse A.) Diese Ausrüstung erzeugt und nutzt elektromagnetische Strahlung und kann diese abstrahlen. Bei unsachgemäßer Installation und Verwendung entgegen der Bedienungsanleitung kann sie Funkverbindungen stören. Tests haben ergeben, dass sie den Grenzwerten für Computergeräte der Klasse A gemäß Teil 15, Kapitel J, der FCC-Bestimmungen (Subpart J of Part 15 of FCC Rules) entspricht, die beim Einsatz im kommerziellen Bereich einen angemessenen Schutz gegen diese Interferenzen bieten sollen. Der Betrieb dieser Ausrüstung in Wohngebäuden kann durchaus Interferenzen verursachen; in diesem Fall muss der Benutzer auf eigene Kosten die erforderlichen Maßnahmen zur Behebung der Interferenzen ergreifen.
- (Gilt nur für digitale Geräte der Klasse B.) Tests haben ergeben, dass dieses Gerät die Grenzwerte für digitale Geräte der Klasse B gemäß Teil 15 der FCC-Regeln erfüllt. Diese Grenzwerte wurden festgelegt, um einen angemessenen Schutz gegen störende Interferenzen in Wohngebieten zu erzielen. Dieses Gerät erzeugt und verwendet Funkfrequenzenergie und kann solche ausstrahlen. Wenn das Gerät nicht gemäß den Anweisungen installiert und verwendet wird, kann es zu störenden Interferenzen mit dem Funkverkehr kommen. Es kann jedoch nicht garantiert werden, dass es bei einzelnen Installationen nicht zu Interferenzen kommt. Wenn dieses Gerät störende Interferenzen beim Radio- oder Fernsehempfang verursacht (dies kann durch Aus- und Einschalten des Geräts festgestellt werden), werden folgende Maßnahmen zur Behebung der Interferenzen empfohlen:
 - Empfangsantenne anders ausrichten oder neu positionieren.
 - Abstand zwischen Gerät und Empfänger vergrößern.
 - Gerät an eine Steckdose anschließen, die nicht an denselben Stromkreis wie der Empfänger angeschlossen ist.
 - Händler oder erfahrenen Funk-/Fernsehtechniker hinzuziehen.
- (Gilt nur für digitale Geräte gemäß 15.19/RSS-210.) **HINWEIS:** Dieses Gerät entspricht Teil 15 der FCC-Bestimmungen und RSS-210 der kanadischen Gewerbebehörde (Industry Canada). Für den Betrieb müssen die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sein:
 1. Dieses Gerät darf keine störenden Interferenzen verursachen.
 2. Dieses Gerät muss jede empfangene Interferenz zulassen, darunter Interferenzen, die einen unerwünschten Betrieb auslösen könnten.
- (Gilt nur für digitale Geräte gemäß 15.21.) **HINWEIS:** Nicht ausdrücklich von (Name des Herstellers) genehmigte Änderungen oder Anpassungen an diesem Gerät können zur Aufhebung der FCC-Autorisierung zum Betrieb dieses Geräts führen.
- (Gilt nur für digitale Geräte gemäß 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65.) **Informationen zur Strahlenbelastung durch Funkfrequenzen:** Die abgegebene Strahlenleistung liegt weit unter den von der FCC festgelegten Grenzwerten für Funkfrequenzen. Jedoch sollte bei normalem Betrieb des Geräts der menschliche Kontakt so gering wie möglich gehalten werden.
- (Gilt nur für Kameras mit Laserpointer.) Schauen Sie nicht direkt in den Laserstrahl. Der Laserstrahl kann die Augen reizen.
- Gilt nur für Kameras mit Akku:
 - Bauen Sie den Akku niemals auseinander und manipulieren Sie ihn nicht. Der Akku verfügt über Sicherheits- und Schutzmechanismen. Wenn diese beschädigt werden, kann sich der Akku erhitzen, entzünden oder explodieren.
 - Sollten Sie Batterieflüssigkeit in die Augen bekommen, reiben Sie Ihre Augen auf keinen Fall. Spülen Sie sie mit reichlich Wasser aus, und suchen Sie umgehend einen Arzt auf. Ergreifen Sie diese Maßnahmen nicht, kann die Batterieflüssigkeit Ihre Augen ernsthaft verletzen.
 - Wenn der Akku sich nicht innerhalb der angegebenen Zeit auflädt, setzen Sie den Ladevorgang nicht fort. Laden Sie den Akku länger als angegeben, kann dieser heiß werden und explodieren oder sich entzünden.

-
- Verwenden Sie zum Entladen des Akkus nur die dafür vorgesehene Ausrüstung. Wenn Sie nicht die dafür vorgesehene Ausrüstung verwenden, kann sich dies negativ auf die Leistung oder die Lebensdauer des Akkus auswirken. Wenn Sie nicht die richtige Ausrüstung verwenden, erhält der Akku möglicherweise eine falsche Spannung. Dadurch kann sich der Akku erhitzen oder gar explodieren und Personen verletzen.
 - Lesen Sie unbedingt alle entsprechenden MSDS (Material Safety Data Sheets, Sicherheitsdatenblätter) und Warnhinweise auf den Behältern durch, bevor Sie eine Flüssigkeit verwenden: Flüssigkeiten können gefährlich sein.
 - Gehen Sie gemäß Industriestandards vor, wenn Sie eine Kamera der A3xx pt-/A3xx-Serie auf einem Mast, Turm oder einer anderen erhöhten Position montieren, um Verletzungen zu vermeiden.

VORSICHT

- Richten Sie die Infrarotkamera (mit oder ohne Objektivkappe) niemals auf intensive Strahlungsquellen wie beispielsweise Geräte, die Laserstrahlen abgeben. Richten Sie sie auch nicht auf die Sonne. Dies könnte unerwünschte Auswirkungen auf die Genauigkeit der Kamera haben. Der Detektor in der Kamera könnte sogar beschädigt werden.
- Verwenden Sie die Kamera nicht bei Temperaturen über +50 °C, sofern in der Benutzerdokumentation nicht anders angegeben. Hohe Temperaturen können die Kamera beschädigen.
- (Gilt nur für Kameras mit Laserpointer.) Bedecken Sie den Laserpointer mit der Schutzkappe, wenn Sie ihn nicht verwenden.
- Gilt nur für Kameras mit Akku:
 - Schließen Sie die Akkus niemals direkt an einen PKW-Zigarettenanzünder an, es sei denn, es wurde von FLIR Systems ein spezieller Adapter zum Anschließen der Akkus an den Zigarettenanzünder bereitgestellt.
 - Überbrücken Sie den Plus- und Minus-Pol eines Akkus niemals mit einem metallischen Gegenstand wie einem Draht.
 - Setzen Sie den Akku niemals Wasser oder Salzwasser aus, und lassen Sie ihn nicht nass werden.
 - Beschädigen Sie den Akku niemals mit spitzen Gegenständen. Schlagen Sie niemals mit dem Hammer auf den Akku. Treten Sie niemals auf den Akku oder setzen ihn starken Schlägen oder Stößen aus.
 - Setzen Sie die Akkus niemals offenem Feuer oder direkter Sonneneinstrahlung aus. Wenn sich der Akku erhitzt, wird der eingebaute Sicherheitsmechanismus aktiviert, der ein weiteres Aufladen des Akkus verhindert. Wenn der Akku heiß wird, kann der Sicherheitsmechanismus beschädigt werden und zur weiteren Erhitzung, Beschädigung oder Entzündung des Akkus führen.
 - Setzen Sie den Akku unter keinen Umständen Feuer oder großer Hitze aus.
 - Halten Sie den Akku von offenem Feuer, Herdplatten oder anderen Stellen fern, an denen hohe Temperaturen herrschen.
 - Versuchen Sie niemals am Akku etwas zu löten.
 - Ziehen Sie den Akku aus dem Verkehr, wenn dieser während des Betriebs, Ladens oder Aufbewahrens einen ungewöhnlichen Geruch verströmt, sich heiß anfühlt, sich in Farbe oder Form verändert oder sonstige Anomalitäten aufweist. Wenn eines dieser Symptome auftritt, setzen Sie sich mit Ihrer Vertriebsstelle in Verbindung.
 - Verwenden Sie zum Laden des Akkus nur empfohlene Ladegeräte.
 - Der Akku muss bei Temperaturen zwischen ± 0 °C und +45 °C geladen werden, wenn dies nicht anders in der Benutzerdokumentation angegeben ist. Wenn der Akku bei Temperaturen außerhalb dieses Bereichs geladen wird, kann der Akku heiß werden oder aufbrechen. Außerdem kann dadurch die Leistung und Lebensdauer des Akkus beeinträchtigt werden.
 - Das Entladen des Akkus muss bei Temperaturen zwischen –15 °C und +50 °C erfolgen, sofern nicht anderweitig in der Benutzerdokumentation angegeben. Der Einsatz des Akkus bei Temperaturen außerhalb des angegebenen Bereichs kann die Leistung und Lebensdauer des Akkus beeinträchtigen.

-
- Wenn der Akku defekt ist, isolieren Sie die Pole vor der Entsorgung mit Klebeband oder etwas Ähnlichem.
 - Sollte der Akku Feuchtigkeit aufweisen, entfernen Sie diese vor dem Einsetzen.
 - Verwenden Sie niemals Verdünnungsmittel oder ähnliche Flüssigkeiten für Kamera, Kabel oder Zubehör. Dies könnte zu Beschädigungen führen.
 - Gehen Sie bei der Reinigung des Infrarotobjektivs behutsam vor. Das Objektiv ist mit einer Beschichtung entspiegelt, die sehr empfindlich ist.
 - Reinigen Sie das Infrarotobjektiv sehr vorsichtig, da andernfalls die Entspiegelung Schaden nehmen könnte.
 - Bei Anwendungen in der Nähe von Öfen oder in anderen Hochtemperaturumgebungen müssen Sie einen Hitzeschild an der Kamera befestigen. Die Verwendung der Kamera in der Nähe von Öfen oder in anderen Hochtemperaturumgebungen ohne einen Hitzeschild kann die Kamera beschädigen.
 - (Diese Art der Reinigung funktioniert nur bei Kameras mit deaktivierbarem automatischem Shutter.) Deaktivieren Sie den automatischen Shutter Ihrer Kamera höchstens für 30 Minuten. Eine längere Deaktivierung kann den Detektor beschädigen oder völlig unbrauchbar machen.
 - Die Gehäuseschutzklassifizierung ist nur gültig, wenn alle Öffnungen Ihrer Kamera mit den entsprechenden Abdeckungen, Klappen oder Kappen verschlossen sind. Dies gilt auch, aber nicht ausschließlich, für die Fächer der Speichermedien, Akkus und Anschlüsse.
 - (Gilt nur für FLIR A3xx f-/A3xx pt-Kameras.)
 - Öffnen Sie eine FLIR A3xx f/A3xx pt ausschließlich gemäß der Beschreibung in diesem Handbuch. Die Demontage der Kamera (einschließlich Entfernen der Abdeckungen) kann zu Beschädigungen und zum Erlöschen der Gewährleistung führen.
 - Achten Sie darauf, keine Fingerabdruckspuren auf der Infrarotoptik einer FLIR A3xx f/A3xx pt zu hinterlassen.
 - Für eine FLIR A3xx f/A3xx pt ist ein Netzteil mit 24 VDC erforderlich. Der Betrieb der Kamera außerhalb des angegebenen Eingangsspannungsbereichs oder des angegebenen Temperaturbereichs kann zu dauerhaften Beschädigungen der Kamera führen.
 - Heben Sie eine FLIR A3xx pt ausschließlich am Kamerakörper, nicht an den Kabeln an.
 - (Gilt für FLIR GF309-Kameras.) **VORSICHT:** Der extrem breite Temperaturbereich der FLIR GF309-Infrarotkamera ist für hoch präzise elektrische und mechanische Inspektionen ausgelegt und kann sogar "durch Feuer sehen", um Gasöfen, Chemikalienerhitzer und Kohleöfen zu inspizieren. UM IN DIESEN UMGEBUNGEN PRÄZISE TEMPERATURMESSUNGEN ZU ERHALTEN, MUSS DER BEDIENER EINER GF309 ÜBER UMFASSENDE RADIOMETRISCHE GRUNDKENNTNISSE VERFÜGEN UND ÜBER UMFASSENDE KENNTNISSE DER PRODUKTE UND BEDINGUNGEN, DIE BEI DER VERBRENNUNG DIE FERNTEMPERATURMESSUNG BEEINFLUSSEN. Das ITC (Infrared Training Center) bietet umfassende, erstklassige Schulungen für Thermografiespezialisten und GF309-Bediener an. Weitere Informationen zu Schulungen und Zertifizierungen erhalten Sie bei Ihrem FLIR Vertreter oder beim ITC unter www.infraredtraining.com.

3.1 Benutzerforen

In unseren Benutzerforen können Sie sich mit anderen Thermografen auf der ganzen Welt über Ideen, Probleme und Infrarotlösungen austauschen. Die Foren finden Sie hier:

<http://www.infraredtraining.com/community/boards/>

3.2 Kalibrierung

Wir empfehlen, die Kamera einmal pro Jahr zur Kalibrierung einzusenden. Wenden Sie sich an Ihre Vertriebsstelle, um entsprechende Informationen zu erhalten.

3.3 Genauigkeit

Um sehr genaue Ergebnisse zu erzielen, sollten Sie erst 5 Minuten nach dem Einschalten der Kamera eine Temperaturmessung vornehmen.

3.4 Entsorgung elektronischer Geräte



Dieses Gerät muss wie die meisten anderen elektronischen Geräte auf umweltfreundliche Weise und gemäß den geltenden Bestimmungen für elektronische Geräte entsorgt werden.

Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrem FLIR Systems-Ansprechpartner.

3.5 Schulung

Informationen zu Schulungen im Bereich Infrarottechnik finden Sie hier:

- <http://www.infraredtraining.com>
- <http://www.irtraining.com>
- <http://www.irtraining.eu>

3.6 Aktualisierung der Dokumentation

Unsere Handbücher werden mehrmals jährlich aktualisiert. Zudem veröffentlichen wir regelmäßig auch wichtige Änderungsmitteilungen zu Produkten.

Die neuesten Handbücher und Mitteilungen finden Sie auf der Registerkarte Download unter:

<http://support.flir.com>

Die Online-Registrierung dauert nur wenige Minuten. Im Download-Bereich finden Sie auch die neuesten Versionen von Handbüchern unserer anderen Produkte sowie Handbücher für historische und ausgelaufene Modelle.

3.7 Wichtiger Hinweis zu diesem Handbuch

FLIR Systems veröffentlicht generische Handbücher, die sich auf mehrere Kameras einer Modellreihe beziehen.

Das bedeutet, dass dieses Handbuch Beschreibungen und Erläuterungen enthalten kann, die möglicherweise nicht auf Ihr Kameramodell zutreffen.

4.1 Allgemein

Die Kundenhilfe finden Sie hier:

<http://support.flir.com>

4.2 Fragen stellen

Um eine Frage an das Team der Kundenhilfe stellen zu können, müssen Sie sich als Benutzer registrieren. Die Online-Registrierung nimmt nur wenige Minuten in Anspruch. Sie müssen kein registrierter Benutzer sein, um in der Informationsdatenbank nach vorhandenen Fragen und Antworten suchen zu können.

Wenn Sie eine Frage stellen möchten, sollten Sie folgende Informationen zur Hand haben:

- Kameramodell
- Seriennummer der Kamera
- Kommunikationsmodell oder -methode zwischen Kamera und Ihrem Gerät (z. B. HDMI Ethernet, USB™ oder FireWire™)
- Gerätetyp (PC/Mac/iPhone/iPad/Android-Gerät usw.)
- Versionen sämtlicher Programme von FLIR Systems
- Vollständiger Name, Veröffentlichungs- und Revisionsnummer des Handbuchs

4.3 Downloads

Darüber hinaus sind auf der Website der Kundenhilfe folgende Downloads verfügbar:

- Firmware-Updates für Ihre Infrarotkamera.
- Programm-Updates für Ihre PC-/Mac-Software
- Freeware und Evaluierungsversionen von PC-/Mac-Software.
- Benutzerdokumentation für aktuelle, ausgelaufene und historische Produkte.
- Technische Zeichnungen (im *.dxf- und *.pdf-Format).
- CAD-Datenmodelle (im *.stp-Format).
- Anwendungsberichte.
- Technische Datenblätter.
- Produktkataloge.

5.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Laden Sie den Akku auf (Dauer: 4 Stunden).
2. Legen Sie den Akku in die Kamera ein.
3. Legen Sie eine SD-Speicherkarte in den Kartensteckplatz auf der Unterseite der Kamera ein.
4. Drücken Sie die Ein/Aus-Taste, um die Kamera einzuschalten. Warten Sie 45 Sekunden, bis der Startvorgang abgeschlossen ist.
5. Richten Sie die Kamera auf das gewünschte Ziel.
6. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste halb nach unten, um die Kamera automatisch scharf zu stellen.
7. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste ganz nach unten, um ein Bild direkt zu speichern.
8. Sie haben folgende Möglichkeiten:
 - Entnehmen Sie die SD-Speicherkarte, und legen Sie sie in ein Kartenlesegerät ein, das an einen Computer angeschlossen ist.
 - Verbinden Sie die Kamera mit Hilfe eines USB-Mini-B-Kabels mit einem Computer.
9. Verschieben Sie das Bild per Drag und Drop von der Karte oder Kamera.

6.1 Inhalt des Transportkoffers

- Akku (2 Stk.)
- Batterieladegerät
- Bluetooth-Headset*
- Kalibrierungsnachweis
- Kamera-Objektivschutz
- Download-Broschüre
- FLIR ResearchIR Software*
- FLIR Tools Software
- Hartschalenkoffer
- Infrarotkamera mit Objektiv
- Speicherkarte
- Umhängerriemen
- Netzteil mit Mehrfachsteckern
- Druckversion des Handbuchs "Erste Schritte"
- Druckversion des Handbuchs „Wichtige Informationen“
- Service- und Schulungshandbuch
- Sonnenblende
- USB-Kabel
- Benutzerdokumentation auf CD-ROM
- Videokabel
- Karte für erweiterte Gewährleistung

* Dieses Element ist nur bei bestimmten Kameramodellen enthalten.

HINWEIS

FLIR Systems behält sich das Recht vor, die Herstellung von Modellen, Teilen, Zubehör und anderen Artikeln ohne vorherige Ankündigung einzustellen oder deren Spezifikationen zu ändern.

6.2 Zubehörliste

Dieser Abschnitt enthält eine Liste mit dem für diese Kamera erhältlichen Zubehör.

- 1123970 Sonnenblende
- 1124544 Tragegurt
- 1124545 Tasche
- 1196398 Akku
- 1196818 Objektivschutz Kamera
- 1196895 Hartschalenkoffer für FLIR T/B2xx-4xx
- 1196960 IR-Objektiv f = 10 mm, 45° mit Hülle
- 1196961 IR-Objektiv f = 30 mm, 15° mit Hülle
- 1910423 USB-Kabel Std. A <-> Mini B
- 1910475 Adapter, SD-Speicherkarte zu USB
- 1910490 Adaptersatz für Zigarettenanzünder, 12 VDC, 1,2 m
- 1910582 Videokabel
- 19250-100 IR Window 2 in
- 19251-100 IR Window 3 in.
- 19252-100 IR Window 4 in.
- APP-10000 FLIR Viewer (iPad/iPhone-App.)
- APP-10001 FLIR Remote (iPad/iPhone-App.)
- DSW-10000 FLIR IR Camera Player
- ITC-ADV-3021 ITC Allgemeines für Fortgeschrittene, Thermografie – 1 Teilnehmer
- ITC-ADV-3029 ITC Allgemeines für Fortgeschrittene, Thermografie – 10 Teilnehmer
- ITC-CER-5101 ITC Thermografiekurs Stufe 1 – 1 Teilnehmer
- ITC-CER-5105 ITC Thermografiekurs Stufe 1 – 1 weiterer Teilnehmer bei Vor-Ort-Schulung
- ITC-CER-5109 ITC Thermografiekurs Stufe 1 – Gruppe mit 10 Teilnehmern
- ITC-CER-5201 ITC Thermografiekurs Stufe 2 – 1 Teilnehmer

-
- ITC-CER-5205 ITC Thermografiekurs Stufe 2 – 1 weiterer Teilnehmer bei Vor-Ort-Schulung
 - ITC-CER-5209 ITC Thermografiekurs Stufe 2 – Gruppe mit 10 Teilnehmern
 - ITC-CER-6101 EN473 IT Zertifizierungskurs 1, ohne Zertifizierung, 1 Pers.
 - ITC-CER-6109 EN473 IT Zertifizierungskurs 1, ohne Zertifizierung, Gruppe bis max. 10 Pers.
 - ITC-CON-1001 ITC Konferenzgebühr
 - ITC-EXP-0511 ITC Erste Schritte mit Thermografie - 1 Teilnehmer
 - ITC-EXP-0521 ITC Erste Schritte mit Thermografie (abends oder am Wochenende) - 1 Teilnehmer
 - ITC-EXP-1001 ITC Schulung 1 Tag – 1 Teilnehmer
 - ITC-EXP-1009 ITC Schulung 1 Tag – Gruppe mit 10 Teilnehmern
 - ITC-EXP-1011 ITC Kompaktkurs Einführung in die Thermografie – 1 Teilnehmer (1 Tag)
 - ITC-EXP-1019 ITC Kompaktkurs Einführung in die Thermografie – 10 Teilnehmer (1 Tag)
 - ITC-EXP-1021 ITC Vor-Ort-Schulung 1 Tag – 1 weiterer Teilnehmer (pro Tag)
 - ITC-EXP-1029 ITC Vor-Ort-Schulung – Gruppe mit bis zu 10 Personen (pro Tag)
 - ITC-EXP-2001 ITC Schulung 2 Tage – 1 Teilnehmer
 - ITC-EXP-2009 ITC Schulung 2 Tage – Gruppe mit bis zu 10 Teilnehmern
 - ITC-EXP-2041 ITC Kompaktkurs Elektrothermografie – 1 Teilnehmer (2 Tage)
 - ITC-EXP-2049 ITC Kompaktkurs Elektrothermografie – 10 Teilnehmer (2 Tage)
 - ITC-EXP-3001 ITC Schulung 3 Tage – 1 Teilnehmer
 - ITC-EXP-3009 ITC Schulung 3 Tage – Gruppe mit bis zu 10 Teilnehmern
 - ITC-FEE-0120 Zertifizierungsgebühr EN473 IT Kategorie 1
 - ITC-FEE-0130 Gebühr Prüfungswiederholung EN473 IT Kategorie 1
 - ITC-EXP-2011 ITC Praxiskurs – Untersuchung von Solarmodulen – 1 Teilnehmer (2 Tage)
 - ITC-EXP-2019 ITC Praxiskurs – Untersuchung von Solarmodulen – Gruppe mit bis zu 10 Teilnehmern (2 Tage)
 - ITC-SOW-0001 ITC Software-Schulung – 1 Teilnehmer (pro Tag)
 - ITC-SOW-0009 ITC Software-Schulung – Gruppe mit bis zu 10 Teilnehmern (pro Tag)
 - ITC-SOW-1001 ITC FLIR Software-Schulung – 1 Teilnehmer (1 Tag)
 - ITC-SOW-2001 ITC FLIR Software-Schulung – 1 Teilnehmer (2 Tage)
 - ITC-TFT-0100 ITC Reisezeit für Schulungsleiter
 - ITC-TOL-1001 Reisekosten Schulungsleiter (Europa, Balkan, Türkei, Zypern)
 - ITC-TOL-1002 Reisekosten Schulungsleiter (Russland/GUS, Naher Osten, Nordafrika)
 - ITC-TOL-1003 Reisekosten Schulungsleiter (Zentralafrika und südliches Afrika)
 - ITC-TOL-1004 Reisekosten Schulungsleiter (verschiedene)
 - ITC-TOL-1005 Reisekosten Schulungsleiter (andere)
 - T127451 FLIR Reporter Professional (nur Lizenz)
 - T197000 Hochttemp.-Option +1200°C/+2192°F für FLIR T/B2xx bis T/B4xx- und A/SC3xx-Serie
 - T197214 Objektiv für Nahaufnahmen 2x (50 µm) mit Hülle
 - T197215 Objektiv für Nahaufnahmen 4x (100 µm) mit Hülle
 - T197408 76-mm-IR-Objektiv (6°) mit Hülle und Halterung für T/B-200/400
 - T197412 4-mm-IR-Objektiv (90°) mit Hülle und Halterung für T/B2xx-4xx
 - T197650 Akkuladegerät für 2 Akkus, Netzteil mit Mehrfachsteckern
 - T197667 Akkusset
 - T197717 FLIR Reporter Professional (DVD)
 - T197771 Bluetooth-Headset
 - T197965 FLIR Tools
 - T198206 FLIR ResearchIR 3.1
 - T198206L10 FLIR ResearchIR 3.1, mit 10 Lizenzen
 - T198206L5 FLIR ResearchIR 3.1, 5 mit 5 Lizenzen
 - T198209 FLIR ResearchIR Max 3.1
 - T198209L10 FLIR ResearchIR Max 3.1, mit 10 Lizenzen
 - T198209L5 FLIR ResearchIR Max 3.1, 5 mit 5 Lizenzen
 - T198290 Upgrade FLIR ResearchIR 3.x bis FLIR ResearchIR Max 3.1
 - T198291 Upgrade Vorgängerversion FLIR ResearchIR Max 3.1

- T198292 Upgrade Vorgängerversion auf FLIR ResearchIR 3.1
- T199802 Allgemeine Wartung für T2xx-4xx-Serie
- T199815 Ein Jahr Garantieverlängerung für T2xx-4xx-Serie
- T910737 Micro-SD-Speicherkarte mit Adaptern
- T910750 Netzteil mit Mehrfachsteckern
- T910972 EX845: Stromzange + IR-Thermometer TRMS 1000 A AC/DC
- T910973 MO297: Feuchtemesser ohne Messspitzen, mit Speicher

HINWEIS

FLIR Systems behält sich das Recht vor, die Herstellung von Modellen, Teilen, Zubehör und anderen Artikeln ohne vorherige Ankündigung einzustellen oder deren Spezifikationen zu ändern.

7.1 Allgemein

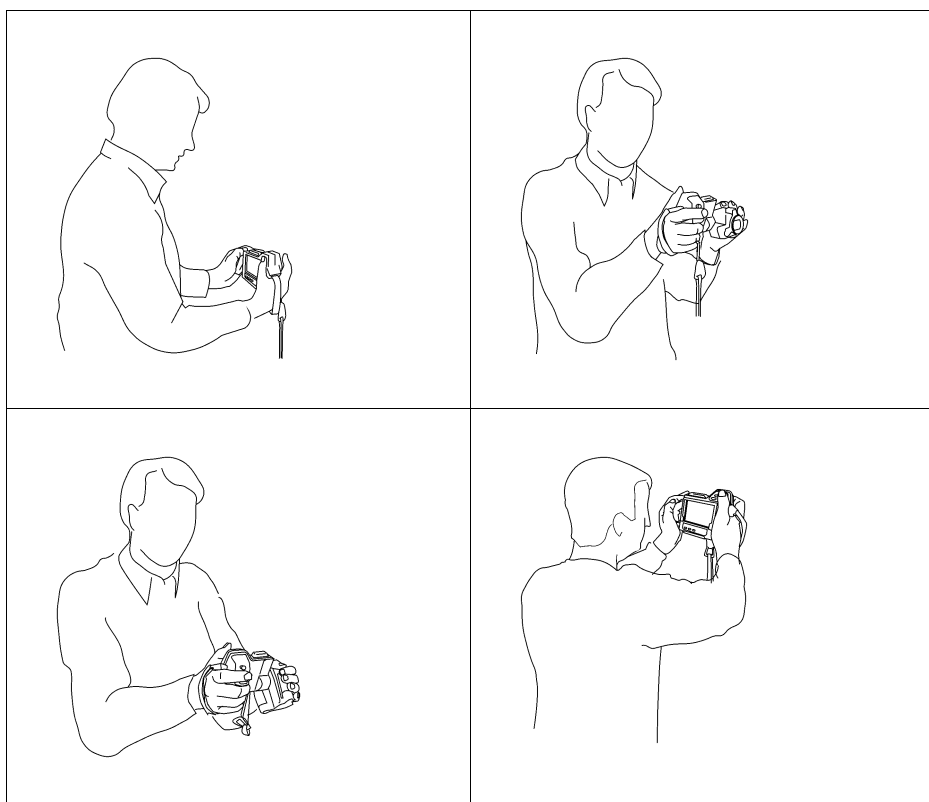
Um eine Überlastung zu vermeiden, sollten Sie darauf achten, dass Sie die Kamera ergonomisch korrekt halten. Dieser Abschnitt enthält Tipps und Beispiele zum richtigen Halten der Kamera.

HINWEIS

Wichtiger Hinweis:

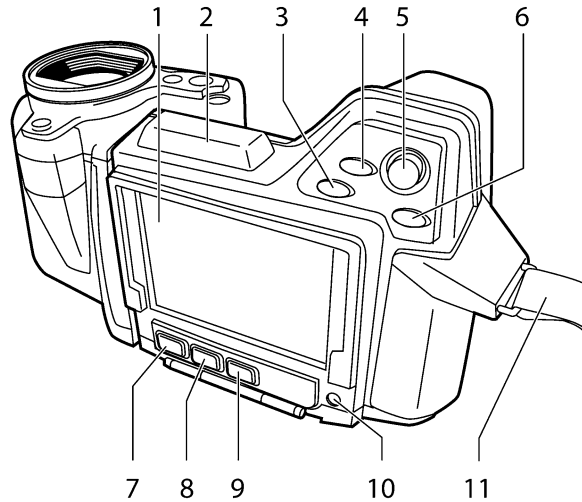
- Passen Sie stets den Objektivwinkel an Ihre Arbeitsposition an.
- Halten Sie die Kamera zusätzlich mit der linken Hand, um die rechte Hand zu entlasten.

7.2 Abbildung



8.1 Rückansicht

8.1.1 Abbildung



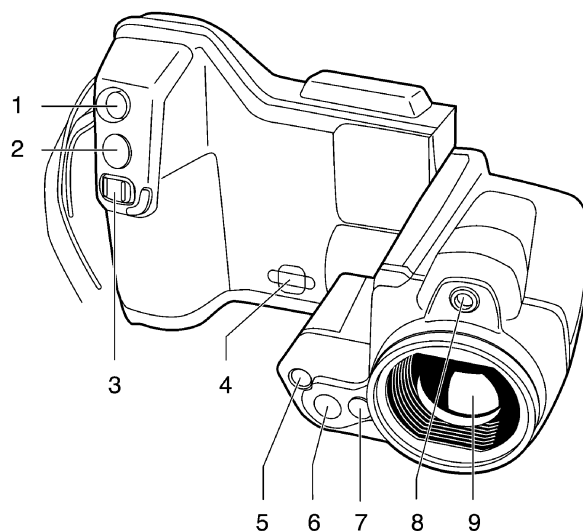
8.1.2 Erläuterung

1. LCD-Display mit Touchscreen.
2. Antenne für drahtlose Kommunikation.
3. Taste für digitalen Zoom.
4. Programmierbare Taste.
5. Joystick: Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten bzw. rechts/links, um durch Menüs, Dialogfelder und das Bildarchiv zu navigieren. Drücken Sie den Joystick, um eine Auswahl zu bestätigen.
6. Menü/Zurück-Taste: Zum Anzeigen des Menüs und zum Zurückschalten in Dialogfeldern.
7. Modustaste: Zum Anzeigen der Modulauswahl und Auswählen eines Kameramodus. Zur Auswahl stehende Modi:
 - *Thermal camera*: In diesem Modus nimmt die Kamera Infrarotbilder auf.
 - *Digital camera*: In diesem Modus nimmt die Kamera Tageslichtbilder auf.
 - *Thermal fusion*: In diesem Modus nimmt die Kamera Bilder auf, die manche Teile, je nach Temperatur, als Infrarotbild und andere als Tageslichtbild anzeigen.
 - *Picture in Picture*: In diesem Modus nimmt die Kamera Bilder auf, auf denen die Mitte als Infrarotbild und der äußere Rahmen als Tageslichtbild angezeigt werden.
 - *MSX* (Multi Spectral Dynamic Imaging): In diesem Modus nimmt die Kamera Infrarotbilder auf, auf denen die Objektkanten verstärkt werden.
8. A/M-Taste: Diese Taste hat zwei Hauptfunktionen:
 1. Sie dient zum Wechseln zwischen den Modi für automatische und manuelle Anpassung. Zur Auswahl stehende Modi für manuelle Anpassung:
 - *Manual*: In diesem Modus können die oberen und unteren Temperaturwerte der Skala gleichzeitig verändert werden, indem Sie den Joystick nach oben/unten bewegen. Die Temperaturspanne können Sie ändern, indem Sie den Joystick nach links/rechts bewegen.
 - *Manual min.*: In diesem Modus können Sie den unteren Temperaturwert der Skala verändern, indem Sie den Joystick nach oben/unten bewegen. Der obere Temperaturwert bleibt fest.

- *Manual max.:* In diesem Modus können Sie den oberen Temperaturwert der Skala verändern, indem Sie den Joystick nach oben/unten bewegen. Der untere Temperaturwert bleibt fest.
2. Zur automatischen Bildeinstellung drücken Sie die Taste, bis Sie ein Klickgeräusch hören.
 9. Archivtaste: Zum Öffnen/Schließen der Bildgalerie.
 10. Ein/Aus-Taste: Zum Ein-/Ausschalten der Kamera. Warten Sie 45 Sekunden, bis der Startvorgang abgeschlossen ist.
 11. Trageschlaufe

8.2 Frontansicht

8.2.1 Abbildung



8.2.2 Erläuterung

1. Laserpointertaste: Zum Aktivieren des Laserpointers.
2. Diese Taste hat zwei Hauptfunktionen:
 1. Vorschau/Speichern: Drücken Sie die Taste ganz herunter, um ein Infrarotbild und ein Digitalfoto gleichzeitig zu speichern.

HINWEIS

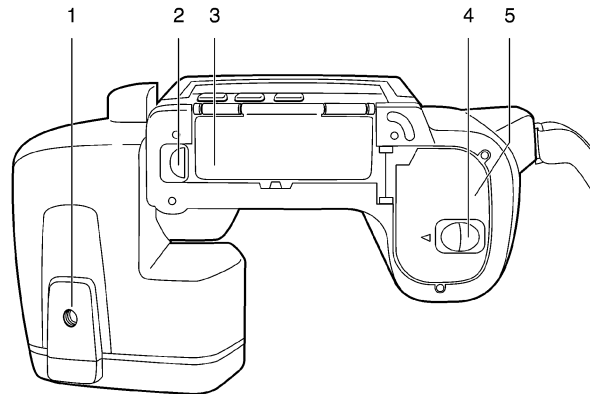
Die Funktion dieser Taste kann unter **Einstellungen** folgendermaßen geändert werden:

- **Vorschau/Speichern.**
- **Direkt speichern** (Standardeinstellung).
- **Immer in Vorschau anzeigen.**

2. Autofokus: Drücken Sie die Taste halb nach unten, um die Kamera automatisch scharf zu stellen.
3. Fokustaste: Um den Kamerafokus manuell einzustellen, bewegen Sie die Taste nach rechts/links.
4. Befestigungspunkt für Tragegurt.
5. Videolampe.
6. Digitalkameraobjektiv.
7. Entriegelung für zusätzliche Infrarotobjektive.
8. Laserpointer.
9. Infrarotobjektiv.

HINWEIS

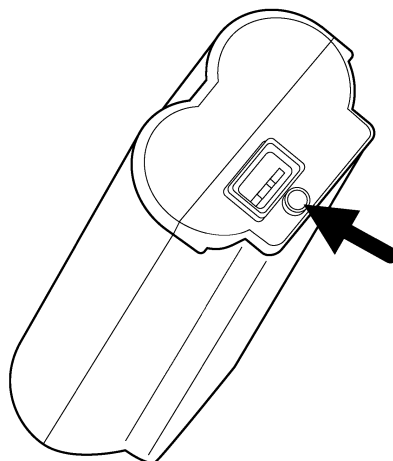
Der Laserpointer ist möglicherweise nicht für alle Märkte verfügbar.

8.3 Ansicht Unterseite**8.3.1 Abbildung****8.3.2 Erläuterung**

1. Stativbefestigung 1/4"-20
2. Entriegelungstaste für Anschlussleisten-Abdeckung
3. Abdeckung für Anschlussleiste
4. Entriegelungstaste für Akkufach-Abdeckung
5. Abdeckung für Akkufach

8.4 Akkuanzeige**8.4.1 Allgemein**

Der Akku hat eine Akkuanzeige.

8.4.2 Abbildung

8.4.3 Erläuterung

Signaltyp	Erläuterung
Das grüne Licht blinkt.	Der Akku wird vom Netzteil oder dem externen Akkuladegerät aufgeladen.
Das grüne Licht leuchtet stetig.	Der Akku ist vollständig aufgeladen.
Das grüne Licht ist aus.	Die Kamera wird über Akku (nicht über das Netzteil) betrieben.

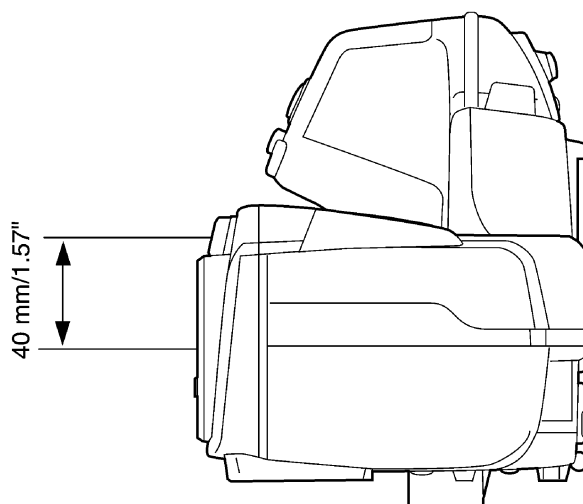
8.5 Laserpointer

8.5.1 Allgemein

Die Kamera verfügt über einen Laserpointer. Wenn der Laserpointer eingeschaltet ist, sehen Sie ca. 40 mm über dem Zielobjekt einen Laserpunkt.

8.5.2 Abbildung

Die folgende Abbildung zeigt den Abstand zwischen dem Laserpointer und der optischen Mitte des Infrarotobjektivs:



WARNUNG

Schauen Sie nicht direkt in den Laserstrahl. Der Laserstrahl kann die Augen reizen.



VORSICHT

Bedecken Sie den Laserpointer mit der Schutzkappe, wenn Sie ihn nicht verwenden.

HINWEIS

- Das Warnsymbol für Laserstrahlung wird auf dem Bildschirm angezeigt, wenn der Laserpointer eingeschaltet ist.
- Der Laserpointer ist möglicherweise nicht für alle Märkte verfügbar.

8.5.3 Laserwarnhinweis

An der Kamera ist folgender Laserwarnhinweis angebracht:

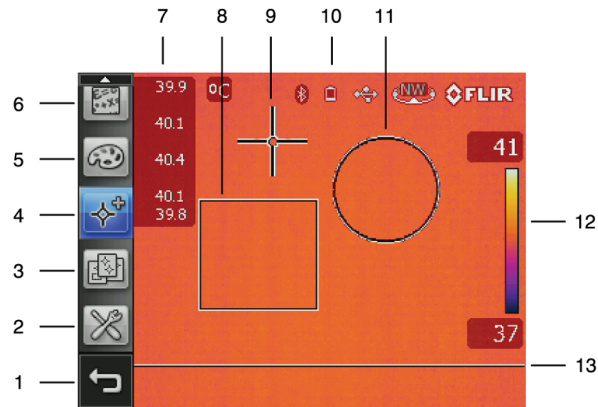


8.5.4 Bestimmungen bezüglich des Lasers

Wellenlänge: 635 nm. maximale Ausgangsleistung: 1 mW.

Dieses Produkt entspricht 21 CFR 1040.10 und 1040.11 mit Ausnahme von Abweichungen gemäß Laser Notice No. 50 vom 24. Juni 2007.

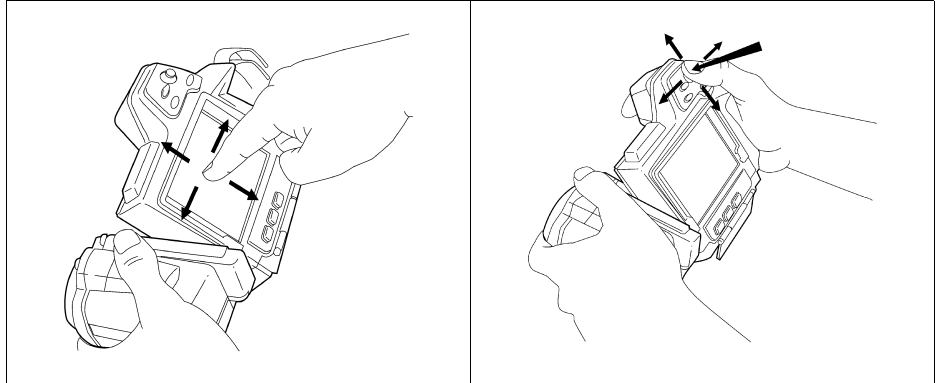
9.1 Abbildung



9.2 Erläuterung

1. Symbolleistenschaltfläche "Zurück".
2. Symbolleistenschaltfläche "Modus".
3. Symbolleistenschaltfläche "Voreinstellungen".
4. Symbolleistenschaltfläche "Werkzeuge".
5. Symbolleistenschaltfläche "Palette".
6. Symbolleistenschaltfläche "Parameter".
7. Ergebnistabelle.
8. Messwerkzeug Rechteck.
9. Messwerkzeug Messpunkt.
10. Verschiedene Symbole für Status und Modus, z. B. Bluetooth, Akku, USB und Kompass.
11. Messwerkzeug Kreis.
12. Temperaturskala.
13. Messwerkzeug Linie.

10.1 Abbildung



10.2 Erläuterung

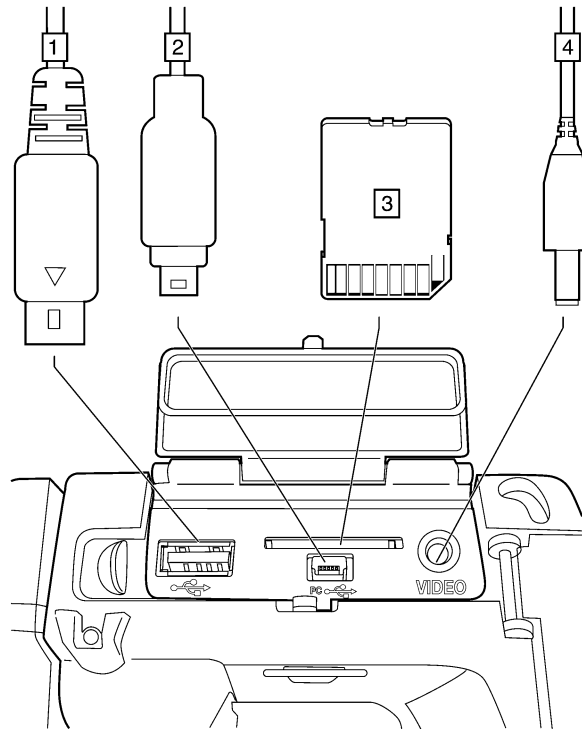
In obiger Abbildung sehen Sie zwei Möglichkeiten, wie Sie durch das Menüsystem der Kamera navigieren können:

- Verwenden des Zeigefingers oder eines Eingabestifts zum Navigieren durch das Menüsystem (links)
- Verwenden des Joysticks zum Navigieren durch das Menüsystem (rechts).

Sie können auch beide Verfahrensweisen kombinieren.

In diesem Handbuch wird von der Verwendung des Joysticks ausgegangen, die meisten Aktionen können jedoch auch mit dem Zeigefinger oder einem Eingabestift ausgeführt werden.

11.1 Abbildung



11.2 Erläuterung


1. Um ein externes USB-Gerät an die Kamera anzuschließen, stecken Sie ein USB-A-Kabel in diesen Anschluss ein.
2. Wenn Sie einen Computer an die Kamera anschließen möchten, um Bilder und Dateien von und zur Kamera zu übertragen, schließen Sie ein USB-Mini-B-Kabel an diesen Anschluss an.
3. Zum Einlegen einer SD-Speicherkarte verwenden Sie diesen Kartensteckplatz.
4. Um einen Videomonitor an die Kamera anzuschließen, stecken Sie ein CVBS-Kabel (FBAS) in diesen Anschluss ein.

12.1 Allgemein

Bevor Sie ein Bluetooth-Gerät zusammen mit Ihrer Kamera verwenden können, müssen Sie die Geräte miteinander verbinden.

12.2 Vorgehensweise

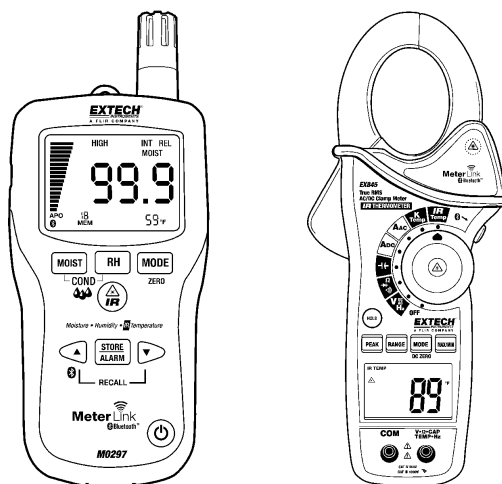
Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Kamera ein.
2. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
3. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
5. Gehen Sie auf der Registerkarte *Connectivity* auf *Bluetooth* und drücken Sie den Joystick, um die Bluetooth-Verbindung herzustellen.
6. Gehen Sie auf derselben Registerkarte auf *Add device*, und drücken Sie den Joystick, um nach Geräten zu suchen.
Alle notwendigen Informationen hierzu finden Sie im Handbuch Ihres Bluetooth-Geräts.

13.1 Allgemein

Sie können Daten von externen Extech-Messgeräten abrufen und diese Daten anschließend in die Ergebnistabelle des Infrarotbilds aufnehmen.

13.2 Abbildung



13.3 Unterstützte Extech-Messgeräte

- Extech Moisture Meter MO297
- Extech Clamp Meter EX845

13.4 Technischer Support für Extech-Messgeräte

support@extech.com

Dieser Support kann Ihnen nur bei Extech-Messgeräten weiterhelfen. Technischen Support für Infrarotkameras finden Sie auf <http://support.flir.com>.

Weitere Informationen zu den Produkten von Extech Instruments finden Sie unter <http://www.extech.com/instruments/>.

13.5 Vorgehensweise

HINWEIS

Bei diesem Vorgang wird vorausgesetzt, dass Sie die Bluetooth-Geräte miteinander verbunden und die Funktion der Speichern-Taste auf Vorschau/Speichern gesetzt haben.

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Kamera ein.
2. Schalten Sie das Extech-Messgerät ein.
3. Aktivieren Sie am Messgerät den Bluetooth-Modus. Nähere Informationen hierzu finden Sie im Handbuch Ihres Messgeräts.
4. Wählen Sie am Messgerät die zu verwendende Maßeinheit (Spannung, Strom, Widerstand usw.). Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in der Benutzerdokumentation des Messgeräts.
Die Ergebnisse des Messgeräts werden nun automatisch in der Ergebnistabelle links oben im Bildschirm der Infrarotkamera angezeigt.
5. Sie haben folgende Möglichkeiten:

-
- Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste, um die Vorschau eines Bildes anzusehen. Zu diesem Zeitpunkt können Sie zusätzliche Werte hinzufügen. Führen Sie hierzu eine neue Messung durch, und wählen Sie auf dem Bildschirm Ihrer Infrarotkamera *Add*.
 - Möchten Sie ein Bild speichern, ohne die Vorschau zu nutzen, halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste gedrückt.
 - (Abhängig vom Kameramodell) Möchten Sie einem erneut aufgerufenen Bild einen Wert hinzufügen, rufen Sie zunächst das Bild auf und schalten dann das Messgerät ein. Wählen Sie nun *Add* auf dem Bildschirm der Infrarotkamera. Sie können maximal 8 Werte hinzufügen. Beachten Sie hierbei, dass einige Werte in zwei Zeilen angezeigt werden.

6. Klicken Sie auf *Close* oder *Save* (je nach Kameramodell).

13.6 Typische Verfahrensweise für Feuchtigkeitsmessung und Dokumentation

13.6.1 Allgemein

Die nachfolgende Vorgehensweise kann als Grundlage für weitere Verfahrensweisen mit Extech-Messgeräten und Infrarotkameras herangezogen werden.

13.6.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Ermitteln Sie mit Hilfe der Infrarotkamera potenziell feuchte Bereiche hinter Wänden und Decken.
2. Nehmen Sie mit Hilfe des Feuchtemessers an verschiedenen Stellen, an denen Feuchtigkeit vermutet wird, Messungen vor.
3. Wird ein besonders auffälliger Punkt identifiziert, speichern Sie den Feuchtigkeitswert im Feuchtemesser und kennzeichnen Sie den Messpunkt von Hand oder mit einer anderen thermischen Markierung.
4. Rufen Sie den Messwert aus dem Speicher des Messgeräts ab. Der Feuchtemesser überträgt diesen Wert nun fortlaufend an die Infrarotkamera.
5. Erfassen Sie mit der Kamera ein Wärmebild des Bereichs mit der Markierung. Die gespeicherten Daten des Feuchtemessers werden ebenfalls im Bild gespeichert.

14.1 Laden des Akkus

HINWEIS

Bevor Sie die Kamera zum ersten Mal in Betrieb nehmen können, müssen Sie den Akku vier Stunden lang laden.

14.1.1 Allgemein

Wenn auf dem Bildschirm eine Meldung angezeigt wird, dass der Akku schwach ist, müssen Sie den Akku laden.

Um den Akku zu laden, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Sie können den Akku mit dem kombinierten Netzteil und Ladegerät laden, ohne ihn aus der Kamera zu nehmen.
- Sie können den Akku mit dem kombinierten Netzteil und Ladegerät laden, wenn Sie ihn aus der Kamera entnommen haben.
- Sie können den Akku mit dem externen Ladegerät laden.

14.1.2 Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku in der Kamera zu laden

HINWEIS

Der Einfachheit halber wird das 'kombinierte Netzteil/Ladegerät' in der nachfolgenden Anleitung als 'Netzteil' bezeichnet.

14.1.2.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Öffnen Sie den Deckel des Akkufachs.
2. Stecken Sie das Netzkabel in den Anschluss des Akkus ein.
3. Stecken Sie den Stecker des Netzteils in eine Steckdose ein.
4. Entfernen Sie das Kabel des Netzteils, wenn die Akkuanzeige grün leuchtet.

Weitere Informationen:

Informationen zur Akkuanzeige finden Sie unter 8.4 *Akkuanzeige*, Seite 16.

14.1.3 Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku außerhalb der Kamera zu laden

HINWEIS

Der Einfachheit halber wird das 'kombinierte Netzteil/Ladegerät' in der nachfolgenden Anleitung als 'Netzteil' bezeichnet.

14.1.3.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Legen Sie den Akku auf eine ebene Oberfläche.
2. Stecken Sie das Netzkabel in den Anschluss des Akkus ein.
3. Stecken Sie den Stecker des Netzteils in eine Steckdose ein.
4. Entfernen Sie das Kabel des Netzteils, wenn die Akkuanzeige grün leuchtet.

Weitere Informationen:

Informationen zur Akkuanzeige finden Sie unter 8.4 *Akkuanzeige*, Seite 16.

14.1.4 Verwenden des externen Ladegeräts zum Laden des Akkus

14.1.4.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie den Akku in das externe Ladegerät ein.

2. Stecken Sie das Netzkabel in den Anschluss des externen Ladegeräts ein.
3. Stecken Sie den Stecker des Netzteils in eine Steckdose ein.
4. Entfernen Sie das Kabel des Netzteils, wenn die Akkuanzeige grün leuchtet.

Weitere Informationen:

Informationen zur Akkuanzeige finden Sie unter 8.4 *Akkuanzeige*, Seite 16.

14.2 Einlegen des Akkus

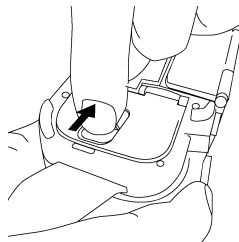
HINWEIS

Um etwaige Feuchtigkeit zu entfernen, reiben Sie den Akku mit einem sauberen und trockenen Tuch ab, bevor Sie ihn einsetzen.

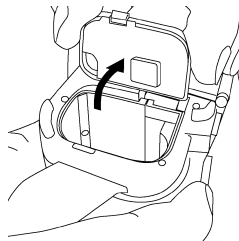
14.2.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

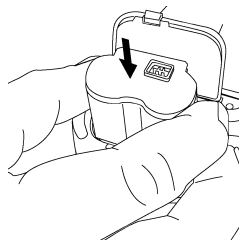
1. Drücken Sie die Entriegelungstaste auf der Akkufach-Abdeckung, um diese zu entriegeln.



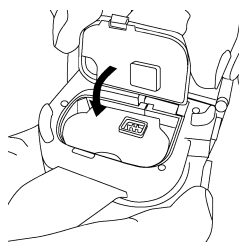
2. Öffnen Sie die Abdeckung des Akkufachs.



3. Schieben Sie den Akku in das Akkufach, bis der Verschlussmechanismus für den Akku greift.



4. Schließen Sie die Abdeckung des Akkufachs.

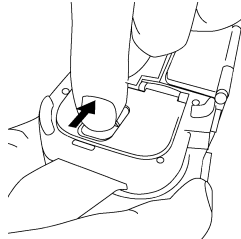


14.3 Entfernen des Akkus

14.3.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

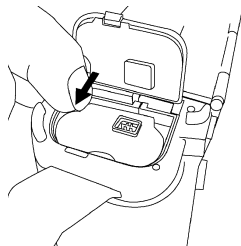
1. Drücken Sie die Entriegelungstaste auf der Akkufach-Abdeckung, um diese zu entriegeln.



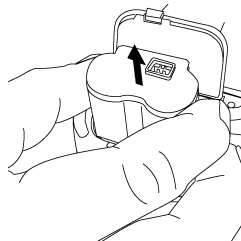
2. Öffnen Sie die Abdeckung des Akkufachs.



3. Drücken Sie die rote Entriegelungstaste in Pfeilrichtung, um den Akku freizugeben.



4. Entnehmen Sie den Akku aus dem Akkufach.



14.4 Die Kamera ein- und ausschalten

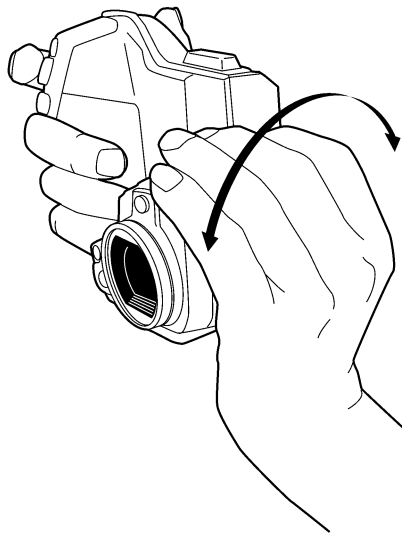
- Drücken Sie die grüne Ein/Aus-Taste, und lassen Sie sie wieder los, um die Kamera einzuschalten.
- Drücken Sie die grüne Ein/Aus-Taste, und lassen Sie sie wieder los, um die Kamera auszuschalten.

14.5 Einstellen des Objektivwinkels

14.5.1 Allgemein

Um Ihre Arbeitsposition möglichst bequem zu gestalten, können Sie den Objektivwinkel anpassen.

14.5.2 Abbildung



14.5.3 Vorgehensweise

Um den Winkel einzustellen, neigen Sie das Objektiv nach oben oder unten.

14.6 Anbringen der Sonnenblende

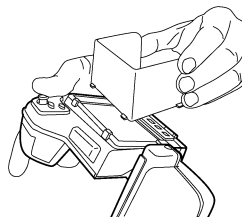
14.6.1 Allgemein

Damit bei Sonnenlicht der LCD-Bildschirm besser zu erkennen ist, können Sie eine Sonnenblende an der Kamera anbringen.

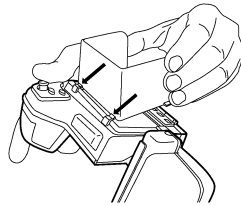
14.6.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

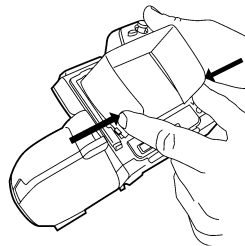
1. Richten Sie die beiden vorderen Ösen der Sonnenblende an den entsprechenden Stiften oben am Bildschirm aus.



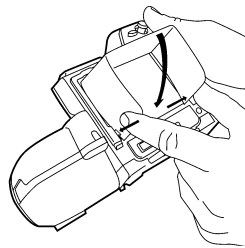
2. Drücken Sie den vorderen Teil der Sonnenblende in Position. Stellen Sie sicher, dass die beiden Ösen auf den jeweiligen Stiften sitzen.



3. Halten Sie die rückwärtigen Flügel der Sonnenblende vorsichtig zusammen.

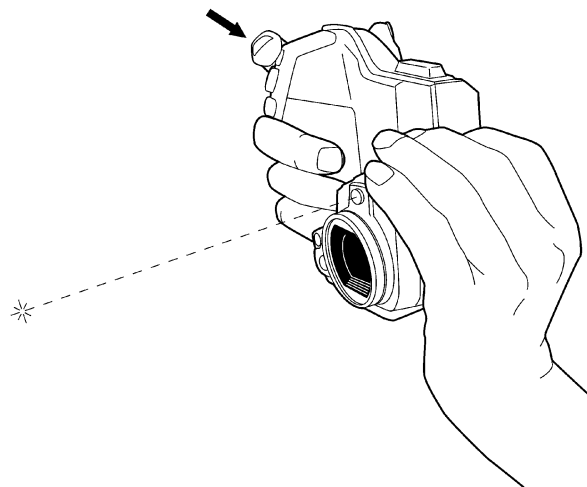


4. Drücken Sie den rückwärtigen Teil der Sonnenblende Richtung Bildschirm, und lockern Sie dann Ihren Griff. Stellen Sie sicher, dass die beiden Ösen auf den jeweiligen Stiften sitzen.



14.7 Bedienung des Laserpointers

14.7.1 Abbildung



14.7.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Um den Laserpointer einzuschalten, halten Sie die Laserpointertaste gedrückt.
2. Um den Laserpointer auszuschalten, lassen Sie die Laserpointertaste los.

HINWEIS

Der Laserpointer ist möglicherweise nicht für alle Märkte verfügbar.

15.1 Einstellen des Fokus der Infrarotkamera

15.1.1 Vorgehensweise

Um den Fokus der Infrarotkamera einzustellen, führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:

- Für die Ferneinstellung drücken Sie die Fokustaste nach links.
- Für die Naheinstellung drücken Sie die Fokustaste nach rechts.
- Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste halb nach unten, um die Kamera automatisch scharf zu stellen.

HINWEIS

Halten Sie die Kamera beim automatischen Scharfstellen ruhig.

15.2 Bildvorschau


15.3 Allgemein

Im Vorschaumodus können Sie dem Bild verschiedene Kommentartypen hinzufügen, bevor Sie es speichern, wie beispielsweise Text, eine Tabelle mit Textinformationen, einen Sprachkommentar, eine Skizze usw. Wählen Sie dazu in der Symbolleiste den Kommentartyp aus, der automatisch angezeigt wird, wenn Sie in einer Bildvorschau sind.

Im Vorschaumodus können Sie auch überprüfen, ob das Bild die erforderlichen Informationen enthält, bevor Sie es auf der SD-Speicherkarte speichern.

15.3.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Die Kamera ist werksseitig so konfiguriert, dass ein Bild direkt ohne Vorschau gespeichert. Um die Vorschau zu aktivieren gehen Sie folgendermaßen vor:
 1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
 2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
 3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
 4. Gehen Sie in der Registerkarte *Preferences* auf die Schaltfläche *Save button*, und wählen Sie *Always preview*.
2. Um ein Bild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste ganz herunter.

15.4 Bilder speichern

15.4.1 Allgemein

Sie können ein oder mehrere Bilder auf der SD-Speicherkarte speichern.

15.4.2 Formatieren von Speicherkarten

Eine optimale Leistung lässt sich erzielen, wenn Sie die Speicherkarten als FAT (FAT16) formatieren. Die Verwendung von als FAT32 formatierten Speicherkarten kann die Leistung beeinträchtigen. Gehen Sie folgendermaßen vor, um eine Speicherkarte als FAT (FAT16) zu formatieren:

1. Legen Sie die Speicherkarte in ein Kartenlesegerät ein, das an Ihren Computer angeschlossen ist.
2. Wählen Sie im Windows Explorer den *Desktop* aus und klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Speicherkarte.
3. Wählen Sie *Formatieren*.
4. Wählen Sie unter *Dateisystem* die Option *FAT* aus.

5. Klicken Sie auf *Start*.

15.4.3 Speicherkapazität

Diese Tabelle gibt einen Überblick darüber, wie viele Bilder *ungefähr* auf den verschiedenen SD-Speicherkarten gespeichert werden können:

Kartengröße	Kein Sprachkommentar	Einschl. 30 Sekunden Sprachkommentar
256 MB	500	250
512 MB	1000	500
1 GB	2000	1000

15.4.4 Vorgehensweise

Um ein Bild ohne Vorschau zu speichern, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste ganz herunter.

HINWEIS

Die Funktion der Vorschau/Speichern-Schaltfläche kann unter der Registerkarte *Preferences* folgendermaßen geändert werden (*Mode > Settings > Preferences*).


15.5 Periodisches Speichern von Bildern

15.5.1 Allgemein

Sie können Bilder auf der SD-Speicherkarte periodisch speichern.

15.5.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Program* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Stellen Sie mithilfe des Joysticks die gewünschten Parameter ein. Dazu gehört Folgendes:
 - Zeitraum zwischen Bildern.
 - Stopp-Bedingungen:
 - *Manually.*
 - *Number of images.*
 - *Total time duration.*
5. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
6.
 - Um das periodische Speichern zu starten, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste ganz herunter.
 - Um das periodische Speichern zu stoppen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste ganz herunter.

15.6 Öffnen von Bildern

15.6.1 Allgemein

Wenn Sie ein Bild speichern, wird es auf der SD-Speicherkarte gespeichert. Um das Bild erneut anzuzeigen, können Sie es von der SD-Speicherkarte abrufen.

HINWEIS

Um den Archivmodus zu verlassen, drücken Sie die Archivtaste.

15.6.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Archivtaste, um eine Miniaturansicht der gerade gespeicherten Bilder anzuzeigen.
2. Bewegen Sie den Joystick nach links/rechts oder oben/unten, um ein bestimmtes Bild auszuwählen.
3. Drücken Sie den Joystick, um das Bild anzuzeigen.

15.7 Manuelle Bildeinstellung

15.7.1 Allgemein

Bilder können *automatisch* oder *manuell* eingestellt werden.

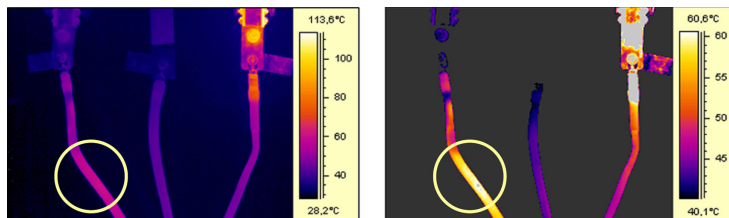
Verwenden Sie die A/M-Taste, um zwischen diesen beiden Modi zu wechseln.

15.7.2 Beispiel 1

Diese Abbildung zeigt zwei Infrarotbilder von Kabelanschlüssen. Eine korrekte Analyse des eingekreisten Kabels wäre im Bild links unten schwierig, wenn Sie das Bild nur automatisch einstellen. Sie können das linke Kabel genauer analysieren, wenn Sie

- den Level der Temperaturskala ändern
- den Span der Temperaturskala ändern

Das Bild links wurde automatisch eingestellt. Im Bild rechts wurden die Werte für die maximale und die minimale Temperatur an die nähere Umgebung des Objekts angepasst. An den Temperaturskalen rechts neben den beiden Bildern können Sie sehen, wie die Temperaturwerte verändert wurden.



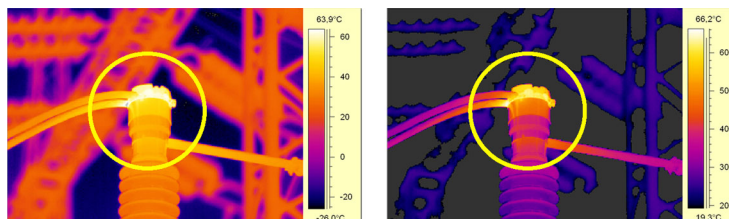
A (automatic)

M (manual)

15.7.3 Beispiel 2

Diese Abbildung zeigt zwei Infrarotbilder eines Trennschalters.

Im Bild links werden der kalte Himmel und der Strommast mit einer minimalen Temperatur von $-26,0^{\circ}\text{C}$ aufgezeichnet. Im Bild rechts wurden die Werte für die maximale und die minimale Temperatur an die nähere Umgebung des Trennschalters angepasst. Temperaturschwankungen am Schalter können so leichter analysiert werden.






A (automatic)

M (manual)

15.7.4 Ändern der Werte der Temperaturskala

Gehen Sie folgendermaßen vor:


1. Drücken Sie wiederholt die A/M-Taste, um einen der folgenden manuellen Modi auszuwählen.

- *Manual* 
- *Manual max.* 
- *Manual min.* 

2. Die Werte der Temperaturskala können Sie ändern, indem Sie den Joystick nach oben oder unten bewegen.

15.7.5 Ändern der Spanne der Temperaturskala

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie wiederholt die A/M-Taste, um *Manual*  auszuwählen.
2. Um den Temperatur-Span zu ändern, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links.


15.8 Ausblenden von überlagernden Grafiken

15.8.1 Allgemein

Überlagernde Grafiken enthalten Zusatzinformationen zu Bildern. Sie können manche oder alle überlagernden Grafiken ausblenden.

15.8.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie auf der Registerkarte *Preferences* auf *View*, und deaktivieren Sie die überlagernden Grafiken, die Sie nicht anzeigen möchten.

15.9 Bilder löschen

15.9.1 Allgemein

Sie können ein oder mehrere Bilder von der SD-Speicherkarte löschen.

15.9.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Archivtaste.
2. Wählen Sie das Bild, das Sie löschen möchten, mit Hilfe des Joysticks aus.
3. Drücken Sie den Joystick, um das Bild zu öffnen.
4. Drücken Sie den Joystick, um ein Menü anzuzeigen.
5. Wählen Sie in dem Menü eine der folgenden Aktionen aus:
 - *Delete.*
 - *Delete all.*
6. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.

15.10 Erstellen eines Adobe PDF-Berichts

15.10.1 Allgemein

Sie können zu jedem Bild auf der SD-Speicherkarte einen Adobe PDF-Bericht erstellen. Der Bericht kann Folgendes enthalten:

-
- Das Infrarotbild mit zugehörigem Tageslichtbild (sofern vorhanden)
 - Eine Liste mit Textkommentaren
 - Eine Liste mit Messergebnissen
 - Eine Liste mit Objektparametern
 - Einen Entwurf
 - Eine Bildbeschreibung

15.10.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Stecken Sie einen USB-Memory-Stick in den USB-Anschluss ein.
2. Drücken Sie die Archivtaste.
3. Wählen Sie das Bild aus, für das Sie einen Bericht erstellen möchten.
4. Drücken Sie den Joystick, um das Bild zu öffnen.
5. Drücken Sie den Joystick, um ein Menü anzuzeigen.
6. Wählen Sie im Menü *Create report page* aus, indem Sie den Joystick verwenden. In dieser Phase können Sie auch der Berichtskopf- bzw. -fußzeile Informationen hinzufügen.

HINWEIS

Um den Bericht auf Ihrem PC anzeigen zu können, benötigen Sie Adobe Reader. Diese Software können Sie hier kostenlos herunterladen:

<http://get.adobe.com/reader/>

16.1 Was ist eine Fusion?

Die Fusion ist eine Funktion, mit der Sie einen Teil eines Digitalfotos als Infrarotbild anzeigen können.

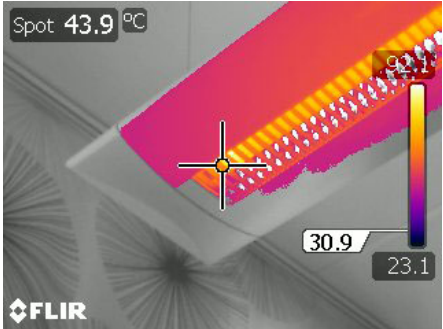

Sie können beispielsweise für die Kamera einstellen, dass alle Bereiche eines Bildes, die eine bestimmte Temperatur aufweisen, als Infrarotbild angezeigt werden und alle anderen Bereiche als Digitalfoto. Sie können die Kamera auch so einstellen, dass über einem Digitalfoto ein Infrarotbildrahmen angezeigt wird. Diesen Rahmen können Sie anschließend verschieben und in der Größe anpassen.

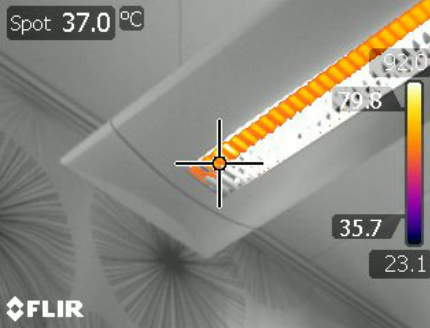
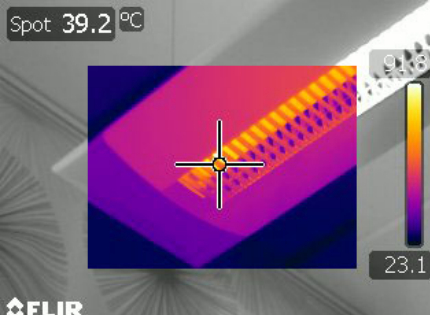
16.2 Fusionstypen

Je nach Kameramodell sind bis zu vier verschiedene Fusionstypen verfügbar. Hierzu gehören:

- *Above*: Alle Bereiche des Digitalfotos, deren Temperatur über dem festgelegten Temperaturwert liegt, werden als Infrarotbild angezeigt.
- *Below*: Alle Bereiche des Digitalfotos, deren Temperatur unter dem festgelegten Temperaturwert liegt, werden als Infrarotbild angezeigt.
- *Interval*: Alle Bereiche des Digitalfotos, deren Temperatur zwischen zwei festgelegten Temperaturwerten liegt, werden als Infrarotbild angezeigt.
- *Picture in Picture*: Über dem Digitalfoto wird ein Infrarotbildrahmen angezeigt.

16.3 Bildbeispiele



Fusionstyp	Bild
<i>Above</i>	
<i>Below</i>	

Fusionstyp	Bild
<i>Interval</i>	
<i>Picture in Picture</i>	




16.4 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Navigationstaste um eine Auswahl zu treffen:

- *Thermal fusion* 
- *Picture in Picture* 

2. Drücken Sie die A/M-Taste um eine Auswahl zu treffen:

- *Above* 
- *Below* 
- *Interval* 

3. (Dieser Schritt gilt für *Thermal fusion*.)

Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:

- Wenn Sie *Above* oder *Below* auswählen, bewegen Sie den Joystick nach oben oder unten, um den Temperaturwert einzustellen. Der Temperaturwert, den Sie einstellen, wird der Wert sein, ab dem das Infrarotbild als Tageslichtfoto angezeigt wird.
- Wenn Sie *Interval* auswählen, können Sie eine oder mehrere der folgenden Aktionen durchführen:
 - Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um das Intervall nach oben/unten zu verschieben.
 - Bewegen Sie den Joystick nach rechts/links, um das Intervall zu vergrößern/verkleinern.

Die Temperaturwerte, die Sie einstellen, werden die Werte sein, ab denen das Infrarotbild als Tageslichtfoto angezeigt wird.

4. (Dieser Schritt gilt für *Picture in Picture*.)

Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:

- Wenn Sie *Above* oder *Below* auswählen, bewegen Sie den Joystick nach oben oder unten, um den Temperaturwert im Infrarotabschnitt des Bilds einzustellen.
 - Wenn Sie *Interval* auswählen, können Sie eine oder mehrere der folgenden Aktionen durchführen:
 - Drücken Sie den Joystick nach oben oder unten, um das Temperaturintervall im Infrarotabschnitt des Bilds nach oben oder unten zu verschieben.
 - Drücken Sie den Joystick nach links oder rechts, um das Temperaturintervall im Infrarotabschnitt des Bilds anzuheben oder abzusenken.
5. Um *Fusion* zu deaktivieren, drücken Sie die Modustaste, um *Thermal camera* auszuwählen.

17.1 Aufnahme von Videos


17.1.1 Allgemein

Sie können nicht radiometrische Infrarot- oder Tageslichtvideos aufzeichnen. In diesem Modus arbeitet die Kamera wie eine herkömmliche digitale Videokamera.

Die Videos können mit Windows Media Player wiedergegeben werden, radiometrische Informationen können jedoch nicht aus den Videos abgerufen werden.

17.1.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie aus dem Menü *Mode Video*, und drücken Sie den Joystick. Es wird eine Benachrichtigung angezeigt, dass die Aufzeichnung begonnen wurde.
4. Um die Videoaufnahme zu beenden, drücken Sie den Joystick noch einmal. Wenn Sie die Videoaufnahme beenden, können Sie die Aufnahme mit Hilfe der Werkzeuge auf der Symbolleiste für Videoaufnahmen in der Kamera wiedergeben.

HINWEIS

- In diesem Modus können Sie nur die zuletzt aufgezeichneten Videos anzeigen. Um ein anderes Video anzuzeigen, wechseln Sie in den Archivmodus.
- Die Videos können z. B. mit Windows Media Player wiedergegeben werden. Hierfür müssen Sie jedoch zusätzlich den 3ivx D4 Decoder erwerben, herunterladen und installieren. Hierbei handelt es sich um ein MPEG-4-Toolkit, das das MPEG-4-Videoformat, MPEG-4-Audioformat und MP4-Dateiformat unterstützt. Den 3ivx D4 Decoder können Sie unter <http://www.3ivx.com/> herunterladen.
- Unter Umständen können auch andere Videoplayer verwendet werden, z. B. ffdshow, der von <http://sourceforge.net/projects/ffdshow> heruntergeladen werden kann.
- Verschiedene Codecs sind unter <http://www.free-codecs.com/> verfügbar.
- FLIR Systems übernimmt keine Verantwortung für die Funktionalität der Videoplayer und Codecs von Drittanbietern.





18.1 Erstellen von Messwerkzeugen

18.1.1 Allgemein

Um die Temperatur zu messen, verwenden Sie ein oder mehrere Messwerkzeuge. In diesem Abschnitt werden Beispiele gezeigt, wie Sie einen Messpunkt oder einen Bereich erstellen.

18.1.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Tools* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Tools* eine der folgenden Aktionen aus:
 - *Add spot* .
 - *Add box* .
 - *Add circle* .

HINWEIS

- Der Bereich in der Mitte des Messpunkts muss von dem Zielobjekt abgedeckt sein, damit eine korrekte Temperatur angezeigt werden kann.
- Um exakte Messergebnisse zu erzielen, müssen Sie die Objektparameter einstellen (siehe 18.7 *Objektparameter ändern*, Seite 43).



18.2 Konfigurieren von Differenzberechnungen

18.2.1 Allgemein

Sie können die Kamera den Temperaturunterschied zwischen beispielsweise einem Messpunkt und einer Fläche berechnen lassen. Das setzt allerdings voraus, dass Sie vorher mindestens zwei Messwerkzeuge eingerichtet haben.

18.2.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Tools* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Tools* *Add difference* . Daraufhin wird ein Dialogfeld angezeigt, aus dem Sie zwei Messwerkzeuge, deren Unterschied Sie berechnen möchten, auswählen können.
4. Drücken Sie den Joystick, um Ihre Auswahl zu bestätigen.

18.3 Einstellen von Isothermen



18.3.1 Allgemein

Sie können die Kamera so konfigurieren, dass eine Isothermenfarbe angezeigt wird, wenn bestimmte Messbedingungen erfüllt sind. Folgende Isothermen können eingestellt werden:

- Eine Isothermenfarbe, die angezeigt wird, wenn eine Temperatur über einen voreingestellten Wert steigt.
- Eine Isothermenfarbe, die angezeigt wird, wenn eine Temperatur unter einen voreingestellten Wert fällt.
- Eine Isothermenfarbe, die angezeigt wird, wenn eine Temperatur zwischen zwei Werten liegt.
- Eine Isothermenfarbe, die angezeigt wird, wenn die Kamera einen Bereich in einer Gebäudestruktur erkennt, in dem ein Feuchtigkeitsrisiko besteht.
- Eine Isothermenfarbe, die angezeigt wird, wenn die Kamera einen möglichen Wärmedämmungsmangel in einer Wand erkennt.



18.3.2 Einstellen von Isothermen für hohe Temperaturen

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Tools* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Tools Add isotherm*  aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie *Above*.
5. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um die Temperatur einzustellen, bei der die Isothermenfarbe angezeigt werden soll. Der Bildschirm zeigt nun die Isothermenfarbe an, wenn die Temperatur über den eingestellten Temperaturwert ansteigt.



18.3.3 Einstellen von Isothermen für niedrige Temperaturen

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Tools* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Tools Add isotherm*  aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie *Below*.
5. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um die Temperatur einzustellen, bei der die Isothermenfarbe angezeigt werden soll. Der Bildschirm zeigt nun die Isothermenfarbe an, wenn die Temperatur unter den eingestellten Temperaturwert abfällt.

18.3.4 Intervall-Isotherme einstellen



Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Tools* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Tools Add isotherm*  aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie *Interval*.
5. Sie haben folgende Möglichkeiten:
 - Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um die Temperaturwerte einzustellen, *zwischen denen* die Isothermenfarbe angezeigt werden soll.
 - Bewegen Sie den Joystick nach links/rechts, um die Temperaturspanne einzustellen, *innerhalb derer* die Isothermenfarbe angezeigt werden soll.

Der Bildschirm zeigt nun die Isothermenfarbe an, wenn die Temperatur zwischen den eingestellten Temperaturwerten liegt.



18.3.5 Einstellen von Isothermen für Luftfeuchtigkeit

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche **Tools** , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü **Tools Add isotherm** , und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie **Humidity**.
5. Stellen Sie mit Hilfe des Joysticks folgende Parameter ein:
 - *Rel. humidity limit*: Der kritische Grenzwert für die relative Luftfeuchtigkeit, die Sie beispielsweise in einer Gebäudestruktur untersuchen. In Bereichen, in denen die relative Luftfeuchtigkeit unter 100 % liegt, kann sich Schimmel bilden, sodass diese Bereiche für Sie von Interesse sein können.
 - *Rel. hum.*: Die aktuell vorherrschende relative Luftfeuchtigkeit am Standort der Untersuchung.
 - *Atm. temp.*: Die aktuell vorherrschende Atmosphärentemperatur am Standort der Untersuchung.

18.3.6 Einstellen von Isothermen für Wärmedämmung



Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche **Tools** , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü **Tools Add isotherm** , und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie **Insulation**.
5. Stellen Sie mit Hilfe des Joysticks folgende Parameter ein:
 - *Inside temp.*: Die Temperatur innerhalb des Gebäudes, das Sie untersuchen.
 - *Outside temp.*: Die Temperatur außerhalb des Gebäudes, das Sie untersuchen.
 - *Thermal index*: Der zulässige Energieverlust durch die Wand. In den verschiedenen Bauvorschriften werden jeweils unterschiedliche Werte empfohlen, typische Werte für Neubauten sind jedoch 60 – 80. Informieren Sie sich in den national gültigen Bauvorschriften über die empfohlenen Werte.

18.4 Löschen von Messwerkzeugen

18.4.1 Vorgehensweise



Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche **Tools** , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü **Tools Adjust tools** , und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie das Messwerkzeug aus, das Sie entfernen möchten. Daraufhin wird ein Untermenü angezeigt.
5. Wählen Sie im Untermenü **Remove** aus, und drücken Sie den Joystick.

18.5 Verschieben von Messwerkzeugen

18.5.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche **Tools** , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü **Tools Adjust tools**  aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie das Messwerkzeug aus, das Sie verschieben möchten. Daraufhin wird ein Untermenü angezeigt.
5. Wählen Sie im Untermenü **Move** aus, und drücken Sie den Joystick. Daraufhin wird die Mitte des Messwerkzeugs in Blau angezeigt. Sie können das Messwerkzeug mit Hilfe des Joysticks verschieben.

18.6 Ändern der Größe von Bereichen

18.6.1 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche **Tools** , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü **Tools Adjust tools**  aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Wählen Sie das Messwerkzeug aus, das Sie verschieben möchten. Daraufhin wird ein Untermenü angezeigt.
5. Wählen Sie im Untermenü **Resize** aus, und drücken Sie den Joystick. Daraufhin werden Ziehpunkte angezeigt, mit denen Sie die Größe des Bereichs ändern können. Sie können nun die Größe des Bereichs mit Hilfe des Joysticks anpassen.

18.7 Objektparameter ändern

18.7.1 Allgemein

Um exakte Messergebnisse zu erzielen, müssen Sie die Objektparameter einstellen. Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie die Parameter ändern.

18.7.2 Parametertypen

Die Kamera kann folgende Objektparameter verwenden:

- Der *Emissivity* gibt an, wie viel Strahlung von dem Objekt ausgeht, und nicht, wie viel von ihm reflektiert wird.
- Die *Reflected apparent temperature*, mit der die Umgebungsstrahlung kompensiert wird, die von dem Objekt in die Kamera reflektiert wird. Diese Objekteigenschaft wird Reflexivität genannt.
- Der *Object distance* ist der Abstand zwischen Kamera und Zielobjekt.
- Die *Atmospheric temperature* ist die Lufttemperatur zwischen Kamera und Zielobjekt.
- Die *Relative humidity* ist die relative Luftfeuchtigkeit zwischen Kamera und Zielobjekt.
- Die *External optics temperature*, d. h. die Temperatur der Schutzfenster usw., die zwischen der Kamera und dem zu untersuchenden Objekt aufgestellt sind. Wenn keine Schutzfenster oder sonstigen Abschirmungen verwendet werden, hat dieser Wert keine Bedeutung.
- Die *External optics transmission*, d. h. die optische Transmission der Schutzfenster usw., die zwischen der Kamera und dem zu untersuchenden Objekt aufgestellt sind.

18.7.3 Empfohlene Werte


Wenn Sie sich bezüglich der Werte nicht sicher sind, empfehlen wir die folgenden Werte:

Emissionsgrad	0,95
Reflektierte scheinbare Temperatur	+20 °C

Objektabstand	1,0 m
Atmosphärentemperatur	+20 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	50 %

18.7.4 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Parameters* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im *Parameters*-Menü den Parameter, den Sie ändern möchten, und drücken Sie den Joystick.
4. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um den Wert zu ändern.
5. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.

HINWEIS

Von den fünf oben genannten Parametern sind der *Emissionsgrad* und die *reflektierte scheinbare Temperatur* die wichtigsten, die in der Kamera korrekt eingestellt werden müssen.

Weitere Informationen:

Ausführliche Informationen zu Parametern und zur korrekten Einstellung des Emissionsgrads und der reflektierten scheinbaren Temperatur finden Sie unter 28 *Thermografische Messtechniken*, Seite 71.

19.1 Allgemein

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie Sie mit Hilfe von Kommentaren zusätzliche Informationen zu einem Infrarotbild speichern können.

Durch das Hinzufügen von Kommentaren wird die Berichterstellung und Nachbearbeitung effizienter, da wesentliche Informationen zu dem Bild wie beispielsweise Bedingungen, Fotos, Entwürfe, Informationen zum Aufnahmeort usw. bereitgestellt werden.


19.2 Digitalfotos automatisch hinzufügen

19.2.1 Allgemein

Wenn Sie ein Infrarotbild speichern, können Sie *automatisch* ein Digitalfoto des zu untersuchenden Objekts hinzufügen. Das Digitalfoto wird automatisch mit dem Infrarotbild verknüpft, wodurch die Nachbearbeitung und die Berichterstellung, beispielsweise in FLIR Reporter, erleichtert werden.

19.2.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Achten Sie darauf, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass gleichzeitig ein Digitalfoto gespeichert wird:
 1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
 2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
 3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
 4. Aktivieren Sie auf der Registerkarte *Preferences* *Simultaneously save photo*.
2. Um ein Digitalfoto automatisch hinzuzufügen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste ganz herunter.

19.3 Digitalfotos manuell hinzufügen


19.3.1 Allgemein

Wenn Sie ein Infrarotbild speichern, können Sie *manuell* ein Digitalfoto des zu untersuchenden Objekts hinzufügen. Das Digitalfoto wird automatisch mit dem Infrarotbild verknüpft, wodurch die Nachbearbeitung und die Berichterstellung, beispielsweise in FLIR Reporter, erleichtert werden.

HINWEIS

In diesem Abschnitt wird vorausgesetzt, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass ein Bild immer *in der Vorschau* angezeigt wird, bevor es auf der Speicherkarte gespeichert wird.


Um die Kamera so zu konfigurieren, dass immer die Vorschau angezeigt wird, befolgen Sie diese Prozedur:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie in der Registerkarte *Preferences* auf die Schaltfläche *Save button*, und wählen Sie *Always preview*.

19.3.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste vollständig herunter.

2. Wählen Sie auf der Symbolleiste im unteren Bereich des Bildschirms .
3. Wählen Sie im angezeigten Menü *Digital camera photo*, und drücken Sie den Joystick.
4. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste, um das Digitalfoto zu speichern.

19.4 Hinzufügen von Sprachkommentaren

19.4.1 Allgemein


Ein Sprachkommentar ist eine Audioaufzeichnung, die in einem Infrarotbild gespeichert wird.

Der Sprachkommentar wird mit Hilfe eines Bluetooth-Mikrofon-Headsets aufgezeichnet. Die Aufnahme kann in der Kamera sowie mit Bildanalyse- und Berichterstellungssoftware von FLIR Systems wiedergegeben werden.

HINWEIS


In diesem Abschnitt wird vorausgesetzt, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass ein Bild immer *in der Vorschau* angezeigt wird, bevor es auf der Speicherkarte gespeichert wird.

Um die Kamera so zu konfigurieren, dass immer die Vorschau angezeigt wird, befolgen Sie diese Prozedur:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie in der Registerkarte *Preferences* auf die Schaltfläche *Save button*, und wählen Sie *Always preview*.

19.4.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Achten Sie darauf, dass das Bluetooth-Headset eingeschaltet und mit der Kamera verbunden ist.
2. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste vollständig herunter.
3. Wählen Sie auf der Symbolleiste im unteren Bereich des Bildschirms .
4. Wählen Sie im angezeigten Menü *Voice* aus und drücken Sie den Joystick. Dadurch wird eine Sprachkommentar-Symbolleiste angezeigt.
5. Verwenden Sie den Joystick, um den Sprachkommentar aufzunehmen, zu stoppen, wiederzugeben.

19.5 Eine Tabelle hinzufügen

19.5.1 Allgemein

Eine Tabelle mit Textinformationen kann in einem Infrarotbild gespeichert werden.

Diese Funktion ist sehr brauchbar, wenn Sie Informationen aufnehmen möchten oder wenn Sie eine große Anzahl ähnlicher Objekte untersuchen. Textkommentare in einer Tabelle können das manuelle Ausfüllen von Formularen oder Untersuchungsprotokollen überflüssig machen.


19.5.2 Definitionen von Feld und Wert

Das Konzept der *Tabelle* in diesem Kontext basiert auf zwei wichtigen Definitionen: *Feld* und *Wert*. Die folgenden Beispiele erklären, worin der Unterschied zwischen den beiden Definitionen besteht:

Feld (Beispiele)	Wert (Beispiele)
Company	Company A Company B Company C
Building	Workshop 1 Workshop 2 Workshop 3
Section	Room 1 Room 2 Room 3
Equipment	Tool 1 Tool 1 Tool 3
Recommendation	Recommendation 1 Recommendation 2 Recommendation 3

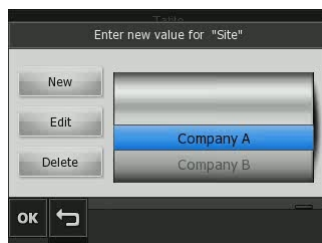
19.5.3 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste vollständig herunter.
2. Wählen Sie auf der Symbolleiste im unteren Bereich des Bildschirms .
3. Wählen Sie im angezeigten Menü *Table* aus, und drücken Sie den Joystick. Dann wird ein Tabellenformular angezeigt.



4. Wählen Sie mit dem Joystick eines der Felder (z. B. Site, Location, Object) aus, und drücken Sie dann den Joystick. Dadurch wird ein Dialogfeld angezeigt, in das Sie neue Werte eingeben oder in dem Sie vorhandene Werte bearbeiten können.



5. Führen Sie die gewünschten Änderungen durch, und klicken Sie dann auf *OK*, oder drücken Sie den Joystick.

19.6 Hinzufügen von Text


19.6.1 Allgemein

Sie können eine Freitextbeschreibung hinzufügen, die im Infrarotbild gespeichert wird.

HINWEIS


In diesem Abschnitt wird vorausgesetzt, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass ein Bild immer *in der Vorschau* angezeigt wird, bevor es auf der Speicherkarte gespeichert wird.

Um die Kamera so zu konfigurieren, dass immer die Vorschau angezeigt wird, befolgen Sie diese Prozedur:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie in der Registerkarte *Preferences* auf die Schaltfläche *Save button*, und wählen Sie *Always preview*.

19.6.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste vollständig herunter.
2. Wählen Sie auf der Symbolleiste im unteren Bereich des Bildschirms .
3. Wählen Sie im angezeigten Menü *Text* aus, und drücken Sie den Joystick. Dadurch wird ein Sprachkommentar-Symbolleiste angezeigt.
4. Geben Sie den gewünschten Text ein, und klicken Sie dann auf *OK*, oder drücken Sie den Joystick.


19.7 Hinzufügen von Entwürfen**19.7.1 Allgemein**

Bei einer Skizze handelt es sich um eine Freihandzeichnung, die Sie auf einem Zeichenbrett mit dem Zeigefinger oder einem Stift, separat vom Infrarotbild erstellen. Sie können die Skizzenfunktion verwenden, um eine einfache Zeichnung zu erstellen, Kommentare, Maße usw. aufzunehmen.

HINWEIS


In diesem Abschnitt wird vorausgesetzt, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass ein Bild immer *in der Vorschau* angezeigt wird, bevor es auf der Speicherkarte gespeichert wird.

Um die Kamera so zu konfigurieren, dass immer die Vorschau angezeigt wird, befolgen Sie diese Prozedur:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie in der Registerkarte *Preferences* auf die Schaltfläche *Save button*, und wählen Sie *Always preview*.

19.7.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste vollständig herunter.
2. Wählen Sie auf der Symbolleiste im unteren Bereich des Bildschirms .
3. Wählen Sie im angezeigten Menü *Sketch* aus, und drücken Sie den Joystick. Dadurch wird das Zeichenboard angezeigt, auf dem Sie die Skizze erstellen können.
4. Geben Sie den gewünschten Text ein, und klicken Sie dann auf *OK*, oder drücken Sie den Joystick.

20.1 Ändern der Kameraeinstellungen


20.1.1 Allgemein

Auf dieser Registerkarte können Sie Folgendes ändern:

- Temperaturbereich, d. h. der für das Messen von Objekten verwendete Temperaturbereich. Sie müssen den Temperaturbereich an die erwartete Temperatur des zu untersuchenden Objekts anpassen.
- Aufgesetztes Objektiv.
- Display-Helligkeit.
- Autom. Abschaltung.
- Zusatzlampe
- Touchscreen kalibrieren.
- Kompass kalibrieren.

20.1.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie auf der Registerkarte *Camera* auf die Einstellung, die Sie ändern möchten.
5. Drücken Sie den Joystick.
6. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um einen neuen Wert auszuwählen.
7. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.

20.2 Ändern der Einstellungen


20.2.1 Allgemein

Auf dieser Registerkarte können Sie Folgendes ändern:

- Schaltfläche Speichern.
- Foto gleichzeitig speichern.
- Gleicher Bildfeldwinkel.
- Programmierbare Taste.
- Sichtbarkeit der überlagernden Grafiken.

20.2.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie auf der Registerkarte *Preferences* auf die Einstellung, die Sie ändern möchten.
5. Drücken Sie den Joystick.
6. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um einen neuen Wert auszuwählen.
7. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.

20.3 Verbindung ändern


20.3.1 Allgemein

Auf dieser Registerkarte können Sie Folgendes ändern:

- WLAN.
- Bluetooth.

20.3.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie auf der Registerkarte *Connectivity* auf die Einstellung, die Sie ändern möchten.
5. Drücken Sie den Joystick.
6. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um einen neuen Wert auszuwählen.
7. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.

20.4 Ändern der regionalen Einstellungen


20.4.1 Allgemein

Auf dieser Registerkarte können Sie Folgendes ändern:

- Sprache.
- Zeitzone.
- Datum und Uhrzeit einstellen.
- Datumsformat.
- Zeitformat.
- Temperatureinheit.
- Entfernungseinheit.

20.4.2 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Menü/Zurück-Taste.
2. Gehen Sie im Hauptmenü auf die Schaltfläche *Mode* , und drücken Sie den Joystick.
3. Wählen Sie im Menü *Mode Settings* aus, und drücken Sie den Joystick.
4. Gehen Sie auf der Registerkarte *Regional* auf die Einstellung, die Sie ändern möchten.
5. Drücken Sie den Joystick.
6. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um einen neuen Wert auszuwählen.
7. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.

21.1 Kameragehäuse, Kabel und weitere Teile

21.1.1 Flüssigkeiten

Verwenden Sie eine der folgenden Flüssigkeiten:

- Warmes Wasser
- Milde Reinigungslösung

21.1.2 Ausrüstung

Ein weiches Tuch

21.1.3 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Tränken Sie das Tuch in der Flüssigkeit.
2. Wringen Sie das Tuch aus, um überschüssige Flüssigkeit zu entfernen.
3. Reinigen Sie das Teil mit dem Tuch.



VORSICHT

Verwenden Sie niemals Verdünnungsmittel oder ähnliche Flüssigkeiten für Kamera, Kabel oder Zubehör. Dies könnte zu Beschädigungen führen.

21.2 Infrarotobjektiv

21.2.1 Flüssigkeiten

Verwenden Sie eine der folgenden Flüssigkeiten:

- Eine handelsübliche Reinigungslösung für Objektive mit über 30%igem Isopropylalkohol
- 96 % Ethylalkohol (C_2H_5OH).
- DEE (= 'Ether' = $C_4H_{10}O$).
- 50 % Aceton (= Dimethylketone, $(CH_3)_2CO$) und 50 % Ethylalkohol (nach Volumen). Diese Flüssigkeit verhindert Trockenflecken auf dem Objektiv.

21.2.2 Ausrüstung

Watte

21.2.3 Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Tränken Sie die Watte in der Flüssigkeit.
2. Drücken Sie die Watte aus, um überschüssige Flüssigkeit zu entfernen.
3. Reinigen Sie das Objektiv nur einmal, und werfen Sie die Watte weg.



WARNUNG

Lesen Sie unbedingt alle entsprechenden MSDS (Material Safety Data Sheets, Sicherheitsdatenblätter) und Warnhinweise auf den Behältern durch, bevor Sie eine Flüssigkeit verwenden: Flüssigkeiten können gefährlich sein.



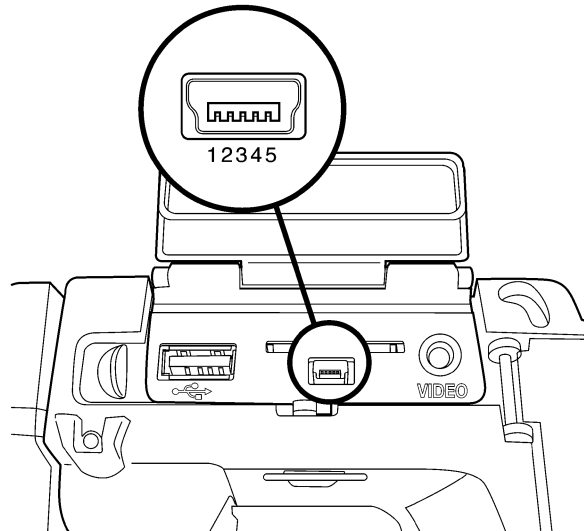
VORSICHT

- Gehen Sie bei der Reinigung des Infrarotobjektivs behutsam vor. Das Objektiv ist mittels einer Beschichtung entspiegelt, die sehr empfindlich ist.
- Reinigen Sie das Infrarotobjektiv sehr vorsichtig, da andernfalls die Entspiegelung Schaden nehmen könnte.

Die technischen Daten finden Sie im Produktkatalog der Benutzerdokumentation auf einer im Lieferumfang enthaltenen CD-ROM.

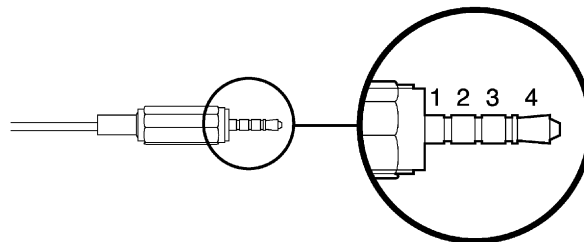
Weitere technische Daten finden Sie auch unter <http://support.flir.com>.

23.1 Steckerkonfiguration für USB-Mini-B-Anschluss



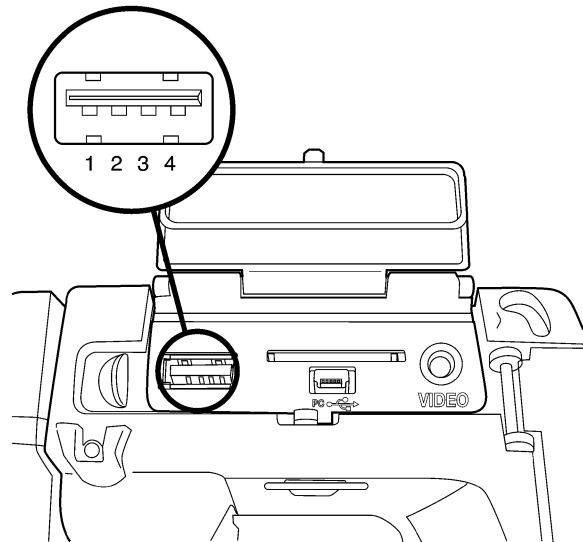
1. +5 V (Ausgang)
2. USB –
3. USB +
4. N/C
5. Erdung

23.2 Steckerkonfiguration für den Videoanschluss



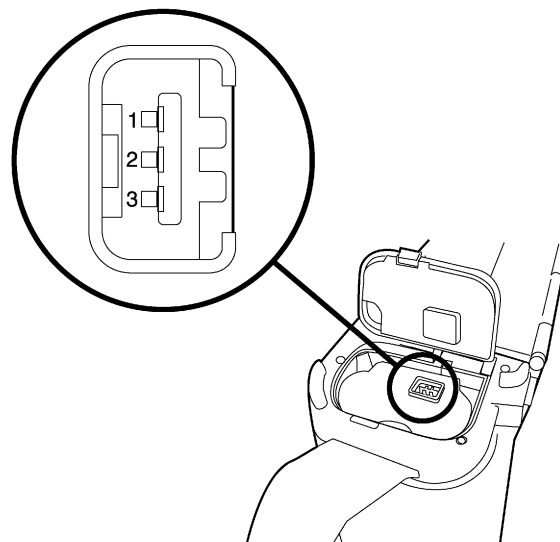
1. Audio rechts
2. Erdung
3. Videoausgang
4. Audio links

23.3 Steckerkonfiguration für den USB-A-Anschluss



1. +5 V (Eingang)
2. USB -
3. USB +
4. Erdung

23.4 Steckerkonfiguration für den Netzanschluss

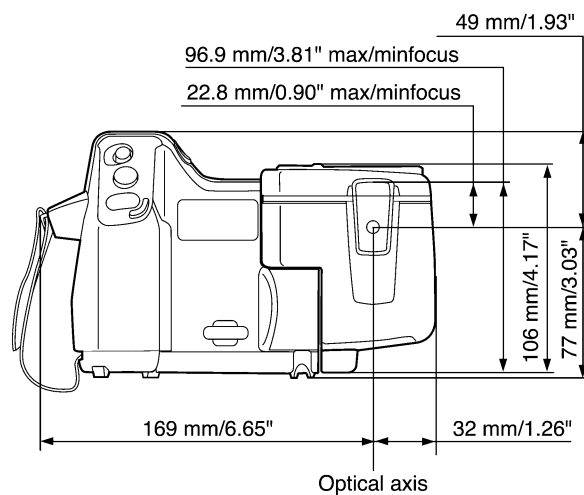


1. +12 V
2. GND
3. GND

24.1 Kamera-

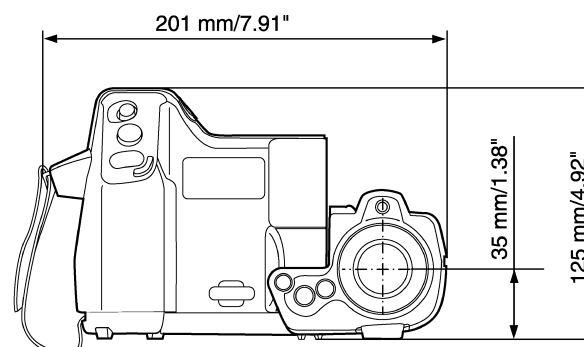
24.1.1 Kameraabmessungen

24.1.1.1 Abbildung



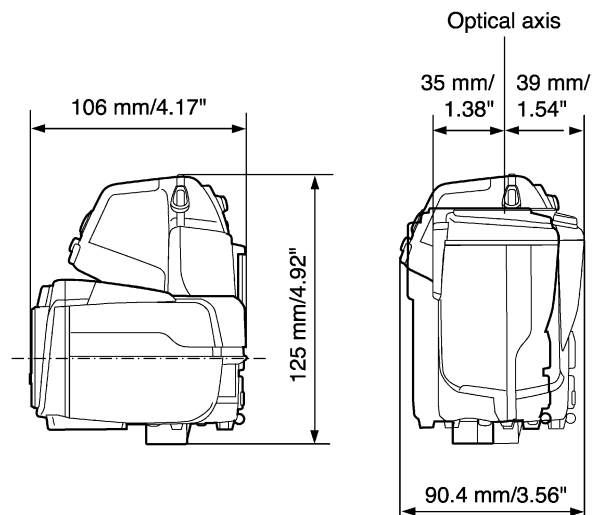
24.1.2 Kameraabmessungen (Fortsetzung)

24.1.2.1 Abbildung



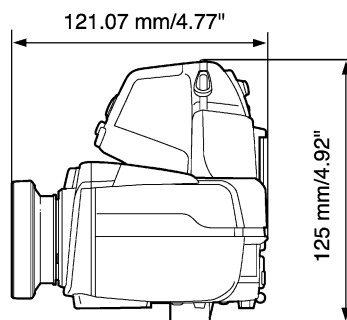
24.1.3 Kameraabmessungen (Fortsetzung)

24.1.3.1 Abbildung



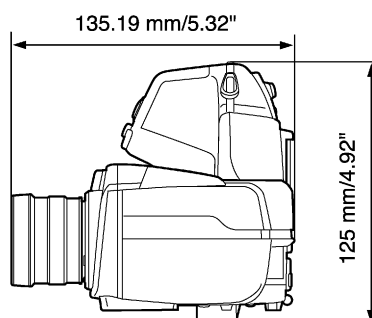
24.1.4 Kameraabmessungen (Fortsetzung) (mit 30-mm-/15°-Objektiv)

24.1.4.1 Abbildung



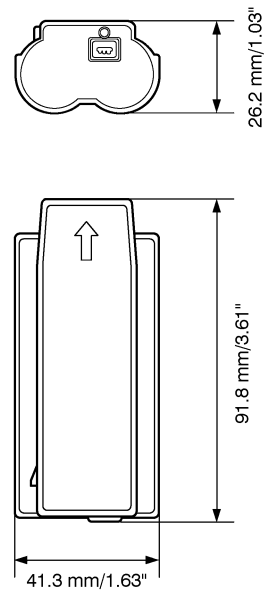
24.1.5 Kameraabmessungen (Fortsetzung) (mit 10-mm-/45°-Objektiv)

24.1.5.1 Abbildung



24.2 Akku-

24.2.1 Abbildung

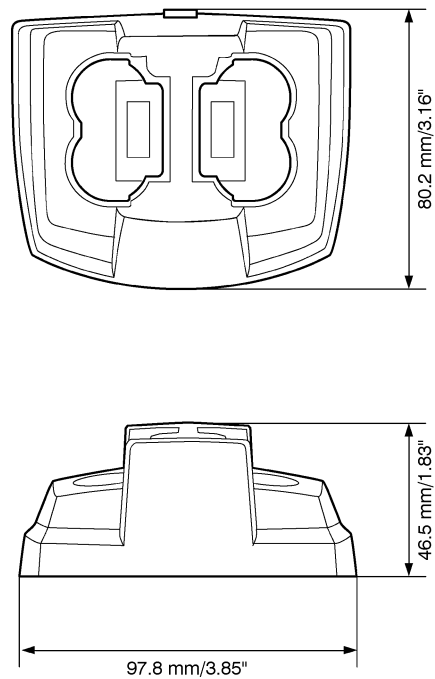


HINWEIS

Um etwaige Feuchtigkeit zu entfernen, reiben Sie den Akku mit einem sauberen und trockenen Tuch ab, bevor Sie ihn einsetzen.

24.3 Externes Akkuladegerät

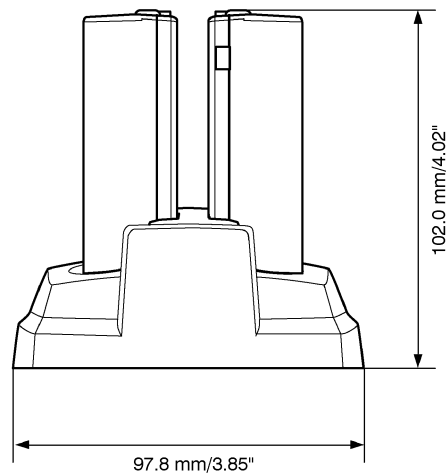
24.3.1 Abbildung

**HINWEIS**

Um etwaige Feuchtigkeit zu entfernen, reiben Sie den Akku mit einem sauberen und trockenen Tuch ab, bevor Sie ihn einsetzen.

24.4 Externes Akkuladegerät mit Akku

24.4.1 Abbildung

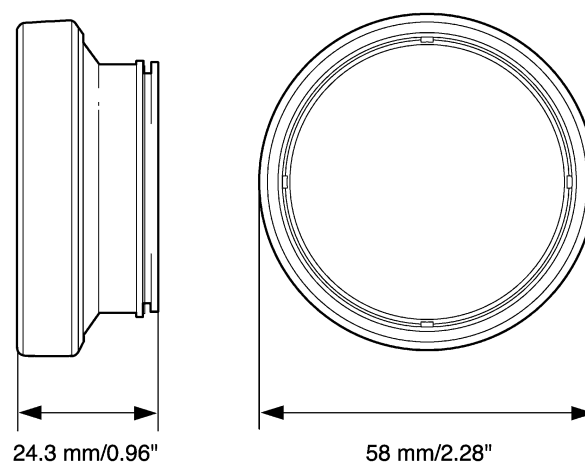


HINWEIS

Um etwaige Feuchtigkeit zu entfernen, reiben Sie den Akku mit einem sauberen und trockenen Tuch ab, bevor Sie ihn einsetzen.

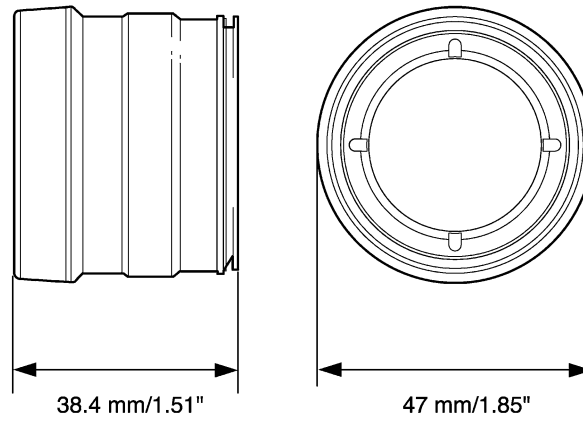
24.5 Infrarotobjektiv (30 mm/15°)

24.5.1 Abbildung



24.6 Infrarotobjektiv (10 mm/45°)

24.6.1 Abbildung



25.1 Feuchtigkeit und Wasserschäden

25.1.1 Allgemein

Feuchtigkeit und Wasserschäden in Häusern können häufig mit Hilfe von Infrarotkameras festgestellt werden. Das kommt teils daher, dass der geschädigte Bereich andere Wärmeleiteigenschaften besitzt, und teils daher, dass er über eine vom umgebenden Material abweichende Wärmekapazität zur Wärmespeicherung verfügt.

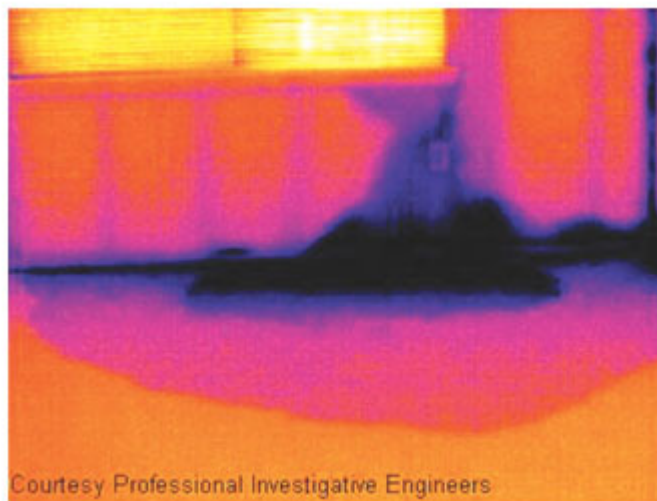
HINWEIS

Viele Faktoren haben Einfluss auf die Art und Weise wie Feuchtigkeit und Wasserschäden auf einem Infrarotbild dargestellt werden.

So unterscheidet sich beispielsweise die Geschwindigkeit mit der diese Bauteile sich erhitzen bzw. auskühlen je nach Material und Tageszeit. Es ist daher wichtig, dass auch noch andere auch Methoden zum Nachweis von Feuchtigkeit und Wasserschäden herangezogen werden.

25.1.2 Abbildung

Das Bild unten zeigt einen großflächigen Wasserschaden an einer Außenwand, an der das Wasser die Außenfassade auf Grund eines unsachgemäß eingebauten Fensterrahmens durchdrungen hat.



25.2 Defekter Steckdosenkontakt

25.2.1 Allgemein

Je nachdem, wie eine Steckdose angeschlossen ist, kann ein unsachgemäß angeschlossenes Kabel zu einem lokal begrenzten Temperaturanstieg führen. Dieser Temperaturanstieg wird durch die verkleinerte Kontaktfläche zwischen dem Anschlusspunkt des eingehenden Kabels und der Steckdose verursacht und kann zu einem Schmorbrand führen.

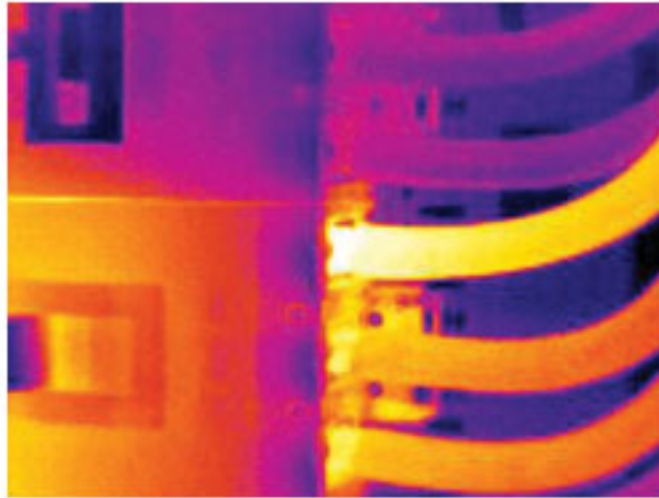
HINWEIS

Der Aufbau einer Steckdose kann von Hersteller zu Hersteller stark variieren. Daher können unterschiedliche Defekte in einer Steckdose zum gleichen typischen Erscheinungsbild auf einem Infrarotbild führen.

Ein lokal begrenzter Temperaturanstieg kann auch durch einen fehlerhaften Kontakt zwischen Kabel und Steckdose oder durch Lastunterschiede hervorgerufen werden.

25.2.2 Abbildung

Das folgende Bild zeigt die Verbindung zwischen einem Kabel und einer Steckdose, an der ein fehlerhafter Kontakt zu einem lokal begrenzten Temperaturanstieg geführt hat.



25.3 Oxydierte Steckdose

25.3.1 Allgemein

Je nach Art der Steckdose und der Umgebung, in der sie installiert ist, können sich Oxide auf den Steckdosenkontakten ablagern. Die Oxidablagerungen können örtlich zu erhöhtem Widerstand führen, der auf einem Infrarotbild als lokaler Temperaturanstieg dargestellt wird.

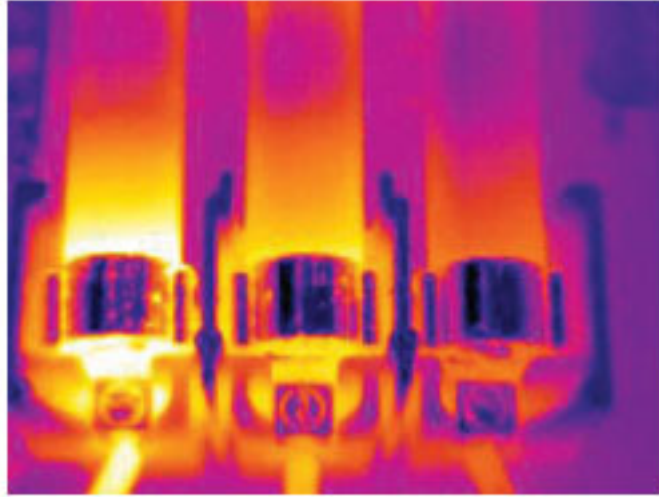
HINWEIS

Der Aufbau einer Steckdose kann von Hersteller zu Hersteller stark variieren. Daher können unterschiedliche Defekte in einer Steckdose zum gleichen typischen Erscheinungsbild auf einem Infrarotbild führen.

Ein lokal begrenzter Temperaturanstieg kann auch durch einen fehlerhaften Kontakt zwischen einem Kabel und der Steckdose oder durch Lastunterschiede hervorgerufen werden.

25.3.2 Abbildung

Das Bild unten zeigt eine Reihe von Sicherungen. Eine dieser Sicherungen weist am Kontakt zur Fassung eine erhöhte Temperatur auf. Da die Fassung der Sicherung aus blankem Metall besteht, ist der Temperaturanstieg dort nicht sichtbar, an der Keramiksicherung selbst jedoch schon.



25.4 Wärmedämmungsmängel

25.4.1 Allgemein

Mängel an der Wärmedämmung können entstehen, wenn sich das Dämmmaterial im Laufe der Zeit zusammenzieht, und dadurch die Hohlräume in den Wänden nicht mehr vollständig ausfüllt.

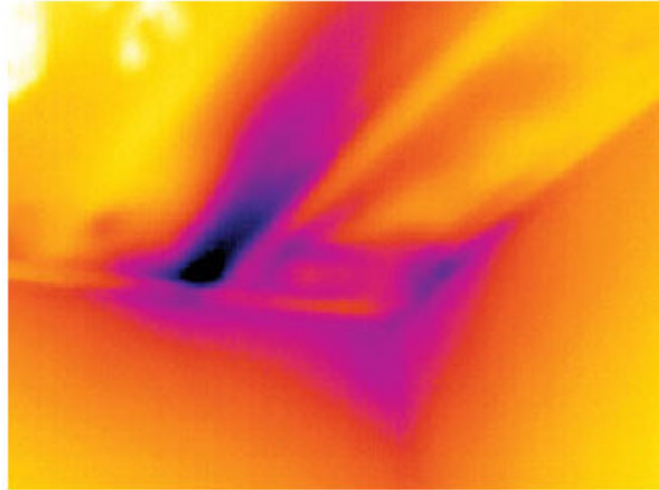
Mit Hilfe einer Infrarotkamera können Sie diese Mängel in der Wärmedämmung sichtbar machen, denn sie weisen entweder andere Wärmeleiteigenschaften als die Bereiche mit sachgemäß installierter Wärmedämmung auf, und/oder sie können den Bereich sichtbar machen, in dem Luft durch die Außenwände des Gebäudes dringt.

HINWEIS

Wenn Sie ein Gebäude untersuchen, sollte der Temperaturunterschied zwischen innen und außen mindestens 10 °C betragen. Bolzen, Wasserleitungen, Betonpfeiler und ähnliche Komponenten können auf einem Infrarotbild wie Mängel in der Wärmedämmung aussehen. Kleinere Unterschiede können auch durch das Material bedingt sein.

25.4.2 Abbildung

Im Bild unten ist die Wärmedämmung im Dachstuhl mangelhaft. Auf Grund der fehlenden Dämmung konnte Luft in die Dachkonstruktion eindringen. Dies wird dann mit anderen charakteristischen Merkmalen auf dem Infrarotbild dargestellt.



25.5 Luftzug

25.5.1 Allgemein

Luftzug tritt unter Fußböden, um Tür- und Fensterrahmen herum und oberhalb von Zimmerdecken auf. Diese Art von Luftzug kann mit Hilfe einer Infrarotkamera meist als kühler Luftstrom dargestellt werden, der die umliegenden Oberflächen abkühlt.

HINWEIS

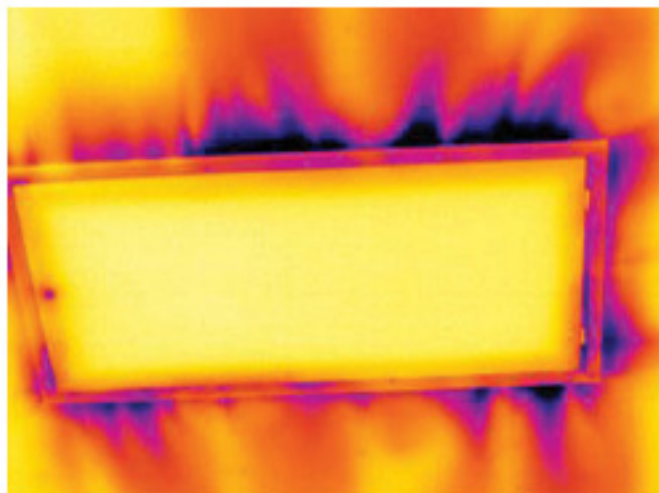
Wenn Sie Luftzugbewegungen in einem Haus untersuchen, sollte im Gebäude Unterdruck herrschen. Schließen Sie alle Türen, Fenster und Lüftungsschächte, und lassen Sie die Abzugshaube in der Küche eine Zeit lang laufen, bevor Sie die Infrarotbilder aufnehmen.

Infrarotbilder von Luftzug weisen häufig ein typisches Strömungsmuster auf. Sie können dieses Strömungsmuster in der Abbildung unten deutlich erkennen.

Bedenken Sie auch, dass Luftzug durch Fußbodenheizungen verschleiert werden kann.

25.5.2 Abbildung

Das Bild unten zeigt eine Dachluke, an der durch unsachgemäßen Einbau ein starker Luftzug entstanden ist.



26

Informationen zu FLIR Systems

1978 gegründet, hat FLIR Systems auf dem Gebiet der Hochleistungs-Infrarotbildsysteme Pionierarbeit geleistet und ist weltweit führend bei Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Wärmebildsystemen für vielfältige Anwendungsbereiche in Handel und Industrie sowie für den Regierungssektor. Heute umfasst FLIR Systems fünf große Unternehmen, die seit 1958 herausragende Erfolge in der Infrarottechnologie verzeichnen: die schwedische AGEMA Infrared Systems (vormals AGA Infrared Systems), die drei US-amerikanischen Unternehmen Indigo Systems, FSI und Inframetrics sowie das französische Unternehmen Cedip. Exttech Instruments wurde im November 2007 von FLIR Systems erworben.

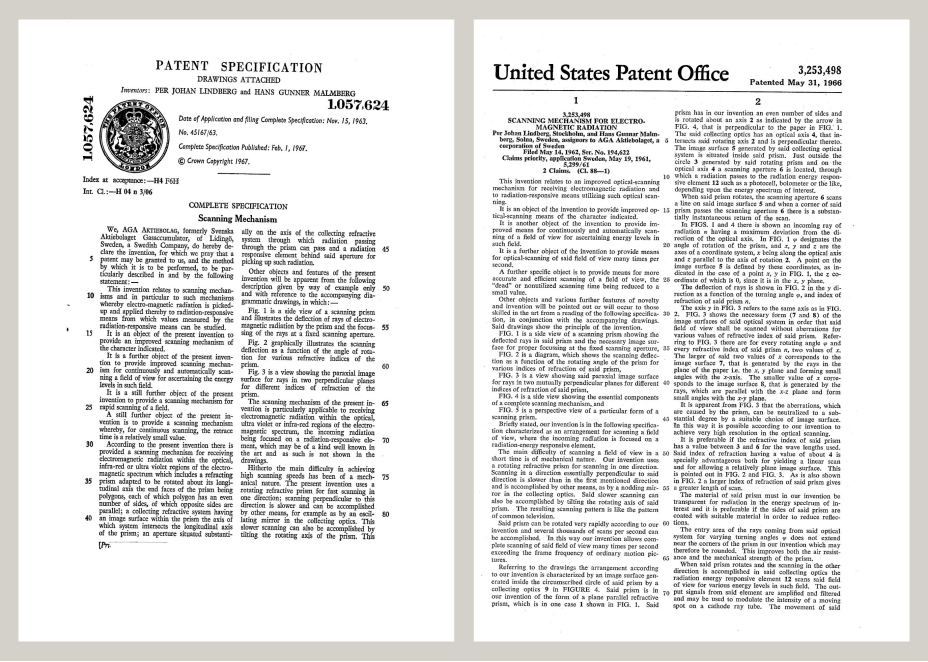


Abbildung 26.1 Patentschriften aus den frühen 1960er Jahren

Das Unternehmen hat weltweit mehr als 200,000 Infrarotkameras für die verschiedensten Anwendungszwecke verkauft, wie beispielsweise für die vorbeugende Instandhaltung, F & E, zerstörungsfreie Prüfungen, Prozesskontrolle und Automatisierung u. v. m.

FLIR Systems besitzt drei Produktionsstätten in den USA (Portland, Boston und Santa Barbara) und eine in Schweden (Stockholm). Seit dem Jahr 2007 gibt es einen weiteren Produktionsstandort in Tallinn in Estland. Niederlassungen mit Direktvertrieb in Belgien, Brasilien, China, Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Hongkong, Italien, Japan, Korea, Schweden und den USA sowie ein weltweites Netzwerk aus Vertretern und Vertriebshändlern sind Ansprechpartner für unsere Kunden aus aller Welt.

FLIR Systems übernimmt eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung neuer Infrarottechnologien. Wir greifen der Marktnachfrage vor, indem wir vorhandene Kameras verbessern und neue entwickeln. Das Unternehmen hat bei Produktdesign und Entwicklung stets eine führende Rolle eingenommen, wie beispielsweise bei der Markteinführung der ersten batteriebetriebenen tragbaren Kamera für Industrieüberwachungen und der ersten Infrarotkamera ohne Kühlsystem.



Abbildung 26.2 LINKS: Modell 661 der Thermovision® aus dem Jahr 1969. Die Kamera wog ca. 25 kg, das Oszilloskop 20 kg und das Stativ 15 kg. Für den Betrieb wurden darüber hinaus ein 220-Volt-Generator und ein 10-Liter-Gefäß mit flüssigem Stickstoff benötigt. Links neben dem Oszilloskop ist der Polaroid-Aufsatz (6 kg) zu erkennen. RECHTS: Die FLIR i7 aus dem Jahr 2009. Gewicht: 0,34 kg einschließlich Akku.

FLIR Systems stellt alle zentralen mechanischen und elektronischen Komponenten der Kamerasysteme selbst her. Von Design und Herstellung der Detektoren über Objektive und Systemelektronik bis hin zu Funktionstests und Kalibrierung werden alle Produktionsschritte von unseren Ingenieuren durchgeführt und überwacht. Die genauen Kenntnisse dieses Fachpersonals gewährleisten die Genauigkeit und Zuverlässigkeit aller zentraler Komponenten, aus denen Ihre Infrarotkamera besteht.

26.1 Mehr als nur eine Infrarotkamera

Wir von FLIR Systems haben erkannt, dass es nicht ausreicht, nur die besten Infrarotkameras herzustellen. Wir möchten allen Benutzern unserer Infrarotkameras ein produktiveres Arbeiten ermöglichen, indem wir leistungsfähige Kameras mit entsprechender Software kombinieren. Wir entwickeln Software, die genau auf die Bedürfnisse von F & E, vorbeugender Instandhaltung und Prozessüberwachung zugeschnitten ist. Ein Großteil der Software steht in mehreren Sprachen zur Verfügung.

Wir bieten für alle Infrarotkameras ein umfassendes Sortiment an Zubehörteilen, so dass Sie Ihre Ausrüstung auch an anspruchsvolle Einsätze anpassen können.

26.2 Weitere Informationen

Obwohl sich unsere Kameras durch hohe Benutzerfreundlichkeit auszeichnen, gehört zur Thermografie mehr als nur das Wissen, wie man eine Kamera bedient. Daher hat FLIR Systems das Infrared Training Center (ITC) gegründet, einen eigenständigen Geschäftsbereich, der zertifizierte Schulungen anbietet. Durch die Teilnahme an ITC-Kursen können Sie sich praxisorientiert weiterbilden.

Die Mitglieder des ITC unterstützen Sie auch bei allen Fragen und Problemen, die beim Umsetzen der Theorie in die Praxis auftreten können.

26.3 Support für Kunden

FLIR Systems bietet ein weltweites Service-Netzwerk, um den unterbrechungsfreien Betrieb Ihrer Kamera zu gewährleisten. Bei Problemen mit Ihrer Kamera verfügen die lokalen Service-Zentren über die entsprechende Ausstattung und Erfahrung, um die Probleme innerhalb kürzester Zeit zu lösen. Sie müssen Ihre Kamera also nicht rund um den Globus schicken oder mit einem Mitarbeiter sprechen, der nicht Ihre Sprache spricht.

26.4 Bilder

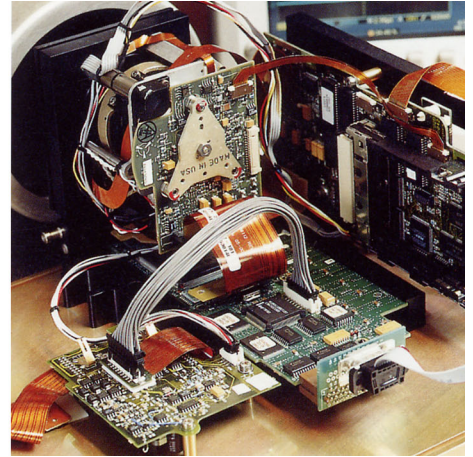
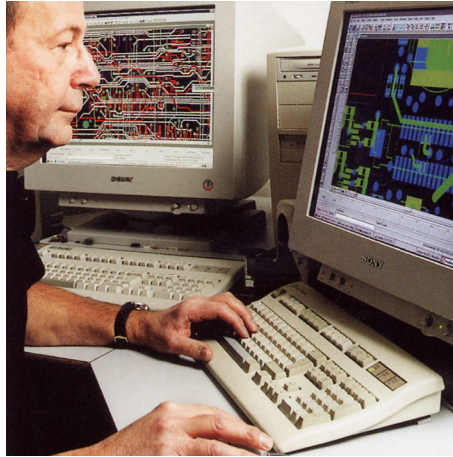


Abbildung 26.3 LINKS: Entwicklung der Systemelektronik RECHTS: FPA-Detektortest

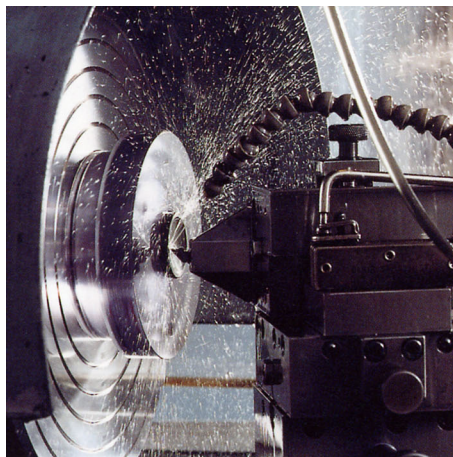


Abbildung 26.4 LINKS: Diamantdrehmaschine RECHTS: Schleifen eines Objektivs



Abbildung 26.5 LINKS: Testen von Infrarotkameras in der Klimakammer; RECHTS: Roboter zum Testen und Kalibrieren von Kameras

Absorption (Absorptionsgrad)	Das Verhältnis der von einem Objekt absorbierten Strahlung zur auftreffenden Strahlung. Eine Zahl zwischen 0 und 1.
Angenommene Transmission (geschätzte Transmission)	Ein von einem Benutzer angegebener Wert für die Transmission, der einen berechneten Wert ersetzt.
Atmosphäre	Die Gase, die sich zwischen dem Messobjekt und der Kamera befinden, in der Regel handelt es sich um Luft.
Auto. Farben	Das Infrarotbild zeigt eine unregelmäßige Farbverteilung an, mit der kalte und warme Objekte gleichzeitig angezeigt werden.
Automatische Einstellung	Eine Funktion, mit der die Kamera eine interne Bildkorrektur durchführt.
Berechnete Transmission	Ein aus der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und dem Abstand zum Objekt errechneter Wert für die Transmission.
Bildfeld	Sehwinkel (Field of view): Der horizontale Betrachtungswinkel eines Infrarotobjektivs.
Bildkorrektur (intern/extern)	Eine Funktion zum Ausgleich der unterschiedlichen Empfindlichkeit in verschiedenen Teilen von Live-Bildern sowie zur Stabilisierung der Kamera.
Doppelisotherme	Eine Isotherme mit zwei Farbbändern an Stelle von einem.
Emission (Emissionsgrad)	Die von einem Objekt ausgehende Strahlung im Vergleich zu der eines Schwarzen Körpers. Eine Zahl zwischen 0 und 1.
Externe Optik	Zusätzliche Objektive, Filter, Wärmeschilde usw., die zwischen der Kamera und dem Messobjekt platziert werden können.
Farbtemperatur	Die Temperatur, bei der die Farbe eines Schwarzen Körpers einer bestimmten Farbe entspricht.
Filter	Material, das nur für bestimmte Infrarot-Wellenlängen durchlässig ist.
FPA	Focal Plane Array: Ein Infrarotdetektortyp.
Grauer Körper	Ein Objekt, das einen bestimmten Anteil der Energiemenge eines Schwarzen Körpers für jede Wellenlänge abgibt.
Hohlraumstrahler	Ein flaschenförmiger Strahler mit absorbierenden Innenwänden, der über den "Flaschenhals" einsehbar ist.
IFOV	Momentaner Sehwinkel: Ein Maß für die geometrische Auflösung einer Infrarotkamera.
Infrarot	Unsichtbare Strahlung mit einer Wellenlänge von 2 – 13 µm.
IR	Infrarot
Isotherme	Eine Funktion, mit der die Teile eines Bildes hervorgehoben werden, die über, unter oder zwischen einem oder mehreren Temperaturintervallen liegen.
Isothermer Hohlraum	Ein flaschenförmiger Strahler mit einheitlicher Temperatur, der über den "Flaschenhals" einsehbar ist.
Laser LocatIR	Eine elektrische Lichtquelle an der Kamera, die Laserstrahlung in Form eines dünnen, gebündelten Strahls abgibt, der auf bestimmte Teile des Messobjekts vor der Kamera gerichtet ist.
Laserpointer	Eine elektrische Lichtquelle an der Kamera, die Laserstrahlung in Form eines dünnen, gebündelten Strahls abgibt, der auf bestimmte Teile des Messobjekts vor der Kamera gerichtet ist.
Level	Der Zentralwert der Temperaturskala, wird in der Regel als Signalwert ausgedrückt.
Manuelle Einstellung	Eine Methode zur Anpassung des Bildes durch manuelles Ändern bestimmter Parameter.
Messbereich	Der aktuelle Temperaturmessbereich einer Infrarotkamera. Kameras können über mehrere Bereiche verfügen. Sie werden mit Hilfe von zwei Schwarzkörpertemperaturwerten angegeben, die als Grenzwerte für die aktuelle Kalibrierung dienen.

NETD	Rauschäquivalente Temperaturdifferenz. Ein Maß für das Bildrauschen einer Infrarotkamera.
Objektparameter	Eine Reihe von Werten, mit denen die Bedingungen, unter denen die Messungen durchgeführt werden, sowie das Messobjekt selbst beschrieben werden (z. B. Emission, reflektierte scheinbare Temperatur, Abstand).
Objektsignal	Ein unkalibrierter Wert, der sich auf die Strahlungsmenge bezieht, die die Kamera von dem Messobjekt empfängt.
Palette	Die zur Anzeige eines Infrarotbildes verwendeten Farben.
Pixel	Synonym für <i>Bildelement</i> . Ein einzelner Bildpunkt in einem Bild.
Rauschen	Unerwünschte geringfügige Störung im Infrarotbild.
Referenztemperatur	Eine Temperatur, mit der die regulären Messwerte verglichen werden können.
Reflexionsgrad (Reflexionsvermögen)	Das Verhältnis der von einem Objekt reflektierten Strahlung zur auftreffenden Strahlung. Eine Zahl zwischen 0 und 1.
Relative Luftfeuchtigkeit	Die relative Luftfeuchtigkeit ist das prozentuale Verhältnis zwischen der momentanen Wasserdampfmasse in der Luft und der maximalen Masse, die unter Sättigungsbedingungen enthalten sein kann.
Schwarzer Körper	Objekt mit einem Reflexionsgrad von Null. Jegliche Strahlung ist auf seine eigene Temperatur zurückzuführen.
Schwarzkörper-Strahler	Ein Infrarotstrahler mit den Eigenschaften eines Schwarzen Körpers, der zum Kalibrieren von Infrarotkameras eingesetzt wird.
Span	Das Intervall der Temperaturskala, wird in der Regel als Signalwert ausgedrückt.
Spektrale spezifische Ausstrahlung	Von einem Objekt abgegebene Energiemenge bezogen auf Zeit, Fläche und Wellenlänge ($W/m^2/\mu m$).
Spezifische Ausstrahlung	Von einem Objekt abgegebene Energiemenge pro Zeit- und Flächeneinheit (W/m^2).
Strahler	Ein Infrarotstrahler.
Strahlung	Von einem Objekt abgegebene Energiemenge bezogen auf Zeit, Fläche und Raumwinkel ($W/m^2/sr$).
Strahlung	Vorgang, bei dem elektromagnetische Energie durch einen Festkörper oder ein Gas abgegeben wird.
Strahlungsfluss	Von einem Objekt abgegebene Energiemenge pro Zeiteinheit (W).
Stufenlose Anpassung	Eine Funktion, über die das Bild eingestellt wird. Diese Funktion passt die Helligkeit und den Kontrast fortlaufend dem Bildinhalt entsprechend an.
Sättigungsfarbe	Bereiche, deren Temperaturen außerhalb der aktuellen Einstellungen für Level/Span liegen, werden mit den Sättigungsfarben dargestellt. Die Sättigungsfarben umfassen eine Farbe für die Überschreitung und eine für die Unterschreitung der Werte. Hinzu kommt eine dritte Sättigungsfarbe (Rot), die den gesamten Sättigungsbereich markiert und darauf hinweist, dass der Bereich wahrscheinlich geändert werden sollte.
Tageslicht	Bezeichnet den Videomodus einer Infrarotkamera im Gegensatz zum normalen thermografischen Modus. Im Videomodus zeichnet die Kamera herkömmliche Videobilder auf, während sie im Infrarotmodus Wärmebilder aufzeichnet.
Temperaturdifferenz	Ein Wert, der durch die Subtraktion zweier Temperaturwerte berechnet wird.
Temperaturmessbereich	Der aktuelle Temperaturmessbereich einer Infrarotkamera. Kameras können über mehrere Bereiche verfügen. Sie werden mit Hilfe von zwei Schwarzkörpertemperaturwerten angegeben, die als Grenzwerte für die aktuelle Kalibrierung dienen.
Temperaturskala	Die aktuelle Anzeigeart eines Infrarotbildes. Wird mit Hilfe von zwei Temperaturwerten angegeben, die die Farben abgrenzen.

Thermogramm	Ein Infrarotbild.
Transmission (Transmissionsgrad)	Gase und Festkörper sind verschieden durchlässig. Die Transmission gibt die Menge der Infrarotstrahlung an, die sie durchlassen. Eine Zahl zwischen 0 und 1.
Transparente Isotherme	Eine Isotherme, bei der an Stelle der hervorgehobenen Teile des Bildes eine lineare Farbverteilung angezeigt wird.
Umgebung	Objekte und Gase, die Strahlung an das Messobjekt abgeben.
Wärmeleitung	Der Vorgang, bei dem sich Wärme in einem Material ausbreitet.
Wärmeübergang (Konvektion)	Konvektion ist ein Wärmeübergangsmodus, bei dem eine Flüssigkeit durch Gravität oder eine andere Kraft in Bewegung gebracht wird und so Wärme von einem Ort auf den anderen überträgt.

28.1 Einleitung

Eine Infrarotkamera misst die von einem Objekt abgegebene Infrarotstrahlung und bildet sie ab. Da die Infrarotstrahlung eine Funktion der Oberflächentemperatur eines Objekts ist, kann die Kamera diese Temperatur berechnen und darstellen.

Die von der Kamera gemessene Strahlung hängt jedoch nicht nur von der Temperatur des Objekts, sondern auch vom Emissionsgrad ab. Auch aus der Umgebung des Objekts stammt Strahlung, die im Objekt reflektiert wird. Die Strahlung des Objekts und die reflektierte Strahlung werden auch von der Absorption der Atmosphäre beeinflusst.

Um Temperaturen messen zu können, müssen die Auswirkungen verschiedener Strahlungsquellen kompensiert werden. Dies wird von der Kamera automatisch durchgeführt. Der Kamera müssen jedoch die folgenden Objektparameter übermittelt werden:

- Der Emissionsgrad des Objekts
- Die reflektierte scheinbare Temperatur
- Der Abstand zwischen Objekt und Kamera
- Die relative Luftfeuchtigkeit
- Die Atmosphärentemperatur

28.2 Emissionsgrad

Der Objektparameter, bei dem eine richtige Einstellung am wichtigsten ist, ist der Emissionsgrad. Dieser Wert gibt an, wie viel Strahlung das Objekt im Vergleich zu einem völlig schwarzen Objekt abgibt.

In der Regel gelten für Objektwerkstoffe und Oberflächenbeschichtungen Emissionsgrade von etwa 0,1 bis 0,95. Der Emissionsgrad einer hochpolierten Oberfläche (Spiegel) liegt unter 0,1, während eine oxidierte oder gestrichene Oberfläche einen höheren Emissionsgrad aufweist. Ölfarbe hat unabhängig von der Farbe im sichtbaren Spektrum im Infrarotbereich einen Emissionsgrad von über 0,9. Der Emissionsgrad der menschlichen Haut liegt zwischen 0,97 und 0,98.

Nicht oxidierte Metalle stellen einen Extremfall für perfekte Opazität und hohe Reflexivität dar, die sich mit der Wellenlänge kaum verändert. Daher ist der Emissionsgrad von Metallen niedrig und steigt lediglich mit der Temperatur an. Bei Nichtmetallen ist der Emissionsgrad im Allgemeinen höher und nimmt mit sinkender Temperatur ab.

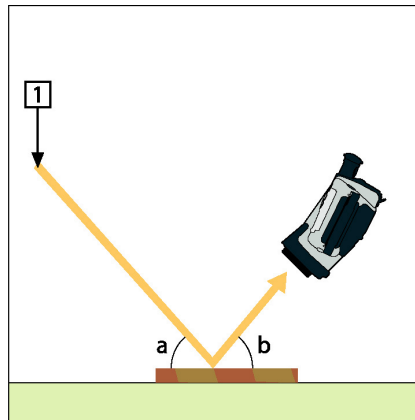
28.2.1 Ermitteln des Emissionsgrades eines Objekts

28.2.1.1 Schritt 1: Bestimmen der reflektierten Strahlungstemperatur

Die reflektierte scheinbare Temperatur können Sie mit einer der folgenden Methoden bestimmen:

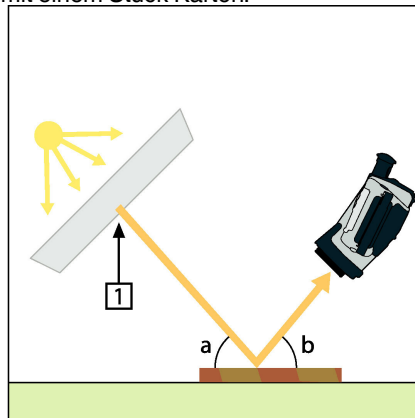
28.2.1.1.1 Methode 1: Direkte Methode

1. Suchen Sie nach möglichen Reflektionsquellen und beachten Sie hierbei Folgendes: Einfallswinkel = Reflektionswinkel ($a = b$).



1 = Reflektionsquelle

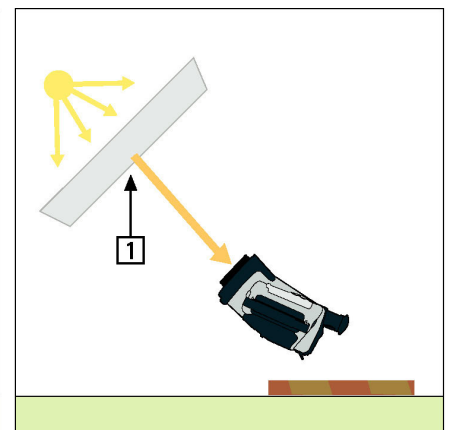
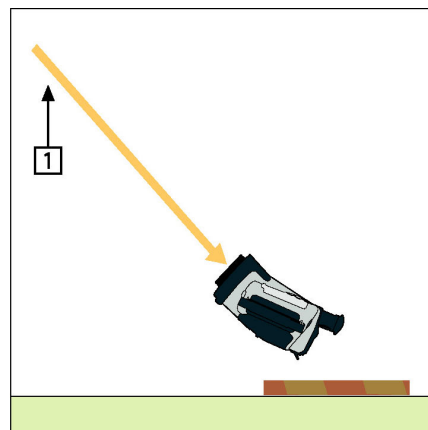
2. Wenn es sich bei der Reflektionsquelle um einen Punkt handelt, verdecken Sie sie mit einem Stück Karton.



1 = Reflektionsquelle

3. Messen Sie die Intensität der von der Reflektionsquelle ausgehenden Strahlung (= scheinbare Temperatur) unter Verwendung der folgenden Einstellungen:
- Emissionsgrad: 1,0
 - D_{obj}: 0

Sie können die Intensität der Strahlung mit einer der folgenden beiden Methoden ermitteln:



1 = Reflektionsquelle

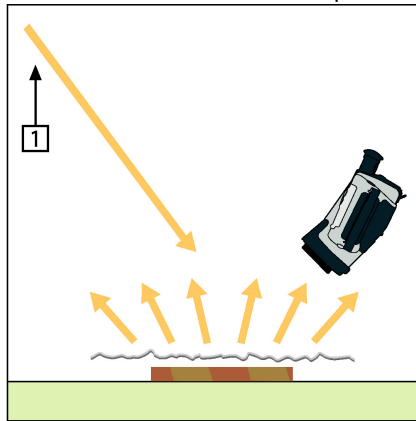
HINWEIS

Von der Verwendung eines Thermoelements zur Ermittlung der reflektierten scheinbaren Temperatur wird abgeraten. Dies hat zwei wichtige Gründe:

- Ein Thermoelement misst nicht die Strahlungsintensität.
- Die Verwendung eines Thermoelements erfordert einen sehr guten thermischen Oberflächenkontakt. Dies wird in der Regel durch Kleben und Abdecken des Sensors mit einem thermischen Isolator erzielt.

28.2.1.1.2 Methode 2: Reflektormethode

1. Knüllen Sie ein großes Stück Aluminiumfolie zusammen.
2. Streichen Sie die Aluminiumfolie wieder glatt und befestigen Sie sie an einem Stück Karton mit derselben Größe.
3. Platzieren Sie den Karton vor dem Objekt, an dem Sie die Messung durchführen möchten. Die Seite, an der die Aluminiumfolie befestigt ist, muss zur Kamera zeigen.
4. Stellen Sie als Emissionsgrad 1,0 ein.
5. Messen Sie die scheinbare Temperatur der Aluminiumfolie und notieren Sie sie.



Messen der scheinbaren Temperatur der Aluminiumfolie.

28.2.1.2 Schritt 2: Ermitteln des Emissionsgrades

1. Wählen Sie die Stelle aus, an der das Messobjekt platziert werden soll.
2. Ermitteln Sie die reflektierte Strahlungstemperatur und stellen Sie sie ein. Gehen Sie hierbei wie oben angegeben vor.
3. Kleben Sie ein Stück Isolierband mit bekanntem, hohem Emissionsgrad auf das Objekt.
4. Erwärmen Sie das Objekt auf mindestens 20 K über Raumtemperatur. Die Erwärmung muss gleichmäßig erfolgen.
5. Stellen Sie den Fokus ein, verwenden Sie die automatische Abgleichfunktion der Kamera und erzeugen Sie ein Standbild.
6. Stellen Sie *Level* und *Span* ein, um optimale Bildhelligkeit und optimalen Kontrast zu erzielen.
7. Stellen Sie den Emissionsgrad des Isolierbandes ein (in der Regel 0,97).
8. Messen Sie die Temperatur des Bandes mit Hilfe einer der folgenden Messfunktionen:
 - *Isotherm* (Hiermit können Sie feststellen, wie hoch die Temperatur ist und wie gleichmäßig das Messobjekt erwärmt wurde)
 - *Spot* (einfach)
 - *Box Avg* (besonders geeignet für Oberflächen mit variierendem Emissionsgrad).
9. Notieren Sie die Temperatur.
10. Verschieben Sie Ihre Messfunktion zur Objektoberfläche.
11. Ändern Sie die Emissionsgradeinstellung, bis Sie dieselbe Temperatur wie bei Ihrer letzten Messung ablesen.
12. Notieren Sie den Emissionsgrad.

HINWEIS

- Vermeiden Sie eine erzwungene Konvektion.
- Suchen Sie nach einer Umgebung mit stabiler Temperatur, in der keine punktförmigen Reflektionen entstehen können.
- Verwenden Sie hochwertiges, nicht transparentes Band mit einem bekannten, hohen Emissionsgrad.
- Bei dieser Methode wird davon ausgegangen, dass die Temperatur des Bandes und die der Objekt-oberfläche gleich sind. Ist dies nicht der Fall, liefert Ihre Emissionsgradmessung falsche Ergebnisse.

28.3 Reflektierte scheinbare Temperatur

Dieser Parameter dient als Ausgleich für die Strahlung, die im Objekt reflektiert wird. Wenn der Emissionsgrad niedrig ist und die Objekttemperatur sich relativ stark von der reflektierten Temperatur unterscheidet, muss die reflektierte scheinbare Temperatur unbedingt korrekt eingestellt und kompensiert werden.

28.4 Abstand

Der Abstand ist die Entfernung zwischen dem Objekt und der Vorderseite des Kameraobjektivs. Dieser Parameter dient zur Kompensation folgender Gegebenheiten:

- Die vom Messobjekt abgegebene Strahlung wird von der Atmosphäre zwischen Objekt und Kamera absorbiert.
- Die Atmosphärenstrahlung an sich wird von der Kamera erkannt.

28.5 Relative Luftfeuchtigkeit

Die Kamera kann auch die Tatsache kompensieren, dass die Übertragung zudem von der relativen Luftfeuchtigkeit der Atmosphäre abhängt. Dazu stellen Sie die relative Luftfeuchtigkeit auf den richtigen Wert ein. Für kurze Abstände und normale Luftfeuchtigkeit können Sie für die relative Luftfeuchtigkeit normalerweise den Standardwert von 50 % beibehalten.

28.6 Weitere Parameter

Darüber hinaus können Sie mit einigen Kameras und Analyseprogrammen von FLIR Systems folgende Parameter kompensieren:

- Atmosphärentemperatur, *d. h.* die Temperatur der Atmosphäre zwischen Kamera und Messobjekt.
- Temperatur externe Optik, *d. h.* die Temperatur der vor der Kamera verwendeten externen Objektive und Fenster.
- Transmissionsgrad der externen Optik – *d. h.* die Durchlässigkeit von externen Objektiven oder Fenstern, die vor der Kamera verwendet werden.

Vor nicht ganz 200 Jahren war der infrarote Teil des elektromagnetischen Spektrums noch gänzlich unbekannt. Die ursprüngliche Bedeutung des infraroten Spektrums, auch häufig als Infrarot bezeichnet, als Form der Wärmestrahlung war zur Zeit seiner Entdeckung durch Herschel im Jahr 1800 möglicherweise augenfälliger als heute.

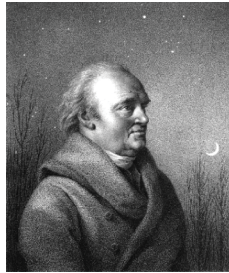


Abbildung 29.1 Sir William Herschel (1738 – 1822)

Die Entdeckung war ein Zufall während der Suche nach einem neuen optischen Material. Sir William Herschel, Hofastronom bei König Georg III von England und bereits auf Grund seiner Entdeckung des Planeten Uranus berühmt, suchte nach einem optischen Filtermaterial zur Reduzierung der Helligkeit des Sonnenabbaus in Teleskopen bei Beobachtungen der Sonne. Beim Testen verschiedener Proben aus farbigem Glas, bei denen die Reduzierung der Helligkeit ähnlich war, fand er heraus, dass einige Proben sehr wenig, andere allerdings so viel Sonnenwärme durchließen, dass er bereits nach wenigen Sekunden der Beobachtung eine Augenschädigung riskierte.

Sehr bald war Herschel von der Notwendigkeit eines systematischen Experiments überzeugt. Dabei setzte er sich das Ziel ein Material zu finden, mit dem sowohl die gewünschte Reduzierung der Helligkeit als auch die maximale Verringerung der Wärme erzielt werden konnte. Er begann sein Experiment mit der Wiederholung des Prismenexperiments von Newton, achtete dabei jedoch mehr auf den Wärmeeffekt als auf die visuelle Verteilung der Intensität im Spektrum. Zuerst färbte er die Spitze eines empfindlichen Quecksilberthermometers mit schwarzer Tinte und testete damit als Messeinrichtung die Erwärmung der verschiedenen Farben des Spektrums, die sich auf einem Tisch bildeten, indem Sonnenlicht durch ein Glasprisma geleitet wurde. Andere Thermometer, die sich außerhalb der Sonneneinstrahlung befanden, dienten zur Kontrolle.

Beim langsamen Bewegen des schwarz gefärbten Thermometers durch die Farben des Spektrums zeigte sich, dass die Temperatur von Violett nach Rot kontinuierlich anstieg. Dies war nicht ganz unerwartet, da der italienische Forscher Landriani in einem ähnlichen Experiment im Jahr 1777 den gleichen Effekt beobachtet hatte. Herschel erkannte jedoch als erster, dass es einen Punkt geben muss, an dem die Erwärmung einen Höhepunkt erreicht, und dass bei Messungen am sichtbaren Teil des Spektrums dieser Punkt nicht gefunden wurde.



Abbildung 29.2 Marsilio Landriani (1746 – 1815)

Durch das Bewegen des Thermometers in den dunklen Bereich hinter dem roten Ende des Spektrums bestätigte Herschel, dass die Erwärmung weiter zunahm. Er fand den Punkt der maximalen Erwärmung schließlich weit hinter dem roten Bereich. Heute wird dieser Bereich "infrarote Wellenlänge" genannt.

Herschel bezeichnete diesen neuen Teil des elektromagnetischen Spektrums als "thermometrisches Spektrum". Die Abstrahlung selbst nannte er manchmal "dunkle Wärme" oder einfach "die unsichtbaren Strahlen". Entgegen der vorherrschenden Meinung stammt der Begriff "infrarot" nicht von Herschel. Dieser Begriff tauchte gedruckt etwa 75 Jahre später auf, und es ist immer noch unklar, wer ihn überhaupt einführte.

Die Verwendung von Glas in den Prismen bei Herschels ursprünglichem Experiment führte zu einigen kontroversen Diskussionen mit seinen Zeitgenossen über die tatsächliche Existenz der infraroten Wellenlängen. Bei dem Versuch, seine Arbeit zu bestätigen, verwendeten verschiedene Forscher wahllos unterschiedliche Glasarten, was zu unterschiedlichen Lichtdurchlässigkeiten im Infrarotbereich führte. Durch seine späteren Experimente war sich Herschel der begrenzten Lichtdurchlässigkeit von Glas bezüglich der neu entdeckten thermischen Abstrahlung bewusst und schloss daraus, dass optische Systeme, die den Infrarotbereich nutzen wollten, ausschließlich reflektive Elemente (d. h. ebene und gekrümmte Spiegel) verwenden konnten. Glücklicherweise galt dies nur bis 1830, als der italienische Forscher Melloni entdeckte, dass natürliches Steinsalz (NaCl), das in großen natürlichen Kristallen zur Verwendung in Linsen und Prismen vorhanden war, äußerst durchlässig für den Infrarotbereich ist. Nach dieser Entdeckung wurde Steinsalz für die nächsten hundert Jahre das optische Hauptmaterial für Infrarot, bis in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts Kristalle synthetisch gezüchtet werden konnten.



Abbildung 29.3 Macedonio Melloni (1798 – 1854)

Bis 1829 wurden ausschließlich Thermometer zum Messen der Abstrahlung verwendet. In diesem Jahr erfand Nobili das Thermoelement. (Das Thermometer von Herschel hatte einen Messbereich bis $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,036\text{ }^{\circ}\text{F}$), spätere Modelle konnten bis $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0,09\text{ }^{\circ}\text{F}$) messen.) Melloni gelang ein Durchbruch, als er mehrere Thermoelemente in Serie schaltete und so die erste Thermosäule schuf. Das neue Gerät konnte Wärmeabstrahlung mindestens 40-mal empfindlicher messen als das beste zu dieser Zeit vorhandene Thermometer. So konnte es beispielsweise die Wärme einer drei Meter entfernten Person messen.

Das erste sogenannte "Wärmebild" wurde 1840 möglich, als Ergebnis der Arbeit von Sir John Herschel, Sohn des Entdeckers des Infrarotbereichs und selbst berühmter Astronom. Basierend auf der unterschiedlichen Verdampfung eines dünnen Ölfilms, wenn dieser einem Wärmemuster ausgesetzt wird, wurde das thermische Bild durch Licht, das sich auf dem Ölfilm unterschiedlich spiegelt, für das Auge sichtbar. Sir John gelang es auch, einen einfachen Abzug eines thermischen Bildes auf Papier zu erhalten, der "Thermograph" genannt wurde.



Abbildung 29.4 Samuel P. Langley (1834 – 1906)

Nach und nach wurde die Empfindlichkeit der Infrarotdetektoren verbessert. Ein weiterer Durchbruch gelang Langley im Jahr 1880 mit der Erfindung des Bolometers. Es handelte sich dabei um einen dünnen geschwärzten Platinstreifen, der in einem Arm einer Wheatstone-Brückenschaltung angeschlossen war und der infraroten Strahlung ausgesetzt sowie an ein empfindliches Galvanometer gekoppelt wurde. Damit konnte angeblich die Wärme einer Kuh gemessen werden, die 400 Meter entfernt war.

Ein englischer Wissenschaftler, Sir James Dewar, war der Erste, der bei Forschungen mit niedrigen Temperaturen flüssige Gase als Kühlmittel verwendete (wie beispielsweise flüssigen Stickstoff mit einer Temperatur von $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$). 1892 erfand er einen einzigartigen isolierenden Vakuumbehälter, in dem flüssige Gase tagelang aufbewahrt werden konnten. Die herkömmliche Thermosflasche zur Aufbewahrung heißer und kalter Getränke beruht auf dieser Erfindung.

Zwischen 1900 und 1920 "entdeckten" die Erfinder in aller Welt den Infrarotbereich. Viele Geräte zum Erkennen von Personen, Artillerie, Flugzeugen, Schiffen und sogar Eisbergen wurden patentiert. Die ersten modernen Überwachungssysteme wurden im Ersten Weltkrieg entwickelt, als beide Seiten Programme zur Erforschung des militärischen Nutzens von Infrarotstrahlung durchführten. Dazu gehörten experimentelle Systeme in Bezug auf das Eindringen/Entdecken von Feinden, die Messung von Temperaturen über große Entfernungen, sichere Kommunikation und die Lenkung "fliegender Torpedos". Ein Infrarot-Suchsystem, das in dieser Zeit getestet wurde, konnte ein Flugzeug im Anflug in einer Entfernung von 1,5 km oder eine Person, die mehr als 300 Meter entfernt war, erkennen.

Die empfindlichsten Systeme dieser Zeit beruhten alle auf Variationen der Bolometer-Idee. Zwischen den beiden Weltkriegen wurden jedoch zwei neue, revolutionäre Infrarotdetektoren entwickelt: der Bildwandler und der Photonendetektor. Zunächst schenkte das Militär dem Bildwandler die größte Aufmerksamkeit, da der Beobachter mit diesem Gerät zum ersten Mal in der Geschichte im Dunkeln sehen konnte. Die Empfindlichkeit des Bildwandlers war jedoch auf die Nah-Infrarot-Wellenlängen beschränkt und die interessantesten militärischen Ziele (z. B. feindliche Soldaten) mussten mit Infrarot-Suchstrahlern ausgeleuchtet werden. Da hierbei das Risiko bestand, dass ein feindlicher Beobachter mit ähnlicher Ausrüstung die Position des Beobachters herausfand, schwand das militärische Interesse am Bildwandler.

Die taktischen militärischen Nachteile sogenannter aktiver (d. h. mit Suchstrahlern ausgestatteter) thermografischer Systeme gaben nach dem zweiten Weltkrieg den Anstoß zu umfangreichen geheimen Infrarot-Forschungsprogrammen des Militärs, wobei die Möglichkeiten "passiver" Systeme (ohne Suchstrahler) auf Grundlage des äußerst empfindlichen Photonendetektors erforscht wurden. In dieser Zeit wurde der Status der Infrarot-Technologie auf Grund von Geheimhaltungsvorschriften des Militärs nicht öffentlich bekannt gegeben. Erst Mitte der fünfziger Jahre wurde die Geheimhaltungspflicht gelockert und seitdem sind angemessene thermografische Geräte auch für die zivile Forschung und Industrie erhältlich.

30.1 Einleitung

Das Gebiet der Infrarotstrahlung und die damit zusammenhängende Technik der Thermografie ist vielen Benutzern einer Infrarotkamera noch nicht vertraut. In diesem Abschnitt wird die der Thermografie zugrunde liegende Theorie behandelt.

30.2 Das elektromagnetische Spektrum

Das elektromagnetische Spektrum ist willkürlich in verschiedene Wellenlängenbereiche unterteilt, die als *Bänder* bezeichnet werden und sich jeweils durch die Methode zum Erzeugen und Messen von Strahlung unterscheiden. Es gibt keinen grundlegenden Unterschied zwischen der Strahlung in den verschiedenen Bändern des elektromagnetischen Spektrums. Für sie gelten dieselben Gesetze und die einzigen Unterschiede beruhen auf Unterschieden in der Wellenlänge.

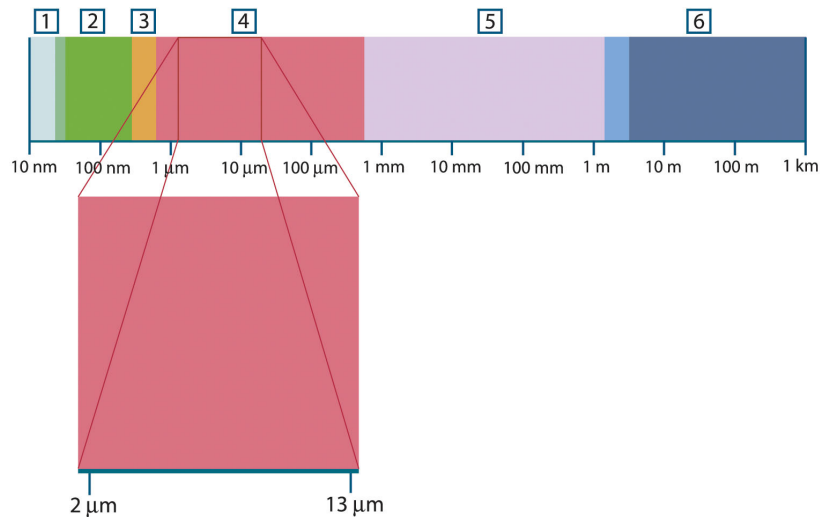


Abbildung 30.1 Das elektromagnetische Spektrum. 1: Röntgenstrahlung; 2: UV-Strahlung; 3: Sichtbares Licht; 4: IR-Strahlung; 5: Mikrowellen; 6: Radiowellen.

Die Thermografie nutzt das Infrarotspektralband aus. Am kurzwelligen Ende des Spektrums grenzt sie an das sichtbare Licht, bei Dunkelrot. Am langwelligen Ende des Spektrums geht sie in die Mikrowellen (Millimeterbereich) über.

Das Infrarotband ist weiter untergliedert in vier kleinere Bänder, deren Grenzen ebenfalls willkürlich gewählt sind. Sie umfassen: das *nahe Infrarot* (NIR) (0,75 – 3 µm), das *mittlere Infrarot* (MIR) (3 – 6 µm), das *ferne Infrarot* (FIR) (6 – 15 µm) und das *extreme Infrarot* (15 – 100 µm). Zwar sind die Wellenlängen in µm (Mikrometern) angegeben, doch werden zum Messen der Wellenlänge in diesem Spektralbereich oft noch andere Einheiten verwendet, z. B. Nanometer (nm) und Ångström (Å).

Das Verhältnis zwischen den verschiedenen Wellenlängenmaßeinheiten lautet wie folgt:

$$10\,000\,\text{Å} = 1\,000\,\text{nm} = 1\,\mu = 1\,\mu\text{m}$$

30.3 Strahlung des schwarzen Körpers

Ein schwarzer Körper ist definiert als ein Objekt, das jegliche einfallende Strahlung aller Wellenlängen absorbiert. Die offensichtlich falsche Bezeichnung *schwarz* im Zusammenhang mit einem Objekt, das Strahlung aussendet, wird durch das kirchhoffsche Gesetz (nach *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824 – 1887) erklärt, das besagt, dass ein Körper, der in der Lage ist, die gesamte Strahlung beliebiger Wellenlängen zu absorbieren, ebenso in der Lage ist, Strahlung abzugeben.

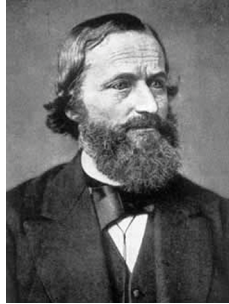


Abbildung 30.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824 – 1887)

Der Aufbau eines schwarzen Körpers ist im Prinzip sehr einfach. Die Strahlungseigenschaften einer Öffnung in einem isothermen Behälter, die aus einem undurchsichtigen absorbierenden Material besteht, repräsentieren fast genau die Eigenschaften eines schwarzen Körpers. Eine praktische Anwendung des Prinzips auf die Konstruktion eines perfekten Strahlungsabsorbers besteht in einem Kasten, der mit Ausnahme einer Öffnung an einer Seite lichtundurchlässig ist. Jede Strahlung, die in das Loch gelangt, wird gestreut und durch wiederholte Reflexionen absorbiert, so dass nur ein unendlich kleiner Bruchteil entweichen kann. Die Schwärze, die an der Öffnung erzielt wird, entspricht fast einem schwarzen Körper und ist für alle Wellenlängen nahezu perfekt.

Durch Ergänzen eines solchen isothermen Behälters mit einer geeigneten Heizquelle erhält man einen so genannten *Hohlraumstrahler*. Ein auf eine gleichmäßige Temperatur aufgeheizter isothermer Kasten erzeugt die Strahlung eines schwarzen Körpers. Dessen Eigenschaften werden allein durch die Temperatur des Hohlraums bestimmt. Solche Hohlraumstrahler werden gemeinhin als Strahlungsquellen in Temperaturreferenzstandards in Labors zur Kalibrierung thermografischer Instrumente, z. B. einer FLIR Systems-Kamera, verwendet.

Wenn die Temperatur der Strahlung des schwarzen Körpers auf über 525 °C steigt, wird die Quelle langsam sichtbar, so dass sie für das Auge nicht mehr schwarz erscheint. Dies ist die beginnende Rottemperatur der Strahlungsquelle, die dann bei weiterer Temperaturerhöhung orange oder gelb wird. Tatsächlich ist die sogenannte *Farbtemperatur* eines Objekts als die Temperatur definiert, auf die ein schwarzer Körper erhitzt werden müsste, um dasselbe Aussehen zu erzeugen.

Im Folgenden finden Sie drei Ausdrücke, mit denen die von einem schwarzen Körper abgegebene Strahlung beschrieben wird.

30.3.1 Plancksches Gesetz



Abbildung 30.3 Max Planck (1858 – 1947)

Max Planck (1858 – 1947) konnte die spektrale Verteilung der Strahlung eines schwarzen Körpers mit Hilfe der folgenden Formel darstellen:

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

Es gilt:

$W_{\lambda b}$	Spektrale Abstrahlung des schwarzen Körpers bei Wellenlänge λ
c	Lichtgeschwindigkeit = 3×10^8 m/s
h	Plancksche Konstante = $6,6 \times 10^{-34}$ Joule Sek
k	Boltzmann-Konstante = $1,4 \times 10^{-23}$ Joule/K
T	Absolute Temperatur (K) eines schwarzen Körpers
λ	Wellenlänge (μm)

HINWEIS

Der Faktor 10^{-6} wird verwendet, da die Spektralstrahlung in den Kurven in $\text{Watt}/\text{m}^2, \mu\text{m}$ angegeben wird.

Die plancksche Formel erzeugt eine Reihe von Kurven, wenn sie für verschiedene Temperaturen dargestellt wird. Auf jeder planckschen Kurve ist die Spektralstrahlung Null bei $\lambda = 0$ und steigt dann bei einer Wellenlänge von λ_{max} rasch auf ein Maximum an und nähert sich nach Überschreiten bei sehr langen Wellenlängen wieder Null an. Je höher die Temperatur, desto kürzer ist die Wellenlänge, bei der das Maximum auftritt.

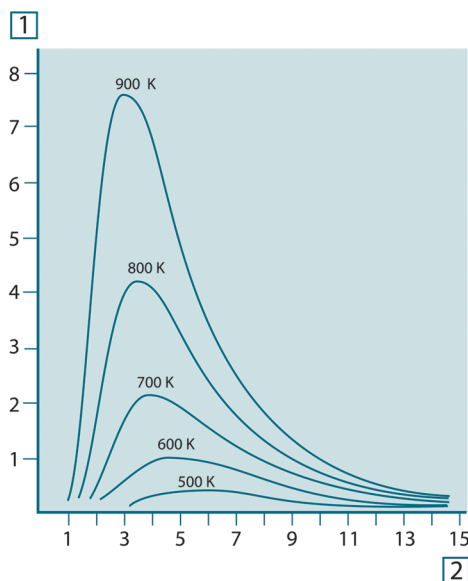


Abbildung 30.4 Die spektrale Abstrahlung eines schwarzen Körpers gemäß dem Planckschen Gesetz, für verschiedene absolute Temperaturen dargestellt. 1: Spektrale Abstrahlung ($\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: Wellenlänge (μm)

30.3.2 Wiensches Verschiebungsgesetz

Durch Ableitung der planckschen Formel nach λ und Ermittlung des Maximums erhalten wir:

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2898}{T} [\mu\text{m}]$$

Dies ist das Wiensche Verschiebungsgesetz (benannt nach *Wilhelm Wien*, 1864 – 1928), die mathematisch darstellt, dass mit zunehmender Temperatur des thermischen Strahlers die Farben von Rot in Orange oder Gelb übergehen. Die Wellenlänge der Farbe ist

identisch mit der für λ_{\max} berechneten Wellenlänge. Eine gute Näherung für den Wert von λ_{\max} für einen gegebenen schwarzen Körper wird erzielt, indem die Faustregel $3000/T$ μm angewendet wird. So strahlt ein sehr heißer Stern, z. B. Sirius (11000 K), der bläulich weißes Licht abgibt, mit einem Spitzenwert der spektralen Abstrahlung, die innerhalb des unsichtbaren ultravioletten Spektrums bei der Wellenlänge 0,27 μm auftritt.

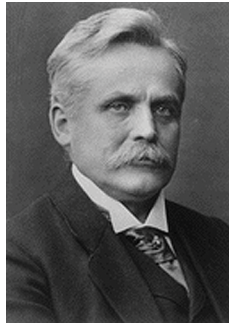


Abbildung 30.5 Wilhelm Wien (1864 – 1928)

Die Sonne (ca. 6000 K) strahlt gelbes Licht aus. Der Spitzenwert liegt in der Mitte des sichtbaren Lichtspektrums bei etwa 0,5 μm .

Bei Raumtemperatur (300 K) liegt der Spitzenwert der Abstrahlung bei 9,7 μm im fernen Infrarotbereich, während bei der Temperatur von flüssigem Stickstoff (77 K) das Maximum einer beinahe zu vernachlässigenden Abstrahlung bei 38 μm liegt – extreme Infrarot-Wellenlängen.

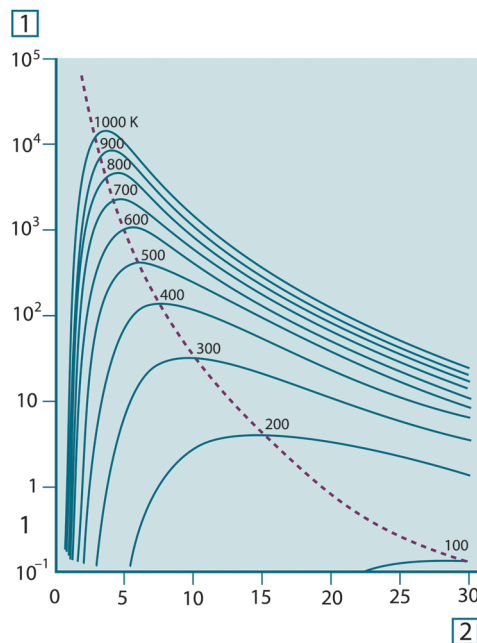


Abbildung 30.6 Plancksche Kurven auf halb-logarithmischen Skalen von 100 K bis 1000 K. Die gepunktete Linie stellt den Ort der maximalen Abstrahlung bei den einzelnen Temperaturen dar, wie sie vom Wienschen Verschiebungsgesetz beschrieben wird. 1: Spektrale Abstrahlung ($\text{W}/\text{cm}^2 (\mu\text{m})$); 2: Wellenlänge (μm).

30.3.3 Stefan-Boltzmann-Gesetz

Durch Integration der Planckschen Formel von $\lambda = 0$ bis $\lambda = \infty$ erhält man die gesamte abgegebene Strahlung eines schwarzen Körpers (W_b):

$$W_b = \sigma T^4 \quad [\text{Watt}/\text{m}^2]$$

Das Stefan-Boltzmann-Gesetz (nach *Josef Stefan*, 1835 – 1893, und *Ludwig Boltzmann*, 1844 – 1906) besagt, dass die gesamte emittierte Energie eines schwarzen Körpers proportional zur vierten Potenz seiner absoluten Temperatur steigt. Grafisch stellt W_b die Fläche unterhalb der planckschen Kurve für eine bestimmte Temperatur dar. Die emittierte Strahlung im Intervall $\lambda = 0$ bis λ_{\max} beträgt demnach nur 25 % der Gesamtstrahlung. Dies entspricht etwa der Strahlung der Sonne, die innerhalb des sichtbaren Spektralbereichs liegt.



Abbildung 30.7 Josef Stefan (1835 – 1893) und Ludwig Boltzmann (1844 – 1906)

Wenn wir die Stefan-Boltzmann-Formel zur Berechnung der von einem menschlichen Körper ausgestrahlten Leistung bei einer Temperatur von 300 K und einer externen Oberfläche von ca. 2 m² verwenden, erhalten wir 1 kW. Dieser Leistungsverlust ist nur erträglich auf Grund von kompensierender Absorption der Strahlung durch Umgebungsflächen, von Raumtemperaturen, die nicht zu sehr von der Körpertemperatur abweichen, oder natürlich durch Tragen von Kleidung.

30.3.4 Nicht-schwarze Körper als Strahlungsquellen

Bisher wurden nur schwarze Körper als Strahlungsquellen und die Strahlung schwarzer Körper behandelt. Reale Objekte erfüllen diese Gesetze selten über einen größeren Wellenlängenbereich, obwohl sie sich in bestimmten Spektralbereichen dem Verhalten der schwarzen Körper annähern mögen. So erscheint beispielsweise eine bestimmte Sorte von weißer Farbe im sichtbaren Bereich perfekt *weiß*, wird jedoch bei 2 µm deutlich *grau* und ab 3 µm sieht sie fast *schwarz* aus.

Es gibt drei Situationen, die verhindern können, dass sich ein reales Objekt wie ein schwarzer Körper verhält: Ein Bruchteil der auftretenden Strahlung α wird absorbiert, ein Bruchteil von ρ wird reflektiert und ein Bruchteil von τ wird übertragen. Da alle diese Faktoren mehr oder weniger abhängig von der Wellenlänge sind, wird der Index λ verwendet, um auf die spektrale Abhängigkeit ihrer Definitionen hinzuweisen. Daher gilt:

- Die spektrale Absorptionsfähigkeit α_λ = Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung, die von einem Objekt absorbiert wird, zum Strahlungseinfall.
- Die spektrale Reflektionsfähigkeit ρ_λ = Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung, die von einem Objekt reflektiert wird, zum Strahlungseinfall.
- Der spektrale Transmissionsgrad τ_λ = Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung, die durch ein Objekt übertragen wird, zum Strahlungseinfall.

Die Summe dieser drei Faktoren muss für jede Wellenlänge immer den Gesamtwert ergeben. Daher gilt folgende Beziehung:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

Für undurchsichtige Materialien ist $\tau_\lambda = 0$. Die Beziehung vereinfacht sich zu:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Ein weiterer Faktor, Emissionsgrad genannt, ist zur Beschreibung des Bruchteils ε der Abstrahlung eines schwarzen Körpers, die von einem Objekt bei einer bestimmten Temperatur erzeugt wird, erforderlich. So gilt folgende Definition:

Der spektrale Emissionsgrad ε_λ = Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung eines Objekts zu der spektralen Strahlungsleistung eines schwarzen Körpers mit derselben Temperatur und Wellenlänge.

Mathematisch ausgedrückt kann dies als Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung des Objekts zur spektralen Strahlungsleistung eines schwarzen Körpers wie folgt beschrieben werden:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

Generell gibt es drei Arten von Strahlungsquellen, die sich darin unterscheiden, wie sich die Spektralstrahlung jeder einzelnen mit der Wellenlänge ändert.

- Ein schwarzer Körper, für den gilt: $\varepsilon_{\lambda} = \varepsilon = 1$
- Ein grauer Körper, für den gilt: $\varepsilon_{\lambda} = \varepsilon = \text{Konstante kleiner 1}$
- Ein selektiver Strahler, bei dem ε sich mit der Wellenlänge ändert

Nach dem Kirchhoffschen Gesetz entsprechen für alle Werkstoffe die emittierte Strahlung und die spektrale Absorptionsfähigkeit eines Körpers einer bestimmten Temperatur und Wellenlänge. Das bedeutet:

$$\varepsilon_{\lambda} = \alpha_{\lambda}$$

Daraus erhalten wir für ein undurchsichtiges Material (da $\alpha_{\lambda} + \rho_{\lambda} = 1$):

$$\varepsilon_{\lambda} + \rho_{\lambda} = 1$$

Für hochpolierte Materialien nähert sich ε_{λ} Null an, so dass für einen vollkommen reflektierenden Werkstoff (d. h. einen perfekten Spiegel) gilt:

$$\rho_{\lambda} = 1$$

Für einen grauen Körper als Strahlungsquelle wird die Stefan-Boltzmann-Formel zu:

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

Dies sagt aus, dass die gesamte Strahlungsleistung eines grauen Körpers dieselbe ist wie bei einem schwarzen Körper gleicher Temperatur, der proportional zum Wert von ε des grauen Körpers reduziert ist.

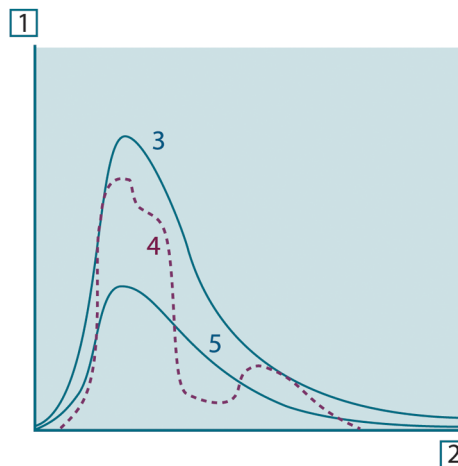


Abbildung 30.8 Spektrale Abstrahlung von drei Strahlertypen 1: Spektrale Abstrahlung; 2: Wellenlänge; 3: Schwarzer Körper; 4: Selektiver Strahler; 5: Grauer Körper.

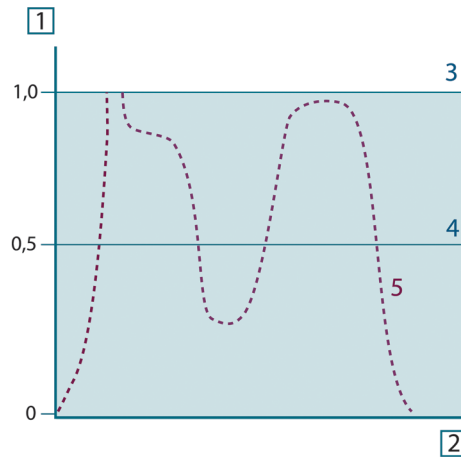


Abbildung 30.9 Spektraler Emissionsgrad von drei Strahlertypen 1: Spektraler Emissionsgrad; 2: Wellenlänge; 3: Schwarzer Körper; 4: Grauer Körper; 5: Selektiver Strahler.

30.4 Halb-transparente Infrarotmaterialien

Stellen Sie sich jetzt einen nicht-metallischen, halb-transparenten Körper vor, z. B. in Form einer dicken, flachen Scheibe aus Kunststoff. Wenn die Scheibe erhitzt wird, muss sich die in dem Körper erzeugte Strahlung durch den Werkstoff, in dem sie teilweise absorbiert wird, an die Oberflächen durcharbeiten. Wenn sie an der Oberfläche eintrifft, wird außerdem ein Teil davon in das Innere zurückreflektiert. Die zurückreflektierte Strahlung wird wiederum teilweise absorbiert, ein Teil davon gelangt jedoch zur anderen Oberfläche, durch die der größte Anteil entweicht; ein Teil davon wird wieder zurückreflektiert. Obwohl die nachfolgenden Reflexionen immer schwächer werden, müssen sie alle addiert werden, wenn die Gesamtstrahlung der Scheibe ermittelt werden soll. Wenn die resultierende geometrische Reihe summiert wird, ergibt sich der effektive Emissionsgrad einer halb-transparenten Scheibe als:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}}$$

Wenn die Scheibe undurchsichtig wird, reduziert sich diese Formel auf die einzelne Formel:

$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Diese letzte Beziehung ist besonders praktisch, da es oft einfacher ist, die Reflexionsfähigkeit zu messen, anstatt den Emissionsgrad direkt zu messen.

Wie bereits erwähnt empfängt die Kamera beim Betrachten eines Objekts nicht nur die Strahlung vom Objekt selbst. Sie nimmt auch die Strahlung aus der Umgebung auf, die von der Objektoberfläche reflektiert wird. Beide Strahlungsanteile werden bis zu einem gewissen Grad durch die Atmosphäre im Messpfad abgeschwächt. Dazu kommt ein dritter Strahlungsanteil von der Atmosphäre selbst.

Diese Beschreibung der Messsituation, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, ist eine recht genaue Erläuterung der tatsächlichen Bedingungen. Vernachlässigt wurden wahrscheinlich die Streuung des Sonnenlichts in der Atmosphäre oder die Streustrahlung von starken Strahlungsquellen außerhalb des Betrachtungsfeldes. Solche Störungen sind schwer zu quantifizieren, in den meisten Fällen jedoch glücklicherweise so gering, dass sie vernachlässigbar sind. Ist dies nicht der Fall, ist die Messkonfiguration wahrscheinlich so ausgelegt, dass zumindest ein erfahrener Bediener das Störungsrisiko erkennen kann. Dann liegt es in seiner Verantwortung, die Messsituation so zu ändern, dass Störungen vermieden werden, z. B. durch Ändern der Betrachtungsrichtung, Abschirmen starker Strahlungsquellen usw.

Unter Berücksichtigung der obigen Beschreibung kann mit Hilfe der nachfolgenden Abbildung eine Formel zur Berechnung der Objekttemperatur über das Ausgangssignal der kalibrierten Kamera abgeleitet werden.

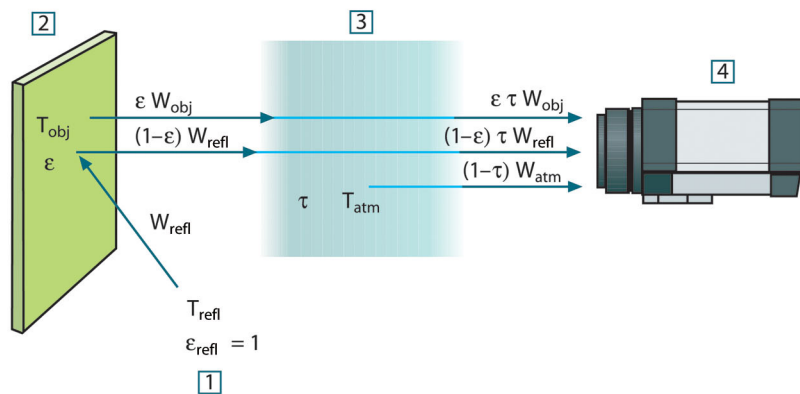


Abbildung 31.1 Schematische Darstellung der allgemeinen thermografischen Messsituation 1: Umgebung; 2: Objekt; 3: Atmosphäre; 4: Kamera

Wir gehen davon aus, dass die empfangene Strahlungsleistung W von einem Schwarzkörper als Temperaturquelle T_{source} bei einer kurzen Entfernung ein Ausgangssignal U_{source} der Kamera erzeugt, das proportional zum Leistungseingang ist (Kamera mit linearer Leistung). Daraus ergibt sich (Gleichung 1):

$$U_{\text{source}} = CW(T_{\text{source}})$$

oder einfacher ausgedrückt:

$$U_{\text{source}} = CW_{\text{source}}$$

wobei C eine Konstante ist.

Handelt es sich um einen Graukörper mit der Abstrahlung ϵ , ist die empfangene Strahlung folglich $\epsilon W_{\text{source}}$.

Jetzt können wir die drei gesammelten Größen zur Strahlungsleistung notieren:

1 – Emission von Objekt = $\epsilon \tau W_{\text{obj}}$, wobei ϵ die Abstrahlung des Objekts und τ die Transmission der Atmosphäre ist. Die Objekttemperatur ist T_{obj} .

2 – Reflektierte Emission von Umgebungsquellen = $(1 - \epsilon) \tau W_{\text{refl}}$, wobei $(1 - \epsilon)$ die Reflexion des Objekts ist. Die Umgebungsquellen haben die Temperatur T_{refl} .

Hier wurde davon ausgegangen, dass die Temperatur T_{refl} für alle emittierenden Oberflächen innerhalb der Halbsphäre, die von einem Punkt auf der Objektoberfläche betrachtet wird, gleich ist. Dies ist in einigen Fällen natürlich eine Vereinfachung der tatsächlichen Situation. Diese ist jedoch notwendig, damit eine praktikable Formel abgeleitet werden kann. T_{refl} kann – zumindest theoretisch – ein Wert zugewiesen werden, der eine effiziente Temperatur einer komplexen Umgebung darstellt.

Als Abstrahlung für die Umgebung wurde der Wert 1 angenommen. Dies ist in Übereinstimmung mit dem kirchhoffschen Gesetz richtig: Die gesamte Strahlung, die auf die umgebenden Oberflächen auftritt, wird schließlich von diesen absorbiert. Daher ist die Abstrahlung = 1. (Es ist zu beachten, dass entsprechend neuester Erkenntnisse die gesamte Sphäre um das betreffende Objekt beachtet werden muss.)

3 – Emission von Atmosphäre = $(1 - \tau)W_{\text{atm}}$, wobei $(1 - \tau)$ die Abstrahlung der Atmosphäre ist. Die Temperatur der Atmosphäre ist T_{atm} .

Die gesamte empfangene Strahlungsleistung kann nun notiert werden (Gleichung 2):

$$W_{\text{tot}} = \varepsilon \tau W_{\text{obj}} + (1 - \varepsilon) \tau W_{\text{refl}} + (1 - \tau) W_{\text{atm}}$$

Wir multiplizieren jeden Ausdruck mit der Konstante C aus Gleichung 1 und ersetzen die Produkte aus CW durch das entsprechende U gemäß derselben Gleichung und erhalten (Gleichung 3):

$$U_{\text{tot}} = \varepsilon \tau U_{\text{obj}} + (1 - \varepsilon) \tau U_{\text{refl}} + (1 - \tau) U_{\text{atm}}$$

Gleichung 3 wird nach U_{obj} aufgelöst (Gleichung 4):

$$U_{\text{obj}} = \frac{1}{\varepsilon \tau} U_{\text{tot}} - \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} U_{\text{refl}} - \frac{1 - \tau}{\varepsilon \tau} U_{\text{atm}}$$

Dies ist die allgemeine Messformel, die in allen thermografischen Geräten von FLIR Systems verwendet wird. Die Spannungen der Formel lauten:

Table 31.1 Spannungen

U_{obj}	Berechnete Ausgabespannung der Kamera für einen Schwarzkörper der Temperatur T_{obj} , also eine Spannung, die sofort in die tatsächliche Temperatur des betreffenden Objekts umgewandelt werden kann.
U_{tot}	Gemessene Ausgabespannung der Kamera für den tatsächlichen Fall.
U_{refl}	Theoretische Ausgabespannung der Kamera für einen Schwarzkörper der Temperatur T_{refl} entsprechend der Kalibrierung.
U_{atm}	Theoretische Ausgabespannung der Kamera für einen Schwarzkörper der Temperatur T_{atm} entsprechend der Kalibrierung.

Der Bediener muss mehrere Parameterwerte für die Berechnung liefern:

- die Objektabstrahlung ε ,
- die relative Luftfeuchtigkeit,
- T_{atm}
- Objektentfernung (D_{obj})
- die (effektive) Temperatur der Objektumgebung oder die reflektierte Umgebungstemperatur T_{refl} und
- die Temperatur der Atmosphäre T_{atm}

Diese Aufgabe ist für den Bediener oft schwierig, da normalerweise die genauen Werte für die Abstrahlung und die Transmission der Atmosphäre für den tatsächlichen Fall nur schwer zu ermitteln sind. Die zwei Temperaturen sind für gewöhnlich ein geringeres Problem, wenn in der Umgebung keine großen und intensiven Strahlungsquellen vorhanden sind.

Eine natürliche Frage in diesem Zusammenhang ist: Wie wichtig ist die Kenntnis der richtigen Werte dieser Parameter? Es kann hilfreich sein, bereits an dieser Stelle ein Gefühl für diese Problematik zu entwickeln, indem verschiedene Messfälle betrachtet und die relativen Größen der drei Strahlungsgrößen verglichen werden. Daraus lässt sich ersehen, wann es wichtig ist, die richtigen Werte bestimmter Parameter zu verwenden.

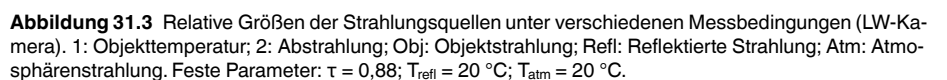
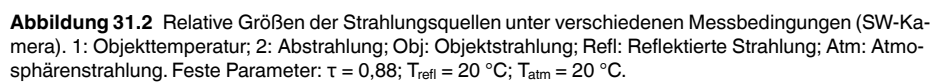
Die folgenden Zahlen stellen die relativen Größen der drei Strahlungsanteile für drei verschiedene Objekttemperaturen, zwei Abstrahlungen und zwei Spektralbereiche dar: SW und LW. Die übrigen Parameter haben die folgenden festen Werte:

- τ : 0,88
- $T_{\text{refl}} = +20\text{ °C}$
- $T_{\text{atm}} = +20\text{ °C}$

Es ist offensichtlich, dass die Messung niedriger Objekttemperaturen kritischer ist als die Messung hoher Temperaturen, da die Störstrahlungsquellen im ersteren Fall vergleichsweise stärker sind. Falls zusätzlich die Objektabstrahlung schwach ist, wird die Situation noch schwieriger.

Schließlich muss geklärt werden, wie wichtig es ist, die Kalibrierungskurve über dem höchsten Kalibrierungspunkt nutzen zu dürfen (Extrapolation genannt). Angenommen, in einem bestimmten Fall werden $U_{\text{tot}} = 4,5$ Volt gemessen. Der höchste Kalibrierungspunkt der Kamera liegt im Bereich von 4,1 Volt, einem Wert, der dem Bediener unbekannt ist. Selbst wenn das Objekt ein Schwarzkörper ist, also $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$ ist, wird tatsächlich eine Extrapolation der Kalibrierungskurve durchgeführt, wenn 4,5 Volt in Temperatur umgerechnet werden.

Es wird nun angenommen, dass das Objekt nicht schwarz ist, seine Abstrahlung 0,75 und die Transmission 0,92 betragen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die beiden zweiten Ausdrücke der Gleichung 4 zusammen 0,5 Volt ergeben. Die Berechnung von U_{obj} mit Hilfe der Gleichung 4 ergibt dann $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$. Dies ist eine recht extreme Extrapolation, besonders wenn man bedenkt, dass der Videoverstärker die Ausgabe wahrscheinlich auf 5 Volt beschränkt. Beachten Sie jedoch, dass die Anwendung der Kalibrierungskurve eine theoretische Vorgehensweise ist, bei der weder elektronische noch andere Beschränkungen bestehen. Wir sind davon überzeugt, dass bei einer fehlenden Signalbegrenzung in der Kamera und deren Kalibrierung auf weit mehr als 5 Volt die entstehende Kurve der tatsächlichen Kurve mit einer Extrapolation von mehr als 4,1 Volt sehr ähnlich gewesen wäre, vorausgesetzt, der Kalibrierungsalgorithmus beruht auf Gesetzen der Strahlungsphysik, wie zum Beispiel der Algorithmus von FLIR Systems. Natürlich muss es für solche Extrapolationen eine Grenze geben.



In diesem Abschnitt finden Sie eine Aufstellung von Emissionsdaten aus der Fachliteratur und eigenen Messungen von FLIR Systems.

32.1 Referenzen

1. Mikael A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, N.Y.
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...*, Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7. Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.

32.2 Wichtiger Hinweis zu den Emissionsgradtabellen

Die Emissionswerte in der Tabelle unten wurden mit einer Kurzwellenkamera aufgenommen. Die Werte gelten lediglich als Empfehlung und sind mit Sorgfalt zu verwenden.

32.3 Tabellen

Table 32.1 T: Gesamtspektrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6.5–20 μm ; 1: Material; 2: Spezifizierung; 3: Temperatur in $^{\circ}\text{C}$; 4: Spektrum; 5: Emissionsgrad; 6: Referenz

1	2	3	4	5	6
3M Scotch 35	PVC-Elektroisolierband (verschiedene Farben)	< 80	LW	ungefähr 0,96	13
3M Scotch 88	schwarzes PVC-Elektroisolierband	< 105	LW	ungefähr 0,96	13
3M Scotch 88	schwarzes PVC-Elektroisolierband	< 105	MW	< 0,96	13
3M Scotch Super 33+	schwarzes PVC-Elektroisolierband	< 80	LW	ungefähr 0,96	13
Aluminium	Folie	27	10 μm	0,04	3
Aluminium	Folie	27	3 μm	0,09	3
Aluminium	vakuumbeschichtet	20	T	0,04	2
Aluminium	poliert	50-100	T	0,04-0,06	1
Aluminium	polierte Platte	100	T	0,05	4

1	2	3	4	6	6
Aluminium	poliert, Blech	100	T	0,05	2
Aluminium	in HNO ₃ getaucht, Platte	100	T	0,05	4
Aluminium	unverändert, Platte	100	T	0,09	4
Aluminium	unverändert, Blech	100	T	0,09	2
Aluminium	Blech, 4 Muster unterschiedlich zerkratzt	70	SW	0,05-0,08	9
Aluminium	Blech, 4 Muster unterschiedlich zerkratzt	70	LW	0,03-0,06	9
Aluminium	raue Oberfläche	20-50	T	0,06-0,07	1
Aluminium	geraut	27	10 µm	0,18	3
Aluminium	geraut	27	3 µm	0,28	3
Aluminium	stark oxidiert	50-500	T	0,2-0,3	1
Aluminium	stark verwittert	17	SW	0,83-0,94	5
Aluminium	Guss, sandgestrahlt	70	SW	0,47	9
Aluminium	Guss, sandgestrahlt	70	LW	0,46	9
Aluminium	eloxiert, hellgrau, stumpf	70	SW	0,61	9
Aluminium	eloxiert, hellgrau, stumpf	70	LW	0,97	9
Aluminium	eloxiert, schwarz, stumpf	70	SW	0,67	9
Aluminium	eloxiert, schwarz, stumpf	70	LW	0,95	9
Aluminium	eloxiertes Blech	100	T	0,55	2
Aluminiumbronze		20	T	0,60	1
Aluminiumhydr-oxid	Pulver		T	0,28	1
Aluminiumoxid	aktiviert, Pulver		T	0,46	1
Aluminiumoxid	rein, Pulver (Aluminiumoxid)		T	0,16	1
Asbest	Pulver		T	0,40-0,60	1
Asbest	Gewerbe		T	0,78	1
Asbest	Bodenfliesen	35	SW	0,94	7
Asbest	Brett	20	T	0,96	1
Asbest	Ziegel	20	T	0,96	1
Asbest	Papier	40-400	T	0,93-0,95	1
Asphaltstraßenbelag		4	LLW	0,967	8
Beton		20	T	0,92	2
Beton	trocken	36	SW	0,95	7
Beton	rau	17	SW	0,97	5
Beton	Gehweg	5	LLW	0,974	8
Blech	glänzend	20-50	T	0,04-0,06	1
Blech	Weißblech	100	T	0,07	2

1	2	3	4	6	6
Blei	nicht oxidiert, poliert	100	T	0,05	4
Blei	glänzend	250	T	0,08	1
Blei	oxidiert, grau	20	T	0,28	1
Blei	oxidiert, grau	22	T	0,28	4
Blei	oxidiert bei 200°C	200	T	0,63	1
Blei rot		100	T	0,93	4
Blei rot, Pulver		100	T	0,93	1
Bronze	poliert	50	T	0,1	1
Bronze	porös, rau	50-150	T	0,55	1
Bronze	Pulver		T	0,76-0,80	1
Bronze	Phosphorbronze	70	SW	0,08	9
Bronze	Phosphorbronze	70	LW	0,06	9
Chrom	poliert	500-1000	T	0,28-0,38	1
Chrom	poliert	50	T	0,10	1
Ebonit			T	0,89	1
Eis: Siehe Wasser					
Eisen galvanisiert	Blech	92	T	0,07	4
Eisen galvanisiert	Blech, poliert	30	T	0,23	1
Eisen galvanisiert	Blech, oxidiert	20	T	0,28	1
Eisen galvanisiert	stark oxidiert	70	SW	0,64	9
Eisen galvanisiert	stark oxidiert	70	LW	0,85	9
Eisen und Stahl	elektrolytisch	22	T	0,05	4
Eisen und Stahl	elektrolytisch	100	T	0,05	4
Eisen und Stahl	elektrolytisch, hochglanzpoliert	175-225	T	0,05-0,06	1
Eisen und Stahl	elektrolytisch	260	T	0,07	4
Eisen und Stahl	poliert	400-1000	T	0,14-0,38	1
Eisen und Stahl	glänzend, geätzt	150	T	0,16	1
Eisen und Stahl	frisch mit Schmirgelpapier bearbeitet	20	T	0,24	1
Eisen und Stahl	geschmiedet, hochglanzpoliert	40-250	T	0,28	1
Eisen und Stahl	mit rotem Rost bedeckt	20	T	0,61-0,85	1
Eisen und Stahl	stark verrostetes Blech	20	T	0,69	2
Eisen und Stahl	rostrot, Blech	22	T	0,69	4
Eisen und Stahl	stark verrostet	17	SW	0,96	5
Eisen und Stahl	oxidiert	100	T	0,74	4
Eisen und Stahl	oxidiert	100	T	0,74	1
Eisen und Stahl	oxidiert	125-525	T	0,78-0,82	1
Eisen und Stahl	oxidiert	1227	T	0,89	4
Eisen und Stahl	heißgewalzt	20	T	0,77	1
Eisen und Stahl	heißgewalzt	130	T	0,60	1

1	2	3	4	6	6
Eisen und Stahl	kaltgewalzt	70	SW	0,20	9
Eisen und Stahl	kaltgewalzt	70	LW	0,09	9
Eisen und Stahl	stark oxidiert	50	T	0,88	1
Eisen und Stahl	stark oxidiert	500	T	0,98	1
Eisen und Stahl	rau, ebene Oberfläche	50	T	0,95-0,98	1
Eisen und Stahl	poliertes Blech	750-1050	T	0,52-0,56	1
Eisen und Stahl	geschliffenes Blech	950-1100	T	0,55-0,61	1
Eisen und Stahl	rostig, rot	20	T	0,69	1
Eisen und Stahl	oxidiert	200	T	0,79	2
Eisen und Stahl	oxidiert	200-600	T	0,80	1
Eisen und Stahl	glänzende Oxidschicht, Blech	20	T	0,82	1
Eisen und Stahl	poliert	100	T	0,07	2
Eisen und Stahl	frisch gewalzt	20	T	0,24	1
Eisen und Stahl	gewalztes Blech	50	T	0,56	1
Eisen verzinkt	Blech	24	T	0,064	4
Emaile		20	T	0,9	1
Emaile	Lack	20	T	0,85-0,95	1
Erde	trocken	20	T	0,92	2
Erde	mit Wasser gesättigt	20	T	0,95	2
Faserplatte	hart, unbehandelt	20	SW	0,85	6
Faserplatte	porös, unbehandelt	20	SW	0,85	6
Faserplatte	Partikelplatte	70	SW	0,77	9
Faserplatte	Partikelplatte	70	LW	0,89	9
Faserplatte	Ottrelith	70	SW	0,75	9
Faserplatte	Ottrelith	70	LW	0,88	9
Firnis	matt	20	SW	0,93	6
Firnis	auf Eichenparkettboden	70	SW	0,90	9
Firnis	auf Eichenparkettboden	70	LW	0,90-0,93	9
Gips		20	T	0,8-0,9	1
Gipsputz		17	SW	0,86	5
Gipsputz	raue Oberfläche	20	T	0,91	2
Gipsputz	Gipsplatte, unbehandelt	20	SW	0,90	6
Gold	poliert	130	T	0,018	1
Gold	hochglanzpoliert	200-600	T	0,02-0,03	1
Gold	hochpoliert	100	T	0,02	2
Granit	poliert	20	LLW	0,849	8
Granit	rau	21	LLW	0,879	8
Granit	rau, 4 verschiedene Muster	70	SW	0,95-0,97	9
Granit	rau, 4 verschiedene Muster	70	LW	0,77-0,87	9

1	2	3	4	6	6
Gummi	hart	20	T	0,95	1
Gummi	weich, grau, rau	20	T	0,95	1
Gusseisen	poliert	38	T	0,21	4
Gusseisen	poliert	40	T	0,21	2
Gusseisen	poliert	200	T	0,21	1
Gusseisen	flüssig	1300	T	0,28	1
Gusseisen	bearbeitet	800-1000	T	0,60-0,70	1
Gusseisen	oxidiert	38	T	0,63	4
Gusseisen	oxidiert	100	T	0,64	2
Gusseisen	oxidiert bei 600°C	200-600	T	0,64-0,78	1
Gusseisen	oxidiert	260	T	0,66	4
Gusseisen	oxidiert	538	T	0,76	4
Gusseisen	Guss	50	T	0,81	1
Gusseisen	unbearbeitet	900-1100	T	0,87-0,95	1
Gusseisen	Gusseisenblöcke	1000	T	0,95	1
Haut	Mensch	32	T	0,98	2
Holz	geschmiegelt		T	0,5-0,7	1
Holz	gehobelt	20	T	0,8-0,9	1
Holz	gehobelte Eiche	20	T	0,90	2
Holz	weiß, feucht	20	T	0,7-0,8	1
Holz	gehobelte Eiche	70	SW	0,77	9
Holz	gehobelte Eiche	70	LW	0,88	9
Holz	Pinie, 4 verschiedene Muster	70	SW	0,67-0,75	9
Holz	Pinie, 4 verschiedene Muster	70	LW	0,81-0,89	9
Holz	Sperrholz, glatt, trocken	36	SW	0,82	7
Holz	Sperrholz, unbehandelt	20	SW	0,83	6
Holz		19	LLW	0,962	8
Holz		17	SW	0,98	5
Kalk			T	0,3-0,4	1
Kohlenstoff	Kerzenruß	20	T	0,95	2
Kohlenstoff	Lampenruß	20-400	T	0,95-0,97	1
Kohlenstoff	Holzkohlepulver		T	0,96	1
Kohlenstoff	Grafitpulver		T	0,97	1
Kohlenstoff	Grafit, Oberfläche gefeilt	20	T	0,98	2
Krylon Ultra-flat black 1602	Mattschwarz	Raumtemperatur bis 175	LW	ungefähr 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Mattschwarz	Raumtemperatur bis 175	MW	ungefähr 0,97	12
Kunststoff	PVC, Kunststoffboden, stumpf, strukturiert	70	SW	0,94	9
Kunststoff	PVC, Kunststoffboden, stumpf, strukturiert	70	LW	0,93	9

1	2	3	4	6	6
Kunststoff	Polyurethan-Isolierplatte	70	SW	0,29	9
Kunststoff	Polyurethan-Isolierplatte	70	LW	0,55	9
Kunststoff	Glasfaserlaminat (Leiterplatte)	70	SW	0,94	9
Kunststoff	Glasfaserlaminat (Leiterplatte)	70	LW	0,91	9
Kupfer	elektrolytisch, poliert	-34	T	0,006	4
Kupfer	elektrolytisch, hochglanzpoliert	80	T	0,018	1
Kupfer	rein, sorgfältig vorbereitete Oberfläche	22	T	0,008	4
Kupfer	poliert, mechanisch	22	T	0,015	4
Kupfer	poliert	50-100	T	0,02	1
Kupfer	poliert	100	T	0,03	2
Kupfer	poliert, kommerziell	27	T	0,03	4
Kupfer	kommerziell, glänzend	20	T	0,07	1
Kupfer	geschabt	27	T	0,07	4
Kupfer	geschmolzen	1100-1300	T	0,13-0,15	1
Kupfer	oxidiert	50	T	0,6-0,7	1
Kupfer	oxidiert, stark	20	T	0,78	2
Kupfer	oxidiert, dunkel	27	T	0,78	4
Kupfer	oxidiert schwarz		T	0,88	1
Kupferdioxid	Pulver		T	0,84	1
Kupferoxid	rot, Pulver		T	0,70	1
Lack	Aluminium auf rauher Oberfläche	20	T	0,4	1
Lack	Bakelit	80	T	0,83	1
Lack	schwarz, matt	100	T	0,97	2
Lack	schwarz, stumpf	40-100	T	0,96-0,98	1
Lack	schwarz, glänzend, auf Eisen gesprüht	20	T	0,87	1
Lack	hitzebeständig	100	T	0,92	1
Lack	3 Farben auf Aluminium gesprüht	70	SW	0,50-0,53	9
Lack	3 Farben auf Aluminium gesprüht	70	LW	0,92-0,94	9
Lack	weiß	100	T	0,92	2
Lack	weiß	40-100	T	0,8-0,95	1
Lacke	Aluminium, unterschiedliches Alter	50-100	T	0,27-0,67	1
Lacke	kadmiumgelb		T	0,28-0,33	1
Lacke	chromgrün		T	0,65-0,70	1
Lacke	kobaltblau		T	0,7-0,8	1

1	2	3	4	6	6
Lacke	Öl	17	SW	0,87	5
Lacke	auf Ölbasis, Mittelwert von 16 Farben	100	T	0,94	2
Lacke	Öl, diverse Farben	100	T	0,92-0,96	1
Lacke	Öl, schwarz, matt	20	SW	0,94	6
Lacke	Öl, schwarz glänzend	20	SW	0,92	6
Lacke	Öl, grau, matt	20	SW	0,97	6
Lacke	Öl, glänzend grau	20	SW	0,96	6
Lacke	Kunststoff, schwarz	20	SW	0,95	6
Lacke	Kunststoff, weiß	20	SW	0,84	6
Lacke	8 verschiedene Farben und Qualitäten	70	SW	0,88-0,96	9
Lacke	8 verschiedene Farben und Qualitäten	70	LW	0,92-0,94	9
Leder	gebräunt, gegerbt		T	0,75-0,80	1
Magnesium		22	T	0,07	4
Magnesium	poliert	20	T	0,07	2
Magnesium		260	T	0,13	4
Magnesium		538	T	0,18	4
Magnesiumpulver			T	0,86	1
Messing	hochpoliert	100	T	0,03	2
Messing	poliert	200	T	0,03	1
Messing	Blech, gewalzt	20	T	0,06	1
Messing	Blech, mit Schmirgelpapier bearbeitet	20	T	0,2	1
Messing	abgerieben mit 80er-Schmirgelpapier	20	T	0,20	2
Messing	stumpf, fleckig	20-350	T	0,22	1
Messing	oxidiert	70	SW	0,04-0,09	9
Messing	oxidiert	70	LW	0,03-0,07	9
Messing	oxidiert	100	T	0,61	2
Messing	oxidiert bei 600°C	200-600	T	0,59-0,61	1
Molybdän		600-1000	T	0,08-0,13	1
Molybdän	Faden	700-2500	T	0,1-0,3	1
Molybdän		1500-2200	T	0,19-0,26	1
Mörtel		17	SW	0,87	5
Mörtel	trocken	36	SW	0,94	7
Nextel Velvet 811-21 Black	Mattschwarz	-60-150	LW	> 0,97	10 und 11
Nickel	elektrolytisch	22	T	0,04	4
Nickel	elektrolytisch	38	T	0,06	4

1	2	3	4	6	6
Nickel	elektrolytisch	260	T	0,07	4
Nickel	elektrolytisch	538	T	0,10	4
Nickel	hell matt	122	T	0,041	4
Nickel	poliert	122	T	0,045	4
Nickel	rein, poliert	100	T	0,045	1
Nickel	rein, poliert	200-400	T	0,07-0,09	1
Nickel	Draht	200-1000	T	0,1-0,2	1
Nickel	galvanisiert auf Eisen, poliert	22	T	0,045	4
Nickel	galvanisiert, poliert	20	T	0,05	2
Nickel	galvanisiert auf Eisen, nicht poliert	22	T	0,11	4
Nickel	galvanisiert auf Eisen, nicht poliert	20	T	0,11-0,40	1
Nickel	oxidiert	200	T	0,37	2
Nickel	oxidiert	227	T	0,37	4
Nickel	oxidiert bei 600°C	200-600	T	0,37-0,48	1
Nickel	oxidiert	1227	T	0,85	4
Nickelchrom	gewalzt	700	T	0,25	1
Nickelchrom	sandgestrahlt	700	T	0,70	1
Nickelchrom	Draht, blank	500-1000	T	0,71-0,79	1
Nickelchrom	Draht, blank	50	T	0,65	1
Nickelchrom	Draht, oxidiert	50-500	T	0,95-0,98	1
Nickeloxid		500-650	T	0,52-0,59	1
Nickeloxid		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Papier	gelb		T	0,72	1
Papier	rot		T	0,76	1
Papier	dunkelblau		T	0,84	1
Papier	grün		T	0,85	1
Papier	schwarz		T	0,90	1
Papier	beschichtet mit schwarzem Lack		T	0,93	1
Papier	weiß	20	T	0,7-0,9	1
Papier	weiß, gebunden	20	T	0,93	2
Papier	weiß, 3 verschiedene Glanzarten	70	SW	0,76-0,78	9
Papier	weiß, 3 verschiedene Glanzarten	70	LW	0,88-0,90	9
Papier	4 verschiedene Farben	70	SW	0,68-0,74	9
Papier	4 verschiedene Farben	70	LW	0,92-0,94	9
Papier	schwarz, stumpf	70	SW	0,86	9
Papier	schwarz, stumpf	70	LW	0,89	9
Papier	schwarz, stumpf		T	0,94	1
Platin		17	T	0,016	4
Platin		22	T	0,03	4

1	2	3	4	6	6
Platin		100	T	0,05	4
Platin		260	T	0,06	4
Platin		538	T	0,10	4
Platin		1094	T	0,18	4
Platin	rein, poliert	200-600	T	0,05-0,10	1
Platin		1000-1500	T	0,14-0,18	1
Platin	Draht	50-200	T	0,06-0,07	1
Platin	Draht	500-1000	T	0,10-0,16	1
Platin	Draht	1400	T	0,18	1
Platin	Band	900-1100	T	0,12-0,17	1
Porzellan	weiß, leuchtend		T	0,70-0,75	1
Porzellan	glasiert	20	T	0,92	1
rostfreier Stahl	Typ 18 – 8, glänzend	20	T	0,16	2
rostfreier Stahl	Typ 18-8, oxidiert bei 800 °C	60	T	0,85	2
rostfreier Stahl	Blech, poliert	70	SW	0,18	9
rostfreier Stahl	Blech, poliert	70	LW	0,14	9
rostfreier Stahl	Blech, unbehandelt, etwas zerkratzt	70	SW	0,30	9
rostfreier Stahl	Blech, unbehandelt, etwas zerkratzt	70	LW	0,28	9
rostfreier Stahl	Legierung, 8 % Ni, 18 % Cr	500	T	0,35	1
rostfreier Stahl	gewalzt	700	T	0,45	1
rostfreier Stahl	sandgestrahlt	700	T	0,70	1
Sand			T	0,60	1
Sand		20	T	0,90	2
Sandstein	poliert	19	LLW	0,909	8
Sandstein	rau	19	LLW	0,935	8
Schlacke	Kessel	0-100	T	0,97-0,93	1
Schlacke	Kessel	200-500	T	0,89-0,78	1
Schlacke	Kessel	600-1200	T	0,76-0,70	1
Schlacke	Kessel	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Schmirgelpapier	grob	80	T	0,85	1
Schnee: Siehe Wasser					
Silber	poliert	100	T	0,03	2
Silber	rein, poliert	200-600	T	0,02-0,03	1
Spanplatte	unbehandelt	20	SW	0,90	6
Stukkatur	rau, gelbgrün	10-90	T	0,91	1
Styropor	Wärmedämmung	37	SW	0,60	7
Tapete	leicht gemustert, hellgrau	20	SW	0,85	6
Tapete	leicht gemustert, rot	20	SW	0,90	6
Teer			T	0,79-0,84	1

1	2	3	4	6	6
Teer	Papier	20	T	0,91-0,93	1
Titan	poliert	200	T	0,15	1
Titan	poliert	500	T	0,20	1
Titan	poliert	1000	T	0,36	1
Titan	oxidiert bei 540°C	200	T	0,40	1
Titan	oxidiert bei 540°C	500	T	0,50	1
Titan	oxidiert bei 540°C	1000	T	0,60	1
Ton	gebrannt	70	T	0,91	1
Tuch	schwarz	20	T	0,98	1
Wasser	Schnee		T	0,8	1
Wasser	Schnee	-10	T	0,85	2
Wasser	Schicht >0,1 mm dick	0-100	T	0,95-0,98	1
Wasser	destilliert	20	T	0,96	2
Wasser	Eis, glatt	-10	T	0,96	2
Wasser	Eis, glatt	0	T	0,97	1
Wasser	Eis, bedeckt mit starkem Frost	0	T	0,98	1
Wasser	Frostkristalle	-10	T	0,98	2
Wolfram		200	T	0,05	1
Wolfram		600-1000	T	0,1-0,16	1
Wolfram		1500-2200	T	0,24-0,31	1
Wolfram	Faden	3300	T	0,39	1
Ziegel	Sillimanit, 33 % SiO ₂ , 64% Al ₂ O ₃	1500	T	0,29	1
Ziegel	Feuerfestprodukt, Magnesit	1000-1300	T	0,38	1
Ziegel	Feuerfestprodukt, Korund	1000	T	0,46	1
Ziegel	Feuerfestprodukt, schwach strahlend	500-1000	T	0,65-0,75	1
Ziegel	Feuerfestprodukt, stark strahlend	500-1000	T	0,8-0,9	1
Ziegel	Schamotte	1200	T	0,59	1
Ziegel	Schamotte	1000	T	0,75	1
Ziegel	Schamotte	20	T	0,85	1
Ziegel	Aluminiumoxid	17	SW	0,68	5
Ziegel	Feuerziegel	17	SW	0,68	5
Ziegel	Siliziumoxid, 95 % SiO ₂	1230	T	0,66	1
Ziegel	Dinas-Silizium-oxid, Feuerfestprodukt	1000	T	0,66	1
Ziegel	Dinas-Silizium-oxid, unglasiert, rau	1000	T	0,80	1
Ziegel	Dinas-Silizium-oxid, glasiert, rau	1100	T	0,85	1
Ziegel	normal	17	SW	0,86-0,81	5

1	2	3	4	6	6
Ziegel	wasserfest	17	SW	0,87	5
Ziegel	rot, rau	20	T	0,88-0,93	1
Ziegel	rot, normal	20	T	0,93	2
Ziegel	Mauerwerk	35	SW	0,94	7
Ziegel	Mauerwerk, verputzt	20	T	0,94	1
Ziegel	glasiert	17	SW	0,94	5
Zink	poliert	200-300	T	0,04-0,05	1
Zink	oxidiert bei 400°C	400	T	0,11	1
Zink	Blech	50	T	0,20	1
Zink	oxidierte Oberfläche	1000-1200	T	0,50-0,60	1
Öl, Schmieröl	Film auf Ni-Basis: nur Ni-Basis	20	T	0,05	2
Öl, Schmieröl	0,025-mm-Film	20	T	0,27	2
Öl, Schmieröl	0,050-mm-Film	20	T	0,46	2
Öl, Schmieröl	0,125-mm-Film	20	T	0,72	2
Öl, Schmieröl	dicke Schicht	20	T	0,82	2

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML — the eXtensible Markup Language. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

A note on the typeface used in this publication

This publication was typeset using Linotype Helvetica™ World. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

LOEF (List Of Effective Files)

T505471.xml.4694
T505010.xml.4236
T505469.xml.4691
T505013.xml.4689
T505217.xml.4266
T505223.xml.3993
T505218.xml.4689
T505385.xml.4694
T505386.xml.4681
T505422.xml.4681
T505219.xml.4681
T505410.xml.4689
T505411.xml.4689
T505387.xml.4689
T505388.xml.4689
T505423.xml.4681
T505424.xml.4689
T505389.xml.4694
T505391.xml.4689
T505220.xml.4689
T505470.xml.4671
T505221.xml.3983
T505412.xml.4681
T505222.xml.4681
T505012.xml.4689
T505007.xml.4682
T505004.xml.2786
T505000.xml.4694
T505005.xml.4684
T505001.xml.4685
T505006.xml.4685
T505002.xml.4665



Corporate Headquarters

FLIR System, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA
Telephone: +1-503-498-3547

Website

<http://www.flir.com>