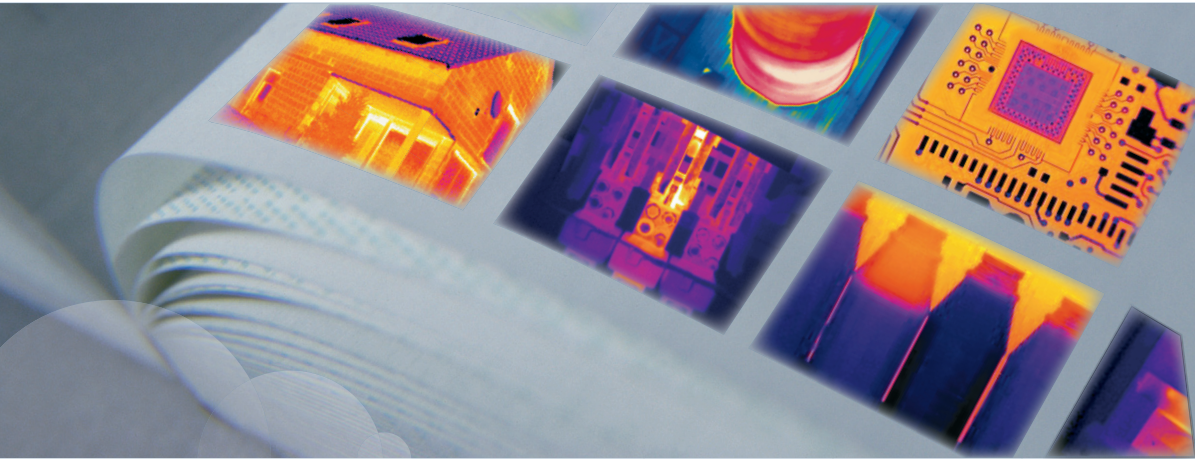




# Benutzerhandbuch



FLIR B6XX series  
FLIR P6XX series  
FLIR SC6XX series

Publ. No.	1558548
Revision	a506
Language	German (DE)
Issue date	December 21, 2010



<b>Sicherheitshinweise</b>	<b>1</b>
<b>Hinweise für Benutzer</b>	<b>2</b>
<b>Hilfe für Kunden</b>	<b>3</b>
<b>Aktualisierung der Dokumentation</b>	<b>4</b>
<b>Wichtiger Hinweis zu diesem Handbuch</b>	<b>5</b>
<b>Teilelisten</b>	<b>6</b>
<b>Schnelleinstieg</b>	<b>7</b>
<b>Hinweise zur Ergonomie</b>	<b>8</b>
<b>Kamerateile</b>	<b>9</b>
<b>Teile der Fernbedienung</b>	<b>10</b>
<b>Konfigurieren der Fernbedienung für den Wireless-Modus</b>	<b>11</b>
<b>Bildschirmelemente</b>	<b>12</b>
<b>Anschließen externer Geräte</b>	<b>13</b>
<b>Verbinden von Bluetooth-Geräten</b>	<b>14</b>
<b>Umgang mit der Kamera</b>	<b>15</b>



<b>Arbeiten mit Ansichten und Bildern</b>	<b>16</b>
<b>Arbeiten mit der Fusionsfunktion</b>	<b>17</b>
<b>Arbeiten mit Messwerkzeugen</b>	<b>18</b>
<b>Abrufen von Daten externer Extech-Messgeräte</b>	<b>19</b>
<b>Arbeiten mit Alarmsignalen</b>	<b>20</b>
<b>Kommentieren von Bildern</b>	<b>21</b>
<b>Programmieren der Kamera</b>	<b>22</b>
<b>Aufnahme von Videos</b>	<b>23</b>
<b>Ändern von Einstellungen</b>	<b>24</b>
<b>Reinigen der Kamera</b>	<b>25</b>
<b>Technische Daten</b>	<b>26</b>
<b>Ermitteln der IP-Adresse einer Kamera, die über ein FireWire-Kabel verbunden ist</b>	<b>27</b>
<b>Mehrdimensionale Abbildungen</b>	<b>28</b>
<b>Anwendungsbeispiele</b>	<b>29</b>
<b>Einführung in die Gebäudethermografie</b>	<b>30</b>



**Einführung in die thermografische Untersuchung  
elektrischer Anlagen**

**31**

**Informationen zu FLIR Systems**

**32**

**Glossar**

**33**

**Thermografische Messtechniken**

**34**

**Geschichte der Infrarot-Technologie**

**35**

**Theorie der Thermografie**

**36**

**Die Messformel**

**37**

**Emissionstabellen**

**38**





---

# *Benutzerhandbuch*



---

## 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 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 Schiedsgerichtsinstinutis der Handelskammer Stockholm entschieden. Gerichtsstandort ist Stockholm. Das Schiedsverfahren wird in englischer Sprache durchgeführt.

## 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.
- Bei einem Versand der Kamera an Kunden außerhalb der USA werden diese Objektivs je nach den geltenden Lizenz- und Exportbestimmungen möglicherweise fest montiert geliefert. Austauschbare Objektivs unterliegen den gesetzlichen Bestimmungen des Außenministeriums der Vereinigten Staaten (US Department of State).

## Urheberrecht

© 2010, 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 auf 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.

## 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.

## 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; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1263438; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 1678485; 1732314; 200530018812.0; 200830143636.7; 2106017; 235308; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 518836; 60004227.8; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; DI6702302-9; DI6703574-4; DM/057692; DM/061609; ZL00809178.1; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200530120994.2; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200830128581.2

---

## 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/>.

---

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Sicherheitshinweise</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Hinweise für Benutzer</b> .....	5
<b>3</b>	<b>Hilfe für Kunden</b> .....	7
<b>4</b>	<b>Aktualisierung der Dokumentation</b> .....	9
<b>5</b>	<b>Wichtiger Hinweis zu diesem Handbuch</b> .....	11
<b>6</b>	<b>Teilleisten</b> .....	13
6.1	Inhalt des Transportkoffers .....	13
6.2	Zubehörliste .....	14
<b>7</b>	<b>Schnelleinstieg</b> .....	15
7.1	Erkennen einer Temperatur .....	15
<b>8</b>	<b>Hinweise zur Ergonomie</b> .....	17
<b>9</b>	<b>Kamerateile</b> .....	19
9.1	Ansicht von links .....	19
9.2	Ansicht von rechts .....	21
9.3	Rückansicht .....	24
9.4	LED-Akkuanzeige .....	26
9.5	LED-Netzanzeige .....	27
9.6	Laserpointer .....	28
<b>10</b>	<b>Teile der Fernbedienung</b> .....	31
10.1	Ansicht von rechts .....	31
10.2	Rückansicht .....	33
10.3	Akkuanzeige .....	35
<b>11</b>	<b>Konfigurieren der Fernbedienung für den Wireless-Modus</b> .....	37
<b>12</b>	<b>Bildschirmelemente</b> .....	39
12.1	Modusauswahl .....	39
12.2	Ergebnistabelle und Messwerkzeuge .....	40
12.3	Werkzeugfenster, Anzeigen und andere Objekte .....	41
12.4	Bildschirmelemente in Infrarotbildern .....	42
12.5	Bildschirmelemente der Fernbedienung .....	43
<b>13</b>	<b>Anschließen externer Geräte</b> .....	45
13.1	Anschließen von Geräten an die rückseitigen Anschlüsse .....	46
13.2	Anschließen von Geräten an den Anschluss auf der Vorderseite .....	49
13.3	Einsetzen von SD-Speicherkarten .....	50
<b>14</b>	<b>Verbinden von Bluetooth-Geräten</b> .....	53
<b>15</b>	<b>Umgang mit der Kamera</b> .....	55
15.1	Laden des Kamera-Akkus .....	55
15.1.1	Laden des Akkus über das Stromversorgungskabel .....	55
15.1.2	Laden der Batterie über das externe Ladegerät .....	56

15.2	Laden des Fernbedienungs-Akkus .....	57
15.2.1	Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku in der Fernbedienung zu laden .....	58
15.2.2	Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku außerhalb der Fernbedienung zu laden .....	59
15.3	Einlegen und Entfernen des Kamera-Akkus .....	60
15.3.1	Einsetzen des Akkus .....	60
15.3.2	Entfernen des Akkus .....	61
15.4	Einlegen und Entfernen des Fernbedienungs-Akkus .....	62
15.4.1	Einlegen des Fernbedienungs-Akkus .....	62
15.4.2	Entfernen des Fernbedienungs-Akkus .....	64
15.5	Einschalten der Kamera .....	66
15.6	Ausschalten der Kamera .....	66
15.7	Einstellen des Energiesparmodus .....	66
15.8	Einstellen des Sucherokulars .....	67
15.9	Einstellen des Betrachtungswinkels des Suchers .....	68
15.10	Einstellen der Dioptrien-Korrektur am Sucher .....	69
15.11	Einstellen des Kamerahandgriffs .....	70
15.12	Öffnen des Displays .....	71
15.13	Einstellen des Betrachtungswinkels für das Display .....	72
15.14	Einsetzen eines Infrarotobjektivs .....	73
15.15	Entfernen eines Infrarotobjektivs .....	74
15.16	Manuelles Scharfstellen der Infrarotkamera .....	75
15.17	Einstellen des Fokus der Infrarotkamera .....	76
15.18	Scharfstellen der Infrarotkamera mit Autofokus .....	77
15.19	Scharfstellen der Digitalkamera mit Autofokus .....	78
15.20	Bedienung des Laserpointers .....	79
<b>16</b>	<b>Arbeiten mit Ansichten und Bildern .....</b>	<b>81</b>
16.1	Bildvorschau .....	81
16.2	Speichern von Bildern .....	82
16.3	Öffnen von Bildern .....	83
16.4	Verwenden der Zoom-Funktion .....	84
16.5	Verwenden der Panorama-Funktion .....	85
16.6	Verwenden der Schwenkfunktion .....	87
16.7	Anpassen von Bildern .....	88
16.8	Ändern von maximalem und minimalem Skalenwert .....	91
16.9	Ausblenden von überlagernden Grafiken .....	92
16.10	Ändern der Palette .....	93
16.11	Zuordnen von Bildern .....	94
16.12	Festlegen und Wechseln von Referenzbildern .....	95
16.13	Hinweis zur Verzeichnisstruktur .....	97
16.14	Festlegen des Arbeitsverzeichnisses .....	98
16.15	Erstellen neuer Arbeitsverzeichnisse .....	99
16.16	Löschen von Arbeitsverzeichnissen .....	100
16.17	Löschen von Bildern .....	101
16.18	Löschen aller Bilder .....	102
<b>17</b>	<b>Arbeiten mit der Fusionsfunktion .....</b>	<b>103</b>
<b>18</b>	<b>Arbeiten mit Messwerkzeugen .....</b>	<b>107</b>
18.1	Erstellen und Konfigurieren von Messpunkten .....	107
18.2	Erstellen und Konfigurieren von Rechtecken oder Kreisen .....	109
18.3	Erstellen und Konfigurieren von Isothermen .....	111

18.4	Erstellen und Konfigurieren von Linien .....	113
18.5	Erstellen und Konfigurieren von Differenzberechnungen .....	115
18.6	Ändern von Objektparametern .....	117
<b>19</b>	<b>Abrufen von Daten externer Extech-Messgeräte .....</b>	<b>119</b>
19.1	Typische Verfahrensweise für Feuchtigkeitsmessung und Dokumentation .....	121
<b>20</b>	<b>Arbeiten mit Alarmsignalen .....</b>	<b>123</b>
20.1	Allgemeine Alarme .....	123
20.2	Gebäudealarme .....	125
<b>21</b>	<b>Kommentieren von Bildern .....</b>	<b>127</b>
21.1	Aufnehmen von Digitalbildern .....	128
21.2	Erstellen von Sprachkommentaren .....	129
21.3	Erstellen von Textkommentaren .....	131
21.4	Hinzufügen von Bildbeschreibungen .....	134
<b>22</b>	<b>Programmieren der Kamera .....</b>	<b>137</b>
<b>23</b>	<b>Aufnahme von Videos .....</b>	<b>139</b>
23.1	Aufzeichnen von nicht radiometrischen Videos .....	139
23.2	Aufzeichnen von radiometrischen Infrarotsequenzdateien .....	141
<b>24</b>	<b>Ändern von Einstellungen .....</b>	<b>143</b>
24.1	Ändern der Infraroteinstellungen .....	143
24.1.1	Ändern des Temperaturbereichs .....	143
24.1.2	Ändern der Bildbearbeitungsfilter .....	144
24.2	Ändern der Einstellungen für das Kameraverhalten .....	145
24.2.1	Ändern der Anzahl der Messwerkzeuge .....	145
24.2.2	Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung .....	146
24.2.3	Programmieren benutzerdefinierter Tasten .....	148
24.3	Ändern der Hardware-Einstellungen .....	149
24.3.1	Ändern der Einstellungen für USB-Modus .....	149
24.3.2	Ändern von WLAN-Einstellungen .....	150
24.3.3	Ändern der Einstellungen für den Laser .....	151
24.3.4	Aktivieren oder Deaktivieren von GPS .....	152
24.3.5	Ändern der Einstellungen für die Energieverwaltung .....	153
24.3.6	Ändern der Einstellungen für das LCD-Display .....	154
24.3.7	Ändern der Einstellungen für Videos .....	155
24.4	Ändern der allgemeinen Einstellungen .....	156
24.4.1	Ändern der Anzeigeeinstellungen .....	156
24.4.2	Ändern der Menüeinstellungen .....	157
24.4.3	Ändern der regionalen Einstellungen .....	158
24.4.4	Ändern von Datum, Uhrzeit und Zeitzone .....	159
24.4.5	Arbeiten mit Benutzerprofilen .....	160
<b>25</b>	<b>Reinigen der Kamera .....</b>	<b>163</b>
25.1	Kameragehäuse, Kabel und weitere Teile .....	163
25.2	Infrarotobjektiv .....	164
25.3	Infrarotdetektor .....	165
<b>26</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>167</b>
26.1	Zusätzliche Daten .....	168
<b>27</b>	<b>Ermitteln der IP-Adresse einer Kamera, die über ein FireWire-Kabel verbunden ist .....</b>	<b>171</b>

<b>28</b>	<b>Mehrdimensionale Abbildungen</b> .....	173
28.1	Kamera .....	173
28.1.1	Kameraabmessungen – Frontansicht (ohne Objektiv) .....	173
28.1.2	Kameraabmessungen – Seitenansicht (ohne Objektiv) .....	174
28.1.3	Kameraabmessungen, Seitenansicht (mit 45°/19-mm-Objektiv) .....	175
28.1.4	Kameraabmessungen, Seitenansicht (mit 24°/40-mm-Objektiv) .....	176
28.1.5	Kameraabmessungen, Seitenansicht (mit 12°/76-mm-Objektiv) .....	177
28.1.6	Kameraabmessungen – Seitenansicht (mit Objektiv für Nahaufnahmen (Teilenummer: 1196683) auf 40-mm-Objektiv) .....	178
28.1.7	Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung (mit 45°/19-mm-Objektiv) .....	179
28.1.8	Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung (mit 24°/40-mm-Objektiv) .....	180
28.1.9	Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung (mit 12°/76-mm-Objektiv) .....	181
28.1.10	Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung, mit Objektiv für Nahaufnahmen (Teilenummer: 1196683) auf einem 24°/40-mm-Objektiv .....	182
28.1.11	Kameraabmessungen – Abstand von Stativbefestigung bis Mitte der Optik .....	183
28.2	Kamera-Akku .....	184
28.3	Externes Ladegerät für Kamera-Akku .....	185
28.3.1	Externes Akkuladegerät ohne Akku .....	185
28.3.2	Externes Akkuladegerät mit Akku .....	187
28.4	Fernbedienung .....	188
28.4.1	Abmessungen der Fernbedienung – Frontansicht .....	188
28.4.2	Abmessungen der Fernbedienung – Seitenansicht .....	189
28.4.3	Abmessungen der Fernbedienung – Draufsicht .....	190
28.5	Akku für Fernbedienung .....	191
<b>29</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b> .....	193
29.1	Feuchtigkeit und Wasserschäden .....	193
29.2	Defekter Steckdosenkontakt .....	194
29.3	Oxidierter Steckdose .....	195
29.4	Wärmedämmungsmängel .....	196
29.5	Luftzug .....	197
<b>30</b>	<b>Einführung in die Gebäudethermografie</b> .....	199
30.1	Haftungsausschluss .....	199
30.1.1	Urheberrechtliche Hinweise .....	199
30.1.2	Schulung und Zertifizierung .....	199
30.1.3	Nationale oder regionale Bauordnungen .....	199
30.2	Wichtiger Hinweis .....	199
30.3	Typische Einsatzszenarien .....	200
30.3.1	Richtlinien .....	200
30.3.1.1	Allgemeine Richtlinien .....	200
30.3.1.2	Richtlinien für den Nachweis von Feuchtigkeit, Schimmel und Wasserschäden .....	200
30.3.1.3	Richtlinien für den Nachweis von Luftinfiltration und Wärmedämmungsmängeln .....	201
30.3.2	Informationen zum Feuchtigkeitsnachweis .....	202
30.3.3	Feuchtigkeitsnachweis (1): Industrieflächdächer .....	202
30.3.3.1	Allgemeine Informationen .....	202
30.3.3.2	Sicherheitsvorkehrungen .....	203
30.3.3.3	Kommentierte Gebäudestrukturen .....	204



30.3.3.4	Kommentierte Infrarotbilder .....	205
30.3.4	Feuchtigkeitsnachweis (2): Fassaden von Industrie- und Wohngebäuden .....	207
30.3.4.1	Allgemeine Informationen .....	207
30.3.4.2	Kommentierte Gebäudestrukturen .....	207
30.3.4.3	Kommentierte Infrarotbilder .....	209
30.3.5	Feuchtigkeitsnachweis (3): Gebäudedefreiflächen und Balkone .....	210
30.3.5.1	Allgemeine Informationen .....	210
30.3.5.2	Kommentierte Gebäudestrukturen .....	211
30.3.5.3	Kommentierte Infrarotbilder .....	213
30.3.6	Feuchtigkeitsnachweis (4): Rohrbrüche und Leckagen .....	213
30.3.6.1	Allgemeine Informationen .....	213
30.3.6.2	Kommentierte Infrarotbilder .....	214
30.3.7	Luftinfiltration .....	216
30.3.7.1	Allgemeine Informationen .....	216
30.3.7.2	Kommentierte Gebäudestrukturen .....	216
30.3.7.3	Kommentierte Infrarotbilder .....	218
30.3.8	Wärmedämmungsmängel .....	219
30.3.8.1	Allgemeine Informationen .....	219
30.3.8.2	Kommentierte Gebäudestrukturen .....	219
30.3.8.3	Kommentierte Infrarotbilder .....	221
30.4	Theorie des Bauingenieurwesens .....	223
30.4.1	Allgemeine Informationen .....	223
30.4.2	Vorteile von Untersuchungen und Prüfungen .....	224
30.4.3	Ursachen für Störungen bei der Thermografie .....	226
30.4.4	Oberflächentemperatur und Lufteinbrüche .....	227
30.4.4.1	Druckverhältnisse in Gebäuden .....	228
30.4.5	Messbedingungen und Zeitpunkt für Messungen .....	233
30.4.6	Auswertung von Infrarotbildern .....	233
30.4.7	Feuchtigkeit und Taupunkt .....	235
30.4.7.1	Relative und absolute Feuchtigkeit .....	235
30.4.7.2	Definition des Taupunkts .....	235
30.4.8	Auszug aus technischem Hinweis 'Bewertung von Wärmebrücken und durchgehender Wärmedämmung' (Beispiel für Großbritannien) .....	236
30.4.8.1	Impressum .....	236
30.4.8.2	Einleitung .....	236
30.4.8.3	Hintergrundinformationen .....	236
30.4.8.4	Quantitative Bewertung thermischer Auffälligkeiten .....	237
30.4.8.5	Bedingungen und Ausrüstung .....	241
30.4.8.6	Untersuchung und Analyse .....	242
30.4.8.7	Berichterstellung .....	244
<b>31</b>	<b>Einführung in die thermografische Untersuchung elektrischer Anlagen .....</b>	<b>247</b>
31.1	Wichtiger Hinweis .....	247
31.2	Allgemeine Informationen .....	247
31.2.1	Einleitung .....	247
31.2.2	Allgemeine Anlagendaten .....	248
31.2.3	Untersuchung .....	249
31.2.4	Klassifizierung und Berichterstellung .....	250
31.2.5	Priorität .....	250
31.2.6	Behebung .....	251
31.2.7	Überprüfung .....	251
31.3	Messverfahren für thermografische Untersuchungen an elektrischen Anlagen .....	253
31.3.1	Richtiges Vorbereiten der Ausrüstung .....	253

31.3.2	Temperaturmessungen .....	253
31.3.3	Vergleichsmessung .....	255
31.3.4	Normale Betriebstemperatur .....	256
31.3.5	Klassifizierung von Schwachstellen .....	258
31.4	Berichterstellung .....	259
31.5	Verschiedene Typen von Hotspots in elektrischen Anlagen .....	261
31.5.1	Reflexionen .....	261
31.5.2	Erwärmung durch Sonneneinstrahlung .....	261
31.5.3	Induktive Erwärmung .....	262
31.5.4	Lastunterschiede .....	262
31.5.5	Unterschiedliche Kühlungsbedingungen .....	263
31.5.6	Beständigkeitsunterschiede .....	264
31.5.7	Überhitzung eines Bereichs auf Grund einer Schwachstelle in einem anderen Bereich .....	264
31.6	Störfaktoren bei der thermografischen Untersuchung an elektrischen Anlagen .....	266
31.6.1	Wind .....	266
31.6.2	Regen und Schnee .....	267
31.6.3	Abstand zum Objekt .....	267
31.6.4	Objektgröße .....	268
31.7	Praktische Hinweise für den Thermografen .....	270
31.7.1	Von der Kälte in die Wärme .....	270
31.7.2	Regenschauer .....	270
31.7.3	Emissionsgrad .....	270
31.7.4	Reflektierte scheinbare Temperatur .....	271
31.7.5	Objekt ist zu weit entfernt .....	271
<b>32</b>	<b>Informationen zu FLIR Systems .....</b>	<b>273</b>
32.1	Mehr als nur eine Infrarotkamera .....	274
32.2	Weitere Informationen .....	275
32.3	Support für Kunden .....	275
32.4	Bilder .....	275
<b>33</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>277</b>
<b>34</b>	<b>Thermografische Messtechniken .....</b>	<b>281</b>
34.1	Einleitung .....	281
34.2	Emissionsgrad .....	281
34.2.1	Ermitteln des Emissionsgrades eines Objekts .....	282
34.2.1.1	Schritt 1: Bestimmen der reflektierten Strahlungstemperatur .....	282
34.2.1.2	Schritt 2: Ermitteln des Emissionsgrades .....	284
34.3	Reflektierte scheinbare Temperatur .....	285
34.4	Abstand .....	285
34.5	Relative Luftfeuchtigkeit .....	285
34.6	Weitere Parameter .....	285
<b>35</b>	<b>Geschichte der Infrarot-Technologie .....</b>	<b>287</b>
<b>36</b>	<b>Theorie der Thermografie .....</b>	<b>293</b>
36.1	Einleitung .....	293
36.2	Das elektromagnetische Spektrum .....	293
36.3	Strahlung des schwarzen Körpers .....	294
36.3.1	Plancksches Gesetz .....	295
36.3.2	Wiensches Verschiebungsgesetz .....	297
36.3.3	Stefan-Boltzmann-Gesetz .....	298

---

36.3.4	Nicht-schwarze Körper als Strahlungsquellen .....	299
36.4	Halb-transparente Infrarotmaterialien .....	302
<b>37</b>	<b>Die Messformel</b> .....	<b>303</b>
<b>38</b>	<b>Emissionstabellen</b> .....	<b>309</b>
38.1	Referenzen .....	309
38.2	Wichtiger Hinweis zu den Emissionsgradtabellen .....	309
38.3	Tabellen .....	310



**WARNUNG**

- 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-Regeln (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 einem Wohngebiet kann durchaus Interferenzen verursachen; in diesem Fall ist der Benutzer selbst dafür verantwortlich, die erforderlichen Maßnahmen zur Behebung der Interferenz zu ergreifen.
- (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.

**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 Anormalitäten 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  $\pm 0$  °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 mittels 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.
-

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



**Typografische Konventionen**

In diesem Handbuch gelten die folgenden typografischen Konventionen:

- **Halbfett** wird für Menünamen, Menübefehle sowie Elemente und Schaltflächen in Dialogfeldern verwendet.
- *Kursiv* wird für wichtige Informationen verwendet.
- `Monospace` wird für Codebeispiele verwendet.
- GROSSBUCHSTABEN werden für Tastenbezeichnungen verwendet.

**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/>

**Kalibrierung**

(Diese Anmerkung gilt nur für Kameras mit Messfunktionen.)

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

**Genauigkeit**

(Diese Anmerkung gilt nur für Kameras mit Messfunktionen.)

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

Im Falle von Kameras, bei denen der Detektor mechanisch gekühlt wird, umfasst dieser Zeitraum nicht die Zeit, in der der Detektor heruntergekühlt wird.

**Enstorgung elektronischer Geräte**

10742803.a1



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.

**Schulung**

Informationen zu Schulungen im Bereich Infrarottechnik finden Sie hier:

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

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 3 Hilfe für Kunden

## Allgemein

---

Die Kundenhilfe finden Sie hier:

<http://support.flir.com>

---

## 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 PC (z. B. HDMI Ethernet, USB™ oder FireWire™)
  - Betriebssystem Ihres Computers
  - Version von Microsoft® Office
  - Vollständiger Name, Veröffentlichungs- und Revisionsnummer des Handbuchs
- 

## Downloads

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

- Firmware-Updates für Ihre Infrarotkamera
  - Programm-Updates für Ihre PC-Software
  - Benutzerdokumentation
  - Anwendungsberichte
  - Technische Veröffentlichungen
-

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

## Allgemein

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.

---

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 5 Wichtiger Hinweis zu diesem Handbuch

## Allgemein

---

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.

## HINWEIS

---

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

---

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



---

# 6 Teilelisten

## 6.1 *Inhalt des Transportkoffers*

---

### Inhalt

- Akku (2 pro Kamera, 1 eingesetzt, 1 extern)
- Akkuladegerät
- Kalibrierungsnachweis
- CD-ROM mit PC-Software FLIR QuickReport™
- FireWire-Kabel 4/6
- FireWire-Kabel 6/6
- Hartschalenkoffer
- Headset
- Infrarotkamera mit Objektiv
- Objektivkappe (2x)
- Objektivkappe (auf Objektiv angebracht)
- Netzkabel
- Speicherkarte mit Adapter
- USB-Adapter für Speicherkarten
- Netzteil
- Druckversion des Handbuchs "Erste Schritte"
- Schultergurt
- USB-Kabel
- Benutzerdokumentation auf CD-ROM
- Videokabel
- Karte für Garantieverlängerung oder Registrierung

### 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.
  - Einige Artikel sind nur bei bestimmten Kameramodellen enthalten.
-

## 6.2 Zubehörliste

### Allgemein

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

### Zubehör

- 1196209 Akku
- 1196744 Kalibrierung für hohe Temperaturen bis zu + 1.500 °C
- 1196745 Kalibrierung für hohe Temperaturen bis zu + 2.000 °C
- 1910423 USB-Kabel Std. A <-> Mini B, 2 m
- 1910475 USB-Adapter für SD-Speicherkarten
- 1910482 FireWire-Kabel 6/6 (2 m)
- 1910483 FireWire-Kabel 4/6 (2 m)
- 1910484 Videokabel, RCA <-> RCA (2 m)
- 1910489 Headset, 3,5-mm-Stecker
- 1910490 Adapterset für Zigarettenanzünder, 12 V Gleichstrom (1,2 m)
- T125148 Cover Visual Camera MKII
- T197020 FLIR Researcher Professional 2.9
- T197187 Infrarotobjektiv, Fokus = 38 mm, 24° (mit Schutzhülle für FLIR 600-Serie)
- T197188 Infrarotobjektiv, Fokus = 76 mm, 12° (mit Schutzhülle für FLIR 600-Serie)
- T197189 Infrarotobjektiv, Fokus = 19 mm, 45° (mit Schutzhülle für FLIR 600-Serie)
- T197190 Infrarotobjektiv, Fokus = 131 mm, 7° (mit Schutzhülle für FLIR 600-Serie)
- T197230 Fernbedienung
- T197262 Hartschalenkoffer für FLIR B/P/SC640
- T197341 1x Makro-Objektiv (25 µm), mit Schutzhülle
- T197453 FLIR ResearchIR
- T197454 FLIR QuickPlot
- T197563 Akkuladegerät, Netzteil mit Mehrfachsteckern
- T197613 FLIR BuildIR
- T197716 FLIR Reporter 8.5 SP1 Standard
- T197717 FLIR Reporter 8.5 SP1 Professional
- T197717L10 FLIR Reporter 8.5 SP1 Professional mit 10 Lizenzen
- T197717L5 FLIR Reporter 8.5 SP1 Professional mit 5 Lizenzen
- T197778 FLIR BuildIR 2.1
- T910737 Micro-SD-Speicherkarte mit Adaptern
- T910814 Netzteil mit Mehrfachsteckern

### HINWEIS




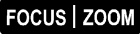

FLIR Systems behält sich das Recht vor, die Herstellung von Modellen, Teilen, Zubehör und anderen Artikeln ohne vorherige Ankündigung einzustellen oder deren Spezifikationen zu ändern.

# 7 Schnelleinstieg

## 7.1 Erkennen einer Temperatur

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Kamera umgehend in Betrieb zu nehmen:

1	Laden Sie vor dem erstmaligen Starten der Kamera den Akku vier Stunden lang auf oder laden Sie die LED-Akkuanzeige, bis sie kontinuierlich grün leuchtet.
2	Setzen Sie den Akku ein.
3	Legen Sie eine SD-Speicherkarte in den mit 'I' gekennzeichneten Kartensteckplatz auf der Kamerarückseite ein.
4	Drücken Sie die  -Taste, um die Kamera einzuschalten.
5	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
6	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick. In der Mitte des Bildschirms wird nun ein Messpunkt angezeigt.
7	Richten Sie die Kamera auf das gewünschte Objekt.
8	Um die Kamera automatisch scharf zu stellen, drücken Sie in die Mitte der  -Taste.
9	Um ein Bild direkt zu speichern, halten Sie die  -Taste länger als eine Sekunde gedrückt.
10	Um ein Bild auf einen Computer zu übertragen, führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Entnehmen Sie die SD-Speicherkarte, und legen Sie sie in ein Kartenlesegerät ein, das an einen Computer angeschlossen ist.</li><li>■ Verbinden Sie die Kamera mit Hilfe eines USB-Mini-B-Kabels mit einem Computer.</li></ul>
11	Verschieben Sie das Bild per Drag und Drop von der Karte oder Kamera auf das jeweils andere Gerät.

### Verwandte Themen

- Abschnitt 15.1.1 – Laden des Akkus über das Stromversorgungskabel auf Seite 55.
- Abschnitt 15.1.2 – Laden der Batterie über das externe Ladegerät auf Seite 56.
- Abschnitt 15.3.1 – Einsetzen des Akkus auf Seite 60.
- Abschnitt 13.3 – Einsetzen von SD-Speicherkarten auf Seite 50.
- Abschnitt 15.5 – Einschalten der Kamera auf Seite 66.

- Abschnitt 18.1 – Erstellen und Konfigurieren von Messpunkten auf Seite 107.
  - Abschnitt 16.2 – Speichern von Bildern auf Seite 82.
-

# 8 Hinweise zur Ergonomie

## 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

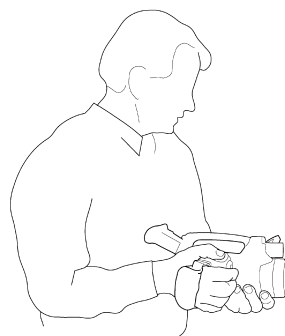
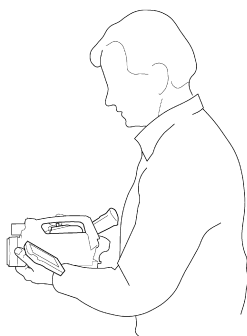
Wichtiger Hinweis:

- Passen Sie den Sucher stets an Ihre Arbeitsposition an.
- Passen Sie stets den Betrachtungswinkel für das Display an Ihre Arbeitsposition an.
- Passen Sie stets den Neigungswinkel des Kameragriffs an Ihre Arbeitsposition an.
- Halten Sie die Kamera zusätzlich mit der linken Hand, um die rechte Hand zu entlasten.

## Abbildung

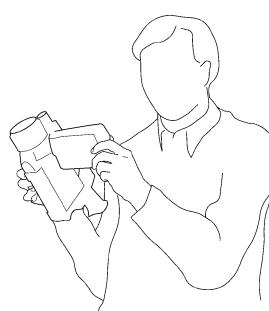
10753903.a1

10754003.a1

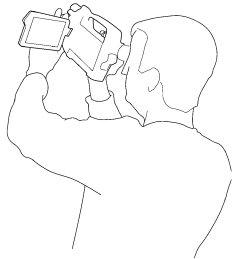


10754103.a1

10754203.a1



10754303.a1



10754403.a1



**Verwandte  
Themen**

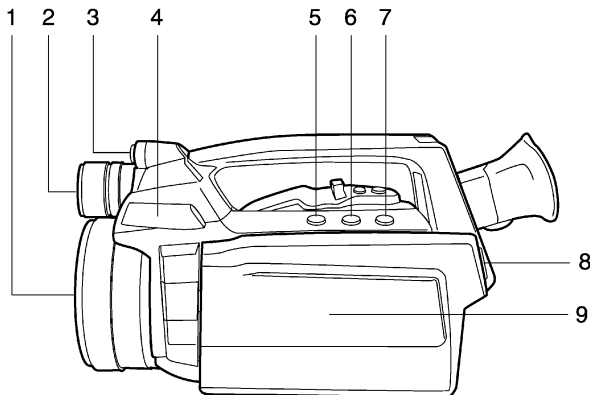
- 
- Abschnitt 15.9 – Einstellen des Betrachtungswinkels des Suchers auf Seite 68.
  - Abschnitt 15.11 – Einstellen des Kamerahandgriffs auf Seite 70.
  - Abschnitt 15.13 – Einstellen des Betrachtungswinkels für das Display auf Seite 72.
-

# 9 Kamerateile

## 9.1 Ansicht von links

Abbildung

10727903.a1



Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

1	Infrarotobjektiv Weitere Informationen finden Sie in folgenden Abschnitten: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Abschnitt 15.14 – Einsetzen eines Infrarotobjektivs auf Seite 73.</li><li>■ Abschnitt 15.15 – Entfernen eines Infrarotobjektivs auf Seite 74.</li></ul>
2	Digitalkamera
3	Laserpointer Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 9.6 – Laserpointer auf Seite 28.
4	Lampe für Digitalkamera
5	Lasertaste <i>Die Lasertaste hat folgende Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Um den Laserpointer einzuschalten, halten Sie die Lasertaste gedrückt.</li><li>■ Um den Laserpointer auszuschalten, lassen Sie die Lasertaste los.</li></ul> Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 9.6 – Laserpointer auf Seite 28.

<b>6</b>	<p>Benutzerdefinierte Taste 1</p> <p><i>Die benutzerdefinierte Taste 1 kann für folgende Funktionen konfiguriert werden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zwischen Farben und Graustufen wechseln</li> <li>■ Nächste Bildpalette</li> <li>■ Palette invertieren</li> <li>■ Bild einstellen</li> <li>■ Bild manuell einstellen</li> <li>■ Temperaturbereich ändern</li> <li>■ Zoomfaktor ändern</li> <li>■ Programmmodus</li> <li>■ Sequenzmodus</li> <li>■ Grafiken ein-/ausblenden</li> <li>■ Zwischen LCD-Display und Sucher wechseln</li> <li>■ Umschalten zwischen Level und Span und dem automatischen Nur Level-Modus</li> <li>■ Zwischen linearem, Histogramm- und Detailmodus wechseln</li> <li>■ Wechseln zwischen aktiven Messwerkzeugen</li> <li>■ Fusion ein- und ausschalten</li> <li>■ Lampe ein- und ausschalten</li> <li>■ Zwischen Infrarot- und Digitalkamera wechseln</li> <li>■ Zwischen dem aktuellem Bild und den Referenzbildern umschalten</li> </ul>
<b>7</b>	<p>Benutzerdefinierte Taste 2. Konfigurierbare Funktionen finden Sie oben unter "Benutzerdefinierte Taste 1".</p>
<b>8</b>	<p>Entriegelung für LCD-Display</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.12 – Öffnen des Displays auf Seite 71.</p>
<b>9</b>	<p>LCD-Display</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.12 – Öffnen des Displays auf Seite 71.</p>

**HINWEIS**

Der Laserpointer ist möglicherweise nicht für alle Märkte verfügbar.

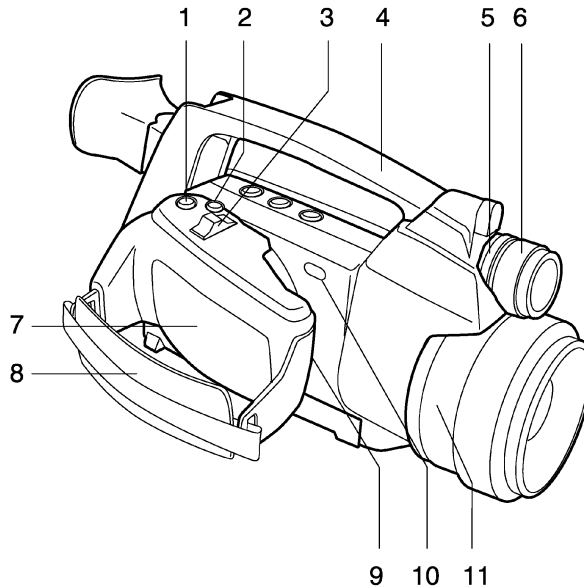


## 9.2

## Ansicht von rechts

Abbildung

10728003.a1



## Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

<b>1</b>	<p>Vorschau/Speichern-Taste</p> <p><i>Die Vorschau/Speichern-Taste hat folgende Funktionen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um ein Bild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Taste, und lassen Sie sie wieder los.</li> <li>■ Um ein Bild zu speichern, halten Sie die Taste länger als eine Sekunde gedrückt.</li> </ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in folgenden Abschnitten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschnitt 16.1 – Bildvorschau auf Seite 81.</li> <li>■ Abschnitt 16.2 – Speichern von Bildern auf Seite 82.</li> </ul>
----------	---

2	<p>Auto/Manuell-Taste</p> <p><i>Die Auto/Manuell-Taste hat folgende Funktionen:</i></p> <p>Für Bilder im Live-Modus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mit einem Tastendruck können Sie zwischen Automatikmodus und manuellem Modus wechseln. Im manuellen Modus können Sie den Joystick und seine zahlreichen Funktionen verwenden.</li> <li>■ Um eine Bildkalibrierung vorzunehmen, halten Sie die Taste gedrückt.</li> </ul> <p>Für Bilder im Vorschau- oder Speicherabrufmodus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mit einem Tastendruck können Sie in den manuellen Modus wechseln. Im manuellen Modus können Sie den Joystick und seine zahlreichen Funktionen verwenden.</li> <li>■ Um eine Bildkalibrierung vorzunehmen, halten Sie die Taste gedrückt.</li> </ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 16.7 – Anpassen von Bildern auf Seite 88.</p>
3	<p>Fokustaste</p> <p><i>Die Fokustaste hat folgende Funktionen:</i></p> <p>Für Bilder im Live-Modus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um den Fokus einzustellen, drücken Sie die Taste nach rechts/links.</li> <li>■ Um die Kamera automatisch scharf zu stellen, drücken Sie in die Mitte der Fokustaste.</li> </ul> <p>Für Bilder im Vorschau- oder Speicherabrufmodus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um den Zoom einzustellen, drücken Sie die Taste nach rechts/links.</li> </ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in folgenden Abschnitten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschnitt 15.17 – Einstellen des Fokus der Infrarotkamera auf Seite 76.</li> <li>■ Abschnitt 15.18 – Scharfstellen der Infrarotkamera mit Autofokus auf Seite 77.</li> <li>■ Abschnitt 16.4 – Verwenden der Zoom-Funktion auf Seite 84.</li> </ul>
4	Griff
5	-
6	-
7	<p>Kamerahandgriff</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.11 – Einstellen des Kamerahandgriffs auf Seite 70.</p>
8	Trageschleufe
9	<p>Headset-Anschluss (nicht abgebildet)</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 13 – Anschließen externer Geräte auf Seite 45.</p>
10	IrDA IR-Schnittstelle

---

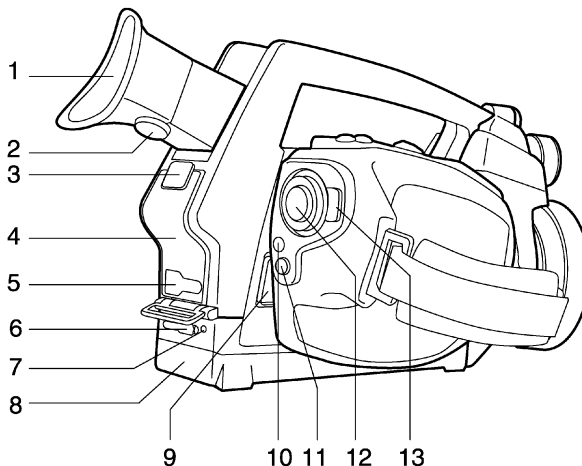
<b>11</b>	<b>Fokusring auf Infrarotobjektiv</b> Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.16 – Manuelles Scharfstellen der Infrarotkamera auf Seite 75.
-----------	---

---

## 9.3 Rückansicht

Abbildung


10728103.a1



Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

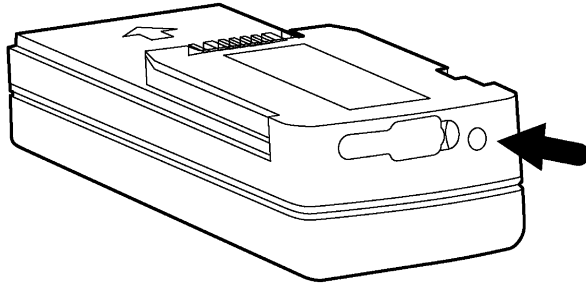
<b>1</b>	<p>Sucher</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.9 – Einstellen des Betrachtungswinkels des Suchers auf Seite 68.</p>
<b>2</b>	<p>Einstellknopf für die Dioptrien-Korrektur am Sucher</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.8 – Einstellen des Sucherokulars auf Seite 67.</p>
<b>3</b>	<p>Entriegelungstaste für die Abdeckung des Anschlussfachs</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 13 – Anschließen externer Geräte auf Seite 45.</p>
<b>4</b>	<p>Abdeckung für das Anschlussfach</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 13 – Anschließen externer Geräte auf Seite 45.</p>
<b>5</b>	<p>Abdeckung für den CVBS-Anschluss (Composite Video)</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 13 – Anschließen externer Geräte auf Seite 45.</p>
<b>6</b>	<p>Abdeckung für den Netzanschluss</p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 13 – Anschließen externer Geräte auf Seite 45.</p>

7	<p><b>LED-Anzeige Akku</b></p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 9.4 – LED-Akkuanzeige auf Seite 26.</p>
8	<p><b>Akku</b></p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.3 – Einlegen und Entfernen des Kamera-Akkus auf Seite 60.</p>
9	<p><b>Entriegelungstaste für den Akku (teilweise unverdeckt)</b></p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 15.3 – Einlegen und Entfernen des Kamera-Akkus auf Seite 60.</p>
10	<p><b>LED-Netzanzeige</b></p> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 9.5 – LED-Netzanzeige auf Seite 27.</p>
11	<p><b>Ein/Aus-Taste</b></p> <p>Die Ein/Aus-Taste hat folgende Funktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wenn die Kamera ausgeschaltet ist, drücken Sie die Taste und lassen sie wieder los, um die Kamera einzuschalten.</li> <li>■ Halten Sie die Taste länger als 2 Sekunden gedrückt, um Ihre Kamera auszuschalten.</li> <li>■ Wenn die Kamera eingeschaltet ist, drücken Sie die Taste und lassen sie wieder los, um in den Energiesparmodus zu wechseln.</li> </ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in folgenden Abschnitten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschnitt 15.5 – Einschalten der Kamera auf Seite 66.</li> <li>■ Abschnitt 15.6 – Ausschalten der Kamera auf Seite 66.</li> <li>■ Abschnitt 15.7 – Einstellen des Energiesparmodus auf Seite 66.</li> </ul>
12	<p><b>Joystick</b></p> <p>Der Joystick hat folgende Funktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bewegen Sie den Joystick nach oben oder unten bzw. nach rechts oder links, um in Menüs und Dialogfeldern zu navigieren.</li> <li>■ Werte können Sie ändern, indem Sie den Joystick nach oben bzw. unten bewegen.</li> <li>■ Um eine Auswahl zu treffen oder diese zu bestätigen, drücken Sie den Joystick.</li> </ul>
13	<p><b>Taste  (Modus)</b></p> <p>Diese Taste hat folgende Funktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drücken Sie diese Taste, um zu der Modalauswahl auf dem Bildschirm zu gelangen.</li> <li>■ Drücken Sie diese Taste, um in Dialogfeldern zu bestätigen oder die Felder zu schließen.</li> </ul>

## 9.4 LED-Akkuanzeige

Abbildung

10728203.a2



Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die LED-Akkuanzeige:

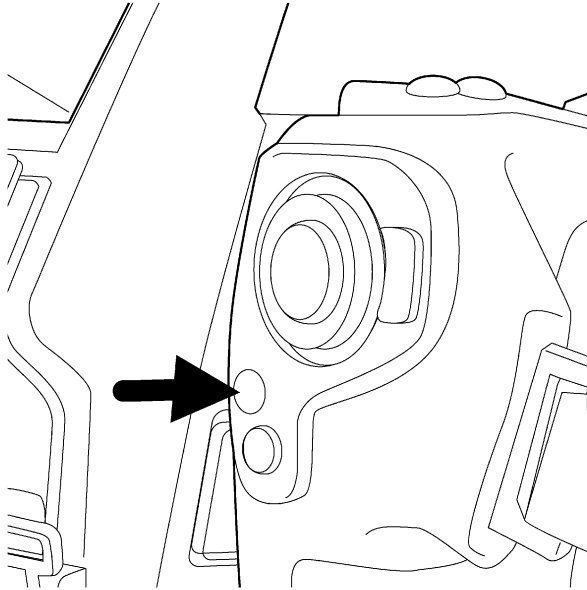
Signaltyp	Erläuterung
Die grüne LED blinkt zwei Mal pro Sekunde.	Der Akku wird gerade geladen.
Die grüne LED leuchtet durchgängig.	Der Akku ist vollständig aufgeladen.
Die grüne LED leuchtet nicht.	Es ist kein Netzteil oder externes Akkuladegerät an den Akku angeschlossen.

## 9.5

## LED-Netzanzeige

Abbildung

10728303.a1



Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die LED-Netzanzeige:

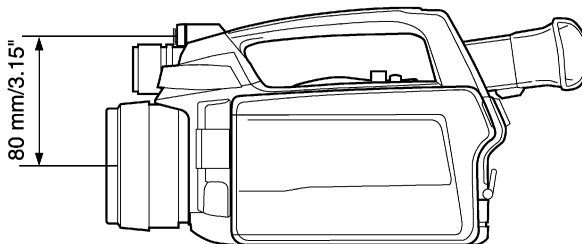
Signaltyp	Erläuterung
Die LED leuchtet nicht.	Die Kamera ist ausgeschaltet.
Die LED leuchtet orange.	Die Kamera befindet sich im Standby-Modus.
Die LED leuchtet grün.	Die Kamera ist eingeschaltet.

## 9.6 Laserpointer

**Allgemein** Die Kamera verfügt über einen Laserpointer. Wenn der Laserpointer eingeschaltet ist, sehen Sie einen Laserpunkt ca. 80 mm über dem Zielobjekt.

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


10728403.a1



**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.

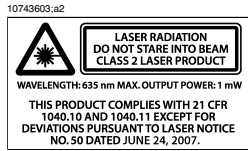
### HINWEIS

- Das Symbol  wird auf dem Bildschirm angezeigt, wenn der Laserpointer eingeschaltet ist.
- Der Laserpointer ist möglicherweise nicht für alle Märkte verfügbar.
- Eine Anzeige auf dem Bildschirm gibt die Position des Laserpunkts an.
- Sobald die Anzeige auf dem Bildschirm angezeigt wird, können Sie die Kamera für verschiedene Aufgaben einsetzen. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.3.3 – Ändern der Einstellungen für den Laser auf Seite 151.



---

**Laserwarnhinweis** An der Kamera ist folgender Laserwarnhinweis angebracht:



---

**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.

---

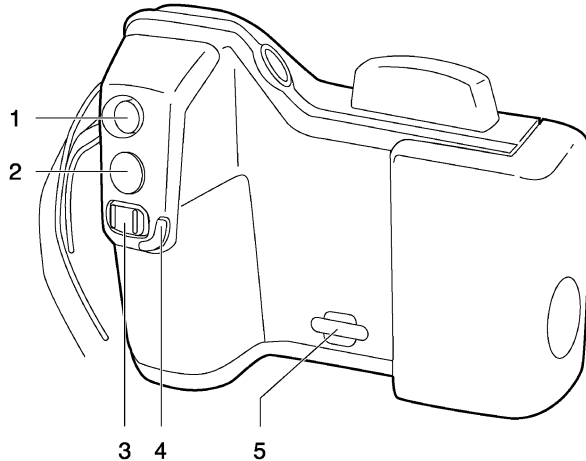
SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

# 10 Teile der Fernbedienung

## 10.1 Ansicht von rechts

Abbildung

T630236.a1



Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

<b>1</b>	<p><b>Auto/Manuell-Taste</b></p> <p><i>Die Auto/Manuell-Taste hat folgende Funktionen:</i></p> <p>Für Bilder im Live-Modus:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Um zwischen Automatikmodus und manuellem Modus zu wechseln, drücken Sie die Taste.</li><li>■ Um eine Bildkalibrierung vorzunehmen, halten Sie die Taste gedrückt.</li></ul> <p>Für Bilder im Vorschau- oder Speicherabrufmodus:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Um das Bild automatisch einzustellen, drücken Sie die Taste.</li></ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 16.7 – Anpassen von Bildern auf Seite 88.</p>
----------	---

<b>2</b>	<p>Vorschau/Speichern-Taste</p> <p><i>Die Vorschau/Speichern-Taste hat folgende Funktionen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um ein Bild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Taste, und lassen Sie sie wieder los.</li> <li>■ Um ein Bild zu speichern, halten Sie die Taste länger als eine Sekunde gedrückt.</li> </ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in folgenden Abschnitten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschnitt 16.1 – Bildvorschau auf Seite 81.</li> <li>■ Abschnitt 16.2 – Speichern von Bildern auf Seite 82.</li> </ul>
<b>3</b>	<p>Fokustaste</p> <p><i>Die Fokustaste hat folgende Funktionen:</i></p> <p>Für Bilder im Live-Modus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um den Fokus einzustellen, drücken Sie die Taste nach rechts/links.</li> <li>■ Um die Kamera mittels Autofokus scharf zu stellen, drücken Sie in die Mitte der Fokustaste, und lassen Sie sie wieder los.</li> </ul> <p>Für Bilder im Vorschau- oder Speicherabrufmodus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um den Zoom einzustellen, drücken Sie die Taste nach rechts/links.</li> </ul> <p>Weitere Informationen finden Sie in folgenden Abschnitten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschnitt 15.17 – Einstellen des Fokus der Infrarotkamera auf Seite 76.</li> <li>■ Abschnitt 15.18 – Scharfstellen der Infrarotkamera mit Autofokus auf Seite 77.</li> <li>■ Abschnitt 16.4 – Verwenden der Zoom-Funktion auf Seite 84.</li> </ul>
<b>4</b>	Schutzkante für Fokustaste
<b>5</b>	Befestigungspunkt für Tragegurt

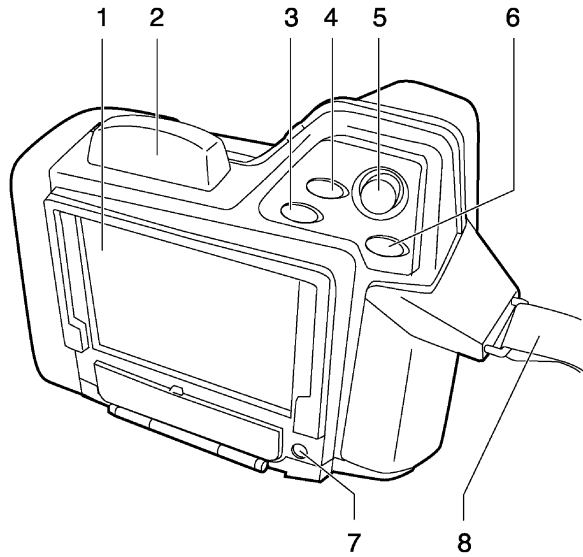
HINWEIS

- Wenn Übertragungs- oder Empfangsstörungen auftreten, können Sie die WLAN-Einstellungen in der Kamera ändern. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.3.2 – Ändern von WLAN-Einstellungen auf Seite 150.
- Die Fernbedienung hat eine deutlich geringere Frame-Rate als die Kamera. Dennoch werden die Bilder mit der gleichen Qualität gespeichert, als wenn Sie mit der Kamera gespeichert worden wären.
- Wenn Sie die Fernbedienung verwenden, können Sie lediglich auf einen Teil der Funktionen der Kamera zugreifen. Sie müssen die Kamera verwenden, wenn Sie auf Funktionen zugreifen möchten, die nicht von der Fernbedienung unterstützt werden.

## 10.2 Rückansicht

Abbildung

T630237.a1



Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

1	LCD
2	WLAN-Antenne

<p><b>3</b></p>	<p><b>Benutzerdefinierte Taste 2</b></p> <p><i>Die benutzerdefinierte Taste 2 kann für folgende Funktionen konfiguriert werden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zwischen Farben und Graustufen wechseln</li> <li>■ Nächste Bildpalette</li> <li>■ Palette invertieren</li> <li>■ Bild einstellen</li> <li>■ Bild manuell einstellen</li> <li>■ Temperaturbereich ändern</li> <li>■ Zoomfaktor ändern</li> <li>■ Programmmodus</li> <li>■ Sequenzmodus</li> <li>■ Grafiken ein-/ausblenden</li> <li>■ Zwischen LCD-Display und Sucher wechseln</li> <li>■ Umschalten zwischen Level und Span und dem automatischen Nur Level-Modus</li> <li>■ Zwischen linearem, Histogramm- und Detailmodus wechseln</li> <li>■ Wechseln zwischen aktiven Messwerkzeugen</li> <li>■ Fusion ein- und ausschalten</li> <li>■ Lampe ein- und ausschalten</li> <li>■ Zwischen Infrarot- und Digitalkamera wechseln</li> <li>■ Zwischen dem aktuellem Bild und den Referenzbildern umschalten</li> </ul>
<p><b>4</b></p>	<p><b>Benutzerdefinierte Taste 1</b></p> <p>Konfigurierbare Funktionen finden Sie oben unter "Benutzerdefinierte Taste 2".</p>
<p><b>5</b></p>	<p>Joystick</p>
<p><b>6</b></p>	<p>Zurück-Taste</p>
<p><b>7</b></p>	<p><b>Ein/Aus-Taste.</b></p> <p>Die Ein/Aus-Taste hat folgende Funktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drücken Sie die Ein/Aus-Taste, um die Fernbedienung einzuschalten.</li> <li>■ Um die Fernbedienung auszuschalten, halten Sie die Ein/Aus-Taste länger als 0,2 Sekunden gedrückt.</li> </ul> <p>Die Ein/Aus-Taste dient auch als Netzanzeige, sodass Sie sehen können, ob die Fernbedienung eingeschaltet ist.</p>
<p><b>8</b></p>	<p>Trageschleufe</p>

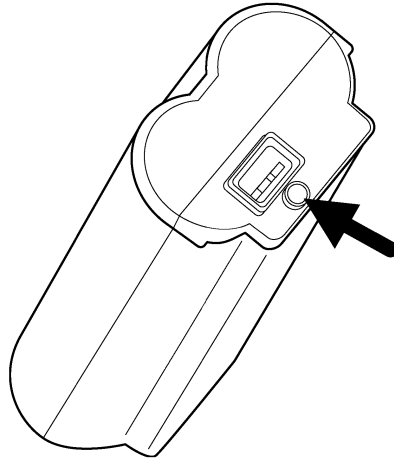
## 10.3

**Akkuanzeige****Allgemein**

Der Akku der Fernbedienung verfügt über eine Akkuanzeige.

**Abbildung**

10715703.a3

**Erläuterung**

Die folgende Tabelle enthält Informationen zur Akkuanzeige:

Signal	Erläuterung
Das grüne Licht blinkt.	Der Akku wird über das Netzteil geladen.
Das grüne Licht leuchtet stetig.	Der Akku ist vollständig aufgeladen.
Das grüne Licht ist aus.	Die Fernbedienung wird über Akku (nicht über das Netzteil) betrieben.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



---

# 11 Konfigurieren der Fernbedienung für den Wireless-Modus

---

## Allgemein

Bevor Sie die Fernbedienung im Wireless-Modus verwenden können, müssen Sie sie konfigurieren.

---

## Vorgehensweise

Um die Fernbedienung zu konfigurieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1	Schalten Sie die Kamera und die Fernbedienung ein.
2	Legen Sie eine WLAN-Karte in den Steckplatz I der Kamera ein.
3	Schließen Sie die Fernbedienung mit einem USB-Kabel an die Kamera an. Verwenden Sie hierfür den USB-A-Anschluss (groß) der Fernbedienung und den USB-Mini-B-Anschluss (klein) der Kamera.
4	Warten Sie ab, bis die erfolgreiche Konfiguration mit einer Meldung bestätigt wird. Wenn keine Bestätigungsmeldung angezeigt wird, ziehen Sie das USB-Kabel ab, entnehmen Sie die WLAN-Karte, und wiederholen Sie die obigen Schritte 1 und 2.
5	Entfernen Sie das USB-Kabel.

---

## HINWEIS


- Sie müssen die Fernbedienung für jede neue Kamera separat konfigurieren.
  - Die Fernbedienung soll nicht bei Temperaturen unter  $\pm 0$  °C verwendet werden. Wenn Sie die Fernbedienung bei niedrigeren Temperaturen verwenden, kann dies das WLAN-Videostreaming stören.
  - Der Betriebsbereich des WLANs beträgt ungefähr 15 m.
  - Wenn Übertragungs- oder Empfangsstörungen auftreten, können Sie die WLAN-Einstellungen in der Kamera ändern. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.3.2 – Ändern von WLAN-Einstellungen auf Seite 150.
  - Die Fernbedienung hat eine deutlich geringere Frame-Rate als die Kamera. Dennoch werden die Bilder mit der gleichen Qualität gespeichert, als wenn Sie mit der Kamera gespeichert worden wären.
  - Wenn Sie die Fernbedienung verwenden, können Sie lediglich auf einen Teil der Funktionen der Kamera zugreifen. Sie müssen die Kamera verwenden, wenn Sie auf Funktionen zugreifen möchten, die nicht von der Fernbedienung unterstützt werden.
-

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

# 12 Bildschirmelemente

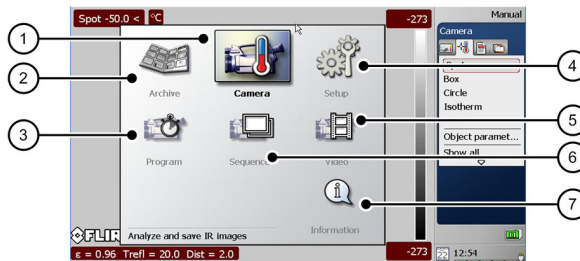
## 12.1 Modusauswahl

### HINWEIS

Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.

### Abbildung

10732603\_a3



### Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:


1	Kamera-Modus: Infrarotbilder analysieren und speichern
2	Archiv-Modus: Gespeicherte Bilder und Videosequenzen anzeigen
3	Programm-Modus: Bilder automatisch speichern
4	Setup-Modus: Kamera einrichten
5	Video-Modus: Nicht radiometrische Videos aufzeichnen
6	Sequenz-Modus: Radiometrische Infrarotsequenzen aufzeichnen
7	Informationen-Modus: Kamerainformationen.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

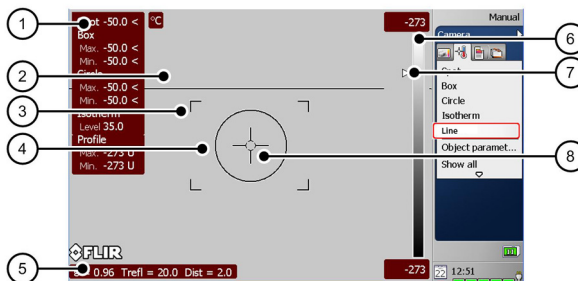
## 12.2 Ergebnistabelle und Messwerkzeuge

**HINWEIS**

Drücken Sie die -Taste, um auf die Messwerkzeuge zuzugreifen.

**Abbildung**

10739803.a3



**Erläuterung**

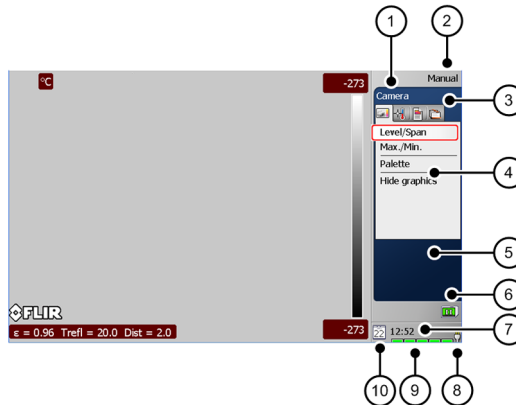
Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

1	Ergebnistabelle
2	Linie (Messwerkzeug)
3	Rechteck (Messwerkzeug)
4	Kreis (Messwerkzeug)
5	Statuszeile
6	Temperaturskala
7	Isotherme (Messwerkzeug)
8	Messpunkt (Messwerkzeug)

## 12.3 Werkzeugfenster, Anzeigen und andere Objekte

Abbildung

10738903.a2



### Erläuterung







Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

1	Modusanzeige
2	Bildmodusanzeige
3	Registerkarten des Werkzeugfensters
4	Werkzeugfenster
5	Feld für allgemeine Informationen
6	SD-Speicherkartenanzeige ('I' oder 'II'). Die Anzeige zeigt außerdem den verfügbaren Speicherplatz auf der SD-Speicherkarte an. Wenn der verfügbare Speicherplatz abnimmt, wird die Anzeige als Warnung für den Benutzer gelb und anschließend rot.
7	Systemzeit
8	Netzanzeige (Akku oder Netzanschluss)
9	Akkukapazitätsanzeige
10	Systemdatum

## 12.4 Bildelemente in Infrarotbildern

### Erläuterung





Diese Tabelle enthält Informationen zu den Bildelementen in Infrarotbildern (nur im Archivmodus):

	Bildbeschreibung
	Textkommentar
	Fusion
	Sprachkommentar
	Panorama
	Bildlink (zeigt verknüpfte Panoramabilder an)

## 12.5 *Bildschirmelemente der Fernbedienung*

**Allgemein** Auf der LCD-Fernbedienung befindet sich eine Reihe an Symbolen, die speziell für die Verwendung der Fernbedienung mit der Kamera gedacht sind.

**Erläuterung** Die folgende Tabelle enthält Informationen zu den Bildschirmelementen:

	Das Antennensymbol zeigt die Signalstärke zwischen der Kamera und der Fernbedienung an.
	Die Akkuanzeige gibt an, dass die Fernbedienung gegenwärtig über den Akku mit Strom versorgt wird. Sie zeigt ebenfalls den Akkustatus an.
	Das Netzteil-Symbol gibt an, dass die Fernbedienung gegenwärtig über das Netzteil mit Strom versorgt wird.
	Das Fenstersymbol zeigt die Übertragungsrate zwischen der Kamera und der Fernbedienung an.  Wechseln die Fenster im Abstand von einer Sekunde die Farbe, ist die Übertragungsrate optimal. Wechseln die Fenster in einem Abstand von mehr als einer Sekunde die Farbe, ist die Übertragungsrate geringer.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



## Allgemein

Sie können folgende externe Geräte an die Kamera anschließen:

- Ein Netzgerät
- Einen Videomonitor
- Einen Computer zur Aufnahme von Infrarotsequenzen mit hoher Geschwindigkeit
- Einen Computer, um Bilder und andere Dateien von und zur Kamera zu übertragen
- Ein externes USB-Gerät, z. B. eine USB-Tastatur oder einen USB-Memory-Stick
- Ein Headset zum Aufzeichnen und Abhören von Sprachkommentaren
- Eine oder zwei SD-Speicherkarten
- WLAN-Karte

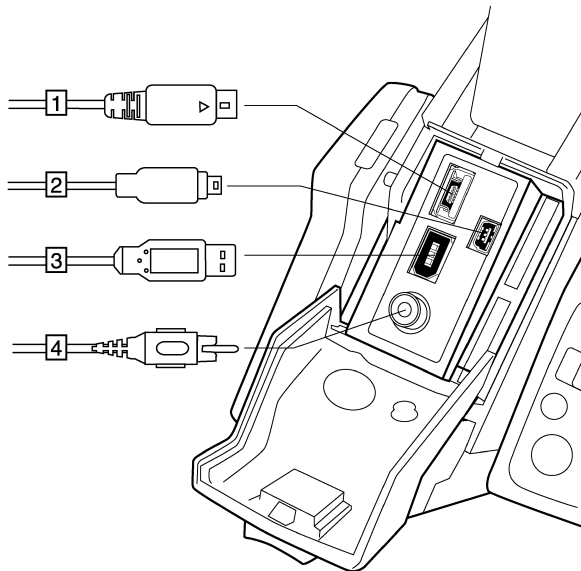
## Verwandte Themen

- Abschnitt 13.1 – Anschließen von Geräten an die rückseitigen Anschlüsse auf Seite 46.
  - Abschnitt 13.2 – Anschließen von Geräten an den Anschluss auf der Vorderseite auf Seite 49.
  - Abschnitt 13.3 – Einsetzen von SD-Speicherkarten auf Seite 50.
-

## 13.1 Anschließen von Geräten an die rückseitigen Anschlüsse

Abbildung

10728503.a1



### Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

1	Zum Anschließen eines externen USB-Geräts an die Kamera verwenden Sie ein USB-A-Kabel und diesen Anschluss. Sie können an diesen Anschluss auch einen USB-Memory-Stick anschließen.
2	Um die Kamera zum Übertragen von Bildern und Dateien von und zur Kamera an einen Computer anzuschließen, verwenden Sie ein USB-Mini-B-Kabel und diesen Anschluss.
3	Um einen Computer zum Aufzeichnen von Infrarotsequenzen mit hoher Geschwindigkeit anzuschließen, verwenden Sie ein FireWire-Kabel und diesen Anschluss. Sie können ein FireWire-Kabel auch zum Übertragen von Bildern und Dateien von und zur Kamera verwenden.
4	Um einen Videomonitor an die Kamera anzuschließen, verwenden Sie ein CVBS-Kabel (FBAS-Kabel) und diesen Anschluss. Wenn die Abdeckung über den Anschlüssen geschlossen ist, ist der CVBS-Anschluss durch Öffnen einer Gummiaabdeckung zugänglich.

**Verwandte  
Themen**

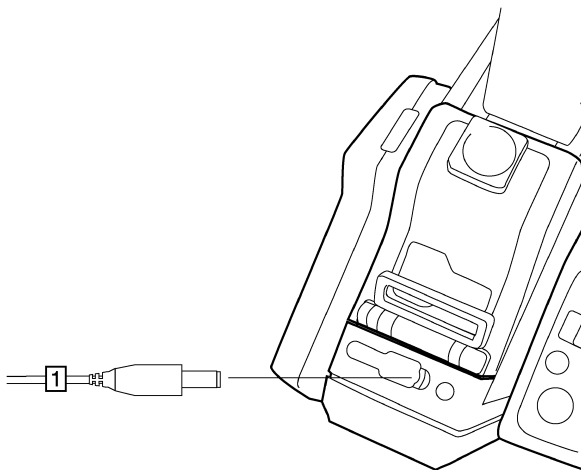
---

Abschnitt 27 – Ermitteln der IP-Adresse einer Kamera, die über ein FireWire-Kabel verbunden ist auf Seite 171.

---

Abbildung

10728603.a1



---

Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

<b>1</b>	Um das Netzteil an die Kamera anzuschließen, verwenden Sie das Netzkabel und diesen Anschluss. Der Netzanschluss ist durch eine Gummiabdeckung geschützt.
----------	---

Verwandte Themen

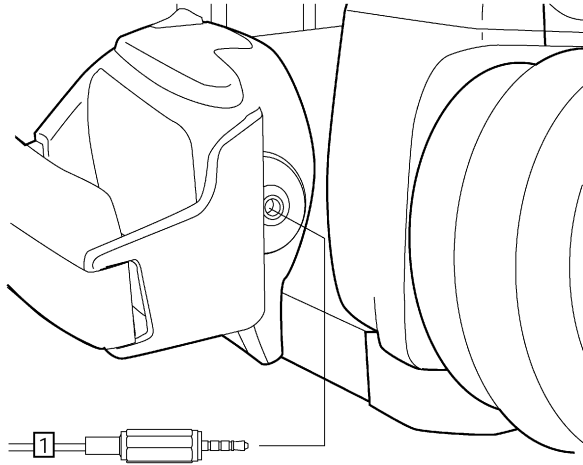
Informationen zur Steckerkonfiguration finden Sie in Abschnitt 26 – Technische Daten auf Seite 167.

---

## 13.2 Anschließen von Geräten an den Anschluss auf der Vorderseite

Abbildung

10728703.a.1



## Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

<b>1</b>	Um ein Headset an die Kamera anzuschließen, verwenden Sie das Headset-Kabel und diesen Anschluss.
----------	---

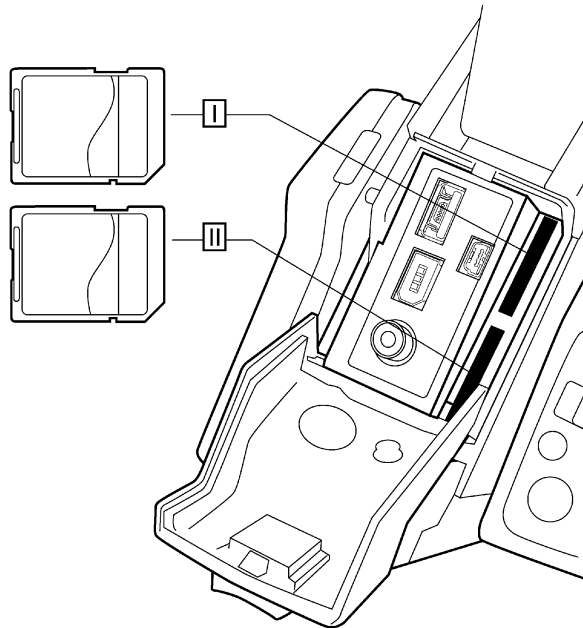
**Verwandte  
Themen**

Informationen zur Steckerkonfiguration finden Sie in Abschnitt 26 – Technische Daten auf Seite 167.

## 13.3 Einsetzen von SD-Speicherkarten

Abbildung

10728803.a1



### Erläuterung

Die folgende Tabelle erläutert die Abbildung oben:

I	In diesen Kartensteckplatz können Sie eine SD-Speicherkarte (im Kamera-programm als römisch Eins 'I' gekennzeichnet) einsetzen.
II	In diesen Kartensteckplatz können Sie eine SD-Speicherkarte (im Kamera-programm als römisch Zwei 'II' gekennzeichnet) einsetzen.

### 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 SD-Speicherkarte in ein Kartenlesegerät ein, das an Ihren Computer angeschlossen ist.
2	Wählen Sie im Windows® Explorer den <b>Desktop</b> aus und klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Speicherkarte.
3	Wählen Sie <b>Formatieren</b> .

---

4	Wählen Sie unter <b>Dateisystem</b> die Option <b>FAT</b> aus.
5	Klicken Sie auf <b>Start</b> .

---

**HINWEIS**

- Wenn Sie nur mit einer SD-Speicherkarte arbeiten, verwenden Sie immer den mit „I“ gekennzeichneten Kartensteckplatz. Dieser Kartensteckplatz hat eine höhere Datenübertragungsrate als der Steckplatz „II“.
  - SDHC-Speicherkarten mit einer Kapazität ab 4 GB können nur mit dem FAT32-Dateisystem formatiert werden.
-

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



---

# 14 Verbinden von Bluetooth-Geräten

---




## Allgemein

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

---

## Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1	Schließen Sie Ihren Bluetooth-USB-Mikroadapter an Ihren USB-Anschluss an.
2	Schalten Sie die Kamera ein.
3	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
4	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
5	Wählen Sie anschließend im Werkzeugfenster die Option <b>Bluetooth</b> .
6	Wählen Sie das Symbol  , und suchen Sie nach einem neuen Gerät.
7	Drücken Sie den Joystick. Alle notwendigen Informationen hierzu finden Sie im Handbuch Ihres Bluetooth-Geräts.

---

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 15 Umgang mit der Kamera

## 15.1 *Laden des Kamera-Akkus*

### 15.1.1 **Laden des Akkus über das Stromversorgungskabel**

---

#### **HINWEIS**

- Bevor Sie die Kamera zum ersten Mal in Betrieb nehmen können, müssen Sie den Akku vier Stunden lang laden. Anschließend müssen Sie den Akku immer dann laden, wenn eine Warnmeldung auf dem Bildschirm anzeigt, dass der Akku schwach ist.
  - Der Akku verfügt über eine LED-Anzeige für den Akkustand. Wenn die LED kontinuierlich grün leuchtet, ist der Akku vollständig aufgeladen.
- 

#### **Vorgehensweise**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um den Akku über das Netzkabel zu laden:

<b>1</b>	Stecken Sie das Netzkabel in den Anschluss des Akkus ein.
<b>2</b>	Schließen Sie den Stecker des Netzteils an einen Netzanschluss an.
<b>3</b>	Wenn die LED der Akkuanzeige kontinuierlich grün leuchtet, stecken Sie das Netzteil aus.

---

#### **Verwandte Themen**

- Informationen zur Akkuanzeige finden Sie in Abschnitt 9.4 – LED-Akkuanzeige auf Seite 26.
  - Informationen zum Einsetzen und Entfernen des Akkus finden Sie in Abschnitt 15.3.1 – Einsetzen des Akkus auf Seite 60 und in Abschnitt 15.3.2 – Entfernen des Akkus auf Seite 61.
-

## 15.1.2 Laden der Batterie über das externe Ladegerät

---

### HINWEIS

- Bevor Sie die Kamera zum ersten Mal in Betrieb nehmen können, müssen Sie den Akku vier Stunden lang laden. Anschließend müssen Sie den Akku immer dann laden, wenn eine Warnmeldung auf dem Bildschirm anzeigt, dass der Akku schwach ist.
  - Der Akku verfügt über eine LED-Anzeige für den Akkustand. Wenn die LED kontinuierlich grün leuchtet, ist der Akku vollständig aufgeladen.
- 

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um den Akku über das externe Ladegerät zu laden:

1	Setzen Sie den Akku in das externe Ladegerät ein.
2	Stecken Sie das Netzkabel in den Anschluss des externen Ladegeräts ein.
3	Schließen Sie den Stecker des Netzteils an einen Netzanschluss an.
4	Wenn die LED der Akkuanzeige kontinuierlich grün leuchtet, stecken Sie das Netzteil aus.

---

### Verwandte Themen

- Informationen zur Akkuanzeige finden Sie in Abschnitt 9.4 – LED-Akkuanzeige auf Seite 26.
  - Informationen zum Einsetzen und Entfernen des Akkus finden Sie in Abschnitt 15.3.1 – Einsetzen des Akkus auf Seite 60 und in Abschnitt 15.3.2 – Entfernen des Akkus auf Seite 61.
-

---

## 15.2 *Laden des Fernbedienungs-Akkus*

---

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

---

**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 Fernbedienung herauszunehmen.
  - Sie können den Akku mit dem kombinierten Netzteil und Ladegerät laden, nachdem Sie ihn aus der Fernbedienung herausgenommen haben.
- 

**SIEHE** Informationen zum Laden des Akkus finden Sie in folgenden Abschnitten:

- Abschnitt 15.2.1 – Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku in der Fernbedienung zu laden auf Seite 58.
  - Abschnitt 15.2.2 – Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku außerhalb der Fernbedienung zu laden auf Seite 59.
-

### 15.2.1 Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku in der Fernbedienung zu laden

---

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

---

**Vorgehensweise** Um den Akku über das Netzteil zu laden, während er in der Fernbedienung verbleibt, gehen sie folgendermaßen vor:

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

---

## 15.2.2 Verwenden des kombinierten Netzteils und Ladegeräts, um den Akku außerhalb der Fernbedienung zu laden

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

**Vorgehensweise** Um den Akku über das Netzteil zu laden, während er sich außerhalb der Fernbedienung befindet, gehen sie folgendermaßen vor:

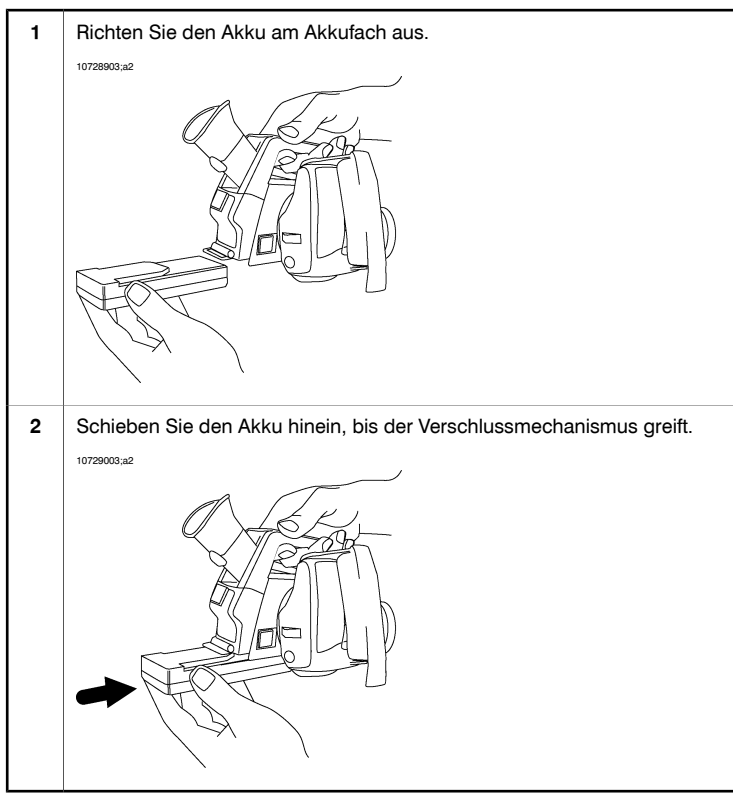
<b>1</b>	Legen Sie den Akku auf eine ebene Oberfläche.
<b>2</b>	Stecken Sie das Netzkabel in den Anschluss des Akkus ein.
<b>3</b>	Stecken Sie den Stecker des Netzteils in eine Steckdose ein.
<b>4</b>	Entfernen Sie das Kabel des Netzteils, wenn die Akkuanzeige grün leuchtet.

## 15.3 Einlegen und Entfernen des Kamera-Akkus

### 15.3.1 Einsetzen des Akkus

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

**Vorgehensweise** Um den Akku einzusetzen, gehen Sie folgendermaßen vor:

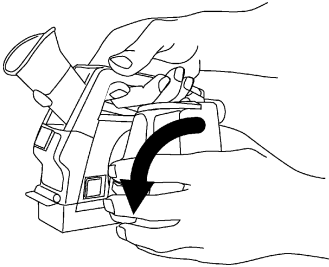
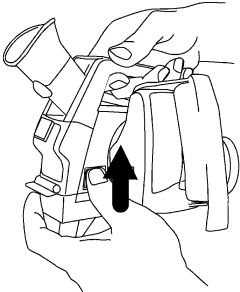
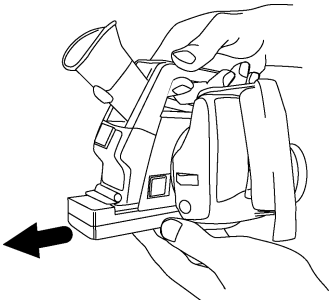




## 15.3.2 Entfernen des Akkus

### Vorgehensweise

Um den Akku zu entfernen, gehen Sie folgendermaßen vor:

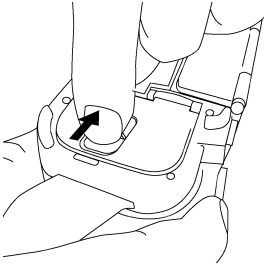
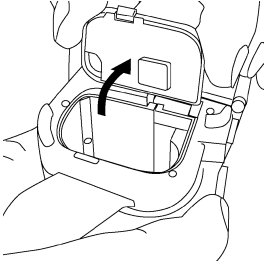
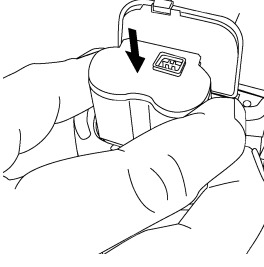
<p><b>1</b></p>	<p>Drehen Sie den Kamerahandgriff gegen den Uhrzeigersinn, um Zugang zur Entriegelung für den Verschlussmechanismus zu erhalten.</p> <p>10729303.a1</p> 
<p><b>2</b></p>	<p>Schieben Sie die Entriegelung des Verschlussmechanismus nach oben.</p> <p>10729103.a1</p> 
<p><b>3</b></p>	<p>Entnehmen Sie den Akku aus dem Akkufach.</p> <p>10729203.a2</p> 

## 15.4 Einlegen und Entfernen des Fernbedienungs-Akkus

### 15.4.1 Einlegen des Fernbedienungs-Akkus

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

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um den Akku einzulegen:

<p><b>1</b></p>	<p>Drücken Sie die Entriegelungstaste auf der Akkufach-Abdeckung, um diese zu entriegeln.</p> <p>10759603.a1</p> 
<p><b>2</b></p>	<p>Öffnen Sie die Abdeckung des Akkufachs.</p> <p>10759703.a1</p> 
<p><b>3</b></p>	<p>Schieben Sie den Akku in das Akkufach, bis der Verschlussmechanismus für den Akku greift.</p> <p>10759803.a1</p> 

**4** Schließen Sie die Abdeckung des Akkufachs.

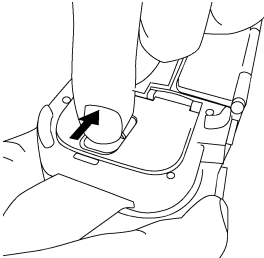
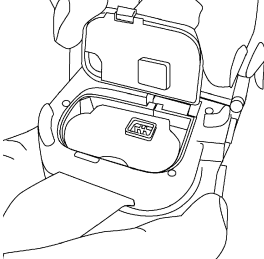
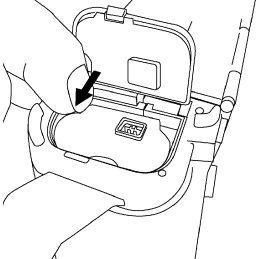
10759903.a1



## 15.4.2 Entfernen des Fernbedienungs-Akkus

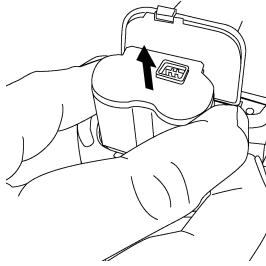
### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um den Akku zu entnehmen:

<p><b>1</b></p>	<p>Drücken Sie die Entriegelungstaste auf der Akkufach-Abdeckung, um diese zu entriegeln.</p> <p>10759603.a1</p> 
<p><b>2</b></p>	<p>Öffnen Sie die Abdeckung des Akkufachs.</p> <p>10763903.a1</p> 
<p><b>3</b></p>	<p>Drücken Sie die rote Entriegelungstaste in Pfeilrichtung, um den Akku freizugeben.</p> <p>10760003.a2</p> 

**4** Entnehmen Sie den Akku aus dem Akkufach.


10760103,a1



## 15.5 *Einschalten der Kamera*

---

### Vorgehensweise

Um die Kamera einzuschalten, drücken Sie die -Taste.

---

### Verwandte Themen



Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

## 15.6 *Ausschalten der Kamera*

---

### Vorgehensweise

- Um die Kamera auszuschalten, halten Sie die -Taste länger als 2 Sekunden gedrückt.
  - Um ein Dialogfeld anzuzeigen, in dem Sie die Kamera in den Standby-Modus versetzen können, drücken Sie die -Taste kurz. Das Dialogfeld wird für die Dauer von 10 Sekunden angezeigt.
- 

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

## 15.7 *Einstellen des Energiesparmodus*

---

### Vorgehensweise

Drücken Sie bei eingeschalteter Kamera kurz auf die Ein/Aus-Taste, um in den Energiesparmodus zu wechseln.

---

### HINWEIS

Wenn Sie die Kamera nicht verwenden, schaltet sie nach einer bestimmten Zeitdauer, die Sie im Menüsystem festlegen können, in den Energiesparmodus. Nach einigen Stunden im Energiesparmodus wird die Kamera ausgeschaltet.

---

### Verwandte Themen

- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
  - Informationen zum Einstellen des Energiesparmodus finden Sie in Abschnitt 24.3.5 – Ändern der Einstellungen für die Energieverwaltung auf Seite 153.
-

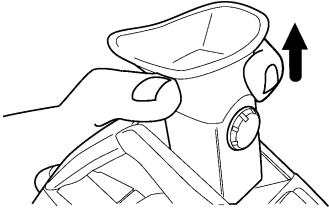

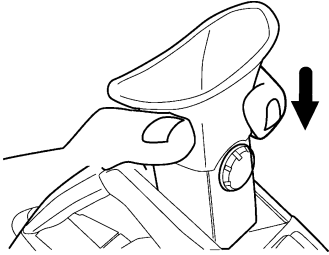
## 15.8

**Einstellen des Sucherokulars****Allgemein**

Sie können das Okular des Suchers für Ihr linkes oder rechtes Auge einstellen.

**Vorgehensweise**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Okular des Suchers einzustellen:

<p><b>1</b></p> <p>10739203.a1</p>	<p>Ziehen Sie das Gummiokular nach oben.</p> 
<p><b>2</b></p> <p>10739303.a1</p>	<p>Drehen Sie das Gummiokular um 180°.</p> 
<p><b>3</b></p> <p>10739403.a1</p>	<p>Drücken Sie das Gummiokular wieder in die Ausgangsposition.</p> 

## 15.9 *Einstellen des Betrachtungswinkels des Suchers*

---

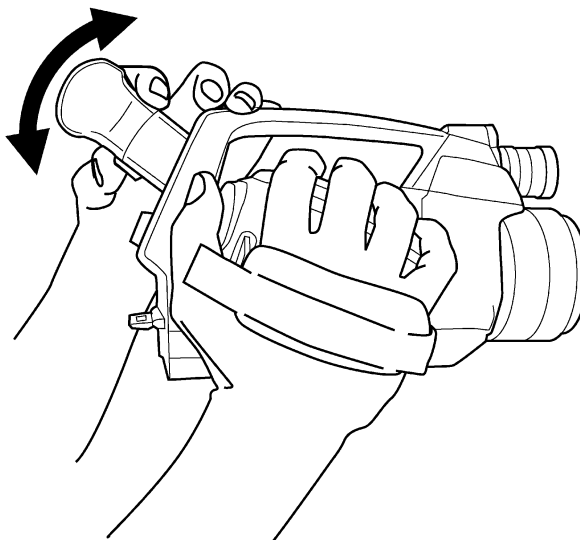
### Allgemein

Um Ihre Arbeitsposition möglichst bequem zu gestalten, können Sie den Betrachtungswinkel des Suchers anpassen.

---

### Abbildung

10729403.a1



### Vorgehensweise

Um den Sucher einzustellen, neigen Sie ihn nach oben oder unten.

---



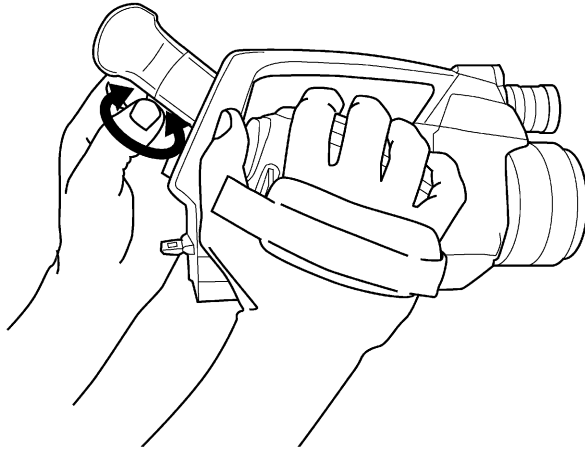
## 15.10 Einstellen der Dioptrien-Korrektur am Sucher

### Allgemein

Die Dioptrien-Korrektur am Sucher kann auf Ihre Sehstärke eingestellt werden.

### Abbildung

10729503.a1



### Vorgehensweise

Um die Dioptrien-Korrektur am Sucher einzustellen, schauen Sie auf die auf dem Bildschirm angezeigten Texte oder Grafiken, und drehen Sie den Einstellknopf im oder gegen den Uhrzeigersinn, bis die optimale Schärfe erreicht ist.

### HINWEIS

- Maximale Dioptrien-Korrektur: +2
- Minimale Dioptrien-Korrektur: -2

## 15.11 *Einstellen des Kamerahandgriffs*

---

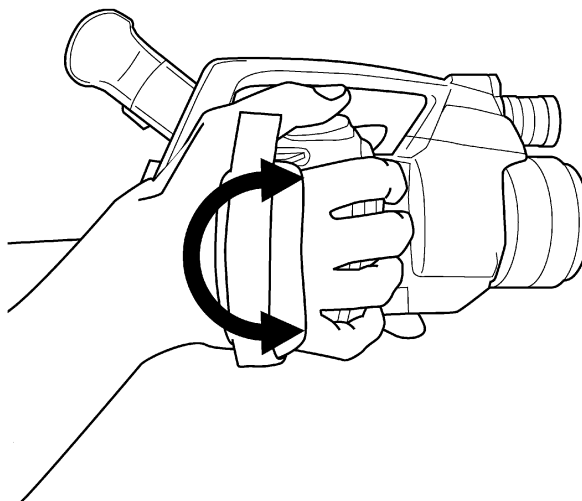
### Allgemein

Um Ihre Arbeitsposition möglichst bequem zu gestalten, können Sie den Neigungswinkel des Kamerahandgriffs anpassen.

---

### Abbildung

10729603.a1



### Vorgehensweise

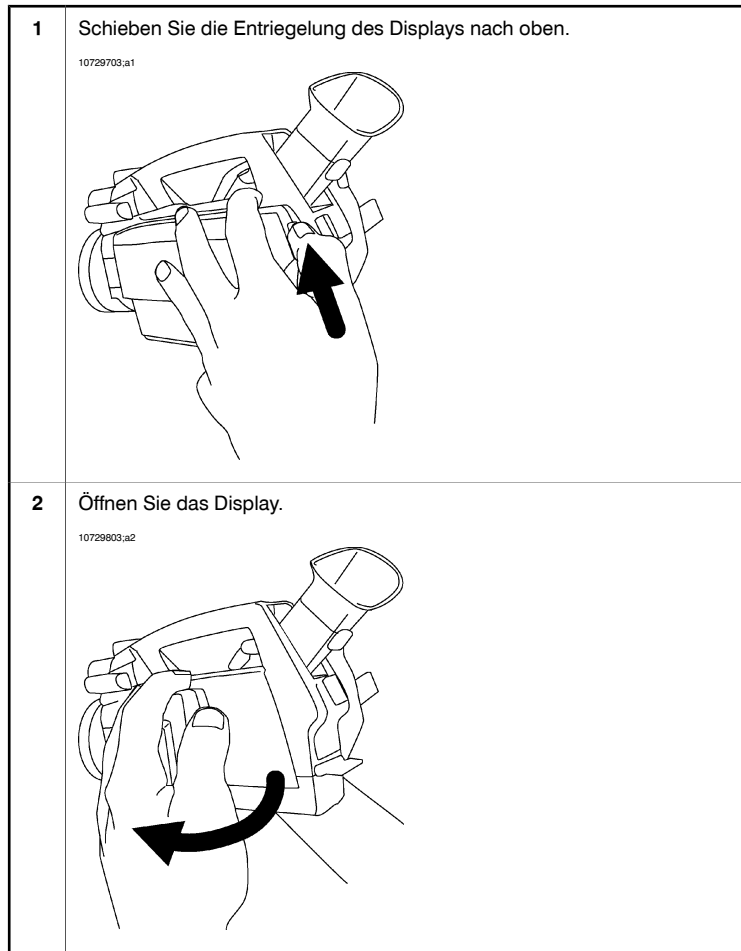
Um den Kamerahandgriff einzustellen, drehen Sie ihn im oder gegen den Uhrzeigersinn.

---

## 15.12 Öffnen des Displays

### Vorgehensweise

Um das Display zu öffnen, gehen Sie folgendermaßen vor:



### HINWEIS

Der Sucher wird automatisch ausgeschaltet, wenn Sie das Display öffnen. Sie können dieses Verhalten ändern, indem Sie die Display-Einstellungen ändern.

### Verwandte Themen

Abschnitt 24.3.6 – Ändern der Einstellungen für das LCD-Display auf Seite 154.

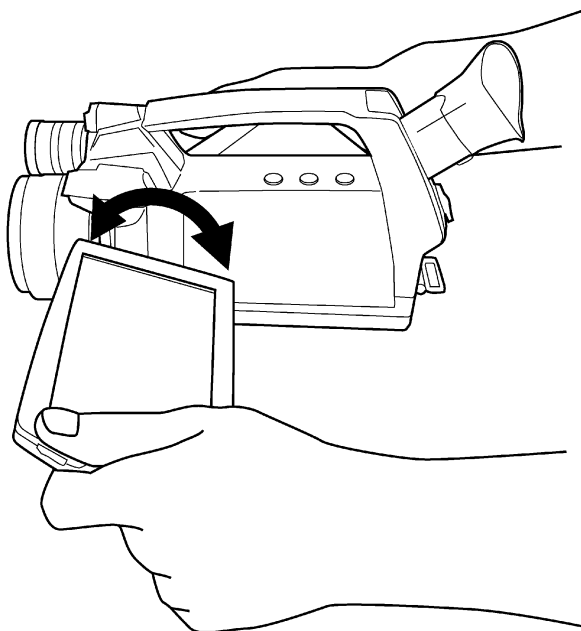
## 15.13 *Einstellen des Betrachtungswinkels für das Display*

---

**Allgemein** Um Ihre Arbeitsposition möglichst bequem zu gestalten, können Sie den Betrachtungswinkel für das Display einstellen.

---

**Abbildung** 10729903.a1



---

**Vorgehensweise** Um den Betrachtungswinkel für das Display einzustellen, drehen Sie es im oder gegen den Uhrzeigersinn.

---

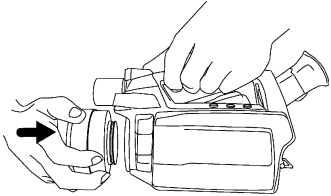
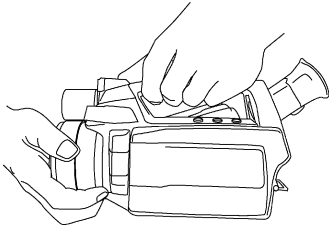
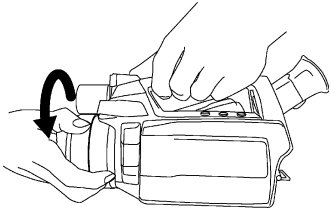
## 15.14 Einsetzen eines Infrarotobjektivs

### HINWEIS

- Berühren Sie beim Einsetzen eines Infrarotobjektivs nicht die Objektivoberfläche. Sollten Sie die Objektivoberfläche berühren, reinigen Sie das Objektiv entsprechend der Anweisungen in Abschnitt 25.2 – Infrarotobjektiv auf Seite 164.

### Vorgehensweise

Um ein Infrarotobjektiv einzusetzen, gehen Sie folgendermaßen vor:

<p><b>1</b></p> <p>10730403.a1</p>	<p>Richten Sie die Indexmarkierung auf dem Objektiv an der Indexmarkierung auf dem Bajonettring aus.</p> 
<p><b>2</b></p> <p>10730503.a1</p>	<p>Drücken Sie das Infrarotobjektiv vorsichtig in den Bajonettring.</p> 
<p><b>3</b></p> <p>10730603.a1</p>	<p>Drehen Sie das Infrarotobjektiv um 30° im Uhrzeigersinn (von der Vorderseite des Objektivs aus betrachtet).</p> 

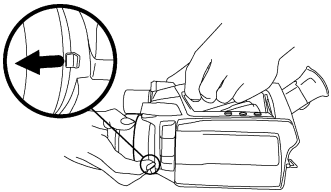
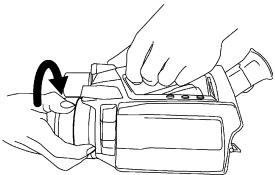
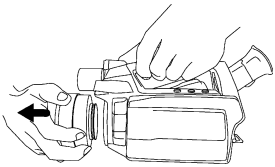
## 15.15 Entfernen eines Infrarotobjektivs

### HINWEIS

- Berühren Sie beim Entfernen eines Infrarotobjektivs nicht die Objektivoberfläche. Sollten Sie die Objektivoberfläche berührt haben, reinigen Sie das Objektiv gemäß den Anweisungen in Abschnitt 25.2 – Infrarotobjektiv auf Seite 164.
- Setzen Sie nach Entfernen des Objektivs die Schutzkappen auf das Objektiv, um es vor Staub und Fingerabdrücken zu schützen.

### Vorgehensweise

Um ein Infrarotobjektiv zu entfernen, gehen Sie folgendermaßen vor:

<p>1</p>	<p>Schieben Sie die Entriegelung des Infrarotobjektivs nach vorne.</p> <p>10739103.a1</p> 
<p>2</p>	<p>Drehen Sie das Infrarotobjektiv um 30° gegen den Uhrzeigersinn (von der Vorderseite des Objektivs aus betrachtet).</p> <p>10730703.a1</p> 
<p>3</p>	<p>Ziehen Sie das Infrarotobjektiv vorsichtig aus den Bajonettring.</p> <p>10730803.a1</p> 

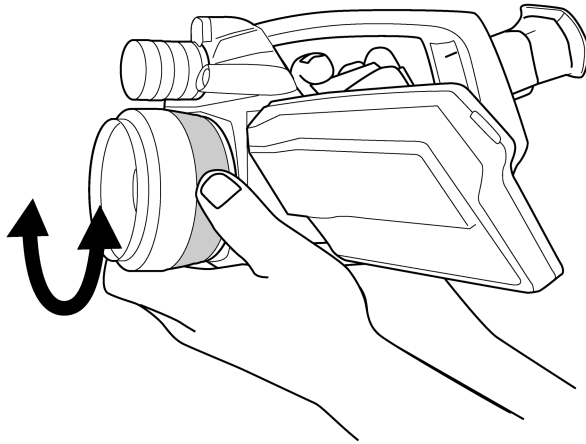
## 15.16 Manuelles Scharfstellen der Infrarotkamera

### HINWEIS

Berühren Sie beim manuellen Scharfstellen der Infrarotkamera nicht die Objektivoberfläche. Sollten Sie die Objektivoberfläche berührt haben, reinigen Sie das Objektiv gemäß den Anweisungen in Abschnitt 25.2 – Infrarotobjektiv auf Seite 164.

### Abbildung

10730003.a1



### Vorgehensweise

Sie haben folgende Möglichkeiten:

- Für die Ferneinstellung drehen Sie den Fokusring gegen den Uhrzeigersinn (von der Vorderseite des Objektivs aus betrachtet).
- Für die Naheinstellung drehen Sie den Fokusring im Uhrzeigersinn (von der Vorderseite des Objektivs aus betrachtet).

## 15.17 *Einstellen des Fokus der Infrarotkamera*

---

**Vorgehensweise** Um den Fokus der Infrarotkamera einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Vergewissern Sie sich, dass sich das Bild im Live-Modus befindet.
<b>2</b>	Stellen Sie den Kamerafokus ein, indem Sie die <b>FOCUS   ZOOM</b> -Taste nach rechts/links drücken.

---

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---



## 15.18 Scharfstellen der Infrarotkamera mit Autofokus

### Vorgehensweise

Um den Fokus der Infrarotkamera automatisch einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1	Vergewissern Sie sich, dass sich das Bild im Live-Modus befindet.
2	Um die Kamera automatisch scharf zu stellen, drücken Sie in die Mitte der <b>FOCUS   ZOOM</b> -Taste.

### Verwandte Themen

- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
- Informationen zum Scharfstellen der Infrarotkamera finden Sie in Abschnitt 15.16 – Manuelles Scharfstellen der Infrarotkamera auf Seite 75.
- Mithilfe des Laserpointers können Sie auch den Fokus der Infrarotkamera fortlaufend automatisch einstellen. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.3.3 – Ändern der Einstellungen für den Laser auf Seite 151.

## 15.19 *Scharfstellen der Digitalkamera mit Autofokus*

---

Allgemein	Wenn Sie das Infrarotbild mit Autofokus einstellen, stellen Sie den Fokus der Digitalkamera automatisch ein.
Vorgehensweise	Um die Digitalkamera im Tageslichtmodus mittels Autofokus scharf zu stellen, drücken Sie in die Mitte der <b>FOCUS   ZOOM</b> -Taste.
Verwandte Themen	Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

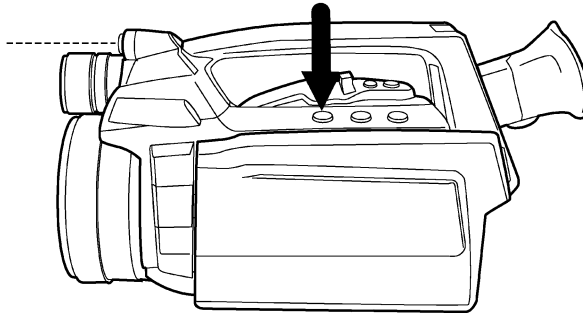
---

## 15.20

**Bedienung des Laserpointers**

Abbildung

10730303.a1



Vorgehensweise

Um den Laserpointer zu verwenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Um den Laserpointer einzuschalten, halten Sie die Lasertaste gedrückt.
<b>2</b>	Um den Laserpointer auszuschalten, lassen Sie die Lasertaste los.

HINWEIS

- Der Laserpointer ist möglicherweise nicht für alle Märkte verfügbar.
- Eine Anzeige auf dem Bildschirm gibt die Position des Laserpunkts an.

Verwandte  
Themen

- Abschnitt 9.6 – Laserpointer auf Seite 28.
- 24.3.3Ändern der Einstellungen für den Laser151

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 16 Arbeiten mit Ansichten und Bildern

## 16.1 *Bildvorschau*

---

<b>Allgemein</b>	Sie können ein Infrarotbild oder Digitalbild in der Vorschau anzeigen, bevor Sie es auf eine SD-Speicherkarte speichern. So können Sie vor dem Speichern feststellen, ob das Bild oder Foto die gewünschten Informationen enthält.  Im Vorschaumodus können Sie das Bild auch vor dem Speichern bearbeiten.
<b>Vorgehensweise</b>	Um ein Bild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste, und lassen Sie sie wieder los.
<b>HINWEIS</b>	Sie können auch ein Infrarotbild und ein Digitalbild gleichzeitig in der Vorschau anzeigen. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.
<b>Verwandte Themen</b>	Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

## 16.2 Speichern von Bildern

- Allgemein** Sie können ein oder mehrere Bilder auf der SD-Speicherkarte speichern.
- Benennungskonventionen** Sie können für das Bild, das Sie speichern, eine Benennungskonvention festlegen. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

- Speicherkapazität** Diese Tabelle gibt Ihnen eine Übersicht darüber, wie viele Bilder *ungefähr* auf den verschiedenen SD-Speicherkarten gespeichert werden können:

Kartengröße	Kein Sprachkommentar	Sprachkommentar (30 Sekunden)
256 MB	500	250
512 MB	1000	500
1 GB	2000	1000

- Vorgehensweise** Um ein Bild aus dem Live- oder Vorschaumodus zu speichern, halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste länger als eine Sekunde gedrückt.

- HINWEIS** Sie können den beim Speichern eines Bildes gewünschten Ordner festlegen, indem Sie ein Standard-Arbeitsverzeichnis angeben. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 16.14 – Festlegen des Arbeitsverzeichnisses auf Seite 98.

- Verwandte Themen**
- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
  - Informationen zum Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.
  - Informationen zum Festlegen des Standard-Arbeitsverzeichnisses finden Sie in Abschnitt 16.14 – Festlegen des Arbeitsverzeichnisses auf Seite 98.



## 16.3 Öffnen von Bildern

### Allgemein

Wenn Sie ein Bild speichern, wird es auf einer SD-Speicherkarte abgelegt. Um das Bild erneut anzuzeigen, können Sie es auf der SD-Speicherkarte öffnen.

### Vorgehensweise

Um ein Bild zu öffnen, gehen Sie folgendermaßen vor:


<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Archiv  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um ein anderes Bild auszuwählen, drücken Sie den Joystick nach rechts/links.</li> <li>■ Um eine Übersicht aller Bilder anzuzeigen, drücken Sie die Fokustaste, und gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Um das zu öffnende Bild auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten bzw. links/rechts.</li> <li><b>2</b> Um <b>Single image view</b> auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li><b>3</b> Drücken Sie den Joystick.</li> </ol> </li> </ul>

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.4 Verwenden der Zoom-Funktion

---

Allgemein	Sie können Infrarotbilder vergrößern. Dadurch können Sie Details in einem Bild ansehen.
Vorgehensweise	<p>Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Wenn sich das Bild im Live-Modus befindet, wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Zoom/Schwenken</b> aus, und drücken Sie den Joystick nach oben/unten, um den Zoom einzustellen.</li><li>■ Wird das Bild im Vorschaumodus angezeigt, drücken Sie die Fokustaste nach rechts oder links. Alternativ können Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Zoom/Schwenken</b> auswählen und den Joystick nach oben oder unten bewegen, um den Zoom einzustellen.</li></ul>
HINWEIS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Wenn Sie das Bild erneut speichern, wird auch der Zoomfaktor gespeichert. Um das Bild zu speichern, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.</li><li>■ Mit Hilfe der PC-Software von FLIR Systems können Sie gespeicherte Bilder verkleinern.</li><li>■ Drücken Sie die Taste , um die Zoomfunktion zu deaktivieren.</li></ul>
Verwandte Themen	Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---




## 16.5 Verwenden der Panorama-Funktion

### Allgemein

Die Kamera verfügt über eine Panorama-Funktion. Das bedeutet, dass Sie größere Bilder erstellen können, indem Sie normale Bilder zusammenfügen.


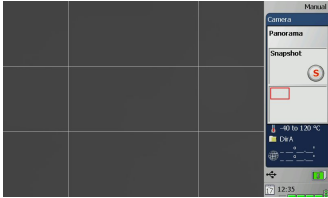
Die Bilder werden mit einem Spezialmodus in der Kamera gespeichert. Das eigentliche Zusammenfügen übernimmt die Nachbearbeitungs-Software von FLIR Systems wie FLIR Reporter.

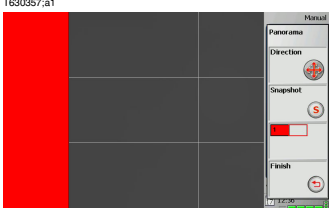

### HINWEIS

- Wenn Sie diesen Modus eingeben, werden alle Grafiken vom Bildschirm entfernt.
- Die Bilder, die mit dieser Funktion aufgenommen werden, zeigen in der Miniaturansicht das Symbol  an.

### Vorgehensweise

Gehen Sie wie folgt vor, um ein Panorama-Bild zu erstellen:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie den Tab ganz rechts ( <b>Anwendung</b> ) mit Hilfe des Joysticks aus.
<b>4</b>	<p>Drücken Sie den Joystick. Daraufhin wird der folgende Bildschirm eingeblendet:</p>  <p>Der Bildschirm ist in 9 Bereiche unterteilt, markiert durch 4 Hilfslinien. Das rote Rechteck im Bereich "Werkzeuge" zeigt Ihnen, welcher Bildbereich zu diesem Zeitpunkt gespeichert würde.</p> <p>Beachten Sie, dass die Hilfslinien lediglich als eine Hilfe dienen sollen, wenn Sie die Kamera in den nächsten Bereich bewegen, für den Sie ein Bild speichern möchten. So können Sie die Bilder mithilfe der Linien bündig miteinander anordnen.</p>

5	<p>Um ein Bild zu speichern, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.</p> <p>Das gespeicherte Bild wird nun in dem entsprechenden Bereich im Fensterbereich "Werkzeuge" angezeigt. Außerdem wird das eben gespeicherte Bild auch im ganz linken Bildschirmbereich eingeblendet (hier rot dargestellt):</p> 
6	<p>Mithilfe des Joysticks bestimmen, in welchem Bereich Sie das nächste Bild speichern möchten. Drücken Sie anschließend die Vorschau/Speichern-Taste, um das Bild zu speichern.</p> <p>Wiederholen Sie diesen Vorgang so lange, bis Sie ein vollständiges Bild erstellt haben.</p>
7	<p>Mit der Taste  beenden Sie den Vorgang und verlassen diesen Modus.</p>

Verwandte  
Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.6 Verwenden der Schwenkfunktion

**Allgemein** Wenn Sie ein Bild vergrößert haben, können Sie sich darin bewegen bzw. darüber schwenken. So können Sie den gewünschten Bildausschnitt festlegen, bevor Sie das Bild erneut speichern.

**Vorgehensweise** Um die Schwenkfunktion zu verwenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Wenn sich das Bild im Vorschau- oder Archivmodus befindet, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Zoom/Schwenken</b> aus.
<b>2</b>	Drücken Sie den Joystick, um in den Schwenkmodus zu wechseln.
<b>3</b>	Um durch das Bild zu schwenken, drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten.

**HINWEIS** Bei der nächsten Speicherung speichern Sie auch den Zoomfaktor.

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.7 Anpassen von Bildern

### Allgemein

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

Diese beiden Modi werden in der rechten oberen Ecke des Fensters durch die Worte **Auto** und **Manuell** angezeigt. Mit Hilfe der Auto/Manuell-Taste können Sie zwischen den beiden Modi umschalten.

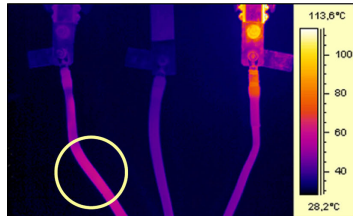
### Beispiel 1

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

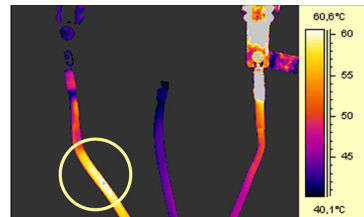
- den Level der Temperaturskala ändern;
- den Span der Temperaturskala ändern

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

10577503.a2



A (automatic)

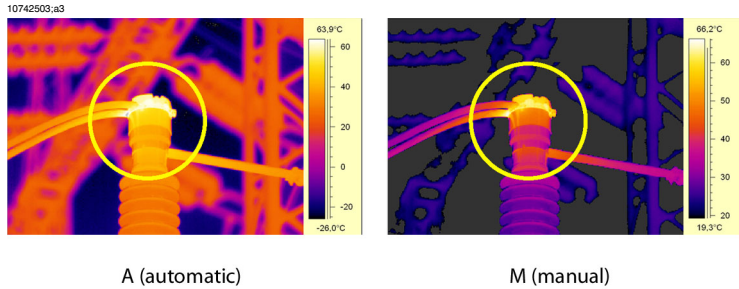


M (manual)

## Beispiel 2



Diese Abbildung zeigt zwei Infrarotbilder eines Trennschalters.

Im Bild links werden der kalte Himmel und der Strommast mit einer minimalen Temperatur von  $-26,0\text{ °C}$  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.





### Ändern der Werte der Temperaturskala

Um den Level der Temperaturskala zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Level/Span</b>.</li> <li>■ Drücken Sie A/M, um in den manuellen Modus zu wechseln.</li> </ul>
<b>4</b>	Die Werte der Temperaturskala können Sie ändern, indem Sie den Joystick nach oben oder unten bewegen.

### Ändern des Span der Temperaturskala

Um den Span der Temperaturskala zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Level/Span</b>.</li> <li>■ Drücken Sie A/M, um in den manuellen Modus zu wechseln.</li> </ul>
<b>4</b>	Um den Span der Temperaturskala zu ändern, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.8 Ändern von maximalem und minimalem Skalenwert

**Allgemein** Sie können den maximalen und den minimalen Wert auf der Temperaturskala ändern.




**Typische Beispiele** *Ein typisches Szenario, das das Ändern des maximalen Skalenwerts erfordert:*

Nehmen wir an, Sie untersuchen ein Objekt, das sich vor einem Hintergrund befindet, dessen Temperatur bedeutend *höher* ist als die Temperatur des Objekts selbst. Das Objekt könnte sich beispielsweise in einem sehr heißen Ofen befinden. In diesem Fall sollten Sie für Ihr Objekt so viele Farben wie möglich verwenden, für den Hintergrund jedoch so wenige wie möglich. Sie erreichen diesen Effekt, wenn Sie eine Temperatur festlegen, die geringfügig *höher* ist als die Temperatur, die Sie für das Objekt vermuten.

*Ein typisches Szenario, das das Ändern des minimalen Skalenwerts erfordert:*

Nehmen wir an, Sie untersuchen ein Objekt, das sich vor einem Hintergrund befindet, dessen Temperatur bedeutend *niedriger* ist als die Temperatur des Objekts selbst. Ein solcher Hintergrund könnte beispielsweise ein wolkenloser Himmel sein. In diesem Fall sollten Sie für Ihr Objekt so viele Farben wie möglich verwenden, für den Hintergrund jedoch so wenige wie möglich. Sie erreichen diesen Effekt, wenn Sie eine Temperatur festlegen, die geringfügig *niedriger* ist als die Temperatur, die Sie für das Objekt vermuten.

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um den maximalen und minimalen Skalenwert festzulegen:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Max./Min.</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung jeder Auswahl den Joystick: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um den maximalen Wert der Skala zu ändern, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>■ Um den minimalen Wert der Skala zu ändern, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links.</li> <li>■ Um das Bild einmalig automatisch einzustellen, drücken Sie den Joystick.</li> </ul>
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.



**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.9 Ausblenden von überlagernden Grafiken

### Allgemein

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

### Vorgehensweise

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Grafiken ausblenden</b> , um überlagernde Grafiken auszublenden.

### HINWEIS

Im **Setup**-Modus haben Sie die Möglichkeit, nur einige wenige Grafiken anzuzeigen oder auszublenden.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.






## 16.10 Ändern der Palette

### Allgemein

Sie können die Farbpalette ändern, mit der die Kamera die verschiedenen Temperaturen anzeigt. Eine andere Palette kann die Analyse eines Bildes erleichtern.

### Vorgehensweise

Um die Palette zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Palette</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung jeder Auswahl den Joystick: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um eine neue Palette auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>■ Um die Palette zu invertieren, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, und wählen Sie <b>Palette invertieren</b> aus.</li> <li>■ Möchten Sie die Sättigungsfarben aktivieren oder deaktivieren, wählen Sie <b>Sättigungsfarben</b>, und drücken Sie den Joystick. Anschließend bewegen Sie ihn nach oben oder unten. Sind die Sättigungsfarben aktiviert, werden die Bereiche, deren Temperaturen außerhalb der aktuellen Level/Span-Einstellungen liegen, in diesen Farben dargestellt. Hierbei steht eine Farbe für eine „Überschreitung“ der Werte und eine Farbe für eine „Unterschreitung“ der Werte.</li> </ul>
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.11 Zuordnen von Bildern

### Allgemein

Bilder werden normalerweise automatisch zugeordnet.

Wenn Sie die Kamera so einrichten, dass im Anschluss an ein Infrarotbild ein Digitalbild gespeichert wird, dann wird dieses Digitalbild automatisch dem Infrarotbild zugeordnet.



Es kann gegebenenfalls aber auch erforderlich sein, ein Bild manuell einem anderen Bild zuzuordnen.

### Was ist der Sinn der Bildzuordnung?

Das Zuordnen von Bildern erleichtert die Nachbearbeitung und Berichterstellung beispielsweise in FLIR Reporter.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Bild einem anderen zuzuordnen:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Archiv  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um eine Übersicht aller Bilder anzuzeigen, drücken Sie die Fokustaste.
4	Um zu dem Bild zu gelangen, das Sie einem anderen Bild zuordnen möchten, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten.
5	Um das Bild zu markieren, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.
6	Um zu dem anderen Bild zu wechseln, drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten.
7	Um das Bild zu markieren, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.
8	Um ein Menü anzuzeigen, drücken Sie den Joystick.
9	Um die Bilder zuzuordnen, wählen Sie im Menü die Option <b>Bilder zuordnen</b> , und drücken Sie den Joystick.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.



## 16.12

**Festlegen und Wechseln von Referenzbildern****Allgemein**

Ein Referenzbild ist ein Bild, das Sie mit einem anderen Bild vergleichen möchten. Die beiden Bilder können dasselbe Objekt zeigen, aber an verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Uhrzeiten aufgenommen worden sein. Indem Sie die beiden Bilder vergleichen, können Sie sehen, ob das betreffende Objekt einen kritischen Zustand erreicht hat.



**Einstellen des Referenzbilds Methode 1**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Bild als Referenzbild festzulegen:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Archiv  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Um zu dem Bild zu gelangen, das Sie als Referenzbild festlegen möchten, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links.
<b>4</b>	Um ein Menü anzuzeigen, drücken Sie den Joystick.
<b>5</b>	Wählen Sie im Menü <b>Als Referenzbild festlegen</b> aus, um das Bild als Referenzbild festzulegen.



**Einstellen des Referenzbilds Methode 2**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Bild als Referenzbild festzulegen:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Archiv  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Um eine Übersicht aller Bilder anzuzeigen, drücken Sie die Fokustaste.
<b>4</b>	Drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder nach oben/unten, um das Bild auszuwählen, das Sie als Referenzbild festlegen möchten.
<b>5</b>	Um ein Menü anzuzeigen, drücken Sie den Joystick.
<b>6</b>	Wählen Sie im Menü <b>Als Referenzbild festlegen</b> aus, und drücken Sie den Joystick.

### Einstellen des Referenzbilds Methode 3

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Bild als Referenzbild festzulegen:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Als Referenzbild festlegen</b> , um das aktuell angezeigte Bild als Referenzbild festzulegen.

### Wechseln des Referenzbilds

Wählen Sie im Werkzeugfenster **Referenzbild wechseln**, um zwischen dem aktuellen Bild und dem Referenzbild zu wechseln.

### Löschen des Referenzbildes

Wählen Sie im Werkzeugfenster **Löscht das Referenzbild**, um für das Bild den Status als Referenzbild zu löschen.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 16.13

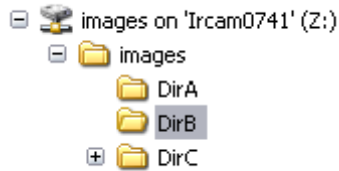
**Hinweis zur Verzeichnisstruktur**

## Allgemein

Sie können Ihre Bilder in verschiedenen Arbeitsverzeichnissen strukturieren.

## Abbildung

10739003.a1



## Erläuterung

Die Abbildung oben zeigt eine typische Verzeichnisstruktur in einer Kamera. Diese enthält, im Windows® Explorer angezeigt, zwei Ordner. Die Kamera stellt die oberste Ebene der Ordnerstruktur dar ('Ircam0741').

Bei Verwendung einer Verzeichnisstruktur kann die Kamera effizienter arbeiten. Wenn Tausende Bilder in einem einzelnen Ordner gespeichert werden, verlangsamt sich dadurch die Dateiverwaltung der Kamera erheblich.




## 16.14 Festlegen des Arbeitsverzeichnisses

### Allgemein

Sie können das Arbeitsverzeichnis der Kamera beim Speichern eines Bildes angeben, oder wenn Sie ein gespeichertes Bild anzeigen möchten.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Arbeitsverzeichnis der Kamera festzulegen:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Arbeitsverzeichnis</b> , und drücken Sie den Joystick. Ein Dialogfeld für das Arbeitsverzeichnis wird angezeigt.
4	Um das Arbeitsverzeichnis für die Kamera auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.
5	Um die Auswahl zu bestätigen, drücken Sie den Joystick.
6	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### HINWEIS

Sie können auch ein Arbeitsverzeichnis festlegen, wenn die Kamera sich im Archivmodus befindet.

Drücken Sie hierfür den Joystick, um ein Menü anzuzeigen, und wählen Sie **Arbeitsverzeichnis**. Fahren Sie anschließend oben mit Schritt 4 fort.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.




## 16.15

**Erstellen neuer Arbeitsverzeichnisse****Allgemein**

Sie können über das bereits vorhandene Arbeitsverzeichnis hinaus weitere erstellen. Sie können beispielsweise ein Arbeitsverzeichnis pro Kunde erstellen, oder eines für jeden Tag einer Infrarotuntersuchung. Für umfangreiche Infrarotuntersuchungen, können Sie auch ein Arbeitsverzeichnis pro Gebäude oder pro Anwendungsbereich anlegen.

**Vorgehensweise**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein neues Arbeitsverzeichnis zu erstellen:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Arbeitsverzeichnis</b> , und drücken Sie den Joystick. Ein Dialogfeld für das Arbeitsverzeichnis wird angezeigt.
<b>4</b>	Um  auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach rechts.
<b>5</b>	Drücken Sie den Joystick, um ein neues Arbeitsverzeichnis zu erstellen. Dieses Verzeichnis ist nun das Standard-Arbeitsverzeichnis.
<b>6</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**HINWEIS**

Sie können auch ein Arbeitsverzeichnis erstellen, wenn sich die Kamera im Archivmodus befindet.

Drücken Sie hierfür den Joystick, um ein Menü anzuzeigen, und wählen Sie **Arbeitsverzeichnis**. Fahren Sie anschließend oben mit Schritt 4 fort.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.





## 16.16 Löschen von Arbeitsverzeichnissen

### Allgemein

Sie können nicht mehr benötigte oder versehentlich erstellte Arbeitsverzeichnisse löschen.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Arbeitsverzeichnis zu löschen:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Arbeitsverzeichnis</b> , und drücken Sie den Joystick. Ein Dialogfeld für das Arbeitsverzeichnis wird angezeigt.
4	Um das zu löschende Arbeitsverzeichnis auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.
5	Um  auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach rechts und dann nach oben/unten.
	Um das Arbeitsverzeichnis zu löschen, drücken Sie den Joystick.
6	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### HINWEIS

Sie können ein Arbeitsverzeichnis auch löschen, wenn sich die Kamera im Archivmodus befindet.

Drücken Sie hierfür den Joystick, um ein Menü anzuzeigen, und wählen Sie **Arbeitsverzeichnis**. Fahren Sie anschließend oben mit Schritt 4 fort.

Beim Löschen eines Arbeitsverzeichnisses werden alle darin enthaltenen Bilder und Dateien gelöscht.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.





## 16.17 Löschen von Bildern

### Allgemein

Sie können eines oder mehrere Bilder aus einem Ordner löschen.

### Vorgehensweise

Um ein Bild zu löschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Archiv  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	<p>Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drücken Sie den Joystick, um ein Menü aufzurufen, und wählen Sie anschließend <b>Bild löschen</b>. Drücken Sie den Joystick, um das aktuell angezeigte Bild zu löschen.</li> <li>■ Drücken Sie die Fokustaste, und gehen Sie folgendermaßen vor:             <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Bewegen Sie den Joystick nach rechts/links oder nach oben/unten, um das zu löschende Bild auszuwählen.</li> <li><b>2</b> Um ein Menü anzuzeigen, drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>3</b> Um das ausgewählte Bild zu löschen, wählen Sie im Menü die Option <b>Bild löschen</b>, und drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>4</b> Wählen Sie <b>Bild löschen</b>, um zu bestätigen, dass Sie das Bild löschen möchten.</li> <li><b>5</b> Drücken Sie den Joystick.</li> </ol> </li> </ul>

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.



## 16.18 Löschen aller Bilder

### Allgemein

Sie können alle Bilder aus einem Ordner löschen.

### Vorgehensweise

Um alle Bilder zu löschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Archiv  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	<p>Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drücken Sie den Joystick, um ein Menü aufzurufen, und wählen Sie anschließend <b>Alle löschen</b>. Drücken Sie den Joystick, um das aktuell angezeigte Bild zu löschen.</li> <li>■ Drücken Sie die Fokustaste, und gehen Sie folgendermaßen vor:             <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Bewegen Sie den Joystick nach rechts/links oder nach oben/unten, um das zu löschende Bild auszuwählen.</li> <li><b>2</b> Um ein Menü anzuzeigen, drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>3</b> Um das ausgewählte Bild zu löschen, wählen Sie im Menü die Option <b>Alle löschen</b>, und drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>4</b> Wählen Sie <b>Alle löschen</b>, um zu bestätigen, dass Sie das Bild löschen möchten.</li> <li><b>5</b> Drücken Sie den Joystick.</li> </ol> </li> </ul>

### HINWEIS

Wenn Sie alle Bilder löschen, werden nur die Bilder im aktuellen Arbeitsverzeichnis gelöscht. Bilder in anderen Arbeitsverzeichnissen werden nicht gelöscht.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

**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.

**Fusionstypen**

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

- **Oberhalb:** Alle Bereiche des Digitalfotos, deren Temperatur über dem festgelegten Temperaturwert liegt, werden als Infrarotbild angezeigt.
- **Unterhalb:** Alle Bereiche des Digitalfotos, deren Temperatur unter dem festgelegten Temperaturwert liegt, werden als Infrarotbild angezeigt.
- **Intervall:** 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.




Bildbeispiele

Die folgende Tabelle enthält Informationen zu den vier verschiedenen Fusionstypen:

Fusionstyp	Bild
Oberhalb	
Unterhalb	
Intervall	
Picture In Picture	

## Einstellen eines Fusionstyps

Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Fusionstyp einzustellen:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um einen Fusionstyp einzustellen, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Fusion</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Wählen Sie im Feld <b>Fusion</b> eine der folgenden Optionen aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Oberhalb</b></li> <li>■ <b>Unterhalb</b></li> <li>■ <b>Intervall</b></li> <li>■ <b>Picture In Picture</b></li> </ul>
5	Drücken Sie den Joystick, um Ihre Auswahl zu bestätigen.
6	Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wenn Sie <b>Oberhalb</b> oder <b>Unterhalb</b> auswählen, bewegen Sie den Joystick nach oben oder unten, um den Temperaturwert einzustellen. Der Temperaturwert wird, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, als 'Markierung' neben der Temperaturskala angezeigt.  </li> <li>■ Wenn Sie <b>Intervall</b> auswählen, können Sie eine oder mehrere der folgenden Aktionen durchführen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um das Intervall nach oben/unten zu verschieben.</li> <li>■ Bewegen Sie den Joystick nach rechts/links, um das Intervall zu vergrößern/verkleinern.</li> </ul> </li> <li>■ Wenn Sie <b>Picture In Picture</b> auswählen, können Sie eine oder mehrere der folgenden Aktionen durchführen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten, um die Größe des Infrarotbildrahmens zu ändern.</li> <li>■ Drücken Sie den Joystick einmal und anschließend nach rechts/links oder oben/unten, um den Infrarotbildrahmen zu verschieben.</li> <li>■ Halten Sie den Joystick länger als eine Sekunde gedrückt, um den Infrarotbildrahmen zu zentrieren.</li> </ul> </li> </ul>
7	Um die Funktion <b>Fusion</b> zu deaktivieren, wiederholen Sie Schritt 4 oben, und wählen Sie <b>Aus</b> .

## HINWEIS

Wenn Sie die Fusionsfunktion verwenden, können Sie die Temperaturwerte sowie die Größe und Position des Infrarotbildrahmens auch nach dem Speichern des Bildes ändern. Diese Änderungen können Sie auch in FLIR Reporter vornehmen.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

## 18.1

*Erstellen und Konfigurieren von Messpunkten*





## Allgemein

Um die Temperatur eines einzelnen Pixels zu messen, müssen Sie Messpunkte verwenden. Der Bereich innerhalb eines Messpunkts muss von dem zu untersuchenden Objekt ausgefüllt sein, damit eine korrekte Temperatur angezeigt wird.


18

## Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Messpunkt zu erstellen und zu konfigurieren:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um einen Messpunkt zu erstellen, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Messpunkt</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Um den Messpunkt zu verschieben, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Verschieben</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um den Messpunkt zu verschieben, drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten.</li> <li>4 Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>
5	Um die Temperatur des aktuellen Messpunkts als Referenztemperatur zu verwenden, wählen Sie <b>Als Referenztemperatur festlegen</b> , und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.  <b>Hinweis:</b> Sie können diesen Befehl nur dann für ein Rechteck, einen Kreis oder eine Linie verwenden, wenn eine der Optionen <b>Max.</b> , <b>Min.</b> oder <b>Mitte</b> aktiviert ist.
6	Um nur für diesen Messpunkt lokale Parameter festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Lokale Parameter verwenden</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Wählen Sie <b>Lokale Parameter bearbeiten</b>.</li> <li>4 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>5 Um Werte für den Emissionsgrad, den Objektabstand und die reflektierte scheinbare Temperatur festzulegen, verwenden Sie den Joystick.</li> <li>6 Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>

Verwandte  
Themen

<b>7</b>	Wenn der Messpunkt einen Alarm auslösen soll, wählen Sie <b>Alarm</b> , um die Alarmparameter zu konfigurieren. Informationen hierzu finden Sie in Abschnitt 20 – Arbeiten mit Alarmsignalen auf Seite 123.
<b>8</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

- Je nach Ihren Einstellungen ist dieses Werkzeug möglicherweise nicht sichtbar. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.2.1 – Ändern der Anzahl der Messwerkzeuge auf Seite 145.
- Ausführliche Informationen zu Parametern und zur korrekten Einstellung des Emissionsgrads und der reflektierten scheinbaren Temperatur finden Sie in Abschnitt 34 – Thermografische Messtechniken auf Seite 281.
- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.







## 18.2 Erstellen und Konfigurieren von Rechtecken oder Kreisen



### Allgemein

Um die Temperatur eines größeren Bereichs zu messen, verwenden Sie Rechteck oder Kreis.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Rechteck oder einen Kreis zu erstellen und zu konfigurieren:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um ein Rechteck oder einen Kreis zu erstellen, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Rechteck</b> oder <b>Kreis</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Um die Größe des Rechtecks bzw. Kreises anzupassen, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Größe ändern und verschieben</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um die Größe des Rechtecks oder Kreises anzupassen, drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten.</li> <li>4 Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>
5	Um das Rechteck oder den Kreis zu verschieben, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Größe ändern und verschieben</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um zwischen dem Anpassen der Größe und dem Verschieben umzuschalten, drücken Sie den Joystick.</li> <li>4 Um das Rechteck oder den Kreis zu verschieben, drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten.</li> <li>5 Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>
6	Um den Ergebnistyp festzulegen, wählen Sie eine oder mehrere der folgenden Optionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Max.</b> gibt die maximale Temperatur innerhalb des Rechtecks oder Kreises zurück.</li> <li>■ <b>Min.</b> gibt die minimale Temperatur innerhalb des Rechtecks oder Kreises zurück.</li> <li>■ <b>Mitte</b> gibt die durchschnittliche Temperatur innerhalb des Rechtecks oder Kreises zurück.</li> </ul>

7	Um visuelle Markierungen anzuzeigen, die die jeweils exakte Position der maximalen und minimalen Temperatur angeben, wählen Sie <b>Messfunktionen</b> , und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.
8	<p>Um die Temperatur des Rechtecks oder des Kreises als Referenztemperatur zu verwenden, wählen Sie <b>Als Referenztemperatur festlegen</b>, und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</p> <p><b>Hinweis:</b> Sie können den Befehl <b>Als Referenztemperatur festlegen</b> nur dann verwenden, wenn Sie eines der Ergebnisse in Schritt 6 oben ausgewählt haben.</p> <p>Wenn Sie die Temperatur des Rechtecks oder Kreises als Referenztemperatur verwenden, wird sie als feststehender Temperaturwert erfasst. Folglich wird die Referenztemperatur nicht automatisch aktualisiert, wenn sich die Temperatur des Rechtecks oder Kreises ändert.</p>
9	<p>Um nur für dieses Rechteck oder diesen Kreis lokale Parameter festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Lokale Parameter verwenden</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Wählen Sie <b>Lokale Parameter bearbeiten</b>.</li> <li>4 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>5 Um Werte für den Emissionsgrad, den Objektabstand und die reflektierte scheinbare Temperatur festzulegen, verwenden Sie den Joystick.</li> <li>6 Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>
10	Wenn das Rechteck oder der Kreis einen Alarm auslösen soll, wählen Sie <b>Alarm</b> , um die Alarmparameter zu konfigurieren. Informationen hierzu finden Sie in Abschnitt 20 – Arbeiten mit Alarmsignalen auf Seite 123.
11	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

#### Verwandte Themen

- Je nach Ihren Einstellungen ist dieses Werkzeug möglicherweise nicht sichtbar. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.2.1 – Ändern der Anzahl der Messwerkzeuge auf Seite 145.
- Ausführliche Informationen zu Parametern und zur korrekten Einstellung des Emissionsgrads und der reflektierten scheinbaren Temperatur finden Sie in Abschnitt 34 – Thermografische Messtechniken auf Seite 281.
- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 18.3 Erstellen und Konfigurieren von Isothermen




### Allgemein

Mit dem Isothermen-Befehl erhalten alle Pixel oberhalb, unterhalb oder zwischen einem oder mehreren festgelegten Temperaturwerten eine Kontrastfarbe.

Die Verwendung von Isothermen ist eine gute Methode, um Unregelmäßigkeiten in einem Infrarotbild zu erkennen.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um eine Isotherme zu erstellen und zu konfigurieren:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um eine Isotherme zu erstellen, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Isotherme</b> , und drücken Sie den Joystick. Auf der Temperaturskala wird ein Dreieck angezeigt.
4	Gehen Sie folgendermaßen vor, um den Temperaturwert zu ändern: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Level</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um den gewünschten Temperaturwert auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>4 Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</li> </ol>
5	Um den Isothermentyp anzugeben, wählen Sie eine der folgenden Optionen aus, und drücken Sie den Joystick: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Oberhalb</b>: Die Isothermenfarbe wird nur auf Pixel oberhalb eines festgelegten Temperaturwerts angewendet.</li> <li>■ <b>Unterhalb</b>: Die Isothermenfarbe wird nur auf Pixel unterhalb eines festgelegten Temperaturwerts angewendet.</li> </ul>
6	Um festzulegen, welche Farbe auf die Pixel in Schritt 5 oben angewendet wird, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Farbe</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um die gewünschte Farbe auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>4 Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</li> </ol>
7	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### HINWEIS

- Wenn eine Alarmfunktion eine Isotherme verwendet, folgt der Temperaturwert der Isotherme der Alarmtemperatur. In diesem Fall sollten Sie den Wert nicht manuell ändern.

Verwandte  
Themen

18

- Wenn das Bild vollständig mit einer Isothermenfarbe (grün, rot usw.) überzogen ist, deutet dies darauf hin, dass als Isotherme ein Temperaturwert festgelegt wurde, der außerhalb der Temperaturskala des Bildes liegt.
- 
- Je nach Ihren Einstellungen ist dieses Werkzeug möglicherweise nicht sichtbar. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.2.1 – Ändern der Anzahl der Messwerkzeuge auf Seite 145.
  - Ausführliche Informationen zu Parametern und zur korrekten Einstellung des Emissionsgrads und der reflektierten scheinbaren Temperatur finden Sie in Abschnitt 34 – Thermografische Messtechniken auf Seite 281.
  - Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
-

## 18.4




## Erstellen und Konfigurieren von Linien



## Allgemein

Eine Linie ist eine Funktion, die Temperaturwerte entlang einer einzelnen Linie in einem Infrarotbild zurückgibt.

## Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um eine Linie zu erstellen und konfigurieren:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um eine Linie zu erstellen, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Profil</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Um die Linie zu verschieben, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie <b>Verschieben</b>.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Sie haben folgende Möglichkeiten. Drücken Sie den Joystick, um zwischen den Modi für horizontale und vertikale Linien zu wechseln.           <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um eine horizontale Linie nach oben oder unten zu verschieben, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>■ Um eine vertikale Linie nach rechts oder links zu verschieben, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links.</li> </ul> </li> <li>4 Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick.</li> </ol>
5	Um den Ergebnistyp festzulegen, wählen Sie eine der folgenden Optionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Max.</b> gibt die maximale Temperatur entlang der Linie zurück.</li> <li>■ <b>Min.</b> gibt die minimale Temperatur entlang der Linie zurück.</li> <li>■ <b>Mitte</b> gibt die durchschnittliche Temperatur entlang der Linie zurück.</li> <li>■ <b>Diagramm</b> zeigt ein Diagramm der Temperaturen entlang der Linie an.</li> </ul>
6	Um visuelle Markierungen anzuzeigen, die die jeweils exakte Position der maximalen und minimalen Temperaturen entlang der Linie angeben, wählen Sie <b>Messfunktionen</b> , und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.
7	Um die Temperatur der angegebenen Linie als Referenztemperatur zu verwenden, wählen Sie <b>Als Referenztemperatur festlegen</b> , und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick. <p><b>Hinweis:</b> Sie können den Befehl <b>Als Referenztemperatur festlegen</b> nur für ein Messwerkzeug auf einmal verwenden. Wenn Sie diesen Befehl bereits für einen Messpunkt verwendet haben, können Sie ihn daher nicht mehr für eine Linie verwenden.</p>

<b>8</b>	<p>Um nur für diese Linie lokale Parameter festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Wählen Sie <b>Lokale Parameter verwenden</b>.</li> <li><b>2</b> Drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>3</b> Wählen Sie <b>Lokale Parameter bearbeiten</b>.</li> <li><b>4</b> Drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>5</b> Um Werte für den Emissionsgrad, den Objektabstand und die reflektierte scheinbare Temperatur festzulegen, verwenden Sie den Joystick.</li> <li><b>6</b> Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>
<b>9</b>	<p>Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.</p>

#### Verwandte Themen

- Je nach Ihren Einstellungen ist dieses Werkzeug möglicherweise nicht sichtbar. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 24.2.1 – Ändern der Anzahl der Messwerkzeuge auf Seite 145.
- Ausführliche Informationen zu Parametern und zur korrekten Einstellung des Emissionsgrads und der reflektierten scheinbaren Temperatur finden Sie in Abschnitt 34 – Thermografische Messtechniken auf Seite 281.
- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.



## 18.5 Erstellen und Konfigurieren von Differenzberechnungen

### Allgemein

Eine Differenzberechnung gibt die Differenz zwischen den Werten zweier bekannter Messergebnisse oder zwischen dem Wert eines Messergebnisses und der Referenztemperatur zurück.


### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um eine Differenzberechnung zu erstellen und zu konfigurieren:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um eine Differenzberechnung zu konfigurieren, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Differenz</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Führen Sie folgende Aktionen aus, und drücken Sie zu Bestätigung jeder Auswahl den Joystick: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Um die <i>erste</i> Funktion der Differenzberechnung auszuwählen, wählen Sie <b>Funktion 1</b>, und drücken Sie den Joystick. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um das Messwerkzeug auszuwählen, das Sie für diese Funktion verwenden möchten.</li> <li>2 Um die <i>ID</i> des Messwerkzeugs auszuwählen, wählen Sie <b>ID</b>, und drücken Sie den Joystick. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um die ID auszuwählen.</li> <li>3 Um den <i>Ergebnistyp</i> des Messwerkzeugs auszuwählen, wählen Sie <b>Typ</b>, und drücken Sie den Joystick. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um den Ergebnistyp des Messwerkzeugs auszuwählen.</li> </ol>
5	Führen Sie folgende Aktionen aus, und drücken Sie zu Bestätigung jeder Auswahl den Joystick: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Um die <i>zweite</i> Funktion in der Differenzberechnung auszuwählen, wählen Sie <b>Funktion 2</b>, und drücken Sie den Joystick. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um das Messwerkzeug auszuwählen, das Sie für diese Funktion verwenden möchten.</li> <li>2 Um die <i>ID</i> des Messwerkzeugs auszuwählen, wählen Sie <b>ID</b>, und drücken Sie den Joystick. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um die ID auszuwählen.</li> <li>3 Um den <i>Ergebnistyp</i> des Messwerkzeugs auszuwählen, wählen Sie <b>Typ</b>, und drücken Sie den Joystick. Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um den Ergebnistyp des Messwerkzeugs auszuwählen.</li> </ol>
6	Wenn die Differenzberechnung einen Alarm auslösen soll, wählen Sie <b>Alarm</b> , um die Alarmparameter zu konfigurieren. Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in Abschnitt 20 – Arbeiten mit Alarmsignalen auf Seite 123.

7



Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

Verwandte  
Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---



## 18.6 Ändern von Objektparametern

**Allgemein** Für exakte Messergebnisse müssen Sie die Objektparameter lokal oder global einstellen. Im Folgenden wird beschrieben, wie Sie die Objektparameter global ändern.

**Parametertypen** Die Kamera kann folgende Objektparameter verwenden:




- Der **Emissionsgrad**, d. h. wie viel Strahlung ein Objekt im Vergleich zu einem theoretischen Referenzobjekt mit derselben Temperatur (auch „Schwarzkörper“ genannt) abgibt. Das Gegenteil des Emissionsgrades ist die Reflexivität. Der Emissionsgrad gibt an, wie viel Strahlung von dem Objekt ausgeht, und nicht, wie viel von ihm reflektiert wird.
- Die **Reflektierte Temperatur**, mit der die Umgebungsstrahlung kompensiert wird, die von dem Objekt in die Kamera reflektiert wird. Diese Objekteigenschaft wird Reflexivität genannt.
- Der **Objektabstand**, d. h. der Abstand zwischen der Kamera und dem zu untersuchenden Objekt.
- Die **Atmosphärentemperatur**, d. h. die Lufttemperatur zwischen der Kamera und dem zu untersuchenden Objekt.
- Die **Relative Luftfeuchtigkeit**, d. h. die relative Feuchtigkeit der Luft zwischen der Kamera und dem zu untersuchenden Objekt.
- Die **Temperatur der externen Optik**, 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 **Transmission der externen Optik**, d. h. die optische Transmission der Schutzfenster usw., die zwischen der Kamera und dem zu untersuchenden Objekt aufgestellt sind.

**Empfohlene Werte** Wenn Sie unsicher sind, welche Werte Sie einstellen sollen, halten Sie sich an folgende Empfehlungen:

Abstand	1,0 m
Atmosphärentemperatur	+20 °C
Emissionsgrad	0,95
Reflektierte scheinbare Temperatur	+20 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	50 %

## Vorgehensweise

Um die Objektparameter global zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Um die Objektparameter zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor: <b>1</b> Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Objektparameter</b> . <b>2</b> Drücken Sie den Joystick. <b>3</b> Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um die Standardwerte wiederherzustellen, wählen Sie <b>Standard wiederherstellen</b>, und drücken Sie den Joystick.</li> <li>■ Um die Werte für die Objektparameter zu ändern, verwenden Sie den Joystick. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.</li> <li>■ Wenn lokale Parameter mit den globalen Parametern überschrieben werden sollen, wählen Sie <b>Lokale Parameter außer Kraft setzen</b>, und drücken Sie den Joystick.</li> </ul>
<b>4</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

## HINWEIS

- Von den sieben oben genannten Parametern sind der *Emissionsgrad* und die *reflektierte scheinbare Temperatur* die wichtigsten, die in der Kamera korrekt eingestellt werden müssen.
- Um die Objektparameter *lokal* zu ändern, wählen Sie zuerst ein Messwerkzeug im Werkzeugfenster aus und dann **Lokale Parameter verwenden**. Ändern Sie die lokalen Parameter, indem Sie **Lokale Parameter bearbeiten** auswählen und dann die Parameter in gleicher Weise bearbeiten wie die globalen Objektparameter.

## Verwandte Themen

- Ausführliche Informationen zu Parametern und zur korrekten Einstellung des Emissionsgrads und der reflektierten scheinbaren Temperatur finden Sie in Abschnitt 34 – Thermografische Messtechniken auf Seite 281.
- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

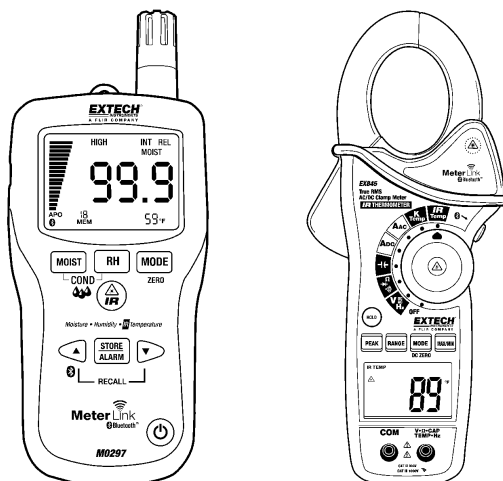
# 19 Abrufen von Daten externer Extech-Messgeräte

## Allgemein

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

## Abbildung

T638370.a1



19

## Unterstützte Extech-Messgeräte

- Extech Moisture Meter MO297
- Extech Clamp Meter EX845

## 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>.

## HINWEIS

- Die folgende Vorgehensweise setzt voraus, dass Sie Ihre Bluetooth-Geräte verbunden haben.
- Weitere Informationen zu den Produkten von Extech Instruments finden Sie unter <http://www.extech.com/instruments/>.

## Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1	Schalten Sie die Kamera ein.
2	Schalten Sie das Extech-Messgerät ein.

<b>3</b>	<p>Aktivieren Sie am Messgerät den Bluetooth-Modus. Nähere Informationen hierzu finden Sie im Handbuch Ihres Messgeräts.</p>
<b>4</b>	<p>Wählen Sie am Messgerät die zu verwendende Maßeinheit (Spannung, Strom, Widerstand usw.). Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in der Benutzerdokumentation des Messgeräts.</p> <p>Die Ergebnisse des Messgeräts werden nun automatisch in der Ergebnistabelle links oben im Bildschirm der Infrarotkamera angezeigt.</p>
<b>5</b>	<p>Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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 <b>Hinzufügen</b>.</li> <li>■ Möchten Sie ein Bild speichern, ohne die Vorschau zu nutzen, halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste gedrückt.</li> <li>■ Möchten Sie einem erneut aufgerufenen Bild einen Wert hinzufügen, rufen Sie zunächst das Bild auf und schalten dann das Messgerät ein. Wählen Sie nun <b>Hinzufügen</b> auf dem Bildschirm der Infrarotkamera. Sie können maximal 8 Werte hinzufügen. Beachten Sie hierbei, dass einige Werte in zwei Zeilen angezeigt werden.</li> </ul>

## 19.1 *Typische Verfahrensweise für Feuchtigkeitsmessung und Dokumentation*

### Allgemein

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

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Ermitteln Sie mit Hilfe der Infrarotkamera potenziell feuchte Bereiche hinter Wänden und Decken.
<b>2</b>	Nehmen Sie mit Hilfe des Feuchtemessers an verschiedenen Stellen, an denen Feuchtigkeit vermutet wird, Messungen vor.
<b>3</b>	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
<b>4</b>	Rufen Sie den Messwert aus dem Speicher des Messgeräts ab. Der Feuchtemesser überträgt diesen Wert nun fortlaufend an die Infrarotkamera.
<b>5</b>	Erfassen Sie mit der Kamera ein Wärmebild des Bereichs mit der Markierung. Die gespeicherten Daten des Feuchtemessers werden ebenfalls im Bild gespeichert.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

# 20 Arbeiten mit Alarmsignalen

## 20.1 Allgemeine Alarme

**Allgemein** Sie können die Kamera so konfigurieren, dass ein akustischer oder visueller Alarm ausgelöst wird, wenn bestimmte Messbedingungen erfüllt sind.

**Alarmtypen** Sie können zwischen den folgenden Alarmtypen wählen:



- **Oberhalb:** Löst einen Alarm aus, wenn eine Temperatur die zuvor festgelegte Alarmtemperatur überschreitet.
- **Unterhalb:** Löst einen Alarm aus, wenn eine Temperatur die zuvor festgelegte Alarmtemperatur unterschreitet.



**Alarmsignale** Wenn ein Alarm ausgelöst wird, kann folgendes Alarmsignal auftreten:

- Ein akustisches Alarmsignal (ein Signalton)
- Ein visuelles Alarmsignal (eine Isotherme)

**HINWEIS** Im folgenden Beispiel wird die Vorgehensweise für das Konfigurieren eines Alarms für die Temperatur eines Messpunkts beschrieben. Alarmsignale für andere Messwerkzeuge werden auf ähnliche Weise konfiguriert.

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Alarm zu konfigurieren:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Kamera</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um einen Messpunkt zu erstellen, wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Messpunkt</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Ändern Sie die Einstellungen für den Messpunkt wie in Abschnitt 18.1 – Erstellen und Konfigurieren von Messpunkten auf Seite 107 beschrieben.
5	Um <b>Alarm</b> auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.
6	Drücken Sie den Joystick.
7	Führen Sie folgende Aktionen aus, und drücken Sie zu Bestätigung jeder Auswahl den Joystick: <ol style="list-style-type: none"><li>1 Wählen Sie einen Alarmtyp aus.</li><li>2 Für jeden Alarmtyp müssen unterschiedliche Einstellungen vorgenommen werden. Ändern Sie diese Einstellungen entsprechend ihrer Anwendung und ihrem Alarmtyp.</li><li>3 Wählen Sie ein Alarmsignal aus.</li></ol>

8	 <p>Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.</p> <p>Jetzt wird ein Alarm ausgelöst, wenn die Bedingungen, die Sie für den Alarm festgelegt haben, erfüllt sind.</p>
---	---

Verwandte  
Themen




Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---



## 20.2 Gebäudealarme

Allgemein	<p>Die Kamera verfügt über Alarmtypen, die spezifisch für die Baubranche sind. Sie können die Kamera so einstellen, dass folgende Alarmtypen ausgelöst werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Taupunktalarm:</b> Wird ausgelöst, wenn ein Messwerkzeug eine kalte Oberfläche ermittelt, bei der das Risiko besteht, dass sich die Luftfeuchtigkeit als Wasser niederschlägt.</li> <li>■ <b>Alarm für Relative Luftfeuchtigkeit:</b> Wird ausgelöst, wenn ein Messwerkzeug eine Oberfläche ermittelt, bei der die relative Luftfeuchtigkeit über einem festgelegten Wert liegt.</li> <li>■ <b>Wärmedämmungsalarm:</b> Löst einen Alarm aus, wenn bei einer Wand ein Wärmedämmungsmangel vorliegt.</li> </ul>
Informationen zum Taupunktalarm	<p>Unter dem Taupunkt versteht man die Temperatur, bei der die Feuchtigkeit in einem bestimmten Luftvolumen zu Wasser kondensiert. An diesem Punkt beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 100 %.</p> <p>Wenn Sie mehrere Umgebungsparameter festgelegt haben, kann der <b>Taupunktalarm</b> diese Bereiche erkennen und mögliche Mängel in der Gebäudestruktur melden.</p>
Informationen zum Relative Luftfeuchtigkeitalarm	<p>In bestimmten Situationen entwickelt sich Schimmel in Bereichen, in denen die relative Luftfeuchtigkeit unter 100 % liegt. Für diese Bereiche kann der Taupunktalarm nicht verwendet werden, da er nur solche Bereiche erkennt, in denen das Risiko besteht, dass durch Feuchtigkeit Wasser entsteht, d. h. in denen die relative Luftfeuchtigkeit 100 % beträgt.</p> <p>Zur Erkennung von Bereichen, bei denen die relative Luftfeuchtigkeit unter 100 % liegt, können Sie den Alarm für <b>Relative Luftfeuchtigkeit</b> verwenden. Hier können Sie den Wert für die relative Luftfeuchtigkeit einstellen, bei dessen Überschreitung der Alarm ausgelöst wird.</p>
Informationen zum Wärmedämmungsalarm	<p>Der <b>Wärmedämmungsalarm</b> kann Bereiche in Gebäuden erkennen, in denen ein Wärmedämmungsmangel vorliegt. Er wird ausgelöst, wenn der Wärmedämmungsgrad unter einen festgelegten Wert für den Energieverlust durch die Wand fällt.</p> <p>In den verschiedenen Bauvorschriften werden jeweils unterschiedliche Werte empfohlen, typische Werte für Neubauten sind jedoch 0,6 – 0,8. Informieren Sie sich in den national gültigen Bauvorschriften über die empfohlenen Werte.</p>
Informationen zum Parameter für die Bereichsabdeckung in %	<p>Mit diesem Faktor wird der Schwellenwert für den Schweregrad des Alarms festgelegt. Er definiert die Größe des Bereichs in dem Bild, der die von dem Alarm festgelegte Bedingung erkennen muss.</p>
Alarmsignale	<p>Wenn ein Alarm ausgelöst wird, können folgende Alarmsignale auftreten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ein akustisches Alarmsignal (ein Signalton)</li> <li>■ Ein visuelles Alarmsignal (eine Isotherme)</li> </ul>
Vorgehensweise	<p>Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Alarm zu konfigurieren:</p>

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster eine der folgenden Optionen aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Taupunkt</li> <li>■ Relative Luftfeuchtigkeit</li> <li>■ Wärmedämmung</li> </ul>
4	Um den Alarm zu aktivieren, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Wählen Sie Aktiv.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, und wählen Sie Ein aus.</li> <li>4 Drücken Sie den Joystick.</li> </ol>
5	Geben Sie für jeden Parameter einen Wert ein, wie im vorherigen Schritt beschrieben.
6	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.  Jetzt wird ein Alarm ausgelöst, wenn die Bedingungen, die Sie für den Alarm festgelegt haben, erfüllt sind.

**HINWEIS**

Wenn ein Gebäudealarm aktiviert wird, werden alle anderen Messwerkzeuge deaktiviert.

**SIEHE AUCH**

- Informationen zu den theoretischen Grundlagen des Taupunktalarms finden Sie in Abschnitt 30.4.7 – Feuchtigkeit und Taupunkt auf Seite 235.
- Informationen zu den theoretischen Grundlagen des Wärmedämmungsalarms finden Sie in Abschnitt 30.4.8 – Auszug aus technischem Hinweis 'Bewertung von Wärmebrücken und durchgehender Wärmedämmung' (Beispiel für Großbritannien) auf Seite 236.

**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, Informationen zum Aufnahmeort usw. bereitgestellt werden.

In den folgenden Abschnitten wird erläutert, wie Sie verschiedene Arten von Kommentaren hinzufügen können. Um noch effizienter zu arbeiten, sollten Sie jedoch die Kamera so konfigurieren, dass automatisch nach Kommentaren gefragt wird. Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

**Verwandte Themen**

- Abschnitt 21.1 – Aufnehmen von Digitalbildern auf Seite 128.
- Abschnitt 21.2 – Erstellen von Sprachkommentaren auf Seite 129.
- Abschnitt 21.3 – Erstellen von Textkommentaren auf Seite 131.
- Abschnitt 21.4 – Hinzufügen von Bildbeschreibungen auf Seite 134.

## 21.1 Aufnahmen von Digitalbildern

### Allgemein


Wenn Sie ein Infrarotbild speichern, können Sie auch ein Digitalbild des zu untersuchenden Objekts anfertigen. Das Digitalbild wird automatisch dem Infrarotbild zugeordnet, wodurch die Nachbearbeitung und die Berichterstellung beispielsweise in FLIR Reporter erleichtert wird.

### HINWEIS

Diese Arbeitsanweisung geht davon aus, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass sie automatisch in den digitalen Kameramodus wechselt. Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um ein Digitalbild aufzunehmen:

<b>1</b>	Um ein Infrarotbild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.
<b>2</b>	Um das in der Vorschau angezeigte Infrarotbild zu speichern, halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste länger als eine Sekunde gedrückt.
<b>3</b>	Um das Digitalbild zu speichern, halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste länger als eine Sekunde gedrückt.
<b>4</b>	Drücken Sie die Taste  , um zum Infrarotmodus zurückzukehren.

### Verwandte Themen

- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
- Wie Sie die Kamera für die Aufnahme von Digitalbildern konfigurieren, erfahren Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

## 21.2 Erstellen von Sprachkommentaren

### Allgemein


Ein Sprachkommentar ist eine Audioaufzeichnung, die in einer Infrarotbilddatei gespeichert wird.

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

### Informationen zu Anleitungsdateien

Als Erinnerung daran, dass wichtige Informationen zu dem Infrarotobjekt in den Sprachkommentar aufgenommen werden müssen, können Sie in einem erweiterten Dialogfeld für Sprachkommentare eine Checkliste anzeigen. Diese Checkliste erstellen Sie in einem herkömmlichen Texteditor, speichern sie mit der Dateierweiterung \*.vfg und legen sie im Ordner Images der Kamera ab.

Um diese Checkliste beim Aufnehmen eines Sprachkommentars anzuzeigen, wählen

Sie im Dialogfeld **Sprachkommentar** die Option  aus, und drücken Sie den Joystick.









### HINWEIS

Diese Arbeitsanweisung geht davon aus, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass sie automatisch nach einem Sprachkommentar fragt. Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Sprachkommentar zu erstellen:

1	Um ein Bild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.
2	Um das in der Vorschau angezeigte Bild zu speichern, halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste länger als eine Sekunde gedrückt.

<b>3</b>	<p>Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung jeder Auswahl den Joystick. Manche Schaltflächen verfügen über mehrere Funktionen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um eine Aufnahme zu starten, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme zu unterbrechen/fortzusetzen, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme zu beenden, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme wiederzugeben, wählen Sie .</li> <li>■ Um den Sprachkommentar anzuhalten, den Sie gerade anhören, wählen Sie .</li> <li>■ Um zum Beginn einer Aufnahme zu gelangen, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufzeichnung zu löschen, drücken Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten, und wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme zu speichern, wählen Sie <b>Speichern</b>.</li> </ul>
<b>4</b>	<p>Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.</p>

**Verwandte Themen**

- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
- Wie Sie die Kamera zum Speichern eines Sprachkommentars konfigurieren, erfahren Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

**HINWEIS**

Manche Schaltflächen verfügen über mehrere Funktionen, und die Symbole auf den Schaltflächen ändern sich je nach Kontext.

## 21.3 Erstellen von Textkommentaren

### Allgemein

Ein Textkommentar wird in einer Bilddatei gespeichert. Über diese Funktion können Sie Bilder mit Hilfe einer Datei mit vordefinierten Texten kommentieren.

Diese Funktion ist sehr effizient, wenn Sie Informationen zu einem Bild speichern möchten oder wenn Sie eine große Anzahl ähnlicher Objekte untersuchen. Textkommentare können das manuelle Ausfüllen von Formularen oder Untersuchungsprotokollen überflüssig machen.

### Definitionen von Bezeichnung und Wert

Das Konzept des *Textkommentars* basiert auf zwei wichtigen Definitionen – *Bezeichnung* und *Wert*. Die folgenden Beispiele erklären, worin der Unterschied zwischen den beiden Definitionen besteht:

Bezeichnung (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

### Unterschiede zwischen einem Textkommentar und einer Bildbeschreibung

Textkommentare und Bildbeschreibungen unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht:

- Ein *Textkommentar* ist ein eigenes Kommentarformat von FLIR Systems, und die Informationen können nicht von Softwareprodukten anderer Hersteller abgerufen werden. Eine *Bildbeschreibung* verwendet einen Standard-Tag im JPG-Dateiformat und kann von anderen Softwareprodukten abgerufen werden.
- Die Struktur von *Textkommentaren* basiert auf *Informationspaaren* (Bezeichnung und Wert). Bei einer *Bildbeschreibung* ist dies nicht der Fall. Eine Datei mit einer Bildbeschreibung kann praktisch jede beliebige Informationsstruktur aufweisen.
- Das Konzept der Textkommentare basiert weitgehend auf der *Interaktion durch den Benutzer*. Der Benutzer wählt einen von mehreren Werten für jede Bezeichnung aus. Der Benutzer kann auch numerische Werte eingeben und dafür sorgen, dass Messergebnisse vom Bildschirm in den Textkommentar übernommen werden. Eine Bildbeschreibung ist von Natur aus *statisch* und kann zum Zeitpunkt der

Bildspeicherung nicht interaktiv durch den Benutzer geändert werden. Die Bildbeschreibung kann jedoch in einem Pocket PC mit Pocket Word bearbeitet werden, bevor sie in die Kamera geladen wird.

**Gültiges Dateiformat**

Das gültige Dateiformat für einen Textkommentar ist \*.tcf. Eine TCF-Datei ist eine Textdatei mit einer der beiden folgenden Codierungen:

- ANSI-Codierung (unterstützt in FLIR Reporter)
- UTF-8-Codierung (nicht unterstützt in FLIR Reporter). Diese Codierung muss für alle Sprachen verwendet werden, die nicht die ISO 8859-1-Codierung (Latin-1) verwenden.

Um eine TCF-Datei zu erstellen, schreiben Sie Ihren Text im Editor, speichern Sie die Datei mit ANSI- oder UTF-8-Codierung, und ändern Sie die Dateierweiterung in \*.tcf.

Um die TFC-Datei in der Kamera zu verwenden, speichern Sie diese in den Ordner Images auf der Speicherkarte. Anschließend können Sie zwischen den vordefinierten Texten wählen, wenn Sie mithilfe der Kamera einen Textkommentar zu einem Bild erstellen möchten.

21

**Maximale Zeichenanzahl**

Die maximale Zeichenanzahl in einer TCF-Datei beträgt jeweils 512 Zeichen pro Bezeichnung und Wert.

**Beispiel für eine Markup-Struktur**

Dies ist ein Beispiel für eine Markup-Struktur einer TCF-Datei. Die Wörter zwischen spitzen Klammern sind Bezeichnungen, und die Wörter ohne spitze Klammern sind Werte.

```
<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 2
Tool 3
<Recommendation>
Recommendation 1
Recommendation 2
Recommendation 3
```

**HINWEIS**

Diese Arbeitsanweisung geht davon aus, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass sie automatisch nach einem Textkommentar fragt. Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

**Vorgehensweise**

Gehen Sie folgendermaßen vor, um einen Textkommentar zu erstellen:

- |          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | Um ein Bild in der Vorschau anzuzeigen, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste. |
|----------|---|



2	Halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste länger als eine Sekunde gedrückt, um das Bild zu speichern. An dieser Stelle werden Sie nach einem Textkommentar gefragt.
3	<p>Drücken Sie für jede Bezeichnung den Joystick, und führen Sie eine der folgenden Aktionen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wählen Sie einen Wert aus der Dropdownliste aus. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</li> <li>■ Wählen Sie <b>Wert aufzeichnen</b> aus der Dropdownliste, und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick. Anschließend nimmt die Kamera einen der aktuell aktiven Messwerte in der Ergebnistabelle auf. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</li> <li>■ Wählen Sie <b>Numerischer Wert</b> aus der Dropdownliste, und drücken Sie zur Bestätigung den Joystick. Sie haben dann die Möglichkeit, einen numerischen Wert einzugeben. Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</li> </ul>
4	<p>Um den Textkommentar zu speichern, führen Sie eine der folgenden Aktionen aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wählen Sie <b>Speichern</b>, und drücken Sie den Joystick.</li> <li>■ Drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.</li> </ul>

#### Verwandte Themen

- Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.
- Wie Sie die Kamera zum Speichern eines Textkommentars konfigurieren, erfahren Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.

## 21.4 Hinzufügen von Bildbeschreibungen

### Allgemein

Eine Bildbeschreibung ist eine kurze Textbeschreibung, die in einer Infrarotbilddatei gespeichert ist.

Sie erstellen die Bildbeschreibung mit einem Pocket PC und übertragen sie anschließend über die IrDA-Schnittstelle an die Kamera.

Die Bildbeschreibung kann von anderer Software abgerufen werden.

### Unterschiede zwischen einem Textkommentar und einer Bildbeschreibung

Bildbeschreibungen und Textkommentare unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht:

- Ein *Textkommentar* ist ein eigenes Kommentarformat von FLIR Systems, und die Informationen können nicht von Softwareprodukten anderer Hersteller abgerufen werden. Eine *Bildbeschreibung* verwendet einen Standard-Tag im JPG-Dateiformat und kann von anderen Softwareprodukten abgerufen werden.
- Die Struktur von *Textkommentaren* basiert auf *Informationspaaren* (Bezeichnung und Wert). Bei einer *Bildbeschreibung* ist dies nicht der Fall. Eine Datei mit einer Bildbeschreibung kann praktisch jede beliebige Informationsstruktur aufweisen.
- Das Konzept der Textkommentare basiert weitgehend auf der *Interaktion durch den Benutzer*. Der Benutzer wählt einen von mehreren Werten für jede Bezeichnung aus. Der Benutzer kann auch numerische Werte eingeben und dafür sorgen, dass Messergebnisse vom Bildschirm in den Textkommentar übernommen werden. Eine Bildbeschreibung ist von Natur aus *statisch* und kann zum Zeitpunkt der Bildspeicherung nicht interaktiv durch den Benutzer geändert werden. Die Bildbeschreibung kann jedoch in einem Pocket PC mit Pocket Word bearbeitet werden, bevor sie in die Kamera geladen wird.

### Gültiges Dateiformat

- \*.txt (Nur-Text-Dokument (ANSI))
- \*.psw (PocketWord-Dokument)

### Maximale Zeichenzahl


Eine Bildbeschreibung darf maximal 511 Zeichen lang sein.

### HINWEIS

- Bei neueren PDAs wird als Texteditor möglicherweise Microsoft® Office Word Mobile verwendet. Bildbeschreibungen, die mit diesem Programm erstellt wurden, werden nicht unterstützt.
- Mit neueren PDAs können möglicherweise keine \*.txt-Dateien erstellt werden. Erstellen Sie in diesem Fall die \*.txt-Datei auf Ihrem PC oder Laptop, übertragen Sie sie auf den PDA und von dort aus auf die Kamera. Diese Vorgehensweise ist lediglich ein Mal erforderlich.
- Die nachfolgende Arbeitsanweisung basiert auf der Annahme, dass die Kamera so konfiguriert ist, dass sie automatisch nach einer Bildbeschreibung fragt. Informationen zur Vorgehensweise finden Sie in Abschnitt 24.2.2 – Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung auf Seite 146.
- Sie können eine Bildbeschreibung auch mit Hilfe einer an die Kamera angeschlossenen USB-Tastatur erstellen.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um eine Bildbeschreibung hinzuzufügen:

1	Halten Sie die Vorschau/Speichern-Taste länger als eine Sekunde gedrückt, um ein Bild zu speichern. An dieser Stelle werden Sie nach einer Bildbeschreibung gefragt.
2	Halten Sie Ihren Pocket PC in Richtung IrDA-Anschluss an der Kamera, und laden Sie die Bildbeschreibung in die Kamera.
3	Um die Bildbeschreibung zu speichern, drücken Sie die Vorschau/Speichern-Taste.
4	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte  
Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.




SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

## Allgemein

Sie können die Kamera so programmieren, dass Bilder regelmäßig gespeichert werden.

## Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Kamera so zu programmieren, dass Bilder periodisch gespeichert werden:

1	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Programm</b>  , und drücken Sie den Joystick.
2	Um <b>Setup</b> auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.
3	Um das Dialogfeld <b>Setup</b> anzuzeigen, wählen Sie die Option <b>Setup</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Um die zu verwendende Kamera festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um <b>Kamera</b> auszuwählen.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um die Kamera auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>4 Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.</li> </ol>
5	Um den Zeitraum zwischen den Speichervorgängen festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um <b>Stunden, Minuten</b> und <b>Sekunden</b> auszuwählen.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick für jeden Parameter.</li> <li>3 Bewegen Sie den Joystick für jeden Parameter nach oben/unten, um einen Wert festzulegen.</li> <li>4 Drücken Sie für jeden Parameter zur Bestätigung den Joystick.</li> </ol>
6	Um das Ende der periodischen Speicherungen festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um <b>Stopp</b> auszuwählen.</li> <li>2 Drücken Sie den Joystick.</li> <li>3 Um <b>Manuell, Zähler</b> oder <b>Timer</b> auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten.</li> <li>4 Bestätigen Sie mit der Taste .</li> </ol>
7	Geben Sie für jede Auswahl Steuerungsparameter an.
8	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.
9	Um das Programm zu starten, bewegen Sie den Joystick nach oben/unten. Wählen Sie <b>Start</b> aus, und drücken Sie den Joystick.

**Verwandte  
Themen**

---

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

# 23

# Aufnahme von Videos

## 23.1

## Aufzeichnen von nicht radiometrischen Videos











### 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.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um Infrarotvideos oder nicht radiometrische Tageslichtvideos aufzuzeichnen:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Video  , und drücken Sie den Joystick.
3	Um die gewünschte Kamera auszuwählen, bewegen Sie den Joystick nach rechts/links oder oben/unten, und wählen Sie eine der folgenden Optionen aus: <ul style="list-style-type: none"><li>■ IR = Infrarotkamera</li><li>■ DC = Digitale Kamera</li></ul> Drücken Sie zur Bestätigung den Joystick.
4	Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung jeder Auswahl den Joystick. Manche Schaltflächen verfügen über mehrere Funktionen. <ul style="list-style-type: none"><li>■ Um eine Aufnahme zu starten, wählen Sie .</li><li>■ Um eine Aufnahme zu unterbrechen/fortzusetzen, wählen Sie .</li><li>■ Um eine Aufnahme zu beenden, wählen Sie .</li><li>■ Um eine Aufnahme wiederzugeben, wählen Sie .</li><li>■ Um eine Aufnahme anzuhalten, die Sie gerade wiedergeben, wählen Sie .</li><li>■ Um zum Beginn einer Aufnahme zu gelangen, wählen Sie .</li><li>■ Um eine Aufnahme zu löschen, wählen Sie .</li></ul>
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**HINWEIS**

- In diesem Modus können Sie nur die zuletzt aufgezeichneten Videos anzeigen. Um ein anderes Video anzuzeigen, wechseln Sie in den Archivmodus. Der Grund hierfür ist, dass nicht radiometrische Videos direkt auf den SD-Speicherkarten gespeichert werden.
- Manche Schaltflächen verfügen über mehrere Funktionen, und die Symbole auf den Schaltflächen ändern sich je nach Kontext.
- Im Setup-Modus können Sie die Qualität des Videoformats ändern.
- Die Videos können 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.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---



## 23.2 *Aufzeichnen von radiometrischen Infrarotsequenzdateien*


### Allgemein










Sie können radiometrische Infrarotsequenzdateien aufzeichnen. Diese Sequenzdateien können anschließend auf einen PC verschoben und in FLIR Reporter oder FLIR Researcher wiedergegeben werden.

In diesen Programmen können Sie auch eine ganze Reihe erweiterter Nachbearbeitungsaufgaben durchführen und die Sequenzdateien analysieren.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um radiometrische Sequenzdateien aufzuzeichnen:

<b>1</b>	<p>Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.</p>
<b>2</b>	<p>Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Sequenz</b> , und drücken Sie den Joystick.</p>
<b>3</b>	<p>Um Sequenzeinstellungen für die Aufzeichnung festzulegen, gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten oder rechts/links, um  auszuwählen.</li> <li><b>2</b> Um das Dialogfeld anzuzeigen, drücken Sie den Joystick.</li> <li><b>3</b> Ändern Sie die Sequenzeinstellungen mit Hilfe des Joystick. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.</li> </ol>
<b>4</b>	<p>Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.</p>

<b>5</b>	<p>Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung jeder Auswahl den Joystick. Manche Schaltflächen verfügen über mehrere Funktionen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um eine Aufnahme zu starten, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme zu unterbrechen/fortzusetzen, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme zu beenden, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme wiederzugeben, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme anzuhalten, die Sie gerade wiedergeben, wählen Sie .</li> <li>■ Um zum Beginn einer Aufnahme zu gelangen, wählen Sie .</li> <li>■ Um eine Aufnahme zu löschen, wählen Sie .</li> <li>■ Um die Sequenzdatei zu speichern, wählen Sie .</li> </ul>
<b>6</b>	<p>Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.</p>

**23****HINWEIS**

- Radiometrische Sequenzdateien werden während der Aufzeichnung in einen Pufferspeicher gespeichert und müssen am Ende der Aufzeichnung auf eine SD-Speicherkarte gespeichert werden.
- Manche Schaltflächen verfügen über mehrere Funktionen, und die Symbole auf den Schaltflächen ändern sich je nach Kontext.
- Wenn Sie mit radiometrischen Infrarotsequenzdateien arbeiten, sollten Sie die Speicherkarte stets in Steckplatz I einlegen, um eine bessere Leistung zu erzielen.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

# 24 Ändern von Einstellungen

## 24.1 Ändern der Infraroteinstellungen




### 24.1.1 Ändern des Temperaturbereichs

---

**Allgemein** Sie können den Temperaturbereich für Messobjekte der Kamera ändern. Je nach Modell verfügt Ihre Kamera über einen oder mehrere Temperaturbereiche für Messobjekte.

---

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um den Temperaturbereich für Messobjekte der Kamera zu ändern:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option Kamera  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Temperaturbereich</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Mit Hilfe des Joysticks können Sie einen anderen Temperaturbereich auswählen.
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

---

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

## 24.1.2 Ändern der Bildbearbeitungsfilter




### Allgemein

Bildbearbeitungsfilter haben Einfluss auf die Anpassung und Bearbeitung von Infrarotbildern.

Welcher Filter für welchen Anwendungsbereich am besten geeignet ist, hängt von mehreren Faktoren, wie Temperatur und Emissionsgrad des Messobjekts, reflektierte scheinbare Temperatur, Abstand zum Messobjekt usw., ab. Probieren Sie verschiedene Filter aus, um den für Ihre Anwendung am besten geeigneten zu finden.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Einstellungen für Bildbearbeitungsfilter zu ändern:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Bildbearbeitung</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Um den Grad der Rauschunterdrückung zu ändern, wählen Sie <b>Rauschunterdrückung</b> , und drücken Sie den Joystick.
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 24.2 Ändern der Einstellungen für das Kameraverhalten

### 24.2.1 Ändern der Anzahl der Messwerkzeuge




#### Allgemein

Sie können die maximale Anzahl der Messwerkzeuge ändern, die Sie gleichzeitig auf dem Bildschirm verwenden möchten.

Sie können die Anzahl verringern, um so die Arbeit mit ihren bevorzugten Messwerkzeugen effizienter zu gestalten.

#### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Anzahl der Messwerkzeuge zu ändern:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Werkzeuge</b> .
<b>4</b>	Führen Sie die folgenden Schritte für jedes Messwerkzeug durch: <b>1</b> Drücken Sie den Joystick, um in den Bearbeitungsmodus zu wechseln. <b>2</b> Bewegen Sie den Joystick nach oben/unten, um die Anzahl zu ändern. <b>3</b> Um die Auswahl zu bestätigen, drücken Sie jeweils den Joystick.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

#### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 24.2.2 Ändern der Einstellungen für die Bildspeicherung

### Allgemein

Um die Arbeit mit der Kamera effizienter zu gestalten, können Sie eine Reihe von Einstellungen vornehmen, die festlegen, wann ein Bild gespeichert wird.

Wenn Sie häufig mit der Kamera arbeiten, sollten Sie diese Einstellungen an Ihre Anforderungen anpassen.

### Einstellungstypen




Sie können folgende Parameter ändern:

- **Textkommentar anfordern:** Aufforderung zur Eingabe eines Textkommentars beim Speichern des Infrarotbildes
- **Bildbeschreibung anfordern:** Aufforderung zur Eingabe einer Bildbeschreibung beim Speichern des Infrarotbildes
- **Sprachkommentar anfordern:** Aufforderung zur Eingabe eines Sprachkommentars beim Speichern des Infrarotbildes
- **Digitalbild anfordern:** Aufforderung zum Wechseln in den Digitalkameramodus nach dem Speichern des Infrarotbildes
- **Fusionsbild anfordern:** Aufforderung zum Wechseln in den Fusionsmodus nach dem Speichern des Infrarotbildes
- **Picture in Picture anfordern:** Aufforderung zum Wechseln in den 'Picture in Picture'-Modus nach dem Speichern des Infrarotbildes
- **JPEG-Komprimierung,** d. h., die Bildkomprimierung ändern.
- **Bilder zuordnen:** Zuordnen von Digitalbildern zu Infrarotbildern
- **Gleichzeitige Schnappschüsse:** Gleichzeitige Aufnahme von Infrarotbild und Digitalbild ohne Benutzereingriff
- **Bildname:** Festlegen von Benennungskonventionen für gespeicherte Bilder
- **Zähler zurücksetzen:** Zurücksetzen des Bildbenennungszählers

## 24

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Einstellungen für die Bildspeicherung zu ändern:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Bildspeicherung</b> .
<b>4</b>	Führen Sie die folgenden Schritte für jeden Parameter durch: <b>1</b> Drücken Sie den Joystick, um in den Bearbeitungsmodus zu wechseln. <b>2</b> Drücken Sie den Joystick nach oben/unten, um die Einstellung zu ändern. <b>3</b> Um die Auswahl zu bestätigen, drücken Sie jeweils den Joystick.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte  
Themen**

---

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

---

### 24.2.3 Programmieren benutzerdefinierter Tasten



**Allgemein** Sie können den benutzerdefinierten Tasten #1 und #2 Funktionen zuweisen.

**Auswahlmöglichkeiten** Sie können jede benutzerdefinierte Taste mit einer der folgenden Funktionen belegen:

- Zwischen Farben und Graustufen wechseln
- Nächste Bildpalette
- Palette invertieren
- Bild einstellen
- Bild manuell einstellen
- Temperaturbereich ändern
- Zoomfaktor ändern
- Programmmodus
- Sequenzmodus
- Grafiken ein-/ausblenden
- Zwischen LCD-Display und Sucher wechseln
- Umschalten zwischen Level und Span und dem automatischen Nur Level-Modus
- Zwischen linearem, Histogramm- und Detailmodus wechseln
- Wechseln zwischen aktiven Messwerkzeugen
- Fusion ein- und ausschalten
- Lampe ein- und ausschalten
- Zwischen Infrarot- und Digitalkamera wechseln
- Zwischen dem aktuellem Bild und den Referenzbildern umschalten

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um den benutzerdefinierten Tasten #1 und #2 Funktionen zuzuweisen:

24

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Benutzertasten</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Weisen Sie den benutzerdefinierten Tasten #1 und #2 mit Hilfe des Joysticks Funktionen zu. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.






## 24.3 Ändern der Hardware-Einstellungen

### 24.3.1 Ändern der Einstellungen für USB-Modus

#### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Einstellungen für den USB-Modus zu ändern:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Datenübertragung</b> .
4	<p>Mit Hilfe des Joysticks können Sie einen anderen USB-Modus auswählen. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.</p> <p>Die Kamera bietet zwei USB-Modi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Massenspeicher:</b> In diesem Modus fungiert die Kamera als USB-Laufwerk. Dies ist die einfachste Methode, Bilder auf die Kamera bzw. von ihr zu übertragen. Hierfür muss keine spezielle Software auf dem Computer installiert werden. Während die Kamera an den PC angeschlossen ist, sind ihre Funktionen jedoch eingeschränkt.</li> <li>■ <b>Netzlaufwerk:</b> In diesem Modus fungiert die Kamera als Netzlaufwerk. Verwenden Sie diesen Modus zum Verschieben von Bildern von der bzw. auf die Kamera. Dies ist eine komfortablere Methode zum Verschieben von Bildern, für die jedoch eine spezielle PC-Software von FLIR Systems auf dem Computer installiert sein muss.</li> </ul>
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.




#### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 24.3.2 Ändern von WLAN-Einstellungen

**Allgemein** Wenn Übertragungs- oder Empfangsstörungen auftreten, können Sie die WLAN-Einstellungen in der Kamera ändern.

**Vorgehensweise** Um WLAN-Einstellungen zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:




<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Datenübertragung</b> .
<b>4</b>	Wählen Sie <b>Drahtloseinstellungen</b> .
<b>5</b>	Mit Hilfe des Joysticks können Sie einen anderen WLAN-Kanal auswählen. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.  Sie können die Kanäle 1 bis 13 verwenden. Da sich die Kanäle jedoch überschneiden, werden in der Regel nur die Kanäle 1, 6 und 11 verwendet.
<b>6</b>	Nach dem Ändern des Kanals müssen Sie Folgendes tun: <b>1</b> Verbinden Sie die Kamera und die Fernbedienung mithilfe des USB-Kabels, und warten Sie anschließend auf eine Nachricht, die die erfolgreiche Konfiguration bestätigt. <b>2</b> Schalten Sie die Fernbedienung für mindestens 30 Sekunden aus. <b>3</b> Schalten Sie die Fernbedienung ein.
<b>7</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**HINWEIS** Der Befehl **Drahtloseinstellungen** ist nur dann verfügbar, wenn sich eine SD-Speicherkarte mit integriertem WLAN-Chip in der Kamera befindet.

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

### 24.3.3 Ändern der Einstellungen für den Laser

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Einstellungen den Laser zu ändern:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Laser</b> .
<b>4</b>	Die Kamera verfügt über 3 Einstellungen für den Laser: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Fokus:</b> Die Kamera fokussiert fortlaufend auf den Laserpunkt.</li> <li>■ <b>Level einstellen:</b> Die Kamera setzt Bild-Level auf die Temperatur des Objektes am Laserpunkt.</li> <li>■ <b>Fixierter Messpunkt:</b> An der Stelle des Laserpunktes wird ein Messpunkt platziert, der sich fortan mit dem Laserpunkt mitbewegt und ruht, wenn der Laserpointer deaktiviert ist.</li> </ul>
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

**HINWEIS**

Die in Schritt 4 beschriebenen Funktionen sind nur dann verfügbar, wenn der Laserstrahl deutlich zur Kamera reflektiert wird.




## 24.3.4 Aktivieren oder Deaktivieren von GPS

### Allgemein

Die Kamera verfügt über ein internes GPS-Modul, das GPS-Daten innerhalb des JPG-Bildes in einem Tag speichert. In FLIR Reporter können Sie anschließend die GPS-Daten auslesen und die Position anzeigen, an der das Bild aufgenommen wurde, z. B. mit Google® Maps.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um GPS zu aktivieren oder deaktivieren:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>GPS</b> .
<b>4</b>	Mit Hilfe des Joysticks können Sie GPS aktivieren bzw. deaktivieren. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### HINWEIS

- GPS-Daten werden im unteren Teil des Werkzeugfensters angezeigt oder optional in der Statusleiste des Infrarotbildes.
- Wenn die Kamera innerhalb von Gebäuden eingesetzt wird, kann das GPS-Modul keine GPS-Daten abrufen. Darüber hinaus sind die GPS-Daten von vielen weiteren Faktoren abhängig, z. B. dem Gelände, hohen Gebäuden in der Umgebung der Kamera sowie der Anzahl der erkannten Satelliten.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.




## 24.3.5 Ändern der Einstellungen für die Energieverwaltung

### Allgemein

Sie können festlegen, nach welcher Zeit sich die Kamera automatisch abschaltet. Wenn Sie eine kurze Zeitspanne wählen, erhöht das die Betriebsdauer des Akkus.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um festzulegen, nach welcher Zeit sich die Kamera automatisch abschaltet:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Power</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Mit Hilfe des Joysticks können Sie eine andere Zeitspanne auswählen. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 24.3.6 Ändern der Einstellungen für das LCD-Display

### Allgemein




Wenn Sie das LCD-Display öffnen, geschieht Folgendes:

- 1 Das Display wird automatisch eingeschaltet.
- 2 Der Sucher wird automatisch ausgeschaltet.

Sie können dieses Verhalten ändern, indem Sie die Einstellungen für das LCD-Display ändern. In diesem Dialogfeld können Sie auch die Einstellungen für die Helligkeit des LCD-Displays und des Suchers sowie das Videoformat ändern.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Einstellungen des LCD-Displays zu ändern:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Displays</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Führen Sie eine der folgenden Aktionen aus, und drücken Sie zur Bestätigung jeder Auswahl den Joystick: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wählen Sie <b>Auto</b>, damit das Display beim Öffnen automatisch angeschaltet und der Sucher automatisch ausgeschaltet wird.</li> <li>■ Wählen Sie <b>Display</b>, um das Display automatisch anzuschalten und die bisherige Einstellung außer Kraft zu setzen.</li> <li>■ Wählen Sie <b>Sucher</b>, um den Sucher automatisch anzuschalten und die bisherige Einstellung außer Kraft zu setzen.</li> <li>■ Um die Helligkeit des LCD-Displays zu ändern, wählen Sie <b>Display-Helligkeit</b>, drücken Sie den Joystick, und bewegen Sie ihn anschließend nach oben/unten, um eine Auswahl zu treffen.</li> <li>■ Um die Helligkeit des Suchers zu ändern, wählen Sie <b>Sucherhelligkeit</b>, drücken Sie den Joystick, und bewegen Sie ihn anschließend nach oben/unten, um eine Auswahl zu treffen.</li> <li>■ Um das Videoformat zu ändern, wählen Sie <b>Externer Videomonitor</b>, drücken Sie den Joystick, und bewegen Sie ihn anschließend nach oben/unten, um ein anderes Videoformat auszuwählen.</li> </ul>
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.




### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 24.3.7 Ändern der Einstellungen für Videos

**Allgemein** Sie können die Aufnahmequalität von Videos ändern.

**Vorgehensweise** Um die Aufnahmequalität von Videos zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster die Option <b>Video</b> .
<b>4</b>	Gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Drücken Sie den Joystick, um in den Bearbeitungsmodus zu wechseln.</li> <li><b>2</b> Drücken Sie den Joystick nach oben/unten, um die Einstellung zu ändern.</li> <li><b>3</b> Um die Auswahl zu bestätigen, drücken Sie den Joystick.</li> </ol>
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.




**HINWEIS** Eine Einstellung für hohe Qualität bewirkt eine bessere Bildqualität des Videos, allerdings werden hierdurch die Dateien größer und benötigen mehr Speicherplatz auf den SD-Speicherkarten.

## 24.4 Ändern der allgemeinen Einstellungen

### 24.4.1 Ändern der Anzeigeeinstellungen

**Allgemein** Sie können festlegen, welche Informationen in der Statuszeile unten im Bildschirm angezeigt werden.

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um festzulegen, welche Informationen in der Statuszeile angezeigt werden:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Ansicht</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Mit Hilfe des Joysticks können Sie festlegen, welche Informationen in der Statuszeile oder der Temperaturskala angezeigt werden. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.






## 24.4.2 Ändern der Menüeinstellungen

**Allgemein** Sie können verschiedene Einstellungen zur Anzeige von Menüs und Hilfetext ändern.

**Parametertypen** Sie können folgende Parameter ändern:

- **Quickinfo:** Hilfetexte, die im Bereich für allgemeine Informationen angezeigt werden
- **Textgröße:** Textgröße in Menüs und Dialogfeldern

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor, um Einstellungen zur Anzeige von Menüs und Hilfetext zu ändern:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Menü</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Führen Sie die folgenden Schritte für jeden Parameter durch: <b>1</b> Drücken Sie den Joystick, um in den Bearbeitungsmodus zu wechseln. <b>2</b> Drücken Sie den Joystick nach oben/unten, um die Einstellung zu ändern. <b>3</b> Um die Auswahl zu bestätigen, drücken Sie jeweils den Joystick.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte Themen** Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.




### 24.4.3 Ändern der regionalen Einstellungen

**Allgemein** Sie können die regionalen Einstellungen an Ihren Standort (Land/Region) anpassen.

**Typen regionaler Einstellungen** Sie können folgende regionale Einstellungen ändern:

- Sprache
- Datumsformat
- Zeitformat
- Entfernung
- Temperatureinheit

**Vorgehensweise** Um regionale Einstellungen zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Regional</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Mit Hilfe des Joysticks können Sie die einzelnen regionalen Einstellungen ändern. Drücken Sie den Joystick, um eine Auswahl zu bestätigen.
<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.




## 24.4.4 Ändern von Datum, Uhrzeit und Zeitzone

### Allgemein

Sie können das Datum, die Uhrzeit und die Zeitzone der Kamera ändern. Das jeweilige Format wird durch die regionalen Einstellungen bestimmt.

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um Datum, Uhrzeit und Zeitzone zu ändern:

1	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
2	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
3	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Datum/Uhrzeit</b> , und drücken Sie den Joystick.
4	Sie können das Datum, die Uhrzeit und die Zeitzone mit Hilfe des Joysticks ändern. Drücken Sie den Joystick, um jede Auswahl zu bestätigen.
5	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.

### Verwandte Themen

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

## 24.4.5 Arbeiten mit Benutzerprofilen

### Allgemein

Durch das Speichern eines Benutzerprofils wird eine Momentaufnahme einer ganzen Reihe von aktuellen Kameraeinstellungen gespeichert. Beim Laden des Benutzerprofils werden diese Einstellungen auf der Kamera wiederhergestellt.

Ein Benutzerprofil kann auch exportiert und in eine andere Kamera importiert werden.







### Einstellungen, die gespeichert werden

Folgende Einstellungen werden in einem Benutzerprofil gespeichert:

- Messwerkzeuge
- Objektparameter
- Palette
- Bildeinstellungen
- Energieeinstellungen
- Datenübertragungseinstellungen
- Regionale Einstellungen
- Einstellungen für das Kameraverhalten

### Vorgehensweise

Gehen Sie folgendermaßen vor, um Benutzerprofile zu speichern, zu laden, zu importieren und zu exportieren:

<b>1</b>	Drücken Sie die Taste  rechts neben dem Joystick, um zur Modusauswahl zu gelangen.
<b>2</b>	Wählen Sie in der Modusauswahl die Option <b>Setup</b>  , und drücken Sie den Joystick.
<b>3</b>	Wählen Sie im Werkzeugfenster <b>Benutzerprofil</b> , und drücken Sie den Joystick.
<b>4</b>	Führen Sie eine der folgenden Aktionen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Um ein Benutzerprofil zu speichern, bewegen Sie den Joystick nach rechts und dann nach oben/unten, um  auszuwählen, und drücken Sie dann den Joystick.</li> <li>■ Um ein Benutzerprofil zu laden, bewegen Sie den Joystick nach rechts und dann nach oben/unten, um  auszuwählen, und drücken Sie dann den Joystick.</li> <li>■ Um ein Benutzerprofil zu exportieren, bewegen Sie den Joystick nach rechts und dann nach oben/unten, um  auszuwählen. Drücken Sie anschließend den Joystick.</li> <li>■ Um ein Benutzerprofil zu importieren, bewegen Sie den Joystick nach rechts und dann nach oben/unten, um  auszuwählen. Drücken Sie anschließend den Joystick.</li> </ul>

<b>5</b>	Mit der Taste  können Sie in Dialogfeldern bestätigen oder die Felder schließen.
----------	---

**Speicherort für exportierte Benutzerprofile**

Wenn ein Benutzerprofil exportiert wird, wird im Ordner Profiles ein eigener Profilordner erstellt. Der Ordner Profiles befindet sich auf derselben Ordner Ebene wie der Ordner Images.

**Benennungskonventionen**

Die Benennungskonvention für Benutzerprofilordner lautet Profile XXXX. XXXX steht für eine inkrementelle Nummer. Wenn Sie das Profil umbenennen möchten, können Sie den Namen des Ordners Profile XXXX ändern. Nehmen Sie keine Änderungen an den im Ordner enthaltenen Dateien vor.

**HINWEIS**

Wenn Sie ein Benutzerprofil auf die Kamera bzw. von ihr übertragen, achten Sie darauf, dass Sie den vollständigen Ordner Profile XXXX verschieben. Nehmen Sie keine Änderungen an den im Ordner enthaltenen Dateien vor.

**Verwandte Themen**

Informationen zur Anordnung der Tasten finden Sie in Abschnitt 9 – Kamerateile auf Seite 19.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 25 Reinigen der Kamera

## 25.1 *Kameragehäuse, Kabel und weitere Teile*

---

**Flüssigkeiten** Verwenden Sie eine der folgenden Flüssigkeiten:

- Warmes Wasser
- Milde Reinigungslösung

---

**Ausrüstung** Ein weiches Tuch

---

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Tränken Sie das Tuch in der Flüssigkeit.
<b>2</b>	Wringen Sie das Tuch aus, um überschüssige Flüssigkeit zu entfernen.
<b>3</b>	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.

---

## 25.2 *Infrarotobjektiv*

---

### Flüssigkeiten

Verwenden Sie eine der folgenden Flüssigkeiten:

- 96%iger Isopropylalkohol
  - Eine handelsübliche Reinigungslösung für Objektive mit über 30%igem Isopropylalkohol
- 

### Ausrüstung

Watte

---

### 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.
-



## 25.3 *Infrarotdetektor*

**Allgemein** Selbst geringe Staubmengen auf dem Infrarotdetektor können zu schwerwiegenden Bildfehlern führen. Befolgen Sie nachstehende Anweisungen, um alle Staubpartikel vom Detektor zu entfernen.

**HINWEIS**

- Dieser Abschnitt ist nur für Kameras relevant, bei denen der Infrarotdetektor durch die Entfernung des Objektivs freigelegt wird.
- In manchen Fällen können Sie den Staub auch mithilfe dieser Anweisungen nicht entfernen. Der Infrarotdetektor muss dann mechanisch gesäubert werden. Diese mechanische Reinigung muss von einem autorisierten Servicepartner vorgenommen werden.

**VORSICHT** Verwenden Sie für Schritt 2 dieser Anleitung keine Druckluft aus Druckluftkreisläufen, wie sie beispielsweise in Werkstätten gebräuchlich sind. Diese Luft wird zumeist mit einem Ölnebel angereichert, der pneumatische Werkzeuge schmiert.

**Vorgehensweise** Gehen Sie folgendermaßen vor:

<b>1</b>	Entfernen Sie das Objektiv von der Kamera.
<b>2</b>	Entfernen Sie den Staub mithilfe von Druckluft. Hierzu eignet sich beispielsweise ein Druckluft-Spray.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

## 26 Technische Daten

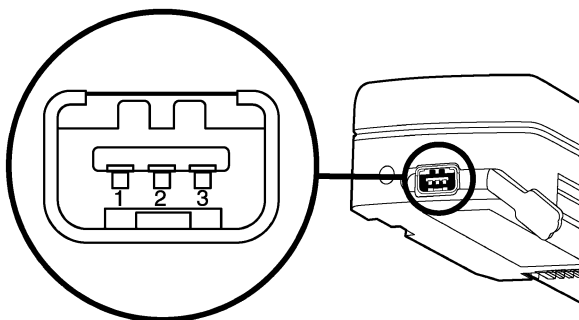
Die technischen Daten finden Sie in den Datenblättern der Benutzerdokumentation auf einer im Lieferumfang enthaltenen CD-ROM.

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

## 26.1 Zusätzliche Daten

Steckerkonfiguration für den Netzanschluss

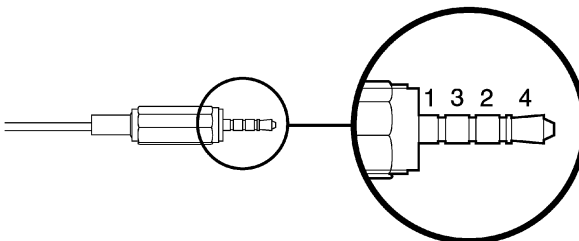
10730903.a2



Pin	Signalname
1	+12 V
2	GND
3	GND

Steckerkonfiguration für den Headset-Anschluss

10731003.a1

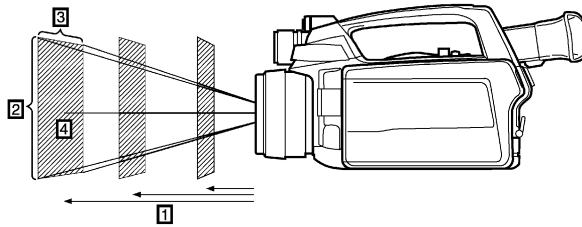


Pin	Signalname
1	MIKROFON-
2	MIKROFON+
3	KOPFHÖRER+
4	KOPFHÖRER-

Bildfeldwinkel und

Abstand: 45°/19-  
mm-Objektiv

10732003.a1



**Abbildung 26.1** Verhältnis zwischen Sehwinkel und Abstand. **1:** Abstand zum Messobjekt; **2:** VFOV = vertikaler Sehwinkel **3:** HFOV = horizontaler Sehwinkel, **4:** IFOV = momentaner Sehwinkel (Größe eines Detektorelements).

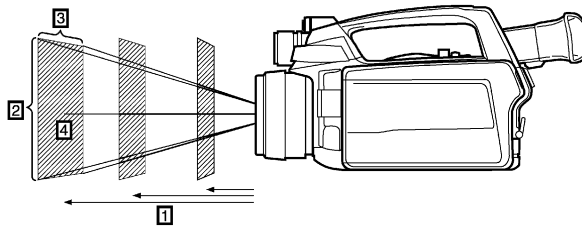
In dieser Tabelle finden Sie die Bildfeldwinkel bei bestimmten Objektabständen für ein 45°/19-mm-Objektiv. D° = Abstand zum Messobjekt.

10733403.a2

Focal length: 19.31 mm									
Resolution: 640 x 480 pixels									
Field of view in degrees: 45.0									
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m
HFOV	0.41	0.83	1.66	4.14	8.29	20.71	41.43	82.86	m
VFOV	0.31	0.62	1.24	3.11	6.21	15.54	31.07	62.14	m
IFOV	0.65	1.29	2.59	6.47	12.95	32.37	64.73	129.47	mm
D --->	1.84	3.28	6.56	16.39	32.79	81.97	163.93	327.87	ft.
HFOV	1.36	2.72	5.43	13.58	27.17	67.92	135.83	271.67	ft.
VFOV	1.02	2.04	4.08	10.19	20.38	50.94	101.88	203.75	ft.
IFOV	0.03	0.05	0.10	0.25	0.51	1.27	2.55	5.10	in.

Bildfeldwinkel und  
Abstand: 24°/40-  
mm-Objektiv

10732003.a1



**Abbildung 26.2** Verhältnis zwischen Sehwinkel und Abstand. **1:** Abstand zum Messobjekt; **2:** VFOV = vertikaler Sehwinkel **3:** HFOV = horizontaler Sehwinkel, **4:** IFOV = momentaner Sehwinkel (Größe eines Detektorelements).

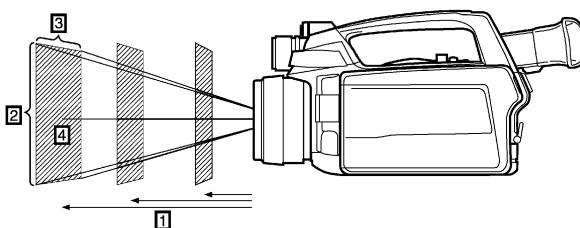
In dieser Tabelle finden Sie die Bildfeldwinkel bei bestimmten Objektabständen für ein 24°/40-mm-Objektiv. D = Abstand zum Messobjekt.

10733503.a2

Focal length: 37.64 mm										
Resolution: 640 x 480 pixels										
Field of view in degrees: 23.9										
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m	
HFOV	0.21	0.43	0.85	2.13	4.25	10.63	21.25	42.51	m	
VFOV	0.16	0.32	0.64	1.59	3.19	7.97	15.94	31.88	m	
IFOV	0.33	0.66	1.33	3.32	6.64	16.60	33.21	66.42	mm	
D --->	1.64	3.28	6.56	16.39	32.79	81.97	163.93	327.87	ft.	
HFOV	0.70	1.39	2.79	6.97	13.94	34.84	69.69	139.37	ft.	
VFOV	0.52	1.05	2.09	5.23	10.45	26.13	52.26	104.53	ft.	
IFOV	0.01	0.03	0.05	0.13	0.26	0.65	1.31	2.61	in.	

**Bildfeldwinkel und Abstand: 12°/76-mm-Objektiv**

10732003.a1



**Abbildung 26.3** Verhältnis zwischen Sehwinkel und Abstand. 1: Abstand zum Messobjekt; 2: VFOV = vertikaler Sehwinkel 3: HFOV = horizontaler Sehwinkel, 4: IFOV = momentaner Sehwinkel (Größe eines Detektorelements).

In dieser Tabelle finden Sie die Bildfeldwinkel bei bestimmten Objektabständen für ein 12°/76-mm-Objektiv. D = Abstand zum Messobjekt.

10740803.a2

Focal length: 76.11 mm										
Resolution: 640 x 480 pixels										
Field of view in degrees: 12.0										
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m	
HFOV	0.11	0.21	0.42	1.05	2.10	5.26	10.51	21.02	m	
VFOV	0.08	0.16	0.32	0.79	1.58	3.94	7.88	15.77	m	
IFOV	0.16	0.33	0.66	1.64	3.28	8.21	16.42	32.85	mm	
D --->	1.64	3.28	6.56	16.39	32.79	81.97	163.93	327.87	ft.	
HFOV	0.34	0.69	1.38	3.45	6.89	17.23	34.46	68.93	ft.	
VFOV	0.26	0.52	1.03	2.58	5.17	12.92	25.85	51.69	ft.	
IFOV	0.01	0.01	0.03	0.06	0.13	0.32	0.65	1.29	in.	

# 27 Ermitteln der IP-Adresse einer Kamera, die über ein FireWire-Kabel verbunden ist

**Allgemein** Um nicht radiometrische Streaming-Videos mit der Kamera und Windows® Media Player wiedergeben zu können, benötigen Sie die IP-Adresse für die Kamera.

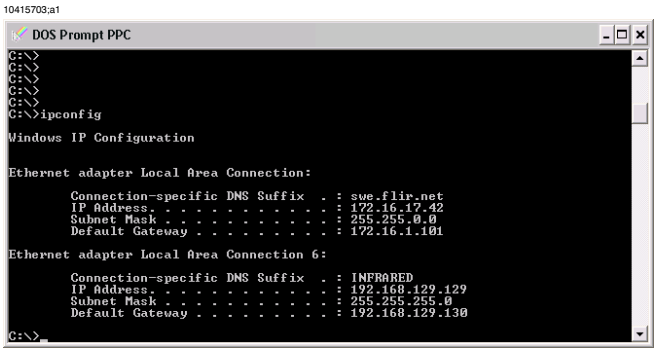
Sie können die IP-Adresse mit Hilfe einer der folgenden Methoden ermitteln:

- **Methode 1:** Ermitteln der IP-Adresse über die Seriennummer der Kamera.
- **Methode 2:** Ermitteln der IP-Adresse mit Hilfe des Befehls `ipconfig`.

**Methode 1**

<b>1</b>	Suchen Sie auf der Kamera nach der Seriennummer, und notieren Sie sie.
<b>2</b>	Die Adresse für die Kamera lautet ircamXXXX, wobei XXXX für die letzten fünf Ziffern der Seriennummer steht.

**Methode 2**

<b>1</b>	Schließen Sie die Kamera über das FireWire-Kabel an einen Computer an.
<b>2</b>	Starten Sie auf dem Computer über das Menü <b>Start</b> die Eingabeaufforderung ( <b>Start</b> → <b>Programme</b> → <b>Zubehör</b> → <b>Eingabeaufforderung</b> ).
<b>3</b>	Geben Sie in das Befehlsfenster <code>ipconfig</code> ein, und drücken Sie die Eingabetaste.  Darauffin werden üblicherweise zwei Netzwerke angezeigt, das Kameranetzwerk und das PC-Netzwerk:
	 <pre> 10415703.a1 DOS Prompt PPC C:\&gt;&gt; C:\&gt;&gt; C:\&gt;&gt; C:\&gt;&gt; C:\&gt;&gt; C:\&gt;&gt;ipconfig Windows IP Configuration  Ethernet adapter Local Area Connection:      Connection-specific DNS Suffix  . : svs-fliv.net     IP Address. . . . . : 192.168.129.129     Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0     Default Gateway . . . . . : 192.168.1.101  Ethernet adapter Local Area Connection 6:      Connection-specific DNS Suffix  . : INFRARED     IP Address. . . . . : 192.168.129.129     Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0     Default Gateway . . . . . : 192.168.129.130  C:\&gt;&gt; </pre>
<b>4</b>	Suchen Sie nach der Default Gateway-Nummer für Connection specific DNS suffix: INFRARED, und notieren Sie sie. Die Nummer ist die Adresse für die Kamera.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



---

# 28

# Mehrdimensionale Abbildungen

## 28.1

## *Kamera*

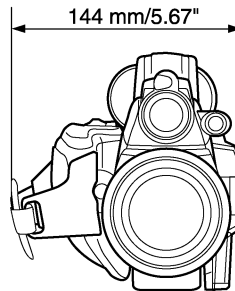
### 28.1.1

### Kameraabmessungen – Frontansicht (ohne Objektiv)

---

Abbildung

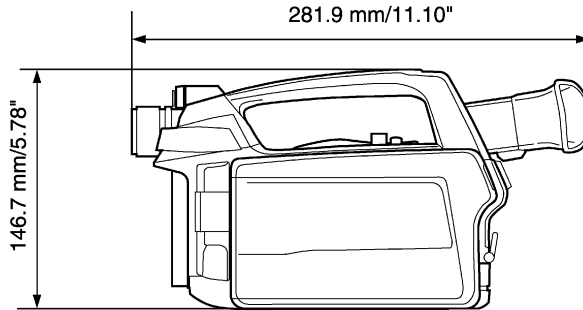
10733603.a2



28.1.2 Kameraabmessungen – Seitenansicht (ohne Objektiv)

Abbildung

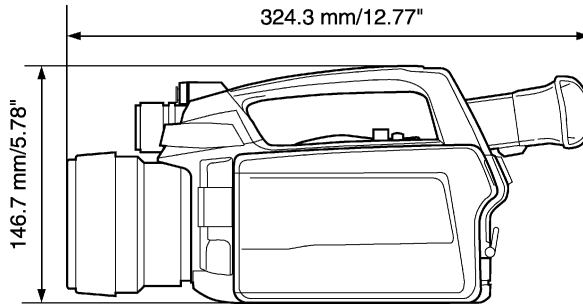
10731103.a1



28.1.3 Kameraabmessungen, Seitenansicht (mit 45°/19-mm-Objektiv)

Abbildung

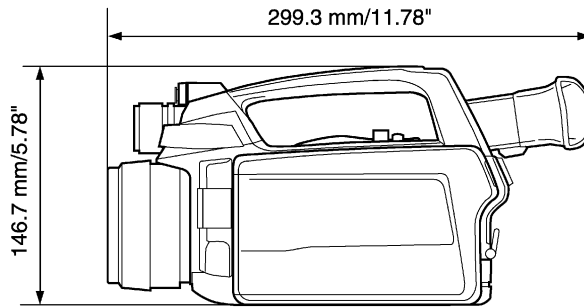
10731303.a1



28.1.4 Kameraabmessungen, Seitenansicht (mit 24°/40-mm-Objektiv)

Abbildung

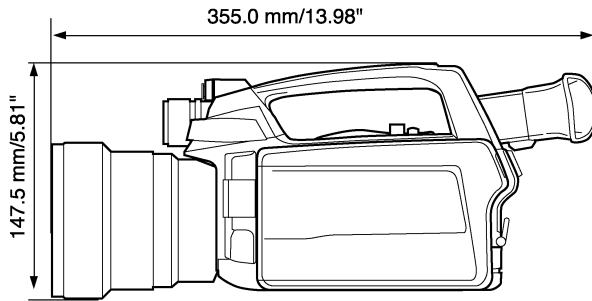
10731203.a1



28.1.5 Kameraabmessungen, Seitenansicht (mit 12°/76-mm-Objektiv)

Abbildung

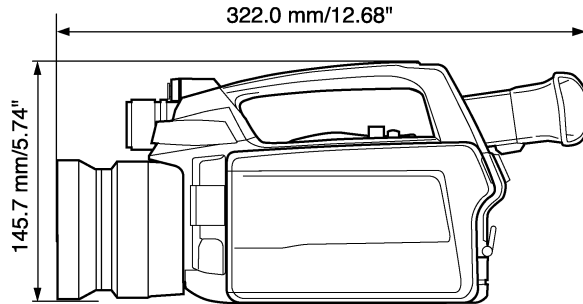
10755403.a1



**28.1.6 Kameraabmessungen – Seitenansicht (mit Objektiv für Nahaufnahmen (Teilenummer: 1196683) auf 40-mm-Objektiv)**

Abbildung

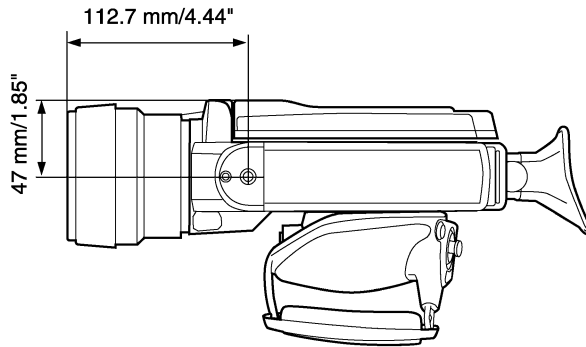
10755603.a1



28.1.7 Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung (mit 45°/19-mm-Objektiv)

Abbildung

10731603,a2



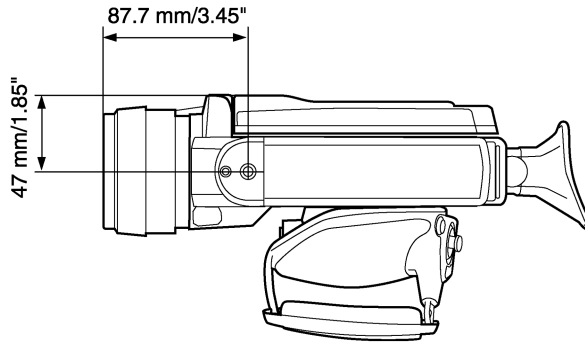
HINWEIS

Das Stativgewinde hat die Größe 1/4" – 20.

**28.1.8** Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung (mit 24°/40-mm-Objektiv)

Abbildung

10731503.a2



**HINWEIS**

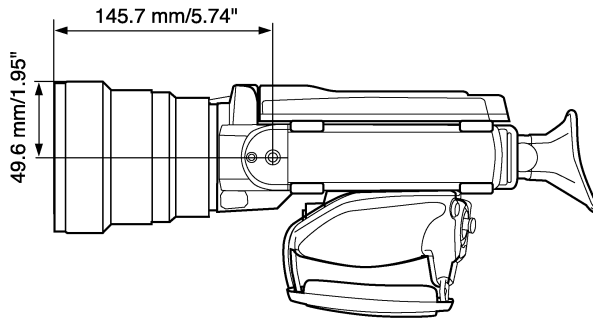
Das Stativgewinde hat die Größe 1/4" – 20.



28.1.9 Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung (mit 12°/76-mm-Objektiv)

Abbildung

10755503.a1



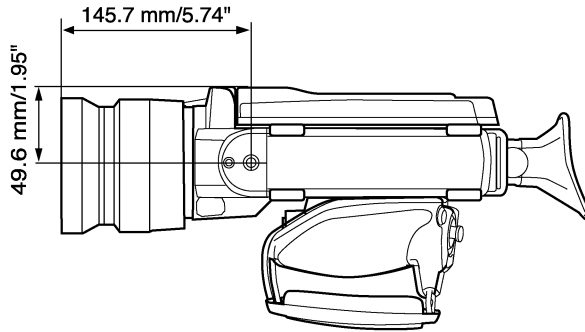
HINWEIS

Das Stativgewinde hat die Größe 1/4" – 20.

**28.1.10** Kameraabmessungen, Position der Stativbefestigung, mit Objektiv für Nahaufnahmen (Teilenummer: 1196683) auf einem 24°/40-mm-Objektiv

Abbildung

10755703.a1



**HINWEIS**

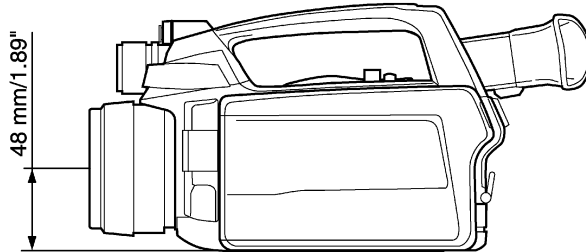
Das Stativgewinde hat die Größe 1/4" – 20.

28.1.11

Kameraabmessungen – Abstand von Stativbefestigung bis Mitte der Optik

Abbildung

10740903.a1



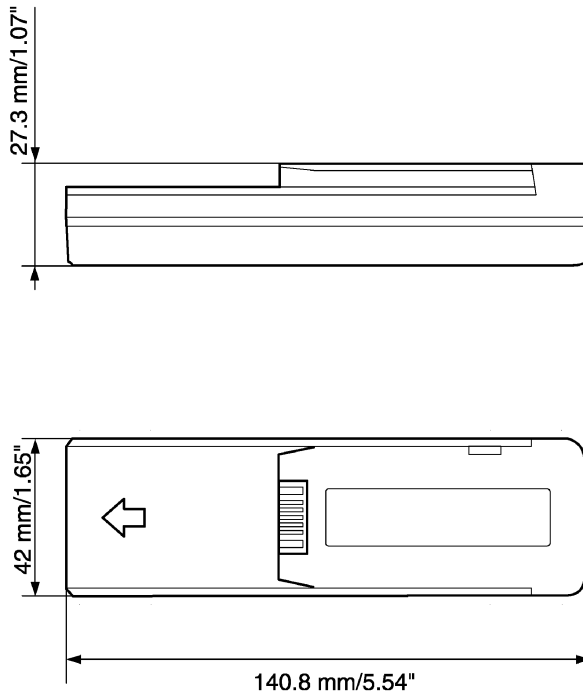
HINWEIS

Das Stativgewinde hat die Größe 1/4" – 20.

## 28.2 Kamera-Akku

Abbildung

10731703.a2



HINWEIS

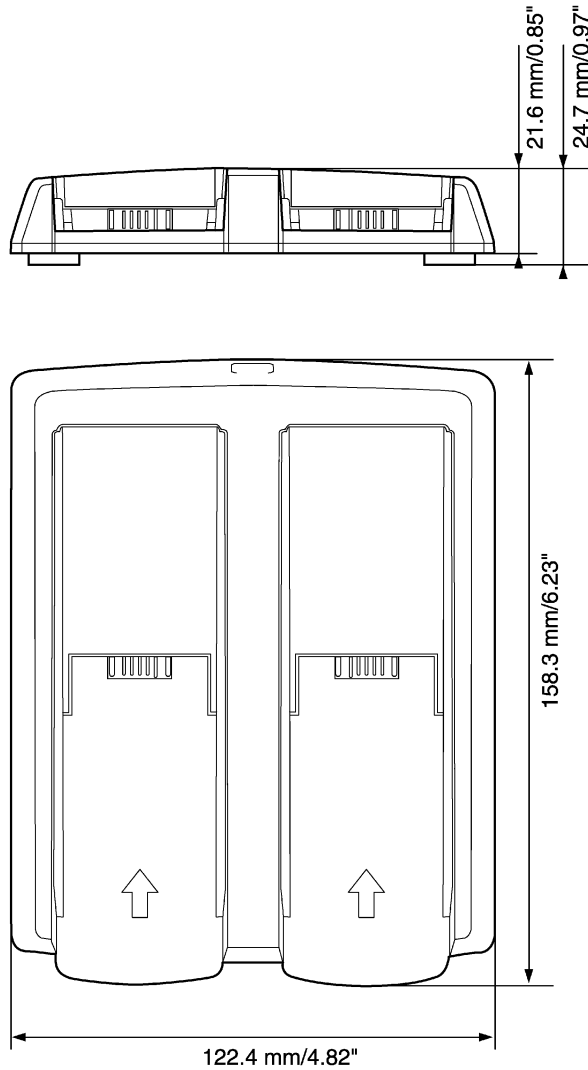
Um etwaige Feuchtigkeit zu entfernen, reiben Sie den Akku mit einem sauberen und trockenen Tuch ab, bevor Sie ihn einsetzen.

## 28.3 Externes Ladegerät für Kamera-Akku

### 28.3.1 Externes Akkuladegerät ohne Akku

Abbildung

10731803.a1



28

**HINWEIS**

Um etwaige Feuchtigkeit zu entfernen, reiben Sie den Akku mit einem sauberen und

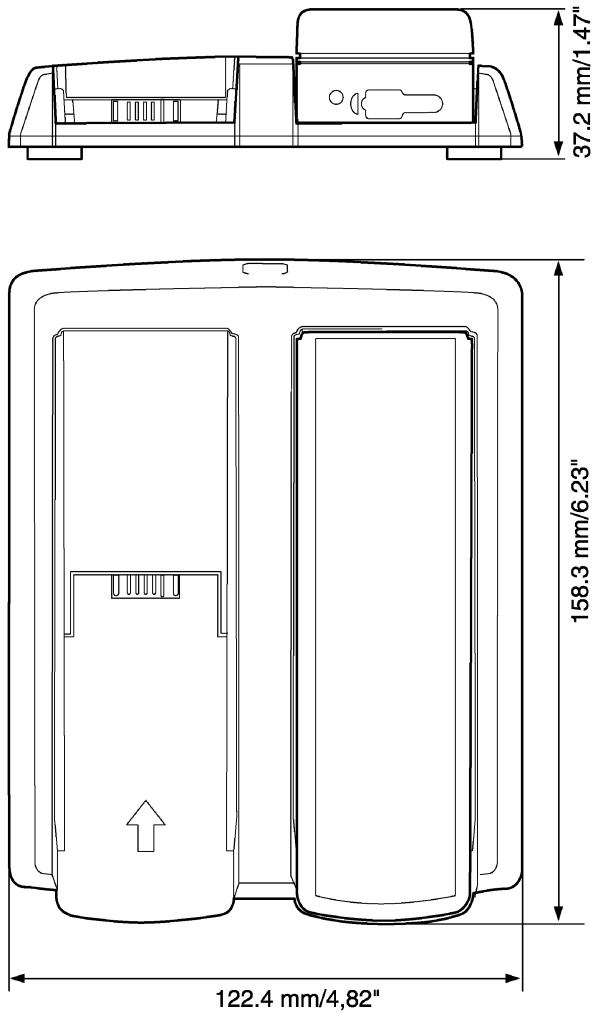
trockenen Tuch ab, bevor Sie ihn einsetzen.

---

## 28.3.2 Externes Akkuladegerät mit Akku

Abbildung

10731903.a2

**HINWEIS**

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

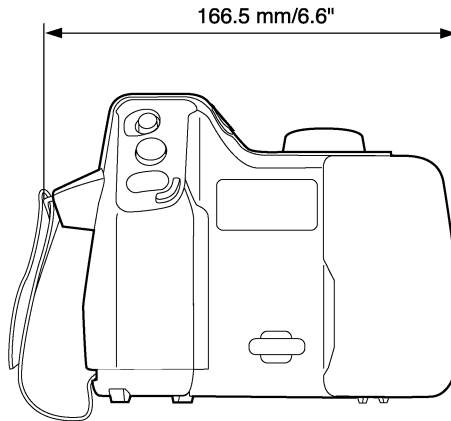
## 28.4 Fernbedienung

### 28.4.1 Abmessungen der Fernbedienung – Frontansicht

---

Abbildung

T630241:a1

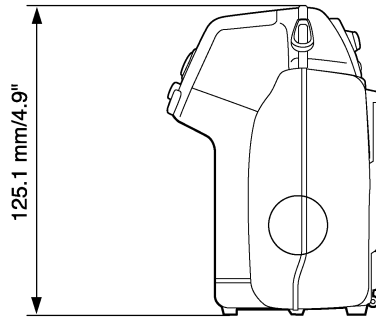




28.4.2 Abmessungen der Fernbedienung – Seitenansicht

Abbildung

T630242:a1

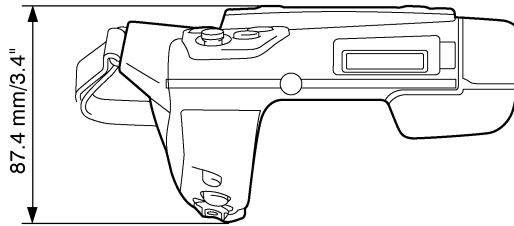


### 28.4.3 Abmessungen der Fernbedienung – Draufsicht

---

Abbildung

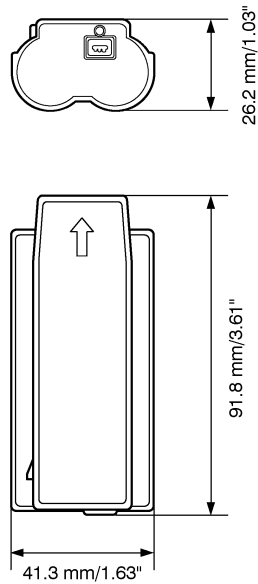
T630243:a1



## 28.5 Akku für Fernbedienung

Abbildung

10602103.a2

**HINWEIS**

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

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 29 Anwendungsbeispiele

## 29.1 *Feuchtigkeit und Wasserschäden*

### 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.

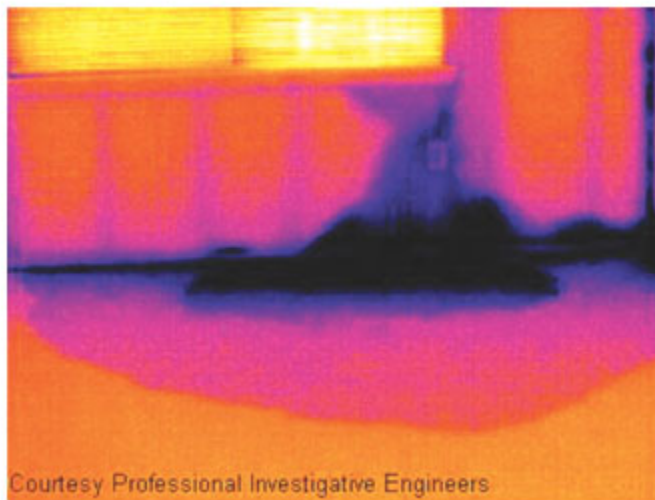
So unterscheidet sich beispielsweise die Geschwindigkeit mit der diese Bauteile sich erhitzen bzw. auskühlen je nach Material und Tageszeit. Es ist daher wichtig, dass auch noch andere auch Methoden zum Nachweis von Feuchtigkeit und Wasserschäden herangezogen werden.

---

### 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.

10739503.a1



## 29.2 Defekter Steckdosenkontakt

---

### 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.

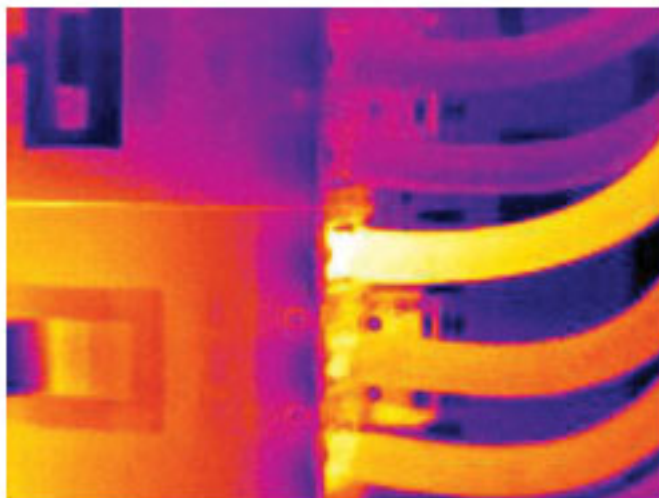
Ein lokal begrenzter Temperaturanstieg kann auch durch einen fehlerhaften Kontakt zwischen Kabel und Steckdose oder durch Lastunterschiede hervorgerufen werden.

---

### 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.

10739603.a1



## 29.3 Oxidierte Steckdose

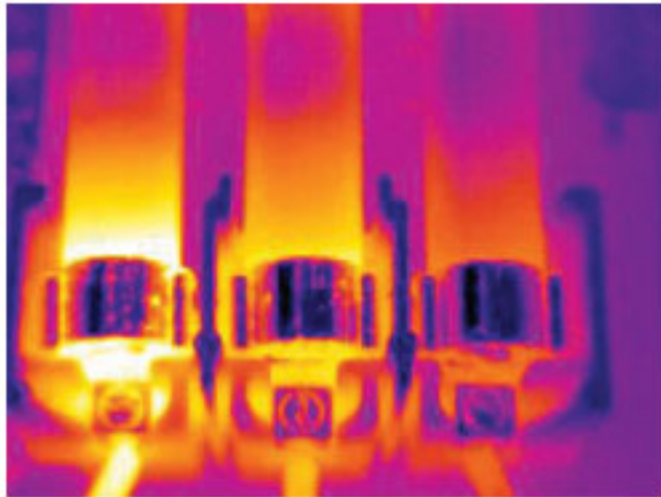
**Allgemein** Je nach Art der Steckdose und der Umgebung, in der sie installiert ist, können die sich Oxide auf den Steckdosenkontakten ablagern. Die Oxidablagerungen können örtlich zu erhöhtem Widerstand führen, der auf einem Infrarotbild als lokaler Temperaturanstieg dargestellt wird.

**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.

**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.

10739703.a1



## 29.4 Wärmedämmungsmängel

---

### 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

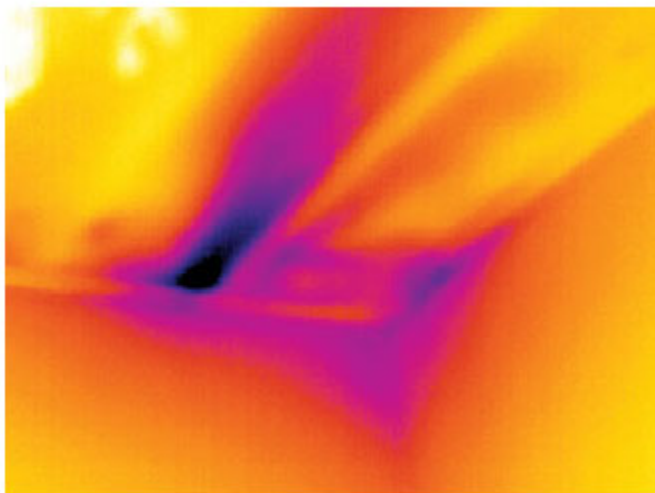
Wenn Sie ein Gebäude untersuchen, sollte der Temperaturunterschied zwischen innen und außen mindestens 10 °C betragen. Bolzen, Wasserleitungen, Betonpfeiler und ähnliche Komponenten können auf einem Infrarotbild wie Mängel in der Wärmedämmung aussehen. Kleinere Unterschiede können auch durch das Material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

---

### 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.

10739803.a1





## 29.5 *Luftzug*

---

### 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.

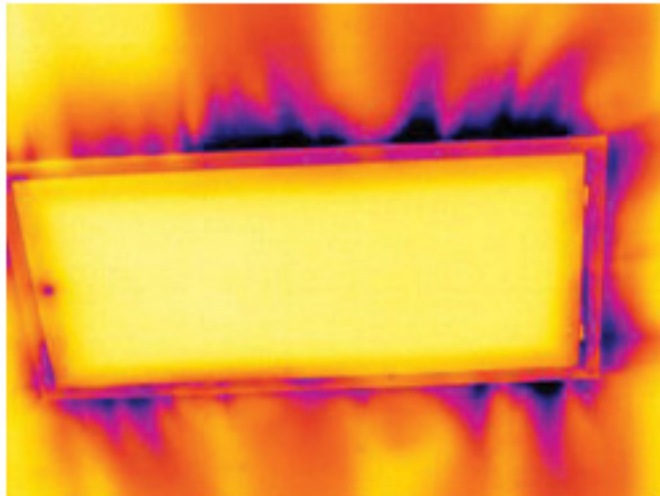
Bedenken Sie auch, dass Luftzug durch Fußbodenheizungen verschleiert werden kann.

---

### Abbildung

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

10739903.a1



SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 30 Einführung in die Gebäudethermografie

## 30.1 *Haftungsausschluss*

### 30.1.1 Urheberrechtliche Hinweise

Das Urheberrecht für einige Abschnitte und/oder Abbildungen in diesem Kapitel liegt bei den folgenden Organisationen und Unternehmen:

- FORMAS—The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning, Stockholm, Sweden
- ITC—Infrared Training Center, Boston, MA, United States
- Stockton Infrared Thermographic Services, Inc., Randleman, NC, United States
- Professional Investigative Engineers, Westminster, CO, United States
- United Kingdom Thermography Association (UKTA)

### 30.1.2 Schulung und Zertifizierung

**Für die Durchführung von Thermografieuntersuchungen an Gebäuden sind umfangreiche Schulungsmaßnahmen und fundiertes Fachwissen erforderlich. Unter Umständen ist auch eine Zertifizierung durch eine nationale oder regionale Regulierungsbehörde erforderlich. Dieser Abschnitt ist lediglich als Einführung in die Gebäudethermografie gedacht. Dem Benutzer wird dringend empfohlen, an entsprechenden Schulungsveranstaltungen teilzunehmen.**

**Weitere Informationen zu Schulungen im Bereich Infrarottechnik finden Sie auf folgender Website:**

**<http://www.infraredtraining.com>**

### 30.1.3 Nationale oder regionale Bauordnungen

Die kommentierten Gebäudestrukturen in diesem Kapitel können je nach Land in ihrer Bauweise variieren. Weitere Informationen zur Bauweise und zu Standardverfahren finden Sie in den jeweiligen nationalen oder regionalen Bauordnungen.

## 30.2 *Wichtiger Hinweis*

Die Konfiguration Ihrer speziellen Kamera unterstützt möglicherweise nicht alle in diesem Abschnitt beschriebenen Funktionen.

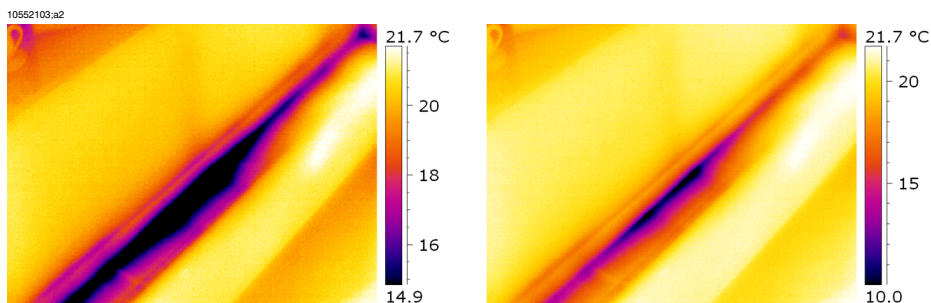
## 30.3 Typische Einsatzszenarien

### 30.3.1 Richtlinien

In den folgenden Abschnitten finden Sie eine Reihe allgemeiner Richtlinien, die Benutzer bei der Durchführung von thermografischen Gebäudeuntersuchungen beachten müssen. Hier zunächst alle Richtlinien auf einen Blick.

#### 30.3.1.1 Allgemeine Richtlinien

- Der Emissionsgrad der meisten Baumaterialien liegt zwischen 0,85 und 0,95. Wenn Sie den Wert für den Emissionsgrad in der Kamera also auf 0,90 einstellen, ist dies ein guter Ausgangspunkt.
- Eine Infrarotuntersuchung darf niemals als alleinige Entscheidungsgrundlage für weitere Maßnahmen dienen. Verdachtsmomente und Erkenntnisse müssen immer mit Hilfe anderer Mittel und Methoden, wie Bauzeichnungen, Feuchtemesser, Erfassung von Feuchtigkeits- und Temperaturdaten, Prüfgasuntersuchungen usw. verifiziert werden.
- Nehmen Sie über die Level- und Span-Einstellungen eine Feinabstimmung der Temperaturinformationen des Infrarotbildes vor. Dies verbessert die Detailgenauigkeit des Bildes. Die Abbildung unten zeigt ein nicht abgestimmtes und ein feinabgestimmtes Infrarotbild im direkten Vergleich.



**Abbildung 30.1** LINKS: Ein Infrarotbild ohne Feinabstimmung der Temperaturinformationen RECHTS: Ein Infrarotbild mit Feinabstimmung der Temperaturinformationen nach Änderung von Level/Span

#### 30.3.1.2 Richtlinien für den Nachweis von Feuchtigkeit, Schimmel und Wasserschäden

- Gebäudeschäden durch Feuchtigkeit und Wasserschäden werden unter Umständen nur durch Wärmeeinwirkung auf die Oberfläche (z. B. durch Sonne) sichtbar.
- Wenn Wasser vorhanden ist, ändern sich die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmeträgheit des Baumaterials. Darüber hinaus kann es durch Verdunstungskälte die Oberflächentemperatur des Baumaterials verändern. Unter Wärmeleitfähigkeit versteht man die Fähigkeit eines Materials, Wärme zu leiten, unter Wärmeträgheit die Fähigkeit, Wärme zu speichern.

- Durch eine Infrarotuntersuchung kann Schimmelbefall nicht unmittelbar festgestellt werden; sie kann vielmehr dazu genutzt werden, feuchte Stellen aufzuspüren, an denen es zu Schimmelbildung kommen kann oder bereits gekommen ist. Schimmel kann sich bei Temperaturen zwischen +4 und +38 °C bilden, wenn Feuchtigkeit und die entsprechenden Nährstoffe vorhanden sind. Bei einer Luftfeuchtigkeit von über 50 % ist ausreichend Feuchtigkeit für eine Schimmelbildung vorhanden

10556003.a1



**Abbildung 30.2** Schimmelsporen unter dem Mikroskop

### 30.3.1.3 *Richtlinien für den Nachweis von Luftinfiltration und Wärmedämmungsmängeln*

- Um sehr genaue Messungen mit der Kamera zu erhalten, nehmen Sie Temperaturmessungen vor und geben den Wert in die Kamera ein.
- Ein Druckunterschied zwischen dem Gebäudeinneren und dem Außenbereich ist empfehlenswert. Dies erleichtert die Analyse der Infrarotbilder und deckt Mängel auf, die sonst nicht erkennbar wären. Idealerweise sollte der Druckunterschied zwischen 10 und 50 Pa liegen, gegebenenfalls ist für eine Untersuchung aber auch ein geringerer Druckunterschied akzeptabel. Schließen Sie alle Fenster, Türen und Lüftungsschächte und lassen Sie die Abzugshaube in der Küche einige Zeit laufen, um einen Unterdruck von 5 bis 10 Pa im Inneren zu erreichen (nur Wohngebäude).
- Zwischen der Innen- und Außentemperatur sollte ein Unterschied von 10 bis 15 °C herrschen. Untersuchungen können zwar auch durchgeführt werden, wenn der Temperaturunterschied geringer ist, aber die Analyse der Infrarotbilder wird dadurch erschwert.
- Gebäudeteile wie beispielsweise Fassaden, für die eine Innenmessung durchgeführt werden soll, sollten keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sein. Das Sonnenlicht erwärmt die Fassade, wodurch die Temperaturunterschiede an der

Innenseite ausgeglichen und Mängel an der Gebäudestruktur verschleiert werden. Dies gilt insbesondere für das Frühjahr, wenn die Nachttemperaturen niedrig ( $\pm 0\text{ °C}$ ) und die Tagestemperaturen hoch sind ( $+14\text{ °C}$ ).

### 30.3.2 Informationen zum Feuchtigkeitsnachweis

Feuchtigkeit in einem Gebäude kann u. a. folgende Ursachen haben:

- extern verursachte Nässe, beispielsweise durch Überflutungen, defekte Hydranten usw.
- interne Leckagen, wie defekte Wasserleitungen, Abwasserleitungen usw.
- Kondensation, d. h. der Niederschlag von Luftfeuchtigkeit auf kalten Oberflächen in Form von Wasser
- Feuchtigkeit im Gebäude, d. h. jede vor der Errichtung des Gebäudes in den Baustoffen vorhandene Feuchtigkeit
- Löschwasser

Die Verwendung einer Infrarotkamera als zerstörungsfreie Nachweismethode bietet gegenüber anderen Methoden eine Reihe von Vorteilen, aber auch einige Nachteile:

Vorteil	Nachteil
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Methode ist schnell.</li> <li>■ Die Methode ermöglicht eine zerstörungsfreie Untersuchung.</li> <li>■ Die Bewohner müssen während der Untersuchung das Gebäude nicht verlassen.</li> <li>■ Die Ergebnisse können sehr anschaulich visuell dargestellt werden.</li> <li>■ Schwachstellen und Feuchtigkeitsbewegungen werden aufgezeigt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nur Temperaturunterschiede auf der Oberfläche werden erkannt, man kann nicht durch die Wände sehen.</li> <li>■ Schäden unter der Oberfläche, wie z. B. Schimmel oder Schäden an der Bausubstanz werden nicht erkannt.</li> </ul>

### 30.3.3 Feuchtigkeitsnachweis (1): Industrieflächdächer

#### 30.3.3.1 Allgemeine Informationen

Industrieflächdächer zählen zu den gängigsten Dachkonstruktionen für gewerblich genutzte Gebäude, wie beispielsweise Lagerhäuser, Industrieanlagen, Produktionshallen usw. Ihr entscheidender Vorteil gegenüber Satteldächern sind die geringeren Material- und Baukosten. Da jedoch auf Grund der Bauweise Schnee und Eis nicht von selbst herunterrutschen, wie es bei den meisten Satteldächern der Fall ist, müssen sie stabil gebaut sein, damit sie zusätzlich zur Dachkonstruktion auch noch das Gewicht von Schnee, Eis und Regen tragen können.

Für die Durchführung von Thermografieuntersuchungen an Industrieflächdächern sind Grundkenntnisse zu deren Bauweise wünschenswert, detailliertes Fachwissen ist jedoch nicht erforderlich. Da es eine Vielzahl verschiedener Bauweisen für Industrieflächdächer gibt (hinsichtlich des Materials und auch der Konstruktion), können

Personen, die Infrarotuntersuchungen durchführen, unmöglich alle kennen. Wenn zusätzliche Informationen zu einem bestimmten Dach benötigt werden, können diese in der Regel vom Architekten oder dem Bauunternehmen bereitgestellt werden.

Gängige Ursachen für schadhafte Dächer finden Sie in der Tabelle unten (aus SPIE Thermosense Proceedings Vol. 371 (1982), S. 177).

Ursache	%
Mangelhafte Ausführung	47,6
Häufiges Betreten	2,6
Mangelhafte Konstruktion	16,7
Eingeschlossene Feuchtigkeit	7,8
Material	8,0
Alter und Verwitterung	8,4

Folgende Stellen sind anfällig für eindringende Feuchtigkeit:

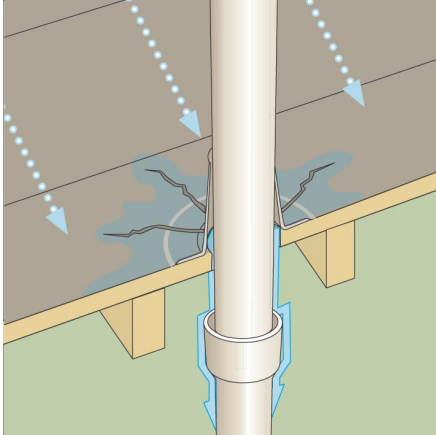
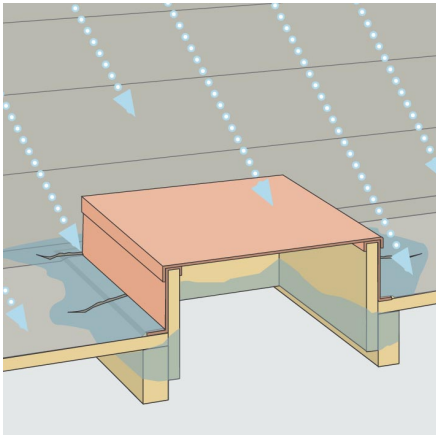
- Dichtungsbleche
- Abflüsse
- Dachöffnungen (Fenster, Kamine usw.)
- Fugen
- Blasen

### 30.3.3.2 *Sicherheitsvorkehrungen*

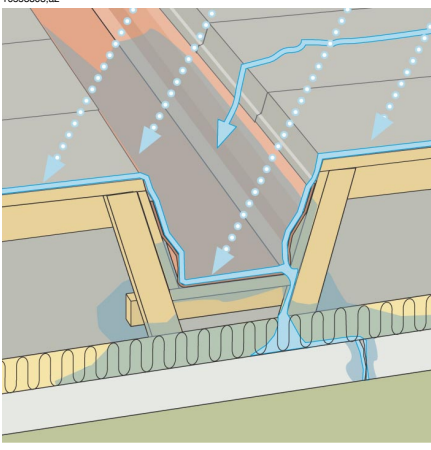
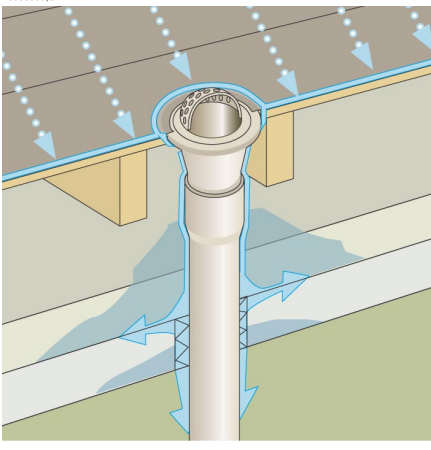
- Es sollten sich mindestens zwei Personen, besser aber drei oder vier auf dem Dach befinden.
- Untersuchen Sie die Unterseite des Daches auf Standfestigkeit, bevor Sie es begehen.
- Treten Sie nicht auf Blasen, die sich auf Bitumen-/Kiesdächern häufig bilden.
- Tragen Sie für den Notfall ein Mobiltelefon oder Funkgerät bei sich.
- Verständigen Sie die örtliche Polizeidienststelle und das Sicherheitspersonal der Anlage, bevor Sie nächtliche Untersuchungen vornehmen.

### 30.3.3.3 Kommentierte Gebäudestrukturen

In diesem Abschnitt werden einige typische Beispiele für Feuchtigkeitsprobleme bei Industrieflächdächern behandelt.

Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10553603,a2</p> 	<p>Die unzureichende Abdichtung der Dachbahn um Rohrleitungen und Lüftungsschächte führt zu undichten Stellen um die Rohrleitung bzw. den Schacht herum.</p>
<p>10553703,a2</p> 	<p>Die Dachbahn ist um die Ausstiegsluke herum nicht ordnungsgemäß abgedichtet.</p>



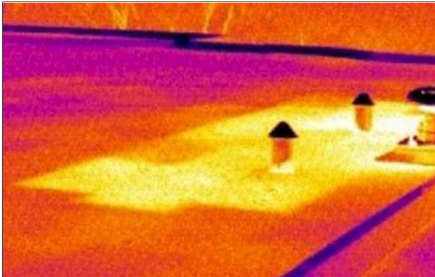
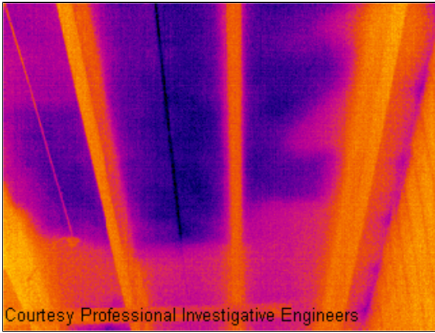
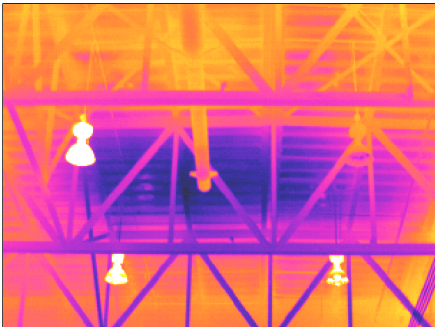
Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10553803;a2</p> 	<p>Die Abflussrinnen befinden sich zu weit oben und weisen eine zu geringe Neigung auf. Nach Niederschlägen verbleibt noch etwas Regenwasser in der Abflussrinne, was zu undichten Stellen an der Rinne führen kann.</p>
<p>10553803;a2</p> 	<p>Die unzureichende Abdichtung zwischen der Dachbahn und dem Dachabfluss führt zu undichten Stellen um den Dachabfluss herum.</p>

### 30.3.3.4 *Kommentierte Infrarotbilder*

Wie kann festgestellt werden, ob das Dämmmaterial unter der Dachoberfläche feucht ist? Wenn die Oberfläche selbst (einschließlich Kies oder Ballastmaterial) trocken ist, wird das gesamte Dach an einem sonnigen Tag aufgeheizt. Bei klarem Himmel beginnt sich das Dach am frühen Abend durch Wärmeabstrahlung abzukühlen. Aufgrund seiner höheren Wärmekapazität bleibt das feuchte Dämmmaterial länger warm als trockene Stellen. Dies ist auf der Infrarotkamera zu sehen (vgl. Fotos unten). Diese Technik eignet sich insbesondere für Dächer mit saugfähigem Dämmmaterial — wie Holz, Glasfasern oder Perlit —, dessen Wärmemuster nahezu perfekt auf Feuchtigkeit abgestimmt ist.

Infrarotuntersuchungen von Dächern, die mit nicht saugfähigem Dämmmaterial ausgestattet sind, was bei vielen einschaligen Aufbauten der Fall ist, sind schwerer zu analysieren, da die Muster hier weniger eindeutig sind.

In diesem Abschnitt werden einige typische Infrarotbilder für Feuchtigkeitsprobleme bei Industrieflachdächern behandelt:

Infrarotbild	Kommentar
<p>10554003.a1</p>  <p>Das Infrarotbild zeigt ein flaches Dach mit einer deutlichen Temperaturerhöhung (gelb/rot) in einem zentralen Bereich, was auf Feuchtigkeit hindeutet. Die Umgebung ist kühler (violett/blau). Zwei kleine, dunkle Strukturen sind auf dem Dach zu sehen.</p>	<p>Feuchtigkeitsnachweis auf einem Dach, abends aufgenommen.</p> <p>Da der von der Feuchtigkeit betroffene Baustoff eine höhere Wärmeträgheit aufweist, nimmt die Temperatur dort langsamer ab als in den umliegenden Bereichen.</p>
<p>10554103.a1</p>  <p>Das Infrarotbild zeigt die Unterseite eines Daches mit einer komplexen Struktur aus Balken und Dämmmaterial. Ein Bereich zeigt eine deutliche Temperaturerhöhung (gelb/rot), was auf Wasserschaden hindeutet. Die Umgebung ist kühler (violett/blau).</p> <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Dachkomponenten und Dämmmaterialien mit Wasserschaden, ermittelt anhand einer Infrarotuntersuchung von der Unterseite des Daches.</p> <p>Die betroffenen Bereiche sind auf Grund der Auswirkungen der Wärmeleitfähigkeit und/oder der Wärmekapazität kühler als die umliegenden intakten Bereiche.</p>
<p>10554203.a1</p>  <p>Das Infrarotbild zeigt ein Industrieflachdach mit einer komplexen Struktur aus Balken und Dämmmaterial. Ein Bereich zeigt eine deutliche Temperaturerhöhung (gelb/rot), was auf Wasserschaden hindeutet. Die Umgebung ist kühler (violett/blau).</p>	<p>Untersuchung eines Industrieflachdachs (tagsüber)</p> <p>Die betroffenen Bereiche sind auf Grund der Auswirkungen der Wärmeleitfähigkeit und/oder der Wärmekapazität kühler als die umliegenden trockenen Bereiche.</p>

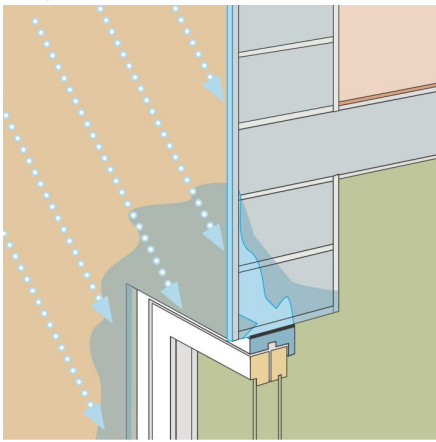
### 30.3.4 Feuchtigkeitsnachweis (2): Fassaden von Industrie- und Wohngebäuden

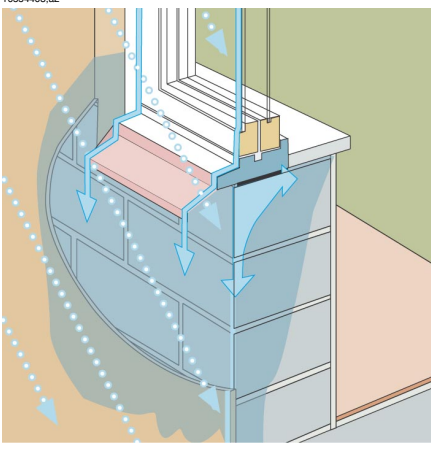
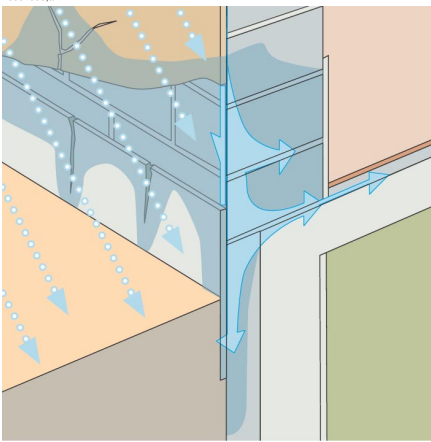
#### 30.3.4.1 Allgemeine Informationen

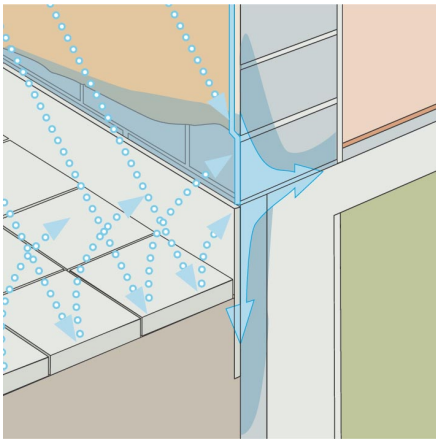
Bei der Bewertung des Eindringens von Flüssigkeit in die Fassaden von Industrie- und Wohngebäuden ist die Thermografie unverzichtbar. Die physische Darstellung von Feuchtigkeitsverteilungen ist schlüssiger als die Extrapolation der Feuchtigkeit, die sich aus Messungen an verschiedenen Standorten ergibt und kostengünstiger als große, nicht zerstörungsfreie Probebohrungen.

#### 30.3.4.2 Kommentierte Gebäudestrukturen

In diesem Abschnitt werden einige typische Beispiele für Feuchtigkeitsprobleme bei Fassaden von Industrie- und Wohngebäuden behandelt.

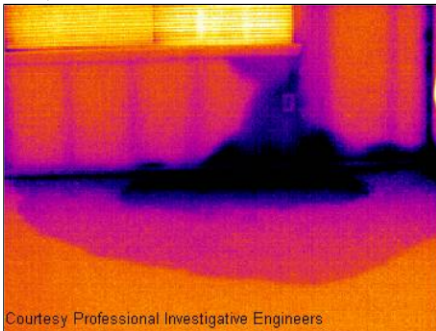
Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10554303.a2</p> 	<p>Starker Regen durchdringt die Fassade auf Grund unzulänglich geschlossener Fugen. Im Mauerwerk oberhalb des Fensters sammelt sich Feuchtigkeit an.</p>

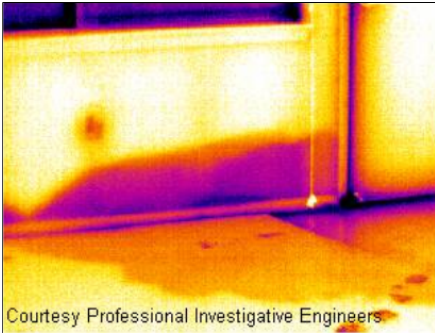
Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10554403:a2</p> 	<p>Starker Regen fällt in einem bestimmten Winkel auf das Fenster. Der größte Teil des Regens läuft über das Fensterbrett ab, ein Teil gelangt jedoch in das Mauerwerk, wo der Verputz die Unterseite der Sohlbankabdeckung berührt.</p>
<p>10554503:a2</p> 	<p>Regen trifft in einem bestimmten Winkel auf die Fassade und dringt durch Risse in den Verputz ein. Das Wasser läuft auf der Innenseite des Verputzes weiter und führt zu Erosion durch Frost.</p>

Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10554603.a2</p> 	<p>Regenwasser spritzt auf die Fassade und dringt durch Absorption in den Verputz und das Mauerwerk ein und führt dort später zu Erosion durch Frost.</p>

### 30.3.4.3 *Kommentierte Infrarotbilder*

In diesem Abschnitt werden einige typische Infrarotbilder für Feuchtigkeitsprobleme bei Fassaden von Industrie- und Wohngebäuden gezeigt.

Infrarotbild	Kommentar
<p>10554703.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Die Steinverkleidung wurde nicht ordnungsgemäß fertig gestellt und am Fensterrahmen nicht ausreichend abgedichtet; außerdem fehlen die Wandanschlüsse. Dies hat dazu geführt, dass Feuchtigkeit in den Wandhohlraum und den Innenwohnraum eingedrungen ist.</p>

Infrarotbild	Kommentar
<p>10554803.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Vordringen von Feuchtigkeit in Wandbereiche durch kapillaren Feuchtetransport auf Grund von unzureichendem Abstand und unzureichender Neigung zur Vinylverkleidung der Fassade einer Apartmentanlage.</p>

### 30.3.5 Feuchtigkeitsnachweis (3): Gebäudefreiflächen und Balkone

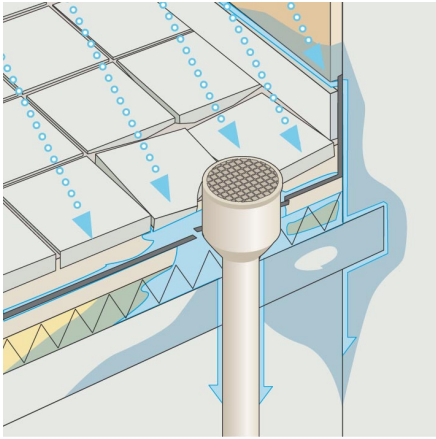
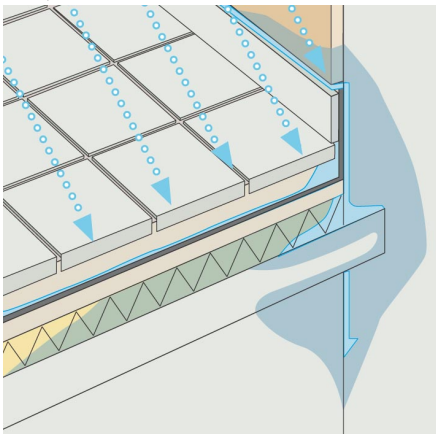
#### 30.3.5.1 Allgemeine Informationen

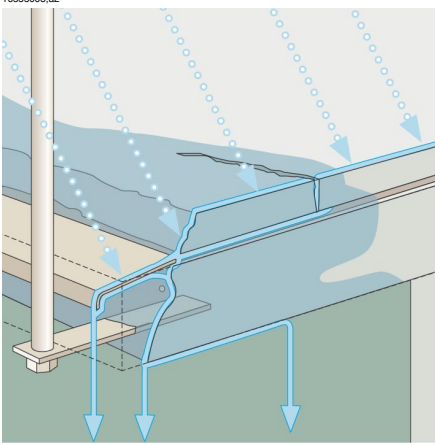
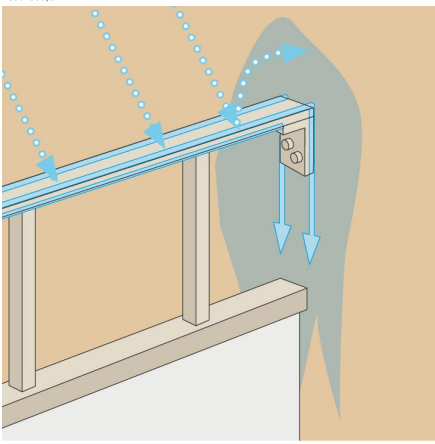
Obwohl sich Bauweise, Materialien und Konstruktion unterscheiden, treten bei Gebäudefreiflächen wie Dachterrassen oder Podesten dieselben Probleme mit Feuchtigkeit und dem Eintreten von Flüssigkeit auf wie bei Industrieflächdächern. Unzureichende Wandanschlüsse, unzulänglich abgedichtete Bahnen und eine ungenügende Entwässerung können bei den nachfolgenden Gebäudestrukturen erhebliche Schäden verursachen.

Balkone sind zwar relativ klein, stellen jedoch dieselben Anforderungen an Bauweise, Materialwahl und handwerkliche Fähigkeiten wie andere Gebäudeteile. Da Balkone normalerweise nur von einer Seite getragen werden, kann Feuchtigkeit bei den Verstrebungen und Betonverstärkungen zu Korrosion führen und somit gefährliche Situationen herbeiführen.

### 30.3.5.2 Kommentierte Gebäudestrukturen

In diesem Abschnitt werden einige typische Beispiele für Feuchtigkeitsprobleme an Gebäudefreiflächen und Balkonen behandelt.

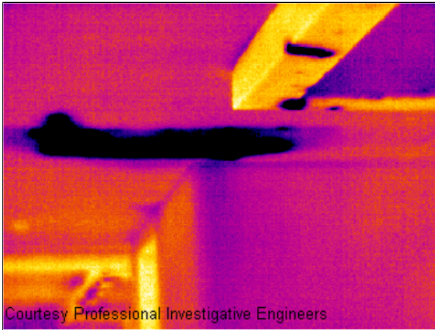
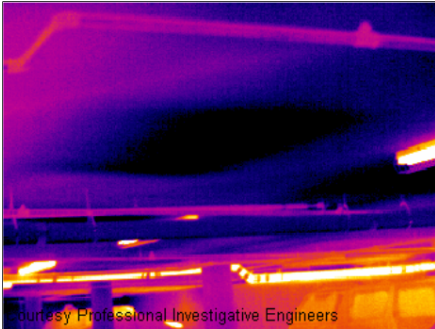
Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10555203.a2</p> 	<p>Die unzulängliche Abdichtung von Belag und Dachbahn im Bereich des Dachabflusses hat bei Regen den Eintritt von Wasser zur Folge.</p>
<p>10555103.a2</p> 	<p>Ein fehlender Abschluss an der Gebäudefreifläche führt dazu, dass Regen den Beton und die Wärmedämmung durchdringt.</p>

Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10555003.a2</p> 	<p>Auf Grund der geringen Größe der Schürze ist Wasser in den Beton eingedrungen. Beton und Bewehrung beginnen sich zu zersetzen.</p> <p><b>SICHERHEITSRISIKO!</b></p>
<p>10554903.a2</p> 	<p>Wasser ist im Bereich der Geländerbefestigung an der Wand in den Verputz und das Mauerwerk darunter eingedrungen.</p> <p><b>SICHERHEITSRISIKO!</b></p>



### 30.3.5.3 *Kommentierte Infrarotbilder*

In diesem Abschnitt werden einige typische Infrarotbilder für Feuchtigkeitsprobleme an Gebäudefreiflächen und Balkonen gezeigt.

Infrarotbild	Kommentar
<p>10555303.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Ein fehlerhafter Wandanschluss an der Balkonaufhängung und das Fehlen eines umgebenden Abflusssystems haben dazu geführt, dass Feuchtigkeit in die tragende Holzkonstruktion für einen Außengang eines Obergeschosses eingedrungen ist.</p>
<p>10555403.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Das Fehlen einer Abflussebene oder -schicht hat bei einem unterirdischen Parkdeck dazu geführt, dass sich zwischen der Rohbetondecke und der darüber liegenden Verschleißschicht Wasser ansammelt.</p>

### 30.3.6 Feuchtigkeitsnachweis (4): Rohrbrüche und Leckagen

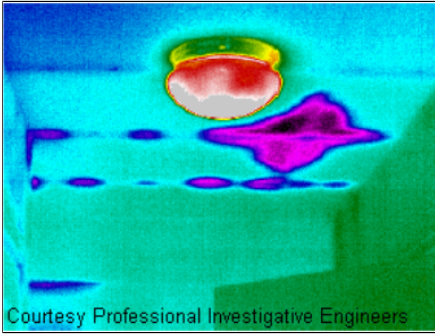
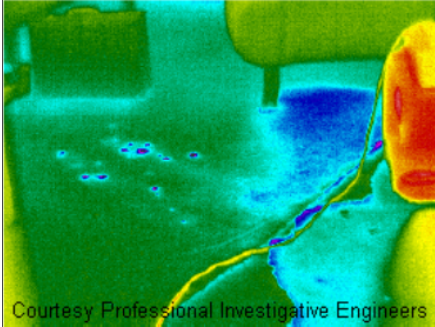
#### 30.3.6.1 *Allgemeine Informationen*

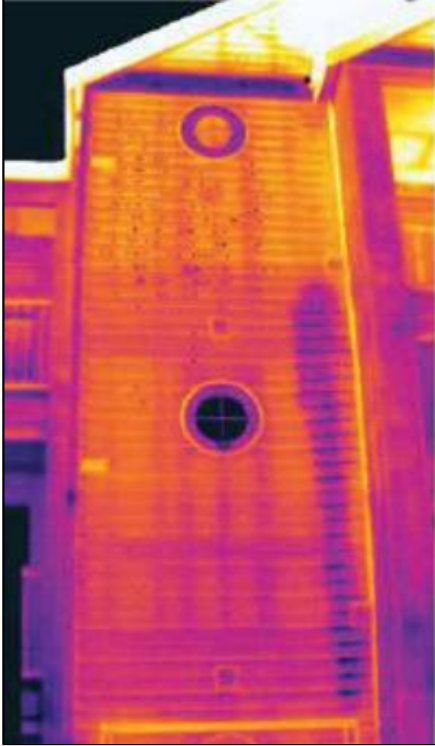
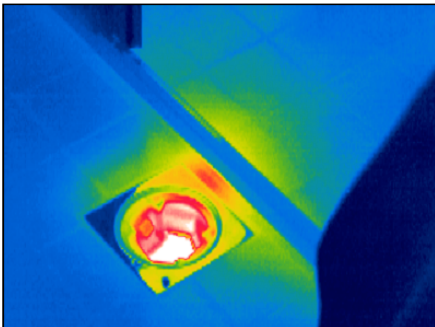
Wasser aus undichten Leitungen führt häufig zu erheblichen Gebäudeschäden. Kleine Leckagen machen sich unter Umständen nur wenig bemerkbar, können jedoch im Laufe der Zeit tragende Wände und Fundamente so schwer schädigen, dass das Gebäude nicht mehr saniert werden kann.

Der rechtzeitige Einsatz der Gebäudethermografietechnik bei Verdacht auf Rohrbrüche bzw. Leckagen kann Material- und Handwerkerkosten erheblich reduzieren.

### 30.3.6.2 *Kommentierte Infrarotbilder*

In diesem Abschnitt werden einige typische Infrarotbilder von Rohrbrüchen und Leckagen gezeigt.

Infrarotbild	Kommentar
<p>10555503.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Feuchtigkeitsverteilung entlang der Stahlträgerkanäle in der Decke eines Einfamilienhauses nach dem Bruch einer Rohrleitung.</p>
<p>10555603.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>Das Wasser hat sich weiter ausgebreitet als ursprünglich vom Bauunternehmer erwartet, als dieser zu Sanierungszwecken den Teppichboden aufschnitt und Entfeuchter aufstellte.</p>

Infrarotbild	Kommentar
<p>1055703.a1</p> 	<p>Auf dem Infrarotbild dieses 3-stöckigen Wohnhauses ist der Verlauf des aus einer Waschmaschine im 3. Stockwerk ausgeströmten Wassers deutlich zu erkennen. Die Durchfeuchtung erfolgte von innen nach außen.</p>
<p>1055803.a1</p> 	<p>Eindringen von Wasser auf Grund von unzureichender Abdichtung zwischen Fußbodenablauf und Kacheln.</p>

### 30.3.7 Luftinfiltration

#### 30.3.7.1 Allgemeine Informationen

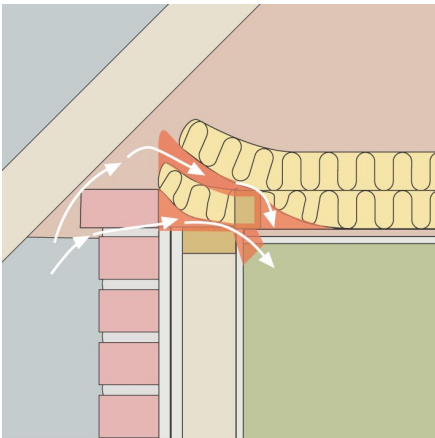
Auf Grund des Winddrucks auf ein Gebäude, der Temperaturunterschiede zwischen dem Gebäudeinneren und -äußeren und der bei den meisten Gebäuden verwendeten Abluftanlagen entsteht normalerweise ein Unterdruck von 2 – 5 Pa. Führt dieser Unterdruck dazu, dass wegen Mängeln an der Wärmedämmung und/oder der Abdichtung des Gebäudes kalte Luft eindringt, handelt es sich hierbei um die so genannte *Luftinfiltration*. Die Luftinfiltration ist vor allem an Fugen und Nähten in Gebäudestrukturen zu erwarten.

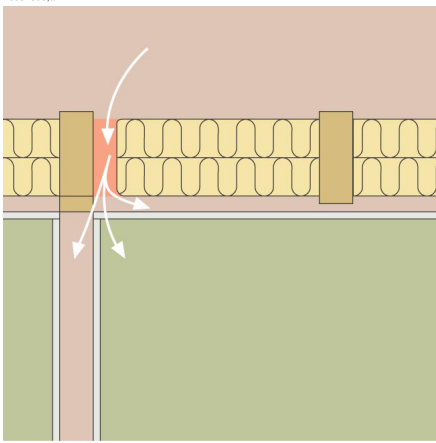
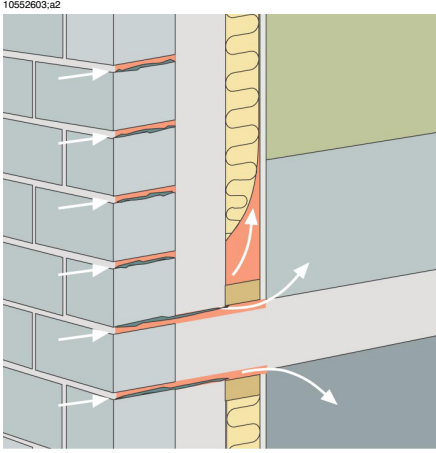
Da durch Luftinfiltration in einen Raum kalte Zugluft entsteht, kann das Raumklima erheblich beeinträchtigt werden. Die Bewohner des Raums bemerken normalerweise bereits einen Luftstrom von nur 0,15 m/s, auch wenn ein solcher Luftstrom mit herkömmlichen Messgeräten kaum nachweisbar ist.

Auf einem Infrarotbild kann eine Luftinfiltration anhand ihres typischen Strahlungsmusters identifiziert werden, das von der entsprechenden undichten Stelle im Gebäude ausgeht, wie beispielsweise einer Sockelleiste. In Bereichen mit Luftinfiltration wird normalerweise auch eine niedrigere Temperatur gemessen als in Bereichen, bei denen lediglich die Wärmedämmung mangelhaft ist. Dies liegt am Auskühlungsfaktor des Luftstroms.

#### 30.3.7.2 Kommentierte Gebäudestrukturen

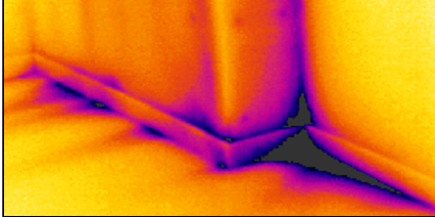
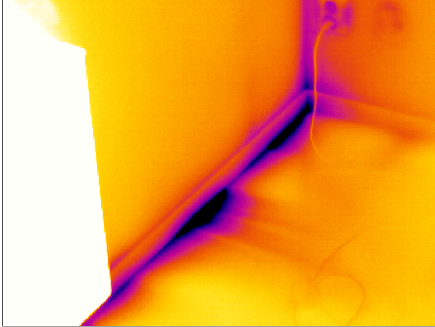
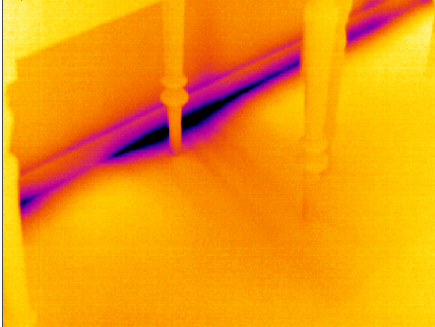
In diesem Abschnitt werden einige typische Beispiele für Gebäudeteile mit möglicher Luftinfiltration behandelt.

Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10552503.a2</p> 	<p>Wärmedämmungsmängel an der Dachtraufe eines Backsteingebäudes, die auf eine unsachgemäß ausgeführte Glasfaserdämmung zurückzuführen sind.</p> <p>Die Luftinfiltration in den Raum erfolgt über die Deckenleiste.</p>

Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10552303.a2</p> 	<p>Wärmedämmungsmängel an der Zwischendecke eines Backsteingebäudes, die auf eine unsachgemäß ausgeführte Glasfaserdämmung zurückzuführen sind.</p> <p>Die Luftinfiltration in den Raum erfolgt über die Deckenleiste.</p>
<p>10552603.a2</p> 	<p>Luftinfiltration in einer Rohbetondecke auf Grund von Rissen in der Backsteinfassade.</p> <p>Die Luftinfiltration in den Raum erfolgt unter der Sockelleiste hindurch.</p>

### 30.3.7.3 *Kommentierte Infrarotbilder*

In diesem Abschnitt werden einige typische Infrarotbilder von Gebäudeteilen gezeigt, in denen eine Luftinfiltration aufgetreten ist.

Infrarotbild	Kommentar
<p>10552703.a1</p> 	<p>Luftinfiltration über eine Sockelleiste. Beachten Sie das typische Strahlungsmuster.</p>
<p>10552803.a1</p> 	<p>Luftinfiltration über eine Sockelleiste. Beachten Sie das typische Strahlungsmuster. Bei dem weißen Bereich links handelt es sich um einen Heizkörper.</p>
<p>10552803.a1</p> 	<p>Luftinfiltration über eine Sockelleiste. Beachten Sie das typische Strahlungsmuster.</p>

### 30.3.8 Wärmedämmungsmängel

#### 30.3.8.1 Allgemeine Informationen

Wärmedämmungsmängel führen nicht unbedingt zu einer Luftinfiltration. Bei einer unsachgemäß angebrachten Glasfaserdämmung bilden sich in der Gebäudestruktur Luftblasen. Da diese Luftblasen eine andere Wärmeleitfähigkeit aufweisen als Bereiche mit einer sachgemäß angebrachten Dämmung können sie durch eine Thermografieuntersuchung an Gebäuden nachgewiesen werden.

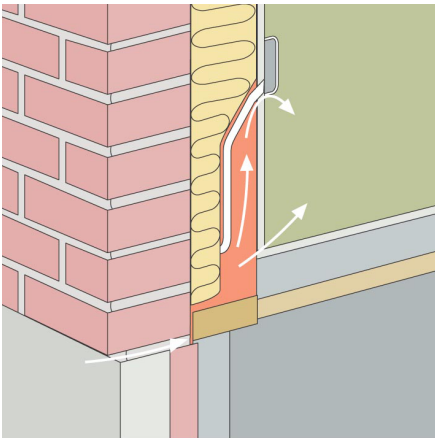
Als Faustregel gilt, dass in Bereichen mit Wärmedämmungsmängeln höhere Temperaturen gemessen werden als an Stellen, an denen lediglich eine Luftinfiltration besteht.

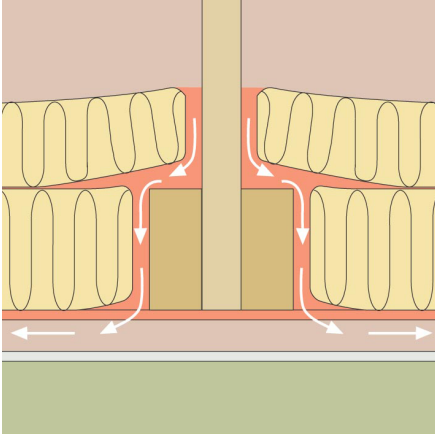
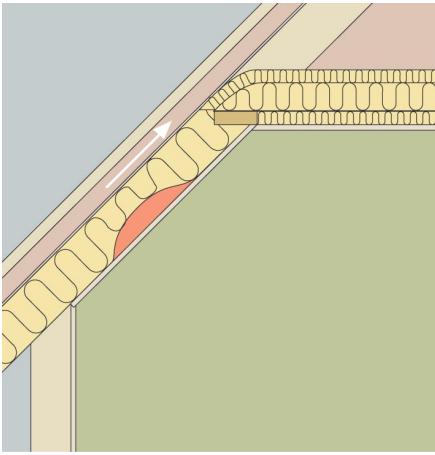
Wenn mit Hilfe einer Thermografieuntersuchung Wärmedämmungsmängel an einem Gebäude nachgewiesen werden sollen, beachten Sie, dass folgende Elemente auf einem Infrarotbild wie Wärmedämmungsmängel aussehen können:

- Holzträger, Bolzen, Sparren, Balken
- Stahlträger und -balken
- Wasserrohrleitungen in Wänden, Decken und Fußböden
- Elektrische Installationen in Wänden, Decken und Fußböden (beispielsweise Leitungen, Kabelkanäle usw.)
- Betonpfeiler unter Holzverkleidungen
- Lüftungsschächte und -kanäle

#### 30.3.8.2 Kommentierte Gebäudestrukturen

In diesem Abschnitt werden einige typische Beispiele für Gebäudeteile mit Wärmedämmungsmängeln behandelt:

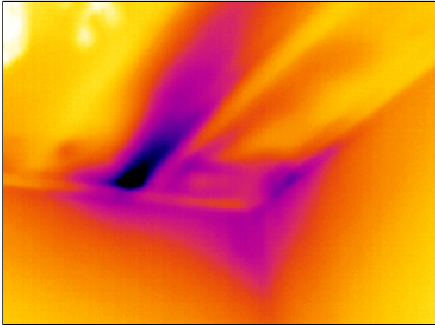
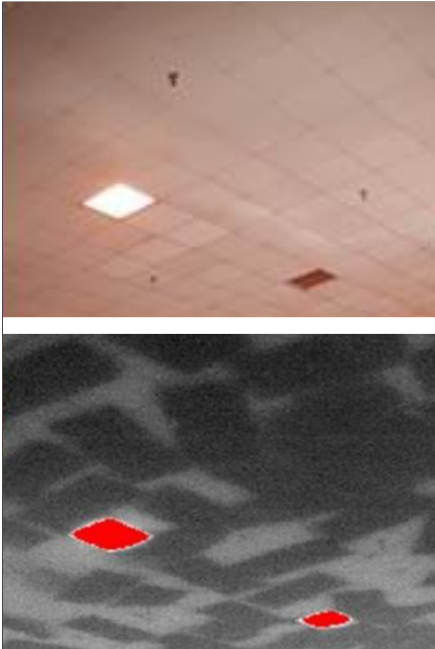
Konstruktionszeichnung	Kommentar
	<p>Wärmedämmungsmängel (und Luftinfiltration), verursacht durch unsachgemäße Ausführung der Dämmung im Bereich einer Stromversorgungsleitung.</p> <p>Solch ein Wärmedämmungsmangel wird auf einem Infrarotbild als dunkler Bereich dargestellt.</p>

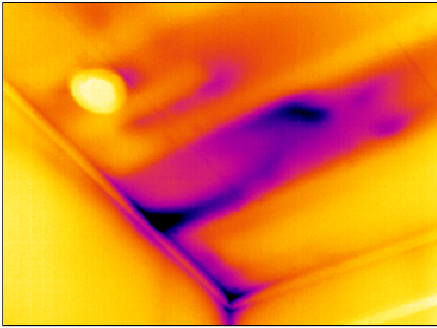
Konstruktionszeichnung	Kommentar
<p>10553103,a2</p> 	<p>Wärmedämmungsmängel verursacht durch unsachgemäße Ausführung der Dämmung im Bereich eines Dachstuhl balkens. Kaltluft dringt ein und senkt die Temperatur auf der Deckeninnenseite.</p> <p>Solch ein Wärmedämmungsmangel wird auf einem Infrarotbild als dunkler Bereich dargestellt.</p>
<p>10553003,a2</p> 	<p>Wärmedämmungsmängel durch unsachgemäße Ausführung der Dämmung, wodurch sich an der Außenseite einer Schrägdecke eine Luftblase gebildet hat.</p> <p>Solch ein Wärmedämmungsmangel wird auf einem Infrarotbild als dunkler Bereich dargestellt.</p>



### 30.3.8.3 *Kommentierte Infrarotbilder*

In diesem Abschnitt werden einige typische Infrarotbilder von Wärmedämmungsmängeln gezeigt.

Infrarotbild	Kommentar
<p>10553303.a1</p> 	<p>Wärmedämmungsmängel an einer Zwischendecke. Dieser Mangel ist entweder auf eine fehlende Dämmung oder eine unsachgemäße Ausführung der Dämmung zurückzuführen (Luftblasen).</p>
<p>10553403.a1</p> 	<p>Unsachgemäß ausgeführte Glasfaserdämmung in einer abgehängten Decke.</p>

Infrarotbild	Kommentar
<p data-bbox="150 199 210 211">10553503.a1</p> 	<p data-bbox="611 199 1051 305">Wärmedämmungsmängel an einer Zwischendecke. Dieser Mangel ist entweder auf eine fehlende Dämmung oder eine unsachgemäße Ausführung der Dämmung zurückzuführen (Luftblasen).</p>

## 30.4 *Theorie des Bauingenieurwesens*

### 30.4.1 **Allgemeine Informationen**

Die Nachfrage nach energiesparender Bauweise ist in der letzten Zeit deutlich gestiegen. Die Entwicklungen im Energiebereich haben zusammen mit den erhöhten Anforderungen an ein angenehmes Raumklima dazu geführt, dass sowohl der Wärmedämmung und der Luftdichtigkeit eines Gebäudes als auch der Effizienz seiner Heizungs- und Lüftungssysteme immer mehr Bedeutung beigemessen wird.

Mangelhafte Wärmedämmung und Dichtigkeit bei stark gedämmten und luftdichten Strukturen können erhebliche Energieverluste verursachen. Mängel an der Wärmedämmung eines Gebäudes und eine unzureichende Luftdichtigkeit bergen nicht nur das Risiko hoher Heiz- und Wartungskosten, sondern verschlechtern auch das Raumklima.

Der Grad der Wärmedämmung eines Gebäudes wird häufig als Wärmedurchgang oder als Wärmedurchgangskoeffizient (Wert U) für die verschiedenen Gebäudeteile angegeben. Die angegebenen Werte für den Wärmedurchgang sind jedoch selten ein Maßstab für die tatsächlichen Energieverluste eines Gebäudes. Luft, die über nicht luftdichte oder unzureichend gedämmte Fugen und Anschlüsse eindringt, führt häufig zu beträchtlichen Abweichungen von den errechneten und prognostizierten Werten.

Anhand von Labortests wird überprüft, ob Materialien und Bauelemente die zugesagten Eigenschaften aufweisen. Fertig gestellte Gebäude müssen überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Wärmedämmungs- und Dichtungselemente die Vorgaben erfüllen.

Im Rahmen des ingenieurwissenschaftlichen Einsatzes wird die Thermografie zur Untersuchung von Temperaturunterschieden auf Gebäudeoberflächen herangezogen. Abweichungen beim Wärmedurchgang einer Gebäudestruktur können unter bestimmten Bedingungen zu Temperaturunterschieden auf den Gebäudeoberflächen führen. Das Eindringen von Kaltluft (oder Warmluft) in das Gebäude wirkt sich auch auf die Oberflächentemperatur aus. Daher können Mängel an der Wärmedämmung, Wärmebrücken und Lufteinbrüche in den äußeren Bauelementen des Gebäudes ermittelt und bewertet werden.

Mit der Thermografie können der Wärmedurchgang und die Luftdichtigkeit eines Gebäudes nicht unmittelbar festgestellt werden. Wenn der Wärmedurchgang oder die Luftdichtigkeit bestimmt werden soll, müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden. Für eine thermografische Analyse von Gebäuden müssen bestimmte Voraussetzungen hinsichtlich der Temperatur- und Druckbedingungen in der gesamten Gebäudestruktur erfüllt sein.

Details, Umrisse und Kontraste auf dem Wärmebild können bei einer Änderung eines dieser Parameter erheblich abweichen. Für eine ausführliche Analyse und Auswertung von Wärmebildern sind daher fundierte Kenntnisse bezüglich der Eigenschaften von Materialien und Strukturen, der Auswirkungen des Klimas und der modernsten Messtechniken erforderlich. Für die Auswertung der Messergebnisse gelten bestimmte Voraussetzungen hinsichtlich des Fachwissens und der Erfahrung der Personen, die die Messungen durchführen; d. h. diese sollten von einer nationalen oder regionalen Regulierungsbehörde zugelassen sein.

### 30.4.2 Vorteile von Untersuchungen und Prüfungen

Eine Vorhersage bezüglich der Effizienz der Wärmedämmung und Luftdichtigkeit eines fertig gestellten Gebäudes kann unter Umständen schwierig sein. Bei der Montage der verschiedenen Komponenten und Bauelemente sind bestimmte Faktoren beteiligt, die sich erheblich auf das Endergebnis auswirken können. Die Auswirkungen von Transport, Bearbeitung und Lagerung vor Ort und der Arbeitsablauf können nicht vorab kalkuliert werden. Um die Einhaltung der Vorgaben zu gewährleisten, muss das fertig gestellte Gebäude untersucht und geprüft werden.

Durch moderne Wärmedämmungstechniken hat sich der theoretische Heizbedarf verringert. Dies bedeutet jedoch auch, dass durch Mängel, die vergleichsweise geringfügig sind, jedoch an wichtigen Stellen auftreten, wie beispielsweise undichte Fugen oder unsachgemäß ausgeführte Dämmungen, Wärme und Komfort erheblich beeinträchtigt werden können. Überprüfungen mit Hilfe der Thermografie haben sich sowohl für Bauingenieure als auch für Bauunternehmer, Bauträger, Verwalter und Nutzer als wertvoll erwiesen.

- Für den Bauingenieur ist es am wichtigsten, die Funktionsweise verschiedener Typen von Gebäudestrukturen zu kennen, damit bei der Planung sowohl Arbeitsmethoden als auch funktionelle Anforderungen berücksichtigt werden können. Der Bauingenieur muss außerdem wissen, welches Ergebnis durch verschiedene Materialien und Kombinationen von Materialien in der Praxis erzielt wird. Um den diesbezüglichen Anforderungen gerecht zu werden, ist es sinnvoll, effektive Untersuchungen und Prüfungen durchzuführen und Erfahrungswerte zu sammeln.
- Der Bauunternehmer hat ein Interesse an umfangreicheren Untersuchungen, um sicherzustellen, dass die Gebäude die geplante Funktion erfüllen und somit den behördlichen Bestimmungen und in Verträgen festgehaltenen Anforderungen genügen. Der Bauunternehmer muss so früh wie möglich wissen, ob Änderungen vonnöten sind, um systematische Mängel vermeiden zu können. Während der Bauarbeiten an einem Großbauprojekt sollte außerdem eine Prüfung der ersten fertig gestellten Wohnungen durchgeführt werden. Weitere Prüfungen erfolgen im Verlauf der Bauarbeiten. Auf diese Weise können systematische Mängel verhindert sowie überflüssige Kosten und zukünftige Probleme vermieden werden. Diese Prüfungen sind sowohl für den Bauunternehmer als auch für die Nutzer von Vorteil.

- Für Bauträger und Verwalter ist von entscheidender Bedeutung, dass Gebäude hinsichtlich der Wärmewirtschaft, des Wartungsaufwands (Schäden durch Nässe oder Eindringen von Feuchtigkeit) und hinsichtlich des Komforts für die Bewohner (z. B. in Bezug auf kalte Oberflächen und Luftströmungen in Wohnräumen) geprüft werden.
- Für den Nutzer ist am wichtigsten, dass das Endprodukt die zugesicherten Anforderungen an die Wärmedämmung und Luftdichtigkeit von Gebäuden erfüllt. Für eine Einzelperson stellt ein Hauskauf eine erhebliche finanzielle Belastung dar. Daher möchte der Käufer sicher sein, dass mögliche Mängel am Bau keine größeren finanziellen oder gesundheitlichen Folgen haben.

Die Vorteile der Untersuchung und Prüfung der Wärmedämmung und Luftdichtigkeit von Gebäuden sind sowohl physiologischer als auch finanzieller Natur.

Die Wahrnehmung des Raumklimas ist in physiologischer Hinsicht sehr subjektiv; sie ist abhängig von der individuellen Wärmebilanz des menschlichen Körpers und von der individuellen Temperaturwahrnehmung. Wie das Raumklima empfunden wird, hängt von der Lufttemperatur im Rauminneren und der Temperatur der umliegenden Oberflächen ab. Die Geschwindigkeit, mit der die Luft in den Innenräumen zirkuliert, und deren Feuchtigkeitsgehalt spielen ebenfalls eine Rolle. In physiologischer Hinsicht bewirkt ein Luftzug das Empfinden einer lokalen Abkühlung der Körperoberfläche durch:

- übermäßige Luftströmungen im Wohnraum bei normaler Lufttemperatur
- normale Luftströmungen im Wohnraum bei zu geringer Lufttemperatur
- erheblichen Wärmestrahlungsaustausch mit einer kalten Oberfläche

Es ist schwierig zu beurteilen, in welchem Maße sich Untersuchungen und Prüfungen an einem Gebäude auf dessen Wärmedämmung auswirken.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die erwarteten Wärmeverluste durch Mängel an der Wärmedämmung und der Luftdichtigkeit von Gebäuden um 20 – 30 % steigen. Dies wurde durch Kontrollen des Energieverbrauchs vergleichsweise großer Wohnanlagen mit kleinen Gebäuden und großer Mehrfamilienhäuser vor und nach Reparaturarbeiten bestätigt. Die angeführten Zahlen sind wahrscheinlich nicht repräsentativ für Gebäude im Allgemeinen, da die Untersuchungsergebnisse nicht für die gesamte Gebäudesubstanz relevant sein können. Auch bei einer vorsichtigen Einschätzung käme man jedoch zu dem Ergebnis, dass wirksame Untersuchungen und Prüfungen der Wärmedämmung und der Luftdichtigkeit eines Gebäudes eine Senkung des Energieverbrauchs um etwa 10 % bewirken können.

Die Forschungsergebnisse zeigen außerdem, dass ein mit Mängeln zusammenhängender erhöhter Energieverbrauch häufig von Bewohnern verursacht wird, die die Innentemperatur um ein oder mehrere Grad gegenüber der normalen Raumtemperatur erhöhen, um den störenden Effekt der Wärmeabstrahlung an kalte Oberflächen oder störende Luftströmungen im Raum auszugleichen.

### 30.4.3 Ursachen für Störungen bei der Thermografie

Das Risiko, durch Mängel in der Wärmedämmung verursachte Temperaturabweichungen bei Thermografieuntersuchungen mit der natürlichen Abweichung der U-Werte an warmen Oberflächen eines Gebäudes zu verwechseln, wird unter normalen Bedingungen als geringfügig eingestuft.

Die mit Abweichungen des U-Wertes verbundenen Temperaturänderungen verlaufen im Allgemeinen graduell und sind symmetrisch über die Oberfläche verteilt. Abweichungen dieser Art treten bekanntermaßen an den Übergängen zwischen Wänden und Dächern und Fußböden sowie in Ecken auf.

Mit Lufteinbrüchen oder Mängeln an der Wärmedämmung verbundene Temperaturänderungen sind meistens auffälliger und weisen charakteristische, scharfe Konturen auf. Das Temperaturmuster ist normalerweise asymmetrisch.

Während der Thermografieuntersuchung und beim Auswerten eines Infrarotbildes können Vergleichsbilder sehr hilfreich sein.

In der Thermografie-Praxis treten folgende Störungsquellen am häufigsten auf:

- Sonneneinstrahlung auf die untersuchte Oberfläche (Sonne, die durch ein Fenster scheint)
- Warme Heizkörper und Heizungsrohre
- Auf die untersuchte Oberfläche gerichtete oder in ihrer Nähe aufgestellte Lichtquellen
- Auf die Oberfläche gerichtete Luftströmungen (z. B. aus Lufteinlässen)
- Feuchtigkeitsansammlungen auf der Oberfläche

Oberflächen, die der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, sollten keiner Thermografieuntersuchung unterzogen werden. Besteht das Risiko, dass sich die Sonneneinstrahlung auf das Ergebnis auswirkt, muss ein Sonnenschutz eingesetzt werden (z. B. Jalousien). Beachten Sie jedoch, dass bestimmte Gebäudemängel oder Probleme (besonders Probleme durch Feuchtigkeit) unter Umständen erst zu erkennen sind, wenn die Oberfläche erwärmt wurde, beispielsweise durch Sonneneinstrahlung.

Weitere Informationen zum Nachweis von Feuchtigkeit finden Sie in Abschnitt 30.3.2 – Informationen zum Feuchtigkeitsnachweis auf Seite 202.

Ein warmer Heizkörper wird auf einem Infrarotbild als helle Fläche dargestellt. Die Oberflächentemperatur von Wänden erhöht sich in der Nähe von Heizkörpern, wodurch eventuell vorhandene Mängel überdeckt werden können.

Um störende Auswirkungen durch warme Heizkörper so weit wie möglich zu verhindern, sollten diese einige Zeit vor der Durchführung der Messung ausgeschaltet werden. Je nach Bauweise des Gebäudes (geringe oder große Masse) müssen die Heizkörper möglicherweise mehrere Stunden vor einer Thermografieuntersuchung ausgeschaltet werden. Die Raumtemperatur darf jedoch nicht so stark abfallen, dass die Verteilung der Oberflächentemperatur auf den Oberflächen des Gebäudes beeinflusst wird. Bei elektrischen Heizkörpern ist die Zeitverzögerung nur gering, d. h. sie kühlen nach dem Abschalten relativ schnell ab (20 – 30 Minuten).

An Wänden montierte Lampen müssen ausgeschaltet werden, bevor das Infrarotbild aufgenommen wird.

Während der Thermografieuntersuchung dürfen keine störenden Luftströmungen vorhanden sein (z. B. durch offene Fenster, geöffnete Ventile oder Ventilatoren, die auf die zu untersuchende Fläche gerichtet sind), die die zu untersuchenden Flächen beeinflussen könnten.

Feuchte Oberflächen, beispielsweise durch Oberflächenkondensation, beeinflussen in jedem Fall den Wärmetransport auf der Oberfläche und die Oberflächentemperatur. Ist eine Oberfläche feucht, wird normalerweise durch Verdunstung Wärme abgegeben und somit die Oberflächentemperatur um einige Grad reduziert. Bei größeren Wärmebrücken und Wärmedämmungsmängeln besteht das Risiko einer Oberflächenkondensation.

Die hier beschriebenen Störungsquellen können normalerweise vor der Messung ermittelt und beseitigt werden.

Ist es nicht möglich, Störfaktoren für die zu untersuchenden Oberflächen während der Thermografie zu beseitigen, muss dies bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden. Bei der Messung müssen die Bedingungen, unter denen die Thermografie durchgeführt wird, genau dokumentiert werden.

#### **30.4.4 Oberflächentemperatur und Lufteinbrüche**

Mängel bei der Luftdichtigkeit eines Gebäudes auf Grund kleiner Risse in der Struktur können durch Messen der Oberflächentemperatur ermittelt werden. Herrscht in dem zu untersuchenden Gebäude ein Unterdruck, strömt durch undichte Stellen im Gebäude Luft ein. Kaltluft, die durch kleine Risse in einer Wand einströmt, führt für gewöhnlich zu einem Absinken der Temperatur angrenzender Wandflächen. Auf der Oberfläche der Wandinnenseite entsteht dadurch ein kalter Bereich mit einer charakteristischen Form. Mit Hilfe der Thermografie können solche kalten Oberflächenbereiche nachgewiesen werden. Luftströmungen an der Wandoberfläche können mit Hilfe

einer Luftgeschwindigkeitsanzeige gemessen werden. Herrscht in dem zu untersuchenden Gebäude ein Überdruck, strömt warme Raumluft durch Risse in der Wand aus. Auf diese Weise werden die Oberflächen im Bereich der Risse erwärmt.

Die Stärke des austretenden Luftstroms hängt einerseits von den Rissen und andererseits vom Druckgefälle innerhalb des Gebäudes ab.

#### 30.4.4.1 Druckverhältnisse in Gebäuden

Die folgenden Faktoren stellen die wichtigsten Ursachen für ein Druckgefälle in einem Strukturelement eines Gebäudes dar:

- Windverhältnisse in der Umgebung des Gebäudes
- Lüftungssysteme
- Temperaturunterschiede zwischen der Außenumgebung und dem Gebäudeinneren (wärmebedingtes Druckgefälle)

Die tatsächlichen Druckverhältnisse im Inneren eines Gebäudes ergeben sich in der Regel aus dem Zusammenspiel dieser drei Faktoren.

Das entstehende Druckgefälle zwischen den verschiedenen Strukturelementen wird in der Abbildung auf Seite 229 veranschaulicht. Da die Auswirkungen des Windes auf ein Gebäude nicht gleichmäßig sind, sind die Druckverhältnisse in der Praxis relativ variabel und kompliziert.

Bei gleichmäßigen Windverhältnissen gilt das Gesetz von Bernoulli:

$$\frac{\rho v^2}{2} + p = \text{constant}$$

Es gilt:

$\rho$	Luftdichte in kg/m <sup>3</sup>
$v$	Windgeschwindigkeit in m/s
$p$	Statischer Druck in Pa

Weiterhin gilt:

$$\frac{\rho v^2}{2}$$

steht für den dynamischen Druck und  $p$  für den statischen Druck. Die Summe dieser Druckwerte ergibt den Gesamtdruck.



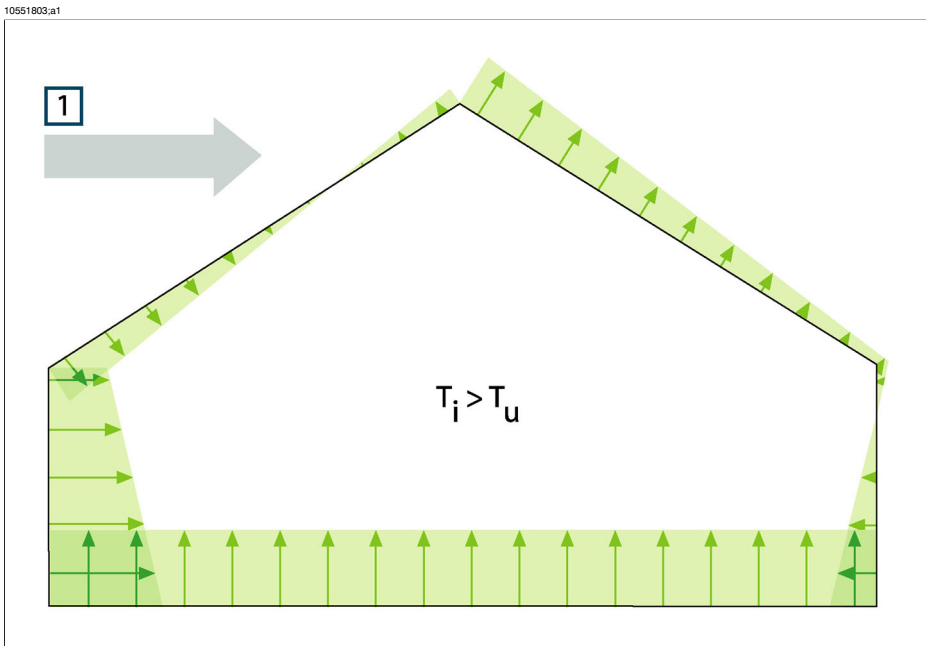
Auf Grund der Windlast an einer Oberfläche wandelt sich der dynamische Druck in einen statischen Druck gegen die Oberfläche. Die Stärke dieses dynamischen Drucks wird unter anderem anhand der Form der Oberfläche und ihres Winkels zur Windrichtung bestimmt.

Der Anteil des dynamischen Drucks, der sich in einen statischen Druck auf die Oberfläche umwandelt ( $p_{stat}$ ), wird vom so genannten Spannungskonzentrationsfaktor bestimmt:

$$C = \frac{p_{stat}}{\frac{\rho v^2}{2}}$$

Wenn  $\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3$  (Luftdichte bei einer Temperatur von  $+15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ergibt sich für den lokalen Druck in der Windströmung Folgendes:

$$p_{stat} = C \times \frac{\rho v^2}{2} = C \times \frac{v^2}{1.63} \text{ Pa}$$

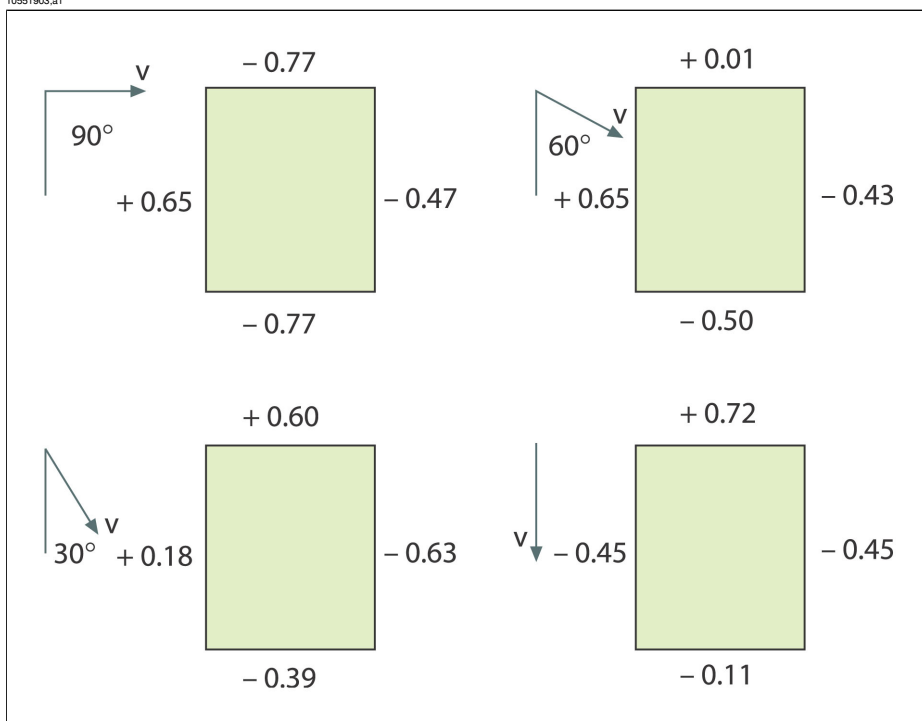


**Abbildung 30.3** Verteilung der resultierenden Drücke auf die Außenflächen eines Gebäudes in Abhängigkeit von den Auswirkungen des Windes, der Durchlüftung und der Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur. 1: Windrichtung;  $T_u$ : Thermodynamische Außenlufttemperatur in K;  $T_i$ : Thermodynamische Innenlufttemperatur in K.

Wenn sich der gesamte dynamische Druck in statischen Druck umwandelt, ist  $C = 1$ . Beispiele für die Verteilung des Spannungskonzentrationsfaktors für ein Gebäude bei verschiedenen Windrichtungen finden Sie in der Abbildung auf Seite 230.

Durch den Wind entsteht also im Inneren auf der dem Wind zugewandten Seite ein Unterdruck und auf der dem Wind abgewandten Seite ein Überdruck. Der Luftdruck im Inneren hängt von den Windverhältnissen, Lufteinbrüchen im Gebäude und von deren Verteilung im Verhältnis zur Windrichtung ab. Sind die Lufteinbrüche gleichmäßig über das Gebäude verteilt, kann der Druck im Inneren um  $\pm 0.2 p_{\text{stat}}$  variieren. Befinden sich die meisten Lufteinbrüche auf der windzugewandten Seite, erhöht sich der Druck im Inneren leicht. Befinden sich dagegen die meisten Lufteinbrüche auf der windabgewandten Seite, sinkt der Druck im Inneren.

10551903.a1



**Abbildung 30.4** Verteilung des Spannungskonzentrationsfaktors ( $C$ ) für verschiedene Windrichtungen und -geschwindigkeiten ( $v$ ) im Verhältnis zum Gebäude.

Die Windverhältnisse können im zeitlichen Verlauf und zwischen nah beieinander liegenden Standorten erheblich variieren. Bei der Thermografie wirken sich solche Abweichungen eindeutig auf die Messergebnisse aus.

In Experimenten wurde gezeigt, dass der Differenzdruck an einer Fassade, die einer durchschnittlichen Windstärke von ca. 5 m/s (16,3 ft/s) ausgesetzt wird, etwa 10 Pa beträgt.

Bei einer mechanischen Lüftung entsteht im Inneren ein konstanter Unter- oder Überdruck (je nach Lüftungsrichtung). Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass der durch eine mechanische Entlüftung (Küchenabzugshaube) in kleinen Häusern entstehende Unterdruck normalerweise zwischen 5 und 10 Pa liegt. Sind beispielsweise in großen Mehrfamilienhäusern mechanische Entlüftungsanlagen installiert, ist der Unterdruck etwas größer (zwischen 10 und 50 Pa). Reglergesteuerte Be- und Entlüftungssysteme (mit einer mechanischen Steuerung) sind normalerweise so eingestellt, dass im Inneren ein geringer Unterdruck (zwischen 3 und 5 Pa) entsteht.

Beim so genannten Kamineffekt (Unterschiede in der Luftdichte bei verschiedenen Temperaturen), d. h. bei einem durch Temperaturunterschiede hervorgerufenen Druckgefälle, entsteht im unteren Bereich des Gebäudes ein Unterdruck und im oberen Bereich ein Überdruck. In einer bestimmten Höhe gibt es einen neutralen Bereich, wo der Druck im Gebäudeinneren und im Außenbereich gleich ist (vgl. Abbildung auf Seite 232). Der Differenzdruck ergibt sich aus der folgenden Formel:

$$\Delta p = g \times \rho_u \times h \left( 1 - \frac{T_u}{T_i} \right) \text{ Pa}$$

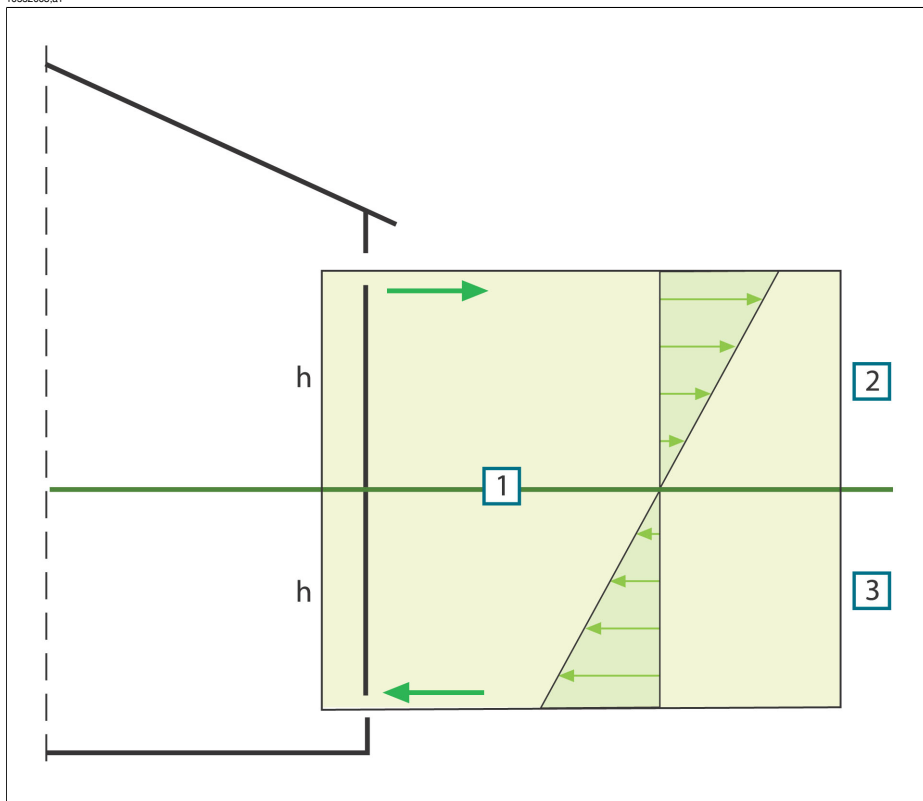
$\Delta p$	Druckdifferenz innerhalb des Gebäudes in Pa
$g$	9,81 m/s <sup>2</sup>
$\rho_u$	Luftdichte in kg/m <sup>3</sup>
$T_u$	Thermodynamische Außenlufttemperatur in K
$T_i$	Thermodynamische Innenlufttemperatur in K
$h$	Abstand vom neutralen Bereich in Meter

Wenn  $\rho_u = 1,29 \text{ kg/m}^3$  (Luftdichte bei einer Temperatur von 273 K und  $\approx 100 \text{ kPa}$ ), ergibt dies:

$$\Delta p \approx 13 \times h \left( 1 - \frac{T_u}{T_i} \right)$$

Bei einer Differenz von +25 °C zwischen den Umgebungstemperaturen im Innen- und Außenbereich ergibt sich innerhalb der Gebäudestruktur ein Druckgefälle von etwa 1 Pa pro Meter Höhenunterschied.

10552003.a1



**Abbildung 30.5** Druckverteilung in einem Gebäude mit zwei Öffnungen, dessen Innentemperatur höher als die Außentemperatur ist. 1: Neutraler Bereich; 2: Überdruck; 3: Unterdruck;  $h$ : Abstand vom neutralen Bereich in Meter.

Die Position des neutralen Bereichs kann je nach den im Gebäude vorhandenen Lufteinbrüchen variieren. Sind die Lufteinbrüche gleichmäßig über das Gebäude verteilt, befindet sich der Bereich ungefähr in mittlerer Höhe des Gebäudes. Befinden sich mehr Lufteinbrüche im unteren Gebäudeteil, liegt der neutrale Bereich weiter unten. Befinden sich mehr Lufteinbrüche im oberen Gebäudeteil, liegt der neutrale Bereich weiter oben. Weist das Dach eine Kaminöffnung auf, wirkt sich dies in erheblichem Maße auf die Position des neutralen Bereichs aus und kann einen Unterdruck im gesamten Gebäude bewirken. Dieser Fall tritt am häufigsten bei kleinen Gebäuden ein.

Bei größeren Gebäuden, wie hohen Industriegebäuden, die im unteren Teil Lufteinbrüche an Türen und Fenstern aufweisen, befindet sich der neutrale Bereich bei ungefähr einem Drittel der Gebäudehöhe.

### 30.4.5 Messbedingungen und Zeitpunkt für Messungen

Die obigen Erläuterungen können hinsichtlich der erforderlichen Messbedingungen bei Thermografieuntersuchungen an Gebäuden folgendermaßen zusammengefasst werden:

Thermografieuntersuchungen werden ausgeführt, wenn störende Einflüsse von externen Klimafaktoren möglichst gering sind. Die Bilder werden daher im Inneren aufgenommen; ist ein Gebäude beispielsweise beheizt, werden seine warmen Oberflächen untersucht.

Im Freien werden nur Thermografieuntersuchungen durchgeführt, um Vergleichsdaten für große Fassaden zu erhalten. In bestimmten Fällen, wenn z. B. die Wärmedämmung sehr schlecht ist oder ein Überdruck im Inneren besteht, sind Außenmessungen unter Umständen sinnvoll. Thermografieaufnahmen an der Außenseite des Gebäudes können auch dann zweckmäßig sein, wenn die Auswirkungen von Installationen in der Klimahülle des Gebäudes untersucht werden sollen.

Folgende Bedingungen sind empfehlenswert:

- Die Differenz der Lufttemperatur im relevanten Gebäudeteil muss bereits einige Stunden vor sowie während der Thermografieuntersuchung mindestens  $+10\text{ °C}$  betragen. Im selben Zeitraum darf die Differenz der Umgebungstemperatur nicht um mehr als  $\pm 30\%$  der Differenz zum Zeitpunkt des Messbeginns schwanken. Während der Thermografieuntersuchung darf die Umgebungstemperatur im Inneren nicht um mehr als  $\pm 2\text{ °C}$  variieren.
- Einige Stunden vor und während der Thermografieuntersuchung darf der relevante Gebäudeteil keiner Sonneneinstrahlung ausgesetzt sein.
- Der Unterdruck im Gebäude sollte  $\approx 10 - 50\text{ Pa}$  betragen.
- Sollen anhand einer Thermografieuntersuchung lediglich Lufteinbrüche in den äußeren Bauelementen des Gebäudes ermittelt werden, gelten unter Umständen weniger strenge Anforderungen an die Messbedingungen. Eine Differenz von  $5\text{ °C}$  zwischen der Umgebungstemperatur im Inneren und im Außenbereich sollte für den Nachweis solcher Mängel ausreichen. Damit Lufteinbrüche nachgewiesen werden können, müssen jedoch bestimmte Voraussetzungen hinsichtlich des Druckgefälles erfüllt sein.  $10\text{ Pa}$  sollten ausreichen.

### 30.4.6 Auswertung von Infrarotbildern

Der Hauptzweck der Thermografie ist der Nachweis von Fehlern und Mängeln an der Wärmedämmung in Außenwänden und Böden sowie die Bestimmung ihrer Art und ihres Ausmaßes. Mit Hilfe der Thermografie soll also ermittelt werden, ob die untersuchte Wand die zugesicherten Eigenschaften in Bezug auf Wärmedämmung und Luftdichtheit erfüllt. Anhand der im Entwurf zugesicherten Eigenschaften in Bezug

auf die Wärmedämmung der Wand kann eine Verteilung der Oberflächentemperatur der untersuchten Oberfläche prognostiziert werden, sofern die Messbedingungen zum Zeitpunkt der Untersuchung bekannt sind.

In der Praxis wird bei dieser Methode folgendermaßen vorgegangen:

Mit Hilfe von Labortests oder Tests vor Ort erfolgt eine Prognose der Temperaturverteilung in Form von typischen Infrarotbildern bzw. Vergleichsbildern für gängige Wandstrukturen. Dabei werden sowohl einwandfreie als auch mangelhafte Strukturen berücksichtigt.

Beispiele für typische Infrarotbilder finden Sie in Abschnitt 30.3 – Typische Einsatzszenarien auf Seite 200.

Sollen Infrarotbilder von strukturellen Bereichen, die bei Messungen vor Ort aufgenommen wurden, als Vergleichsbilder herangezogen werden, müssen der Aufbau der Struktur, die Bauweise und die Messbedingungen zum Zeitpunkt der Aufnahme des Infrarotbildes im Detail bekannt und dokumentiert sein.

Damit bei der Thermografie Aussagen bezüglich der Ursachen für Abweichungen von prognostizierten Ergebnissen getroffen werden können, müssen die physikalischen, messtechnischen und bautechnischen Voraussetzungen bekannt sein.

Die Auswertung von bei Messungen vor Ort aufgenommenen Infrarotbildern kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

Ein Vergleichsinfrarotbild für eine einwandfreie Gebäudestruktur wird auf der Grundlage der zu untersuchenden Wandstruktur und der Bedingungen, unter denen die Messung vor Ort durchgeführt wurde, ausgewählt. Anschließend wird ein Infrarotbild des zu untersuchenden Bauelements mit dem ausgewählten Infrarotbild verglichen. Bei allen Abweichungen, die nicht auf die Bauweise des Gebäudes oder die Messbedingungen zurückzuführen sind, besteht der Verdacht eines Wärmedämmungsman-gels. Art und Ausmaß des Mangels werden normalerweise mit Hilfe von Vergleichsbildern ermittelt, die verschiedene Mängel darstellen.

Liegt kein geeignetes Vergleichsinfrarotbild vor, erfolgen Aus- und Bewertung auf der Grundlage von Erfahrungswerten. In diesem Fall ist größte Sorgfalt bei der Analyse erforderlich.

Bei der Auswertung eines Infrarotbildes sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Gleichmäßigkeit der Helligkeit bei Infrarotbildern von Oberflächenbereichen ohne Wärmebrücken
- Regelmäßigkeit und Auftreten von kalten Oberflächenbereichen, z. B. an Sparren und Ecken
- Konturen und typische Formen der kalten Oberflächenbereiche

- Gemessene Temperaturunterschiede zwischen der normalen Oberflächentemperatur des Gebäudes und den ausgewählten kalten Oberflächenbereichen
- Kontinuität und Gleichförmigkeit der Isothermenkurve auf der Oberfläche der Gebäudestruktur. In der Kamerasoftware wird die Isothermenfunktion je nach Kameramodell **Isotherme** oder **Farbalarm** genannt.

Abweichungen und Unregelmäßigkeiten im Infrarotbild deuten häufig auf Wärmedämmungsmängel hin. In Infrarotbildern von Gebäudestrukturen mit Wärmedämmungsmängeln sind unter Umständen natürlich beträchtliche Abweichungen zu erkennen. Bestimmte Arten von Wärmedämmungsmängeln weisen auf Infrarotbildern eine charakteristische Form auf.

In Abschnitt 30.3 – Typische Einsatzszenarien auf Seite 200 finden Sie Beispiele zur Auswertung von Infrarotbildern.

Wenn Infrarotbilder eines einzigen Gebäudes aufgenommen werden, sollten Aufnahmen verschiedener Bereiche mit denselben Einstellungen an der Infrarotkamera durchgeführt werden. Dies erleichtert den Vergleich der verschiedenen Oberflächenbereiche.

### **30.4.7 Feuchtigkeit und Taupunkt**

#### **30.4.7.1 *Relative und absolute Feuchtigkeit***

Die Feuchtigkeit kann auf zwei Arten angegeben werden: entweder als *relative Feuchtigkeit* oder als *absolute Feuchtigkeit*. Die relative Feuchtigkeit gibt an, wie viel Prozent der maximalen Wassermenge bei einer bestimmten Temperatur in der Luft enthalten sind. Die absolute Feuchtigkeit gibt an, wie viel Prozent Wasser eine bestimmte Menge von Material tatsächlich enthält. Die zweite Möglichkeit zur Angabe der Feuchtigkeit wird häufig beim Messen der Feuchtigkeit in Holz und anderen Baustoffen verwendet.

Je höher die Lufttemperatur ist, desto größer ist auch die Menge an Feuchtigkeit, die die Luft aufnehmen kann.

#### **30.4.7.2 *Definition des Taupunkts***

Unter dem Taupunkt versteht man die Temperatur, bei der die Feuchtigkeit in einem bestimmten Luftvolumen zu flüssigem Wasser kondensiert.

## **30.4.8 Auszug aus technischem Hinweis ‘Bewertung von Wärmebrücken und durchgehender Wärmedämmung’ (Beispiel für Großbritannien)**

### **30.4.8.1 Impressum**

Die vorliegenden technischen Hinweise (Technical Note, abgekürzt TN) wurden von einer Arbeitsgruppe erstellt, die sich aus Thermografiefachleuten und Forschungsberatern zusammensetzt. Da bei der Erstellung weitere Personen und Organisationen zu Rate gezogen wurden, findet dieses Dokument breite Zustimmung in allen Industriebereichen.

Der Inhalt dieser technischen Hinweise wird mit freundlicher Genehmigung der United Kingdom Thermography Association (UKTA) wiedergegeben und ist vollständig urheberrechtlich geschützt.

UK Thermography Association  
c/o British Institute of Nondestructive Testing  
1 Spencer Parade  
Northampton NN1 5AA  
United Kingdom

Tel.: +44 (0)1604 630124

Fax: +44 (0)1604 231489

### **30.4.8.2 Einleitung**

In den letzten Jahren war auf dem Gebiet der Thermografie im Hinblick auf Geräte, Anwendungen, Software und Bekanntheitsgrad eine rasante Entwicklung zu verzeichnen. Die Thermografietechnik wurde mehr und mehr in gängige Verfahren integriert, wodurch ein entsprechender Bedarf an Anwendungshandbüchern, Normen und Thermografieschulungen entstanden ist.

Die UKTA hat diese technischen Hinweise erstellt, um bei der Quantifizierung der Ergebnisse einer Überprüfung der ‘Kontinuität der Wärmedämmung’ eine konsistente Vorgehensweise zu etablieren. Das Dokument soll Erstellern von Spezifikationen als Leitfaden für die Einhaltung der Bauvorschriften dienen, so dass ein qualifizierter Thermograph die Überprüfung als bestanden oder nicht bestanden einstufen kann.

### **30.4.8.3 Hintergrundinformationen**

Mit Hilfe der Thermografie können selbst geringe Abweichungen in der Oberflächentemperatur von nur 0,1 K erkannt werden. Des Weiteren können Grafiken erstellt werden, die die Temperaturverteilung auf Gebäudeoberflächen illustrieren.

Durch Abweichungen bei den thermischen Eigenschaften von Gebäudestrukturen, beispielsweise durch eine fehlerhaft angebrachte Wärmedämmung oder Bereiche mit gänzlich fehlender Wärmedämmung, entstehen unterschiedliche Oberflächentem-



peraturen auf beiden Seiten der Gebäudestruktur, die von einem Thermografen erkannt werden können. Darüber hinaus gibt es jedoch noch andere Faktoren, die zu Abweichungen bei der Oberflächentemperatur führen können, beispielsweise lokale Wärmequellen, Reflexionen und Lufteinbrüche.

In der Regel ist nur ein qualifizierter Thermograf in der Lage, tatsächliche Schwachstellen von anderen Ursachen für Temperaturabweichungen zu unterscheiden. Thermografen werden immer häufiger dazu aufgefordert, ihre Bewertung einer Gebäudestruktur zu belegen. Ohne entsprechende Leitlinien kann sich die Festlegung von Grenzwerten für akzeptable und nicht akzeptable Temperaturabweichungen als schwierig erweisen.

Die derzeit gültige Norm in Großbritannien für Wärmebilder von Gebäuden ist BS EN 13187:1999 (BS EN 13187:1999, Thermal Performance of Buildings—Qualitative detection of thermal properties in building envelopes—Infrared method (ISO 6781:1983 modified) (Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Qualitativer Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehüllen - Infrarot-Verfahren)). In dieser Norm wird die Interpretation der Wärmebilder jedoch erfahrenen Thermografen überlassen, und sie enthält wenig Informationen zur Abgrenzung zwischen akzeptablen und inakzeptablen Abweichungen. Informationen zu verschiedenen thermischen Auffälligkeiten finden Sie in den BINDT Guides to thermal imaging (Infrared Thermography Handbook; Volume 1, Principles and Practise, Norman Walker, ISBN 0903132338, Volume 2, Applications, A. N. Nowicki, ISBN 090313232X, BINDT, 2005).

#### **30.4.8.3.1 Anforderungen**

Eine Thermografieuntersuchung zur Feststellung der Kontinuität der Wärmedämmung, von Bereichen mit Wärmebrücken sowie der Erfüllung der Bauvorschriften muss folgende Punkte berücksichtigen:

- Thermische Auffälligkeiten
- Unterscheidung zwischen tatsächlichen thermischen Auffälligkeiten, bei denen die Temperaturunterschiede auf Wärmedämmungsmängel zurückzuführen sind und solchen, die eine falsche Interpretation von Faktoren wie örtlich begrenzte Unterschiede durch Luftströmungen, Reflexionen und Emissionsgraden darstellen.
- Quantifizierung der betroffenen Bereiche im Verhältnis zu den Bereichen mit vollständiger Wärmedämmung
- Angabe, ob die Auffälligkeiten und die Wärmedämmung des Gebäudes insgesamt akzeptabel sind

#### **30.4.8.4 Quantitative Bewertung thermischer Auffälligkeiten**

Bei einer Thermografieuntersuchung treten Unterschiede in Bezug auf die scheinbare Temperatur von Bereichen innerhalb des Sichtfeldes zu Tage. Damit die Untersuchung zweckdienlich ist, müssen alle scheinbaren Mängel systematisch erfasst werden.

Diese müssen dann mit Hilfe vorab festgelegter Kriterien ausgewertet werden, wobei diejenigen Auffälligkeiten, die keine tatsächlichen Mängel darstellen, zuverlässig ausgeschlossen werden müssen. Die tatsächlichen Mängel müssen bewertet und das Ergebnis dem Kunden mitgeteilt werden.

#### **30.4.8.4.1 Auswahl kritischer Temperaturparameter**

Die Informationsschrift IP17/01 von BRE (Information Paper IP17/01, Assessing the Effects of Thermal Bridging at Junctions and Around Openings. Tim Ward, BRE, 2001) enthält nützliche Hinweise zu akzeptablen Mindestwerten für Oberflächentemperaturen im Innenbereich sowie für entsprechende Werte für den Faktor der kritischen Oberflächentemperatur ( $f_{CRsi}$ ). Durch die Verwendungen eines Oberflächentemperaturfaktors sind unter jeglichen thermischen Bedingungen Untersuchungen möglich, mit deren Hilfe Bereiche mit Kondensations- oder Schimmelbildungsrisiko in der Bauphase ermittelt werden können.

Die tatsächliche Oberflächentemperatur ist abhängig von den Innen- und Außentemperaturen zum Zeitpunkt der Untersuchung. Es wurde jedoch ein Oberflächentemperaturfaktor ( $f_{Rsi}$ ) entwickelt, der von den absoluten Bedingungen unabhängig ist. Dieser Faktor stellt das Verhältnis des Temperaturabfalls innerhalb der Gebäudestruktur zum Gesamttemperaturabfall zwischen Innen- und Außenluft dar.

Für Untersuchungen im Innenbereich:  $f_{Rsi} = (T_{si} - T_e) / (T_i - T_e)$

$T_{si}$  = Oberflächentemperatur im Innenbereich

$T_i$  = Lufttemperatur im Innenbereich

$T_e$  = Lufttemperatur im Außenbereich

Ein  $f_{CRsi}$ -Wert von 0,75 gilt für Neubauten als geeignet, da bei der Überprüfung der 'Durchgängigkeit der Wärmedämmung' bzw. von 'Wärmebrücken' die intensive Nutzung nicht als Faktor berücksichtigt wird. Bei der Untersuchung von Umbauten oder Erweiterungsbauten, z. B. beim Bau von Schwimmbecken, müssen bei Untersuchungen im Innenbereich jedoch ungewöhnliche Begleitumstände berücksichtigt werden.

#### **30.4.8.4.2 Alternative Methode mit ausschließlicher Verwendung von Oberflächentemperaturen**

Viele Gründe sprechen dafür, Thermografieuntersuchungen allein auf der Grundlage von Oberflächentemperaturen durchzuführen und keine Messung der Lufttemperatur vorzunehmen.

- Die innerhalb von Gebäuden auftretende Stratifizierung macht eine Einbeziehung der Lufttemperaturen im Innenbereich äußerst schwierig. Es muss entschieden werden, ob die durchschnittliche Lufttemperatur, die Niedrigst- oder Höchsttemperatur oder die Temperatur des auffälligen Bereiches zugrunde gelegt werden soll und in welchem Abstand zur Wand sie gemessen werden soll.

- Die Einbeziehung der Außentemperatur wird durch Strahlungseffekte wie beispielsweise die Strahlung zum Nachthimmel erschwert. Es ist nicht ungewöhnlich, dass die Temperatur der Außenfläche einer Gebäudestruktur unter der Lufttemperatur liegt, da die Abstrahlung zum Himmel nur  $-50\text{ °C}$  betragen kann. Dies ist mit bloßem Auge zu erkennen, da Tau und Frost häufig auch dann auf Gebäudeoberflächen auftreten, wenn die Lufttemperatur nicht unter den Taupunkt fällt.
- Es sei darauf hingewiesen, dass den U-Werten Umgebungstemperaturen auf beiden Seiten der Gebäudestruktur zugrunde liegen. Dies wird von vielen unerfahrenen Thermografen nicht berücksichtigt.
- Bei den beiden Temperaturen, die einen starken Bezug zum Wärmetransport durch Gebäudestrukturen (und jegliche Feststoffe) haben, handelt es sich um die Oberflächentemperaturen der beiden Seiten.
- Bei Einbeziehung der Oberflächentemperaturen kann die Untersuchung besser wiederholt werden.
- Als Oberflächentemperaturen werden die Durchschnittswerte der Oberflächentemperaturen desselben Materials in der Nähe der Auffälligkeit verwendet, die an der Innen- und Außenseite der Struktur gemessen wurden. In Verbindung mit dem Temperaturwert des auffälligen Bereichs kann in Abhängigkeit von diesen Temperaturen und unter Verwendung des Faktors der kritischen Oberflächentemperatur ein Schwellenwert festgelegt werden.
- Dessen ungeachtet muss der Thermograf weiterhin auf Reflexionen von Objekten mit ungewöhnlichen Temperaturen im Hintergrund achten, die den Oberflächen der Gebäudestruktur gegenüberliegen.
- Des Weiteren sollte der Thermograf einen Vergleich zwischen den Außenflächen mit unterschiedlicher Ausrichtung anstellen, um festzustellen, ob auf den externen Oberflächen eine Restwärme auf Grund von Sonneneinstrahlung vorhanden ist.
- Bei Oberflächen, deren  $T_{si} - T_{so}$ -Wert den  $T_{si} - T_{so}$ -Wert auf der Nordseite oder der dem Norden am ehesten zugewandten Seite um mehr als 10 % übersteigt, sollten keine Untersuchungen im Außenbereich durchgeführt werden.
- Für Mängel, bei denen der Faktorwert 0,75 gemäß IP17/01 zu einem Nichtbestehen der Untersuchung führen würde, wird für Oberflächen auf der Innenseite für die kritische Oberflächentemperatur der Faktor 0,78 und für Oberflächen auf der Außenseite der Faktor 0,93 verwendet.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Oberflächentemperaturen auf der Innen- und Außenseite für einen auffälligen Bereich, die gemäß IP17/01 ein Nichtbestehen zur Folge haben. Weiterhin wird angegeben, welche Mängel in der Wärmedämmung hierfür verantwortlich sind.

Beispiel für Blechfassadenverkleidung mit fehlerhafter Wärmedämmung	Intakter Bereich	Mängelbereich
Außentemperatur in °C	0	0

Beispiel für Blechfassadenverkleidung mit fehlerhafter Wärmedämmung	Intakter Bereich	Mängelbereich
Oberflächentemperatur der Innenseite in °C	19,1	15,0
Oberflächentemperatur der Außenseite in °C	0,3	1,5
Oberflächenfaktor gemäß IP17/01	0,95	0,75
Faktor für kritische Oberflächentemperatur im Außenbereich gemäß IP17/01		0,92
Dicke der Wärmedämmung (in mm), die das jeweilige Ergebnis liefert	80	5,1
Lokaler U-Wert in W/m²K	0,35	1,92
Oberflächenfaktor gemäß TN1 der UKTA		0,78
Oberflächenfaktor (außen) gemäß TN1 der UKTA		0,93

### Anmerkungen zur Tabelle

#### 1 Werte für Oberflächenwiderstände gemäß ADL2 2001:

- Oberfläche innen 0,13 m²K/W
- Oberfläche außen 0,04 m²K/W

Diese Angaben stammen aus der Norm BS EN ISO 6946 (BN EN ISO 6946:1997 Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method (Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren)).

#### 2 Für die hier verwendete Wärmedämmung wird eine Wärmeleitfähigkeit von 0,03 W/m K angenommen.

#### 3 Der Temperaturunterschied zwischen intakten und mangelhaften Bereichen liegt im Außenbereich bei 1,2 Grad und im Innenbereich bei 4,1 Grad.

#### 4 Der Oberflächentemperaturfaktor für Untersuchungen im Innenbereich lautet gemäß TN1 der UKTA:

$$F_{si} = (T_{sia} - T_{so}) / (T_{si} - T_{so})$$

Es gilt:

$T_{sia}$  = Oberflächentemperatur im Innenbereich (Mängelbereich)

$T_{so}$  = Oberflächentemperatur im Außenbereich (intakter Bereich)

$T_{si}$  = Oberflächentemperatur im Innenbereich (intakter Bereich)

#### 5 Der Oberflächentemperaturfaktor für Untersuchungen im Außenbereich lautet gemäß TN1 der UKTA:

$$F_{so} = (T_{soa} - T_{si}) / (T_{so} - T_{si})$$

Es gilt:  $T_{soa}$  = Oberflächentemperatur im Außenbereich (Mängelbereich)

### 30.4.8.4.3 *Auswählen des maximal akzeptablen Mängelbereichs*

Der zulässige Mängelbereich ist für die Qualitätskontrolle problematisch. Man könnte argumentieren, dass es keinen Bereich mit Kondensation, Schimmelwachstum oder mangelhafter Wärmedämmung geben darf und dass solche Auffälligkeiten im Untersuchungsbericht angegeben werden müssen. Im Allgemeinen wird jedoch ein Wert von 0,1 % der betroffenen Gebäudeoberfläche als maximal zulässiger Mängelbereich in Bezug auf die Bauvorschriften akzeptiert. Dies ist ein Tausendstel Quadratmeter.

### 30.4.8.4.4 *Messen der Oberflächentemperatur*

Zur Messung der Oberflächentemperatur wird das Infrarotbildsystem eingesetzt. Ein geschulter Thermograf erkennt, dokumentiert und meldet Abweichungen von Emissionsgrad und Reflexion bei den untersuchten Oberflächen.

### 30.4.8.4.5 *Messen des Mängelbereichs*

Die Messung des Mängelbereichs kann durch Zählen der Pixel in der Infrarotanalyse-Software oder vieler Tabellenkalkulationspakete erfolgen. Hierfür gelten folgende Voraussetzungen:

- Der Abstand zwischen Kamera und Objekt muss (in der Regel mit einem Lasermessgerät) exakt gemessen werden.
- Beim Abstand zum Ziel muss das IFOV (momentanes Sichtfeld) des Wärmebildsystems berücksichtigt werden.
- Jegliche Änderung des Kamerawinkels in senkrechter Richtung in Bezug auf die Oberfläche des Messobjekts muss berücksichtigt werden.

Gebäude setzen sich aus zahlreichen Komponenten zusammen, die quantitative Untersuchungen erschweren. Hierzu zählen Fenster, Deckenleuchten, Leuchtkörper, Wärmequellen, Kühlsysteme, Hausanschlüsse und elektrische Leitungen. Die Beziehungen zwischen diesen Objekten und der Gebäudehülle sind jedoch als Teil der Untersuchung zu betrachten.

### 30.4.8.5 *Bedingungen und Ausrüstung*

Um bei einer Untersuchung der Wärmedämmung optimale Ergebnisse zu erzielen, müssen die Umgebungsbedingungen berücksichtigt und geeignete Thermografiemethoden eingesetzt werden.

Thermische Auffälligkeiten zeigen sich dem Thermografen nur dort, wo Temperaturunterschiede vorhanden sind und Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden. Folgende grundlegende Bedingungen sollten mindestens erfüllt werden:

- Temperaturunterschiede in der Gebäudestruktur sind größer als 10 °C.
- Unterschied zwischen der Lufttemperatur im Innenbereich und Lufttemperatur der Umgebung war in den letzten 24 Stunden vor der Untersuchung größer als 5 °F.

- Lufttemperatur im Außenbereich lag für die Dauer der Untersuchung und eine Stunde davor bei  $\pm 3$  °C.
- Lufttemperatur im Außenbereich lag für die vorangegangenen 24 Stunden bei  $\pm 10$  °C.

Darüber hinaus müssen bei Untersuchungen im Außenbereich folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Die zu untersuchenden Oberflächen sollten weder direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sein noch darf eine Restwärme vorhanden sein. Dies können Sie überprüfen, indem Sie die Oberflächentemperaturen der gegenüberliegenden Seiten des Gebäudes vergleichen.
- Kurz vor und während der Untersuchung dürfen keine Niederschläge auftreten.
- Alle zu untersuchenden Gebäudeoberflächen müssen trocken sein.
- Die Windgeschwindigkeit muss unter 10 m/s liegen.

Außer der Temperatur müssen bei der Planung von Thermografieuntersuchungen an Gebäuden weitere Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden. Untersuchungen im Außenbereich können beispielsweise durch Abstrahlungen oder Reflexionen von benachbarten Gebäuden oder einen kalten wolkenlosen Himmel und mehr noch durch den Oberflächenerwärmungseffekt der Sonne beeinflusst werden.

Wenn sich die Hintergrundtemperaturen von der Lufttemperatur im Innen- oder Außenbereich um mehr als 5 K unterscheiden, müssen die Hintergrundtemperaturen aller betroffenen Oberflächen gemessen werden, um exakte Ergebnisse für die Oberflächentemperatur zu erhalten.

#### 30.4.8.6 *Untersuchung und Analyse*

**Der nachfolgende Abschnitt enthält Anleitungen zur Vorgehensweise für den Thermografen.**

Bei der Untersuchung müssen genug thermografische Daten erfasst werden, die belegen, dass alle Oberflächen ordnungsgemäß untersucht und alle thermischen Auffälligkeiten erkannt und bewertet wurden.

Zunächst müssen bei allen thermografischen Untersuchungen u. a. folgende Umgebungsdaten erfasst werden:

- Innentemperatur im auffälligen Bereich
- Außentemperatur im auffälligen Bereich
- Emissionsgrad der Oberfläche
- Hintergrundtemperatur
- Abstand zur Oberfläche

Ermitteln Sie durch Interpolation die zu verwendende Schwellentemperatur.

- Bei Untersuchungen im Innenbereich wird der Schwellenwert für die Oberflächentemperatur ( $T_{sia}$ ) folgendermaßen berechnet:  $T_{sia} = f_{si}(T_{si} - T_{so}) + T_{so}$ . Der Thermograf hält Ausschau nach Oberflächentemperaturen, die über diesem Schwellenwert liegen.
- Bei Untersuchungen im Außenbereich wird der Schwellenwert für die Oberflächentemperatur ( $T_{soa}$ ) folgendermaßen berechnet:  $T_{soa} = f_{so}(T_{so} - T_{si}) + T_{si}$ . Der Thermograf hält Ausschau nach Oberflächentemperaturen, die über diesem Schwellenwert liegen.

Die bildliche Erfassung von Auffälligkeiten muss so erfolgen, dass eine Analyse problemlos möglich ist:

- Das Bild muss im rechten Winkel zu vorhandenen Wand- oder Dachkomponenten aufgenommen werden.
- Der Betrachtungswinkel ist nahezu rechtwinklig zur aufzunehmenden Oberfläche. Störende Infrarotstrahlung von Lampen, Wärmequellen, elektrischen Leitungen und reflektierenden Elementen wird minimiert.

Die Analysemethode ist abhängig von der verwendeten Analysesoftware, die wichtigsten Phasen sind jedoch überall identisch:

Erfassen Sie jede Auffälligkeit oder Ansammlung von Auffälligkeiten in einem Bild.

- Verwenden Sie eine Analysesoftware, um den auffälligen Bereich innerhalb des Bildes zu erfassen, und achten Sie darauf, dass keine Bauelemente erfasst werden, die ausgeschlossen werden sollen.
- Berechnen Sie für Untersuchungen im Innenbereich den Bereich unterhalb der Schwellentemperatur bzw. für Untersuchungen im Außenbereich den Bereich oberhalb der Schwellentemperatur. Hierbei handelt es sich um den Mängelbereich. Bestimmte Auffälligkeiten, die während der Untersuchung als Mängel gedeutet wurden, sind in dieser Phase möglicherweise nicht als Mängelbereiche zu erkennen.
- Fügen Sie die Mängelbereiche aus allen Bildern ( $\sum A_d$ ) hinzu.
- Berechnen Sie die Gesamtfläche der exponierten Gebäudestruktur. Hierbei handelt es sich um alle Wand- und Dachoberflächen. Bei einem Gebäude mit einfachem Umriss wird dies mit Hilfe der Gesamtlänge, -breite und -höhe berechnet.  

$$A_t = (2h(L + w)) + (Lw)$$
- Identifizieren Sie den kritischen Mängelbereich  $A_c$ . Dieser ist vorläufig als ein Tausendstel bzw. 0,1 % der Gesamtoberfläche festgelegt.  

$$A_c = A_t/1000$$
- Wenn  $\sum A_d < A_c$ , kann für das Gebäude insgesamt ausgesagt werden, dass es über eine 'einigermaßen durchgängige' Wärmedämmung verfügt.

### **30.4.8.7            *Berichterstellung***

Die Berichte müssen ein Ergebnis (Bestanden/Nicht bestanden) beinhalten, die Anforderungen des Kunden erfüllen und mindestens die gemäß BSEN 13187 erforderlichen Informationen enthalten. Damit die Untersuchung nach der Reparatur wiederholt werden kann, sind normalerweise die folgenden Daten erforderlich:

- Hintergründe und Grundlagen der Untersuchung
- Ort, Himmelsrichtung, Datum und Uhrzeit der Untersuchung
- Eine eindeutige Referenz zur Identifizierung
- Name und berufliche Qualifikation des Thermografen
- Gebäudeart
- Wetterbedingungen, Windgeschwindigkeit und -richtung, letzte Niederschläge, Sonnenschein, Bewölkungsgrad
- Umgebungstemperaturen im Innen- und Außenbereich vor und zu Beginn der Untersuchung sowie zum Zeitpunkt jeder Bilderfassung. Auch Lufttemperatur und Strahlungstemperatur müssen aufgezeichnet werden.
- Etwaige Abweichungen von wichtigen Untersuchungsanforderungen
- Verwendete Ausrüstung, Datum der letzten Kalibrierung, bekannte Mängel
- Name, Zugehörigkeit und Qualifikation des Prüfers
- Art, Ausmaß und Lage jedes festgestellten Mängels
- Ergebnisse zusätzlicher Messungen und Untersuchungen
- Die Berichte müssen vom Thermografen mit einem Index versehen und archiviert werden.

#### **30.4.8.7.1            *Erwägungen und Einschränkungen***

Ob die Untersuchung im Innen- oder Außenbereich durchgeführt wird, ist abhängig von folgenden Bedingungen:

- Zugänglichkeit der Oberfläche. Bei Gebäuden, deren Außen- und Innenoberflächen verdunkelt sind, beispielsweise durch eingezogene Decken, Regale oder an den Wänden gestapelten Materialien, ist eine Untersuchung dieser Art unter Umständen nicht möglich.
- Lage der Wärmedämmung. Am effektivsten sind Untersuchungen, die an der Seite durchgeführt werden, die der Wärmedämmung am nächsten liegt.
- Lage schwergewichtiger Materialien. Untersuchungen, die an der Seite durchgeführt werden, die schwergewichtigen Materialien am nächsten liegt, sind in der Regel weniger effektiv.
- Der Zweck der Untersuchung. Wenn bei der Untersuchung das Risiko von Kondensation und Schimmelpilzwachstum ermittelt werden soll, muss sie im Innenbereich durchgeführt werden.
- Lage von Glas, unlackiertem Metall und anderen Materialien, die stark reflektieren. Untersuchungen an stark reflektierenden Oberflächen sind in der Regel weniger effektiv.



- Bei einem Mängelbereich ist auf der Wandaußenseite auf Grund von Außenluftströmungen meist ein geringerer Temperaturunterschied zu verzeichnen. Eine fehlende oder schadhafte Wärmedämmung in der Nähe der Außenoberfläche kann jedoch von außen meist schneller erkannt werden.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 31 Einführung in die thermografische Untersuchung elektrischer Anlagen

## 31.1 *Wichtiger Hinweis*

Die Konfiguration Ihrer speziellen Kamera unterstützt möglicherweise nicht alle in diesem Abschnitt beschriebenen Funktionen.

Die Bestimmungen für elektrische Anlagen und Geräte variieren von Land zu Land. Deshalb stimmen die in diesem Abschnitt beschriebenen Verfahren möglicherweise nicht mit den Standardverfahren in Ihrem Land überein. Des Weiteren dürfen Untersuchungen an elektrischen Anlagen in vielen Ländern nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Informieren Sie sich stets über die entsprechenden nationalen oder regionalen Bestimmungen.

## 31.2 *Allgemeine Informationen*

### 31.2.1 *Einleitung*

Heutzutage ist die Thermografie ein gängiges Verfahren zur Untersuchung elektrischer Anlagen. Dies war der erste und ist bis heute der größte Anwendungsbereich der Thermografie. Die Infrarotkamera hat eine beachtliche Entwicklung durchgemacht, so dass heute die achte Generation thermografischer Systeme erhältlich ist. Alles begann 1964, also vor über 40 Jahren. Die Infrarotkamera wird mittlerweile auf der ganzen Welt eingesetzt. Industrieländer sowie Entwicklungsländer haben dieses Verfahren übernommen.

Thermografie in Verbindung mit Schwingungsanalyse wurde in den letzten Jahrzehnten zur meist verwendeten Methode in der Industrie für die Fehlerortung im Rahmen eines vorbeugenden Instandhaltungsprogramms. Der große Vorteil bei diesen Methoden ist, dass die Untersuchung an Anlagen, die in Betrieb sind, durchgeführt werden kann. Normale Arbeitsbedingungen sind für korrekte Messergebnisse sogar Voraussetzung. Das laufende Herstellungsverfahren wird somit nicht unterbrochen. Thermografische Untersuchungen an elektrischen Anlagen werden hauptsächlich in folgenden drei Bereichen angewendet:

- Energieerzeugung
- Energieübertragung
- Energieverteilung (der Einsatz von Elektroenergie in der Industrie)

Die Tatsache, dass diese Untersuchungen bei normalen Arbeitsbedingungen durchgeführt werden, hat zu einer thermischen Unterteilung dieser Gruppen geführt. Energieerzeuger führen Messungen zu den Zeiten durch, zu denen die Anlagen stark belastet sind. Die Zeiten variieren je nach Land und Klimazone. Die Messzeiträume können auch vom jeweils untersuchten Anlagentyp abhängen, je nachdem, ob es sich um eine hydroelektrische, nukleare, kohlebasierte oder ölbasierte Anlage handelt.

In der Industrie werden (zumindest in nordischen Ländern mit deutlichen jahreszeitlichen Unterschieden) die Untersuchungen im Frühjahr oder im Herbst oder vor längeren Betriebsunterbrechungen durchgeführt. Somit werden die Reparaturen dann vorgenommen, wenn der Betrieb ohnehin unterbrochen wird. Diese Vorgehensweise findet jedoch immer weniger Anwendung, was zu Untersuchungen der Anlagen unter verschiedenen Last- und Betriebsbedingungen führte.

### 31.2.2 Allgemeine Anlagendaten

Die zu untersuchende Anlage weist ein bestimmtes Temperaturverhalten auf, das dem Thermografen vor der Durchführung der Untersuchung bekannt sein sollte. Im Falle von elektrischen Anlagen ist das physikalische Gesetz, bei dem Schwachstellen auf Grund von erhöhtem Widerstand oder erhöhtem elektrischen Strom ein anderes Temperaturmuster aufweisen, bekannt.

Jedoch sollte nicht vergessen werden, dass in manchen Fällen, beispielsweise bei Solenoiden, eine 'Überhitzung' normal ist und nicht auf einen entstehenden Mangel hinweist. In anderen Fällen, wie beispielsweise bei Verbindungen in Elektromotoren, kann die erhöhte Temperatur dadurch entstehen, dass der mängelfreie Teil die gesamte Last übernimmt und deshalb überhitzt.

Ein ähnliches Beispiel finden Sie in Abschnitt 31.5.7 – Überhitzung eines Bereichs auf Grund einer Schwachstelle in einem anderen Bereich auf Seite 264.

Schwachstellen bei elektrischen Anlagen können sowohl überhitzt als auch kühler sein als die normalen 'gesunden' Komponenten. Um zu wissen was auf einen zukommt, ist es wichtig, vor der Untersuchung über die Anlage informiert zu sein.

Im Allgemeinen wird ein sogenannter Hotspot (Bereich mit erhöhter Temperatur) jedoch durch eine mögliche schadhafte Stelle verursacht. Die Temperatur und die Belastung der jeweiligen Komponente bei der Untersuchung gibt an, wie ernst die Schwachstelle ist und unter anderen Bedingungen noch werden kann.

Für die richtige Beurteilung im einzelnen Fall sind detaillierte Informationen zum thermischen Verhalten der Komponente notwendig. Die maximal erlaubte Temperatur des Materials und die Funktion der Komponente im System müssen bekannt sein.

Kabelisierungen verlieren beispielsweise ab einer bestimmten Temperatur ihre isolierenden Eigenschaften und erhöhen somit die Brandgefahr.

In Trennschaltern mit zu hohen Temperaturen können Teile schmelzen und der Trennschalter kann sich nicht mehr öffnen. Somit verliert er seine Funktion.

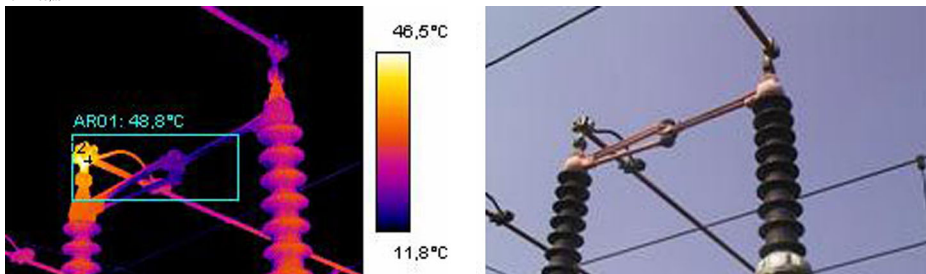
Je mehr der Benutzer der Infrarotkamera über die zu untersuchende Anlage weiß desto besser wird die Qualität der Untersuchung. Es ist jedoch praktisch unmöglich, dass ein IR-Thermograf über detaillierte Kenntnisse zu allen verschiedenen untersuchbaren Anlagentypen verfügt. Deshalb ist es üblich, dass die für die Anlage verantwortliche Person während der Untersuchung anwesend ist.

### 31.2.3 Untersuchung

Die Untersuchungsvorbereitung sollte die Auswahl des richtigen Berichtstyps beinhalten. Oft ist es notwendig zusätzliche Ausrüstung, wie beispielsweise ein Strommessgerät zum Messen der Stromstärke in den Kreisläufen, in denen die Mängel gefunden wurden, zu verwenden. Ein Anemometer ist notwendig, wenn Sie die Windgeschwindigkeit bei der Untersuchung von Ausrüstung im Freien messen möchten.

Automatische Funktionen helfen dem Benutzer der Infrarotkamera beim Sichtbarmachen der Komponenten eines Infrarotbilds mit dem richtigen Kontrast, um eine Schwachstelle oder einen Hotspot zu erkennen. Es ist fast unmöglich einen Hotspot auf einer erfassten Komponente zu übersehen. Eine Messfunktion zeigt automatisch den heißesten Punkt innerhalb eines Bereichs im Bild an oder die Differenz zwischen der maximalen Temperatur im gewählten Bereich und einer vom Thermografen gewählten Referenz, beispielsweise die Umgebungstemperatur.

10712703.a3



**Abbildung 31.1** Infrarot- und Tageslichtaufnahme eines Trennschalters

Wenn die Schwachstelle klar identifiziert wurde und der IR-Thermograf sich vergewissert hat, dass es sich nicht um eine Reflexion oder einen durch natürliche Gegebenheiten entstandenen Hotspot handelt, beginnt das Sammeln der Daten, um die Schwachstellen korrekt aufzunehmen. Der Emissionsgrad, die Identifikation der Komponente und die tatsächlichen Arbeitsbedingungen werden zusammen mit der gemessenen Temperatur protokolliert. Um die Identifikation zu erleichtern, wird oft eine Tageslichtfoto der Schwachstelle gemacht.

### 31.2.4 Klassifizierung und Berichterstellung

Die Berichterstellung ist seit jeher der zeitaufwändigste Teil der Infrarotuntersuchung. Eine Untersuchung, die einen Tag gedauert hat, kann ein oder zwei Tage Arbeit bedeuten, um die gefundenen Schwachstellen zu dokumentieren und zu klassifizieren. Dies trifft immer noch für viele Thermografen zu, die die Vorteile von Computern und der modernen Berichterstellungssoftware noch nicht nutzen.

Das Klassifizieren der Mängel gibt einen detaillierteren Einblick, der nicht nur die Situation zum Zeitpunkt der Untersuchung in Betracht zieht (was sicherlich sehr wichtig ist) sondern auch die Möglichkeit die Übertemperatur an die Standardbelastung und Umgebungstemperatur anzupassen.

Eine Übertemperatur von +30 °C ist ein erheblicher Mangel. Wenn die Übertemperatur bei einer Komponente einer Anlage gemessen wurde, die zu 100 % belastet ist, und bei einer anderen, die nur eine Belastung von 50 % hat, wird die letztere eine viel höhere Temperatur erreichen, wenn ihre Last von 50 % auf 100 % steigt. Ein solcher Standard kann je nach den Gegebenheiten der Anlage festgelegt werden. Meistens werden die Temperaturen jedoch für eine 100%-ige Belastung vorhergesagt. Ein Standard erleichtert das Vergleichen der Schwachstellen und ermöglicht eine genauere Klassifizierung.

### 31.2.5 Priorität

Der Wartungsleiter legt auf Grund der Klassifizierung der Mängel fest in welcher Reihenfolge diese behoben werden. Die während der Infrarotuntersuchung gesammelten Informationen werden oft durch Informationen zur Ausrüstung ergänzt. Diese stammen aus Schwingungsüberwachungen, Ultraschalluntersuchungen oder der vorbeugenden Instandhaltung.

Auch wenn IR-Untersuchungen die sich am schnellsten verbreitende Methode zur Erfassung von Daten zu elektrischen Komponenten unter normalen Betriebsbedingungen ist, gibt es noch viele andere Datenquellen, die der Wartungs- oder Produktionsleiter beachten muss.

Die Reihenfolge der Behebung der Mängel sollte deshalb nicht die Aufgabe des Benutzers der Infrarotkamera sein. Wenn während der Untersuchung oder der Klassifizierung ein Mangel gefunden wird, muss dies dem Wartungsleiter mitgeteilt werden. Letztendlich entscheidet jedoch er wie dringlich die Behebung des Mangels ist.

### 31.2.6 Behebung

Die Behebung bekannter Mängel ist die wichtigste Aufgabe der vorbeugenden Instandhaltung. Die Sicherstellung der Produktion zur richtigen Zeit und zu den richtigen Kosten kann ebenfalls wichtige Ziele für eine Instandhaltungsgruppe sein. Die Daten aus der Infrarotuntersuchung können sowohl zur Verbesserung der Mängelbehebung verwendet werden als auch zum Erreichen anderer Ziele mit kalkuliertem Risiko.

Die Überwachung der Temperatur eines bekannten Mangels, der nicht sofort behoben werden kann, beispielsweise weil keine Ersatzteile verfügbar sind, kostet oft ein Tausendfaches der Untersuchung und manchmal sogar soviel wie die Infrarotkamera. Die Entscheidung bekannte Mängel nicht zu beheben, um Wartungskosten und unnötige Ausfallzeiten zu vermeiden, ist eine andere Möglichkeit, die Daten der IR-Untersuchung produktiv zu nutzen.

Meistens wird nach der Identifizierung und Klassifizierung der festgestellten Schwachstellen empfohlen, diese sofort oder so schnell wie möglich zu beheben. Es ist wichtig, dass die für die Behebung zuständigen Personen sich mit den physikalischen Gesetzmäßigkeiten auskennen. Falls eine Schwachstelle eine hohe Temperatur aufweist, gehen die Reparaturmitarbeiter von einer stark korrodierten Komponente aus. Die Mitarbeiter sollten aber auch damit vertraut sein, dass ein intaktes, jedoch locker sitzendes Verbindungsstück dieselbe hohe Temperatur wie das korrodierte zur Folge haben kann. Diese Fehlinterpretationen kommen häufig vor und stellen die Zuverlässigkeit der Infrarotuntersuchung in Frage.

### 31.2.7 Überprüfung

Ein behobener Mangel sollte so früh wie möglich nach der Behebung überprüft werden. Es ist nicht effizient mit der Überprüfung der behobenen Mängel bis zur nächsten geplanten IR-Untersuchung zu warten. Statistiken zeigen, dass bis zu ein Drittel der behobenen Mängel immer noch eine Überhitzung aufweist. Somit stellen diese Mängel eine potentielle Gefahr dar.

Um die Anlage keiner unnötigen Gefahr auszusetzen, sollte nicht bis zur nächsten IR-Untersuchung gewartet werden.

Abgesehen von der erhöhten Effizienz des Wartungszyklus (weniger Gefahr für die Anlage) bietet die sofortige Überprüfung der Reparaturarbeiten auch andere Vorteile.

Falls ein Mangel nach der Behebung immer noch eine Überhitzung aufweist, kann der Reparaturvorgang verbessert werden, indem der Grund der Überhitzung bestimmt wird. Somit können die besten Zulieferer ausgewählt werden und Konstruktionsmängel an der elektrischen Anlage ausfindig gemacht werden. Die Reparaturmitarbeiter können die Folgen ihrer Arbeit sehen und somit schnell von erfolgreichen Behebungen sowie aus Fehlern lernen.

Ein weiterer Grund, warum das Reparaturteam mit einem IR-Gerät ausgestattet sein sollte, ist, dass viele der während der IR-Untersuchung ermittelten Mängel eine geringe Priorität aufweisen. Anstatt die Mängel zu beheben, was Wartungs- und Produktionszeit kostet, kann man sie auch durch regelmäßige Überprüfungen unter Kontrolle halten. Deshalb sollte das Wartungspersonal Zugang zur eigenen IR-Ausrüstung haben.

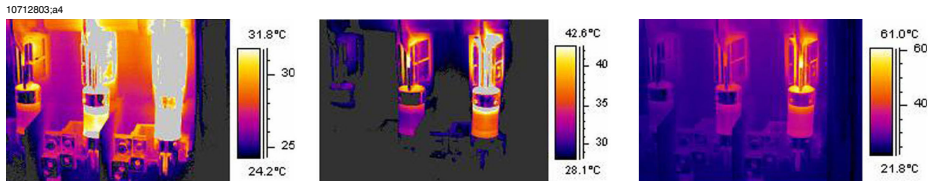
Auf dem Berichtsformular werden in der Regel die während der Reparatur festgestellte Art der Schwachstellen sowie die durchgeführten Maßnahmen dokumentiert. Diese Beobachtungen ergeben eine wichtige Erfahrungsquelle, die zu Materialeinsparung, zur Auswahl der besten Zulieferer oder zur Schulung neuer Wartungsmitarbeiter genutzt werden kann.



## 31.3 Messverfahren für thermografische Untersuchungen an elektrischen Anlagen

### 31.3.1 Richtiges Vorbereiten der Ausrüstung

Ein Wärmebild kann hohe Temperaturschwankungen aufzeigen:



**Abbildung 31.2** Temperaturschwankungen in einem Sicherungskasten

In den Bildern oben hat die Sicherung rechts eine maximale Temperatur von  $+61\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei die linke maximal  $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufweist und die mittlere irgendwo dazwischen liegt. In allen drei Bildern weist nur eine Sicherung tatsächlich eine erhöhte Temperatur auf. Nur das erste zeigt dies jedoch deutlich und zwar auf Grund der höher eingestellten Temperaturspanne. Es hängt also immer davon ab, wie die Werte der Temperaturskala eingestellt werden.

### 31.3.2 Temperaturmessungen

Einige Kameras können heutzutage automatisch den höchsten Temperaturwert im Bild ausfindig machen. Das Bild unten zeigt, wie es aus der Sicht des Benutzers aussieht.

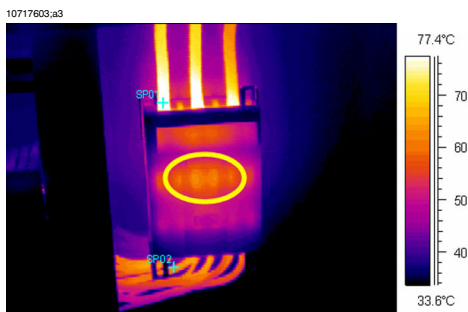


**Abbildung 31.3** Ein Infrarotbild eines Sicherungskastens, das die maximale Temperatur anzeigt

Die maximale Temperatur im Bereich beträgt  $+62,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Der Messpunkt zeigt die genaue Stelle des Hotspots an. Das Bild kann problemlos im Kameraspeicher gespeichert werden.

Die korrekte Temperaturmessung hängt jedoch nicht nur von den Funktionen der Auswertungssoftware oder der Kamera ab. Es kann vorkommen, dass die tatsächliche Schwachstelle ein Verbindungsstück ist, das im Moment der Kameraaufnahme ver-

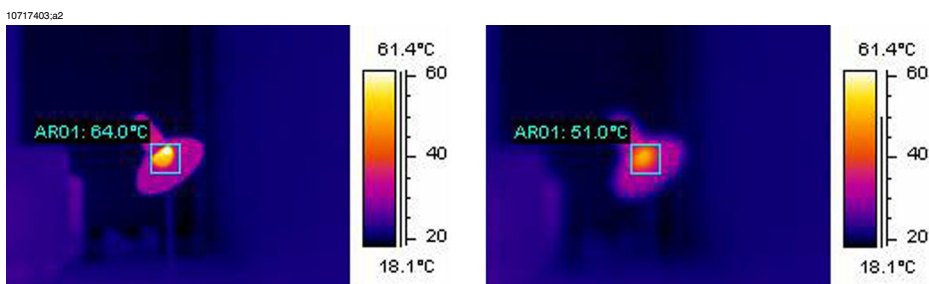
deckt und somit nicht zu sehen ist. Sie können somit Wärme messen, obwohl die 'eigentlichen' Hotspots verdeckt sind, da die Wärme über einige Entfernung hinweg geleitet wurde. Ein Beispiel zeigt das Bild unten.



**Abbildung 31.4** Ein verdeckter Hotspot in einem Kasten

Probieren Sie Aufnahmen aus verschiedenen Blickwinkeln, und stellen Sie sicher, dass der warme Bereich vollständig zu sehen ist und nicht hinter etwas verschwindet, das den heißesten Punkt verdeckt. Der heißeste Punkt in diesem Bild, den die Kamera 'wahrnehmen' kann ist +83 °C, wobei die Betriebstemperatur der Kabel unter dem Kasten nur +60 °C beträgt. Höchstwahrscheinlich befindet sich der eigentliche Hotspot im Inneren des Kastens (siehe gelb umrandeter Bereich). Die Schwachstelle weist eine Übertemperatur von +23 °C auf, der tatsächliche Defekt ist jedoch möglicherweise viel heißer.

Ein weiterer Grund für eine Fehleinschätzung der Temperatur eines Objektes ist eine schlechte Fokussierung. Es ist sehr wichtig, dass der Fokus auf den gefundenen Hotspot gerichtet ist. Siehe Beispiel unten.



**Abbildung 31.5 LINKS:** Fokus auf den Hotspot **RECHTS:** Fokus nicht auf den Hotspot

Im linken Bild ist der Fokus auf die Glühlampe gerichtet. Seine Durchschnittstemperatur beträgt +64 °C. Im rechten Bild ist der Fokus nicht auf die Glühlampe fokussiert worden, was zu einer Durchschnittstemperatur von nur +51 °C führt.

### 31.3.3 Vergleichsmessung

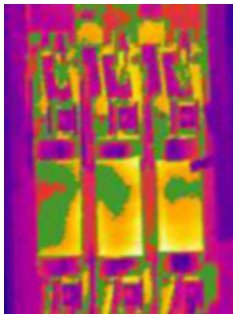
Für thermografische Untersuchungen elektrischer Anlagen wird eine bestimmte Methode eingesetzt, die auf dem Vergleich verschiedener Objekte beruht, der sogenannten *Referenzmessung*. Dabei werden einfach die drei Phasen miteinander verglichen. Bei diesem Verfahren werden systematisch alle drei Phasen nebeneinander erfasst, um festzustellen, ob ein Punkt vom normalen Temperaturmuster abweicht.

Ein normales Temperaturmuster bedeutet, dass stromführende Komponenten eine Betriebstemperatur aufweisen, die in einer bestimmten Farbe (oder Grauton) angezeigt wird und normalerweise für alle drei Phasen unter symmetrischer Belastung identisch ist. Kleinere Unterschiede in Bezug auf die Farbe können im Stromverlauf auftreten, beispielsweise an der Kontaktstelle zweier verschiedener Materialien, an größer oder kleiner werdenden Anschlussflächen oder in Trennschaltern, in denen sich der Stromverlauf befindet.

Das Bild unten zeigt drei Sicherungen, die alle in etwa die gleiche Temperatur aufweisen. Die eingefügte Isotherme zeigt weniger als +2 °C Temperaturunterschied zwischen den Phasen an.

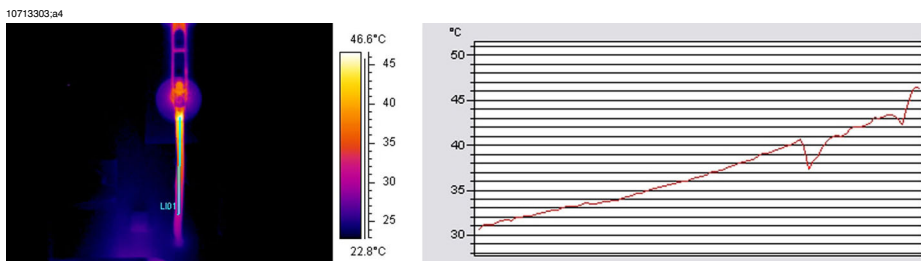
Wenn die Phasen asymmetrisch belastet werden, wird das Ergebnis meist in verschiedenen Farben dargestellt. Die Farbunterschiede stellen keine Überhitzung dar, da sie nicht nur in einem bestimmten Bereich, sondern in der gesamten Phase vorkommen.

10713203.a3



**Abbildung 31.6** Eine Isotherme in einem Infrarotbild eines Sicherungskastens

Ein 'echter' Hotspot zeigt eine höhere Temperatur an, je näher Sie an die Hitzequelle kommen. Auf dem Bild unten sehen Sie eine Profillinie, die eine ständig zunehmende Temperatur anzeigt, die im Hotspot +93 °C erreicht hat.



**Abbildung 31.7** Eine Profillinie in einem Infrarotbild und ein Diagramm, die die zunehmende Temperatur darstellen

### 31.3.4 Normale Betriebstemperatur

Temperaturmessung mittels Thermografie gibt normalerweise die absolute Temperatur des Objektes an. Um genau zu bestimmen, ob die Komponente zu heiß ist, sollten Sie die Betriebstemperatur kennen, die unter Berücksichtigung der Belastung und der Umgebungstemperatur die normale Temperatur des Objektes ist.

Da mittels Direktmessung die absolute Temperatur ermittelt wird—, die ebenfalls berücksichtigt werden muss (da die meisten Komponenten eine Obergrenze für die absolute Temperatur haben)—, ist es notwendig, die voraussichtliche Betriebstemperatur auf Grund der Belastung und der Umgebungstemperatur zu ermitteln. Beachten Sie die folgenden Definitionen:

- **Betriebstemperatur:** die absolute Temperatur der Komponente. Sie ist von der aktuellen Belastung und der Umgebungstemperatur abhängig. Sie ist immer höher als die Umgebungstemperatur.
- **Übertemperatur (Überhitzung):** Der Temperaturunterschied zwischen einer ordnungsgemäß und einer fehlerhaft arbeitenden Komponente.

Die Übertemperatur wird aus dem Unterschied zwischen der Temperatur einer 'normalen' Komponente und der Temperatur der benachbarten Komponenten ermittelt. Es ist wichtig, die gleichen Punkte in den verschiedenen Phasen miteinander zu vergleichen.

Im Folgenden sehen Sie ein Beispielbild von Innenanlagen:

10713403.a4



**Abbildung 31.8** Ein Infrarotbild von elektrischen Innenanlagen (1).

Die beiden linken Phasen sind normal, wobei die rechte Phase eine deutliche Übertemperatur aufweist. Die Betriebstemperatur der linken Phase beträgt  $+68\text{ °C}$ , was bereits beachtlich ist. Bei der defekten Phase rechts liegt die Temperatur jedoch bei stolzen  $+86\text{ °C}$ . Es handelt sich dabei um eine Übertemperatur von  $+18\text{ °C}$ , das heißt eine Schwachstelle, die schell behoben werden muss.

Aus praktischen Gründen gilt die (normale, geschätzte) Betriebstemperatur einer Komponente in mindestens zwei von drei Phasen als die Temperatur der Komponente, vorausgesetzt sie arbeiten ordnungsgemäß. Im 'Normalfall' haben alle drei Phasen dieselbe oder wenigstens annähernd dieselbe Temperatur. Die Betriebstemperatur von Außenbauteilen in Schaltanlagen oder Hochspannungsleitungen liegt normalerweise nur  $1\text{ °C}$  oder  $2\text{ °C}$  über der Lufttemperatur. In Innenschaltanlagen variieren die Betriebstemperaturen um einiges mehr.

Dies ist auch im unten stehenden Bild deutlich erkennbar. Hier weist die linke Phase eine Übertemperatur auf. Die Betriebstemperatur der zwei 'kalten' Phasen beträgt  $+66\text{ °C}$ . Die defekte Phase weist eine Temperatur von  $+127\text{ °C}$  auf. Der Defekt muss sofort behoben werden.

10713503.a5



**Abbildung 31.9** Ein Infrarotbild von elektrischen Innenanlagen (2).

### 31.3.5 Klassifizierung von Schwachstellen

Nachdem eine Schwachstelle auffindig gemacht wurde, muss diese je nach Dringlichkeit sofort oder erst später behoben werden. Die folgenden Kriterien sollten bei der Auswahl der besten Vorgehensweise in Betracht gezogen werden:

- Last während der Messung
- Gleichmäßige oder wechselnde Last
- Lage der Schwachstelle in der elektrischen Anlage
- Zu erwartende zukünftige Lastsituation
- Wurde die Übertemperatur direkt am defekten Punkt gemessen oder resultiert sie aus geleiteter Wärme, die durch einen Defekt im System entstanden ist.

Übertemperaturen, die direkt am defekten Bauteil gemessen wurden, werden normalerweise in drei Gruppen eingeteilt, die sich auf 100 % der maximalen Last beziehen.

I	< 5 °C	Beginnende Überhitzung. Dieser Vorgang muss genau überwacht werden.
II	5 – 30 °C	Mittlere Überhitzung. Muss möglichst bald behoben werden (bedenken Sie die Lastsituation, bevor Sie eine Entscheidung treffen).
III	> 30 °C	Starke Überhitzung. Muss sofort behoben werden (bedenken Sie die Lastsituation, bevor Sie eine Entscheidung treffen).

## 31.4 Berichterstellung


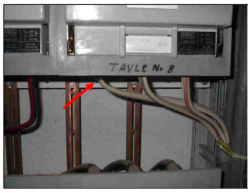
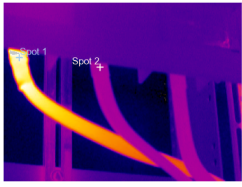
Thermografische Untersuchungen an elektrischen Anlagen werden heutzutage ausnahmslos mit Hilfe von Berichterstellungsprogrammen dokumentiert und dargestellt. Diese von Hersteller zu Hersteller unterschiedlichen Programme sind normalerweise direkt auf die Kameras abgestimmt und ermöglichen somit ein schnelles und einfaches Darstellen der Daten.

Der Bericht unten wurde beispielsweise mit dem Programm FLIR Reporter erstellt. Es ist mit vielen Infrarotkamerateypen von FLIR Systems kompatibel.

Ein professioneller Bericht wird meistens in folgende zwei Abschnitte unterteilt:

- Titelseiten, mit Angaben zur Untersuchung, wie beispielsweise:
  - Kundendaten, beispielsweise Name des Unternehmens und Ansprechpartner
  - Standort der Untersuchung: Adresse, Ort usw.
  - Datum der Untersuchung
  - Datum der Berichterstellung
  - Name des Thermografen
  - Unterschrift des Thermografen
  - Übersicht oder Inhaltsverzeichnis
- Seiten über die Untersuchung mit Infrarotbildern zum Dokumentieren und Analysieren von thermischen Eigenschaften oder Unregelmäßigkeiten.
  - Identifizierung des untersuchten Objektes:
    - Welches Objekt: Benennung, Name, Nummer usw.
    - Aufnahme
  - Infrarotbild Beachten Sie Folgendes, wenn Sie Infrarotbilder aufnehmen:
    - Optischer Fokus
    - Wärmeangleichung des Orts oder des Problems (Level und Span)
    - Ausrichtung: Richtiger Beobachtungsabstand und Betrachtungswinkel.
  - Kommentar
    - Wurde eine Unregelmäßigkeit festgestellt?
    - Wurde eine Reflexion festgestellt?
    - Verwenden Sie ein Messwerkzeug, beispielsweise Messpunkt, Fläche oder Isotherme, um das Problem zu bestimmen. Verwenden Sie möglichst ein einfaches Werkzeug. Ein Profildiagramm wird nur selten in elektronischen Berichten benötigt.

10713603.a3

	<b>THERMOGRAPHY INSPECTION</b> for <b>FLIR Systems AB</b>		Date: 2005-10-10 Sign: _____ Contract. : 1708		
	<b>Photograph</b>				
	Place		Building 1		
	Localization		Right panel, group 2		
	Equipment		Fuse		
	Model / type		BBC LHBN 250		
	Phase / ID		Supply for Panel 8		
	Room temperature °C		15		
	<b>Status</b>		<b>Over heated</b>		
	<b>Thermogram</b>				
		Temp. Spot 1		34 °C	
		Temp. Spot 2		17 °C	
<b>TEMPERATURE DIFF</b>		<b>17 °C</b>			
Phase		L1	L2	L3	
Load ( A )		45	47	47	
Rated load		250			
<b>Fault class</b>		<b>2</b>			
<b>Comment</b>					
Disconnect cable, clean contact surfaces. Check for connectivity between cable shoe and lead. Replace any defective component. Assemble according to directions with correct torque.  Note that load is only 18%. Calculated temperature rise at 50% load would be approximately 104°C. $[ T50 = (T1 - T2) * (125/45) * 1.6 + T2 ]$					
<b>Corrected</b>					
Measure taken: _____			Date: _____		
Sign: _____			Sign.: _____		

Side 1

Abbildung 31.10 Beispiel eines Berichts



## 31.5 Verschiedene Typen von Hotspots in elektrischen Anlagen

### 31.5.1 Reflexionen

Die Thermografie-Kamera nimmt jegliche Strahlung wahr, die durch das Objektiv eintritt. Sie nimmt nicht nur die Strahlung vom zu untersuchenden Objekt auf, sondern auch von anderen Quellen, die durch das Zielobjekt reflektiert werden. Meistens verhalten sich elektrische Komponenten wie ein Spiegel für die Infrarotstrahlung, selbst wenn sie für das Auge nicht sichtbar sind. Reine Metallteile glänzen besonders im Gegensatz zu angestrichenen und mit Plastik oder Gummi isolierten Teilen. Im Bild unten lässt sich deutlich das Spiegelbild des Thermografen erkennen. Hierbei handelt es sich natürlich nicht um einen Hotspot im Objekt. Zum Herausfinden, ob es sich um eine Reflexion handelt oder nicht, ist ein Positionswechsel eine gute Möglichkeit. Schauen Sie sich das Ziel aus einem anderen Winkel an und beobachten Sie, ob es sich um einen 'Hotspot' handelt. Wenn er sich bewegt, wenn Sie sich bewegen, handelt es sich um eine Reflexion.

Es ist nicht möglich, die Temperatur von Reflexionen zu messen. Das Objekt in den Bildern unten hat gestrichene Bereiche, die sich gut zum Messen der Temperatur eignen. Das Material ist aus Kupfer, das ein guter Wärmeleiter ist. Das bedeutet, dass nur geringe Temperaturunterschiede auf der Oberfläche vorkommen.

10717503.a2

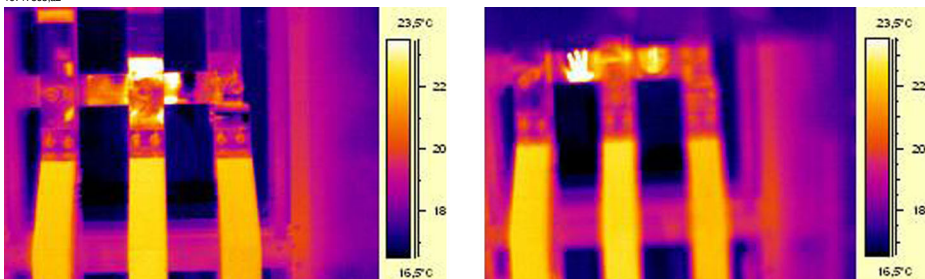
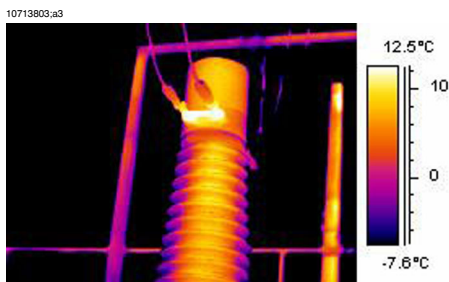


Abbildung 31.11 Reflexionen in einem Objekt

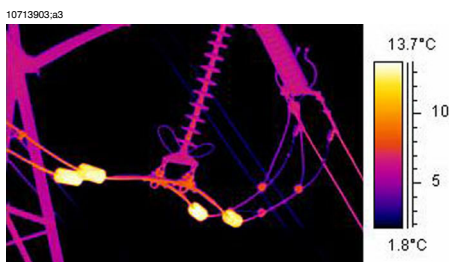
### 31.5.2 Erwärmung durch Sonneneinstrahlung

Die Oberfläche einer Komponente mit hohem Emissionsgrad, beispielsweise ein Trennschalter, kann an einem heißen Sommertag durch die Sonneneinstrahlung eine beträchtliche Temperatur erreichen. Das Bild zeigt einen Trennschalter, der durch die Sonne erhitzt wurde.



**Abbildung 31.12** Infrarotbild eines Trennschalters

### 31.5.3 Induktive Erwärmung



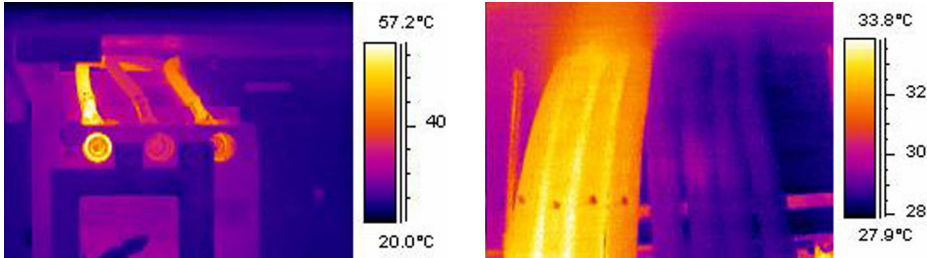
**Abbildung 31.13** Infrarotbild von erwärmten stabilisierenden Gewichten

Wirbelströme können im Stromverlauf einen Hotspot verursachen. Bei Starkstrom und großer Nähe zu anderen Metallen kann es zu Bränden kommen. Diese Art von Erwärmung findet in magnetischen Materialien um den Stromverlauf herum statt, beispielsweise in Bodenplatten aus Metall für Durchführungsisolatoren. Das Bild oben zeigt stabilisierende Gewichte, durch die Starkstrom fließt. Diese Metallgewichte aus leicht magnetischem Material leiten keinen Strom. Sie sind jedoch den wechselnden Magnetfeldern ausgesetzt, die das Gewicht letztendlich aufwärmen. Die Überhitzung in dem Bild beträgt weniger als +5 °C. Dies muss jedoch nicht immer der Fall sein.

### 31.5.4 Lastunterschiede

3-Phasensysteme sind in Elektrizitätswerken üblich. Bei der Suche nach überhitzten Stellen können die drei Phasen, beispielsweise Kabel, Trennschalter und Isolatoren, problemlos direkt miteinander verglichen werden. Eine gleichmäßig auf die Phasen verteilte Last müsste ein einheitliches Temperaturmuster für alle drei Phasen ergeben. Eine Schwachstelle kann an Stellen vermutet werden, an denen eine Phase stark von den anderen beiden abweicht. Sie müssen jedoch sicherstellen, dass die Last gleichmäßig verteilt ist. Dies können Sie mit Hilfe fester Strommessgeräte oder eines Zangenstrommessgeräts (bis 600 A) feststellen.

10714003.a3



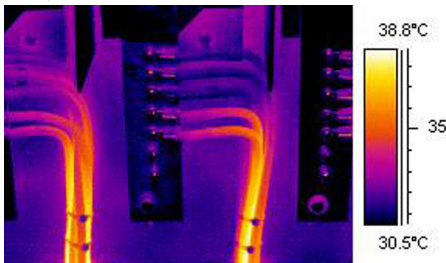
**Abbildung 31.14** Beispiele von Infrarotbildern von Lastunterschieden

Das linke Bild zeigt drei nebeneinander liegende Kabel. Die Abstände zwischen den Kabeln sind so groß, dass von einer Wärmeisolierung ausgegangen werden kann. Das Kabel in der Mitte ist kälter als die anderen. Sofern nicht zwei Phasen defekt und überhitzt sind, ist dies ein typisches Beispiel für eine asymmetrische Belastung. Die Temperatur verteilt sich gleichmäßig in den Kabeln, was eher auf einen lastabhängigen Temperaturanstieg als auf eine defekte Verbindung hindeutet.

Das rechte Bild zeigt zwei Kabelbündel mit sehr unterschiedlichen Belastungen. Das linke Bündel hingegen weist so gut wie keine Last auf. Die Temperatur der Kabel, die belastet sind, liegt um etwa 5 °C höher als die, nicht belasteter Kabel. In diesen Beispielen sind keine Schwachstellen vorhanden.

### 31.5.5 Unterschiedliche Kühlungsbedingungen

10714103.a3



**Abbildung 31.15** Infrarotbild von gebündelten Kabeln

Bei gebündelten Kabeln kann es vorkommen, dass auf Grund der schlechten Kühlung in der Mitte des Bündels die Kabel extrem hohe Temperaturen erreichen. Siehe Bild unten.

Die Kabel rechts im Bild weisen in der Nähe der Schrauben keine Überhitzung auf. Im vertikalen Teil des Bündels werden die Kabel jedoch fest zusammengehalten, die Kühlung der Kabel ist schlecht, die Wärme wird mittels Konvektion nicht abtransportiert und die Kabel sind auffallend heißer. Die Temperatur liegt dort etwa 5 °C über der Temperatur der besser gekühlten Bereiche der Kabel.

### 31.5.6 Beständigkeitsunterschiede

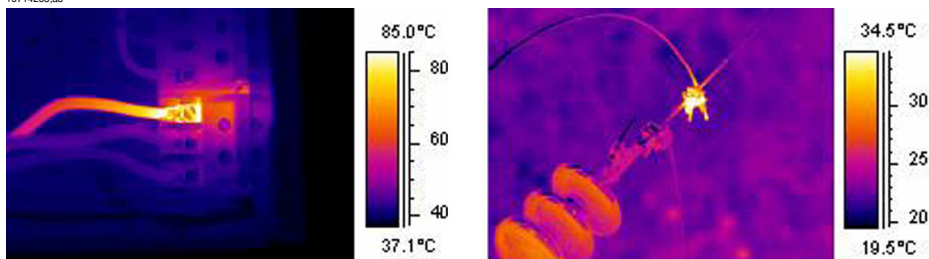
Überhitzung kann viele Ursachen haben. Einige häufige Ursachen sind unten beschrieben.

Leichter Druckkontakt entsteht bei Verbindungsstücken oder durch Materialabnutzung, beispielsweise durch nachlassende Federkraft, abgenutzte Gewinde von Muttern und Schrauben oder wenn bei der Montage zu viel Kraft angewendet wurde. Mit zunehmender Belastung und steigenden Temperaturen wird die Dehngrenze des Materials überschritten und die Spannung lässt nach.

Das Bild links zeigt einen schlechten Kontakt auf Grund einer locker sitzenden Schraube. Da der schlechte Kontakt nur einen kleinen Teil betrifft, wird die Überhitzung nur in einem kleinen Bereich verursacht, von dem aus die Wärme gleichmäßig auf das Verbindungskabel verteilt wird. Beachten Sie den geringeren Emissionsgrad der Schraube; normalerweise hat sie einen hohen Emissionsgrad, durch den sie etwas kühler als das isolierte Kabel wirkt.

Das Bild rechts zeigt ein weiteres Beispiel für eine Überhitzung, die diesmal auf eine locker sitzende Verbindung zurückzuführen ist. Es handelt sich um eine Außenverbindung, die demzufolge dem kühlenden Effekt des Windes ausgesetzt ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Überhitzung eine höhere Temperatur angezeigt hätte, wenn es sich um eine Innenverbindung handeln würde.

10714203.a3

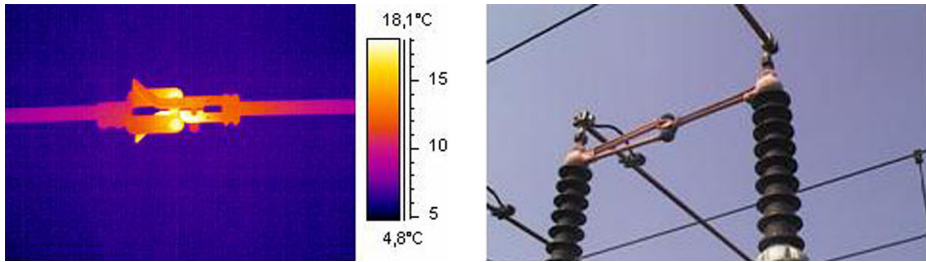


**Abbildung 31.16 LINKS:** Ein Infrarotbild mit einem schlechten Kontakt auf Grund einer lockeren Schraube  
**RECHTS:** Eine lockere Außenverbindung, die dem kühlenden Effekt des Windes ausgesetzt ist

### 31.5.7 Überhitzung eines Bereichs auf Grund einer Schwachstelle in einem anderen Bereich

Eine Überhitzung kann manchmal auch in einer intakten Komponente vorkommen. Der Grund dafür liegt darin, dass sich zwei Stromleiter die Belastung teilen. Einer der Stromleiter hat einen erhöhten Widerstand, der andere jedoch nicht. Dadurch trägt die defekte Komponente eine geringere Belastung, während die neuere Komponente einer höheren Belastung ausgesetzt ist, die möglicherweise zu hoch ist und die zu der erhöhten Temperatur führt. Siehe Bild.

10714303.a3



**Abbildung 31.17** Überhitzung in einem Trennschalter

Die Überhitzung dieses Trennschalters wurde möglicherweise durch einen schlechten Kontakt im angrenzenden Weichenfinger des Trenners verursacht. Der weiter entfernte Weichenfinger führt mehr Strom und wird heißer. Die Komponente im Infrarotbild und in der Aufnahme ist nicht dieselbe, wenn auch sehr ähnlich.

## 31 31.6 Störfaktoren bei der thermografischen Untersuchung an elektrischen Anlagen

Während thermografischer Untersuchungen verschiedener elektrischer Anlagen beeinflussen Störfaktoren wie Wind, Entfernung zum Objekt, Regen oder Schnee oft die Messergebnisse.

### 31.6.1 Wind

Bei einer Untersuchung, die draußen durchgeführt wird, muss der kühlende Effekt des Windes berücksichtigt werden. Eine Überhitzung, die bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s (10 Knoten) gemessen wird, wird bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s (2 Knoten) etwa doppelt so hoch sein. Eine Übertemperatur, die bei einer Windgeschwindigkeit von 8 m/s (16 Knoten) gemessen wird, wird bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s (2 Knoten) etwa 2,5-mal so hoch sein. Dieser Korrekturfaktor, der auf empirischen Messungen beruht, ist normalerweise bis 8 m/s (16 Knoten) anwendbar.

Es gibt jedoch Fälle, in denen Sie auch Untersuchungen durchführen müssen, wenn der Wind stärker als 8 m/s (16 Knoten) weht. Es gibt viele windige Orte auf der Welt, beispielsweise Inseln, Berge usw. Es ist jedoch wichtig zu wissen, dass die gefundenen überhitzten Komponenten bei geringerer Windstärke eine erheblich höhere Temperatur aufgewiesen hätten. Der empirische Korrekturfaktor kann verzeichnet werden.

Windgeschwindigkeit in m/s	Windgeschwindigkeit in Knoten	Korrekturfaktor
1	2	1
2	4	1,36
3	6	1,64
4	8	1,86
5	10	2,06
6	12	2,23
7	14	2.40
8	16	2,54

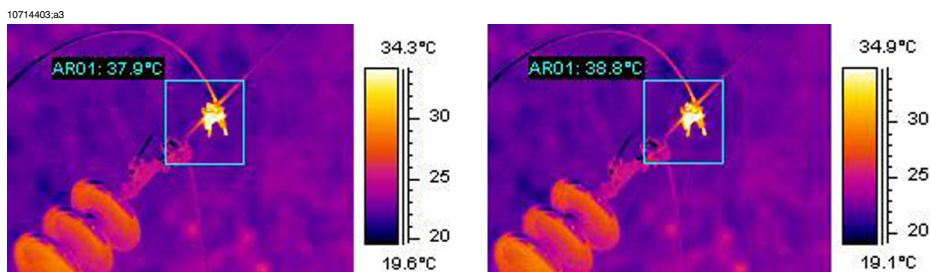
Die gemessene Überhitzung multipliziert mit dem Korrekturfaktor ergibt die Übertemperatur ohne Wind, die 1 m/s (2 Knoten) beträgt.

### 31.6.2 Regen und Schnee

Regen und Schnee wirken sich ebenfalls kühlend auf elektrische Anlagen aus. Thermografische Untersuchungen können bei leichtem Schneefall mit trockenem Schnee und leichtem Nieselregen noch durchgeführt werden. Unter diesen Bedingungen können noch zuverlässige Ergebnisse erzielt werden. Die Bildqualität verschlechtert sich jedoch bei starkem Schneefall oder Regen und zuverlässige Messergebnisse sind nicht mehr möglich. Das liegt hauptsächlich daran, dass die Infrarotstrahlen keinen starken Schneefall oder Regen durchdringen können und es wird somit eher die Temperatur der Schneeflocken oder Regentropfen gemessen.

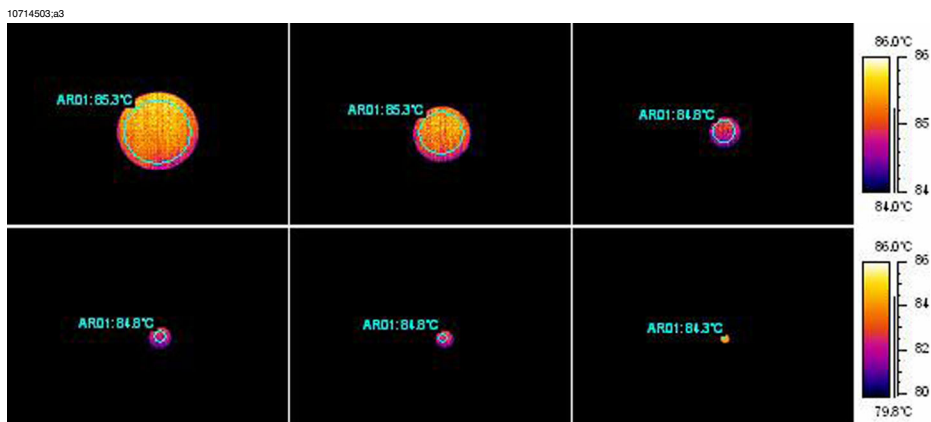
### 31.6.3 Abstand zum Objekt

Dieses Bild wurde mit einem Abstand von 20 m von der defekten Verbindung aufgenommen. Der Abstand wurde fälschlicherweise auf 1 m eingestellt und es wurde eine Temperatur von +37,9 °C gemessen. Das rechte Bild zeigt den Messwert, nachdem der Abstand auf 20 m eingestellt wurde und die Temperatur +38,8 °C beträgt. Der Unterschied ist nicht beachtlich, kann jedoch dazu führen, dass die Schwachstelle ernster eingestuft wird als sie ist. Deshalb darf der Abstand zum Objekt nie außer Acht gelassen werden.



**Abbildung 31.18 LINKS:** Falsche Einstellung des Abstands **RECHTS:** Richtige Einstellung des Abstands

Die Bilder unten zeigen die Temperaturmesswerte eines Schwarzkörpers bei +85 °C mit zunehmendem Abstand.



**Abbildung 31.19** Temperaturmesswerte eines Schwarzkörpers bei +85 °C mit zunehmendem Abstand

Die gemessenen Durchschnittstemperaturen eines Schwarzkörpers bei +85 °C betragen von links nach rechts +85,3 °C, +85,3 °C, +84,8 °C, +84,8 °C, +84,8 °C und +84,3 °C. Die Thermogramme wurden mit einem 12-Grad-Objektiv aufgenommen. Die Abstände betragen 1, 2, 3, 4, 5 und 10 Meter. Die Korrektur der Entfernung wurde akribisch genau eingestellt und funktioniert, da das Objekt groß genug für ein genaues Messen ist.

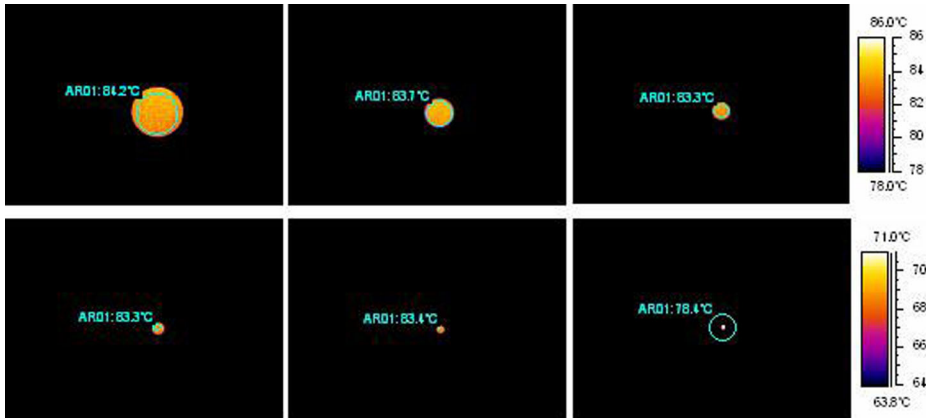
#### 31.6.4 Objektgröße

Die zweite Bilderreihe unten zeigt dasselbe, jedoch mit einem normalen 24-Grad-Objektiv aufgenommen. Hier betragen die gemessenen Durchschnittstemperaturen des Schwarzkörpers bei +85 °C: +84,2 °C, +83,7 °C, +83,3 °C, +83,3 °C, +83,4 °C and +78,4 °C.

Der letzte Wert (+78,4 °C) ist die maximale Temperatur, da es nicht möglich war einen Kreis innerhalb des jetzt sehr kleinen Bildes des Schwarzkörpers zu positionieren. Es ist nicht möglich korrekte Messwerte zu erhalten, wenn das Objekt zu klein ist. Der Abstand wurde ordnungsgemäß auf 10 m eingestellt.



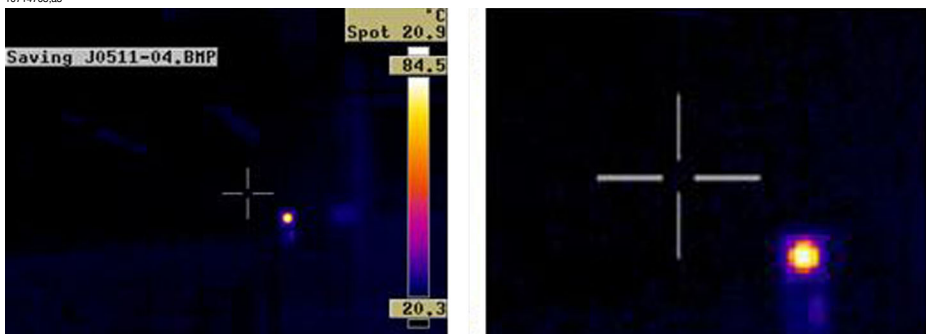
10714603.a3



**Abbildung 31.20** Temperaturmesswerte eines Schwarzkörpers bei +85 °C mit zunehmendem Abstand (24°-Objektiv)

Der Grund dafür ist, dass es eine kleinste Objektgröße gibt, bei der noch korrekte Temperaturmessungen vorgenommen werden können. Die kleinste Größe wird dem Benutzer in allen FLIR Systems-Kameras angezeigt. Das Bild unten zeigt den Bildsucher des Kameramodells PM695. Das Fadenkreuz des Messpunktes ist in der Mitte geöffnet. Dies ist im Bild rechts noch deutlicher zu erkennen. Das Objekt muss größer sein als diese Öffnung. Sonst kann Strahlung von viel kälteren Nachbarobjekten in die Messung mit einfließen und zu einem niedrigeren Ergebnis führen. Im Falle des runden Objektes oben, das viel heißer ist als die es umgebenden Objekte, ist der Temperaturmesswert zu niedrig.

10714703.a3



**Abbildung 31.21** Bild im Sucher einer ThermoCAM 695

Dies liegt zum einen an optischen Fehlern und zum anderen an der Größe des Detektorelements. Es ist für alle Infrarotkameras normal und kann nicht verhindert werden.

## 31.7 Praktische Hinweise für den Thermografen

Beim praktischen Arbeiten mit der Kamera werden Sie viele Details kennenlernen, die Ihnen die Arbeit erleichtern. Fünf davon stellen wir Ihnen hier vor.

### 31.7.1 Von der Kälte in die Wärme

Sie waren mit der Kamera bei +5 °C draußen. Sie müssen die Untersuchung drinnen weiter führen. Wenn Sie Brillenträger sind, sind Sie daran gewöhnt das Kondenswasser abwischen zu müssen, um wieder richtig sehen zu können. Dasselbe gilt für die Kamera. Um eine genaue Messung durchführen zu können, sollten Sie warten, bis die Kamera warm genug ist und das Kondenswasser verdunsten kann. Somit kann sich auch das interne Temperatursystem an die veränderten Bedingungen anpassen.

### 31.7.2 Regenschauer

Bei Regen sollten Sie die Untersuchung nicht durchführen, da das Wasser die Oberflächentemperatur des zu untersuchenden Objektes stark verändert. Es kann jedoch vorkommen, dass Sie die Kamera auch bei Regenschauern verwenden müssen. Schützen Sie in diesem Fall Ihre Kamera mit einer einfachen transparenten Polyäthylen-Plastiktüte. Die durch die Plastiktüte hervorgerufene Abschwächung kann behoben werden, indem der Abstand zum Objekt solange angepasst wird, bis die Temperatur den Wert erreicht hat, den sie ohne Plastiktüte hatte. Einige Kameramodelle haben einen eigenen externen Eingang für die optische Transmission.

### 31.7.3 Emissionsgrad

Sie müssen den Emissionsgrad des zu messenden Materials bestimmen. Meistens ist der Wert nicht in Tabellen zu finden. Verwenden Sie die schwarze Farbe Nextel Black Velvet. Streichen Sie einen kleinen Teil des Materials, mit dem Sie arbeiten. Der Emissionsgrad der optischen Farbe beträgt normalerweise 0,94. Bedenken Sie, dass das Objekt eine andere (normalerweise höhere Temperatur) als die Umgebung aufweisen muss. Je größer die Differenz desto genauer sind die Berechnungen des Emissionsgrades. Die Differenz sollte mindesten 20 °C betragen. Bedenken Sie, dass es auch noch andere Farben gibt, die sehr hohen Temperaturen bis +800 °C Stand halten können. Der Emissionsgrad kann jedoch geringer sein als bei schwarzer Farbe.

Manchmal können Sie das zu messende Objekt nicht streichen. In diesem Fall können Sie ein Klebeband verwenden. Ein dünnes Klebeband, für das Sie vorher den Emissionsgrad bestimmt haben, funktioniert in den meisten Fällen und Sie können es danach leicht wieder entfernen, ohne das zu untersuchende Objekt zu beschädigen. Beachten Sie, dass einige Klebebänder halbtransparent sind und sich deshalb für diesen Zweck nicht eignen. Empfehlenswert ist ein kältebeständiges Elektroisolierband von Scotch für die Außenverwendung.

### 31.7.4 Reflektierte scheinbare Temperatur

Sie befinden sich in einer Messsituation, in der die Messung durch verschiedene heiße Stellen beeinflusst wird. Sie müssen den richtigen Wert für die reflektierte scheinbare Temperatur kennen, um ihn in die Kamera einzugeben und somit die bestmögliche Korrektur zu erhalten. Gehen Sie folgendermaßen vor: Setzen Sie den Emissionsgrad auf 1,0. Stellen Sie das Kameraobjektiv auf Naheinstellung, und speichern Sie ein Bild, indem Sie die Kamera in die entgegengesetzte Richtung des Objektes richten. Bestimmen Sie mit dem Bereich oder den Isothermen den wahrscheinlichsten Durchschnittswert des Bildes, und geben Sie diesen Wert als reflektierte scheinbare Temperatur ein.

### 31.7.5 Objekt ist zu weit entfernt

Sind Sie im Zweifel, ob Ihre Kamera bei dem tatsächlichen Abstand genau misst? Als Faustregel für Ihr Objektiv gilt die Multiplikation des Sofort-Gesichtfeldes (IFOV) mit 3. (IFOV ist das Objektdetail, das von einem einzelnen Detektorelement gesehen wird.) Beispiel: 25 Grad entsprechen in etwa 437 mrad. Falls Ihre Kamera ein  $120 \times 120$ -Pixel-Bild hat, beträgt das IFOV  $437/120 = 3,6$  mrad (3,6 mm/m) und das Verhältnis der Punktgröße ist ungefähr  $1000/(3 \times 3,6) = 92:1$ . Das bedeutet, dass bei einem Abstand von 9,2 m Ihr Ziel mindestens 0,1 m oder 100 mm groß sein muss. Um ganz sicher zu gehen, sollten Sie nicht weiter als 9 m entfernt sein. Zwischen 7 – 8 m erzielen Sie richtige Ergebnisse.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



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.

10722703.a2



**Abbildung 32.2 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.

### 32.1 *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 entsprechen-

der 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.

### 32.2 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.

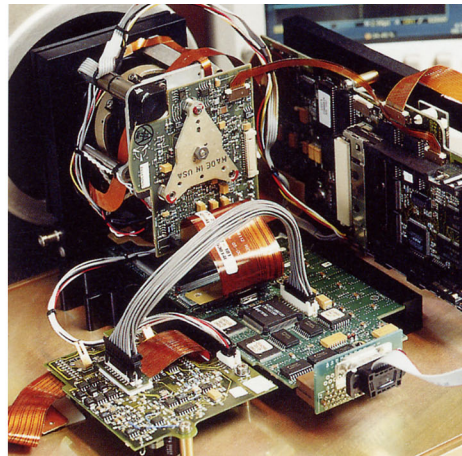
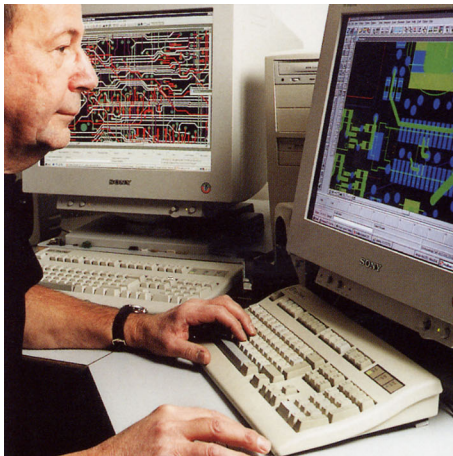
Die Mitglieder des ITC unterstützen Sie auch bei allen Fragen und Problemen, die beim Umsetzen der Theorie in die Praxis auftreten können.

### 32.3 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.

### 32.4 Bilder

10401303.a1



**Abbildung 32.3 LINKS:** Entwicklung der Systemelektronik **RECHTS:** FPA-Detektortest

10401403.a1

32

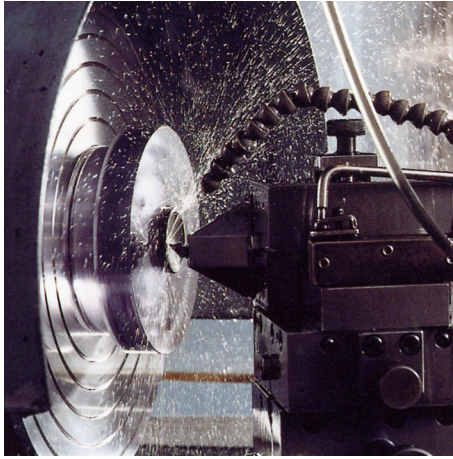


Abbildung 32.4 LINKS: Diamantdrehmaschine RECHTS: Schleifen eines Objektivs

10401503.a1



Abbildung 32.5 LINKS: Testen von Infrarotkameras in der Klimakammer; RECHTS: Roboter zum Testen und Kalibrieren von Kameras



# 33 Glossar

Begriff oder Ausdruck	Erläuterung
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.
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 $\mu\text{m}$ .
IR	Infrarot

Begriff oder Ausdruck	Erläuterung
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).
Objektssignal	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 auftretenden 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.

Begriff oder Ausdruck	Erläuterung
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.
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.
Sichtfeld	Sehwinkel (Field of view): Der horizontale Betrachtungswinkel eines Infrarotobjektivs.
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.
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.

Begriff oder Ausdruck	Erläuterung
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.

---

# 34 Thermografische Messtechniken

## 34.1 *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

## 34.2 *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.

### 34.2.1 Ermitteln des Emissionsgrades eines Objekts

#### 34.2.1.1 Schritt 1: Bestimmen der reflektierten Strahlungstemperatur

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

##### 34.2.1.1.1 Methode 1: Direkte Methode

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

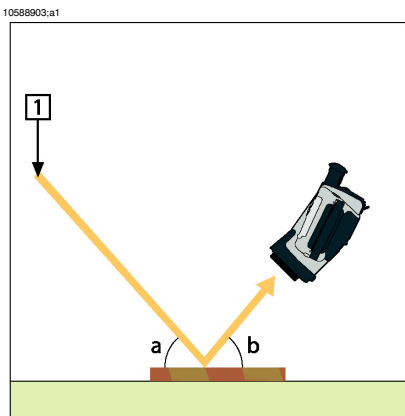


Abbildung 34.1 1 = Reflektionsquelle

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

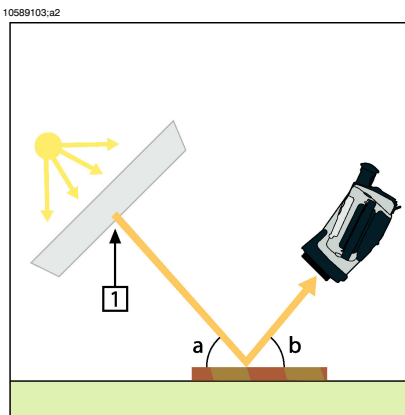


Abbildung 34.2 1 = Reflektionsquelle

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:

10589003.a2

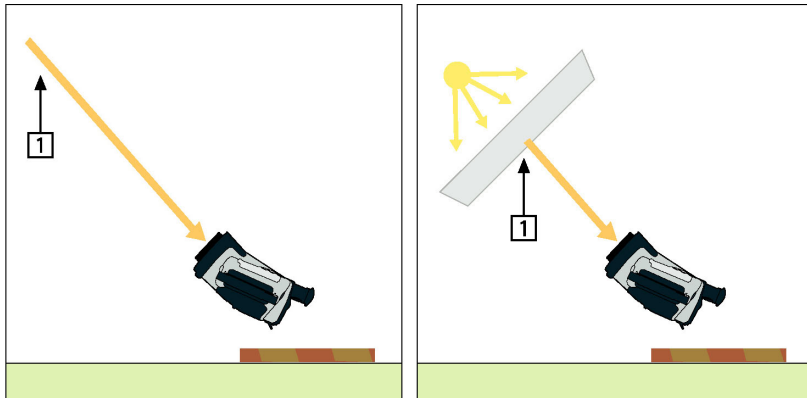


Abbildung 34.3 1 = Reflektionsquelle

**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.

#### 34.2.1.1.2 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.

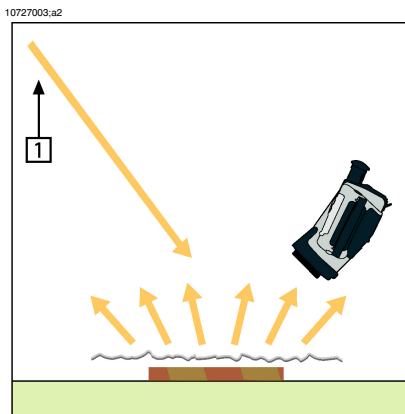


Abbildung 34.4 Messen der scheinbaren Temperatur der Aluminiumfolie

### 34.2.1.2 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 <b>Level</b> und <b>Span</b> ein, um optimale Bildhelligkeit und 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: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Isotherme</b> (Hiermit können Sie feststellen, wie hoch die Temperatur ist und wie gleichmäßig das Messobjekt erwärmt wurde.)</li> <li>■ <b>Messpunkt</b> (einfacher)</li> <li>■ <b>Rechteck Mitte</b> (besonders geeignet für Oberflächen mit variierendem Emissionsgrad).</li> </ul>
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.

**34.3 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.

**34.4 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.

**34.5 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.

**34.6 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 Ziel.
- Temperatur externe Optik, *d. h.* die Temperatur der vor der Kamera verwendeten externen Objektive und Fenster.
- Transmission von externer Optik – *d. h.* die Übertragung von externen Objektiven oder Fenstern, die vor der Kamera verwendet werden.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN

---

# 35 Geschichte der Infrarot-Technologie

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.

10398703.a1



**Abbildung 35.1** 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.

10398903.a1



35

**Abbildung 35.2** 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.

10399103,a1



**Abbildung 35.3** 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  $0,2\text{ °C}$  ( $0,036\text{ °F}$ ), spätere Modelle konnten bis  $0,05\text{ °C}$  ( $0,09\text{ °F}$ ) 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.

10389003.a2



35

**Abbildung 35.4** 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  $-196\text{ °C}$ ). 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 Infrarotsuchsystem, 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.

SEITE WURDE ABSICHTLICH LEER BELASSEN



# 36 Theorie der Thermografie

## 36.1 Einleitung

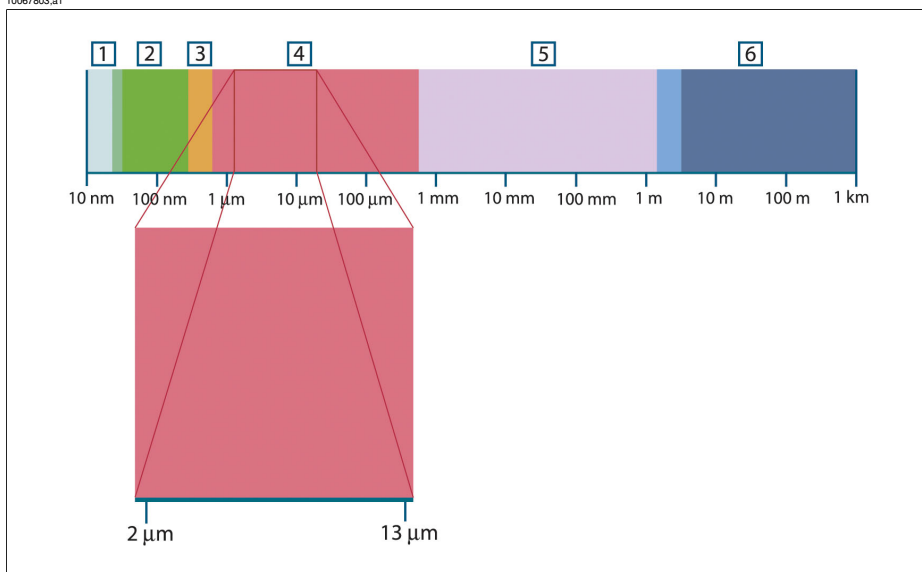
Das Gebiet der Infrarotstrahlung und die damit zusammenhängende Technik der Thermografie ist vielen Benutzern einer Infrarotkamera noch nicht vertraut. In diesem Abschnitt wird die der Thermografie zugrunde liegende Theorie behandelt.

## 36.2 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.

36

10067803.a1



**Abbildung 36.1** Das elektromagnetische Spektrum. 1: Röntgenstrahlen; 2: UV-Strahlung; 3: Sichtbares Licht; 4: IR-Strahlung; 5: Mikrowellen; 6: Radiowellen

Die Thermografie nutzt das Infrarotspektralband aus. Am kurzwelligeren Ende des Spektrums grenzt sie an das sichtbare Licht, bei Dunkelrot. Am langwelligeren 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  $\mu\text{m}$ ), das *mittlere Infrarot (MIR)* (3 – 6  $\mu\text{m}$ ), das *ferne Infrarot (FIR)* (6 – 15  $\mu\text{m}$ ) und das *extreme Infrarot* (15 – 100  $\mu\text{m}$ ). Zwar sind die Wellenlängen in  $\mu\text{m}$  (Mikrometern) angegeben, doch werden zum Messen der Wellenlänge in diesem Spektralbereich oft noch andere Einheiten verwendet, z. B. Nanometer (nm) und Ångström ( $\text{\AA}$ ).

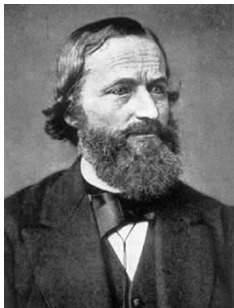
Das Verhältnis zwischen den verschiedenen Wellenlängenmaßeinheiten lautet wie folgt:

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

### 36.3 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.

10398803.a1



**Abbildung 36.2** 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 der Aushöhlung bestimmt. Solche Hohlraumstrahler werden gemeinhin als Strahlungsquellen in Temperaturreferenzstandards in Labors zur Kalibrierung thermografischer Instrumente, z. B. der 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.

### 36.3.1 Plancksches Gesetz

10399203.a1



**Abbildung 36.3** Max Planck (1858 – 1947)

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

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

Es gilt:

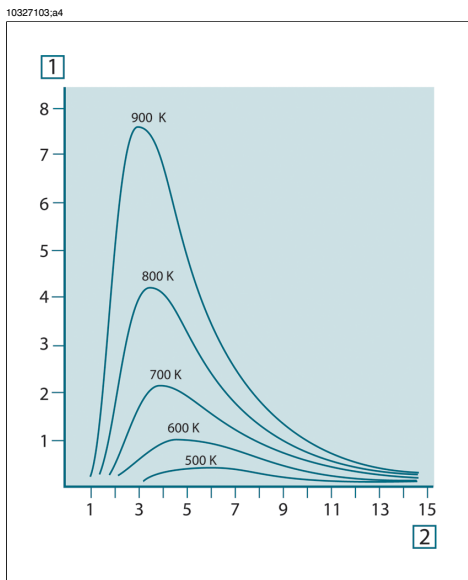
$W_{\lambda b}$	Spektrale Abstrahlung des schwarzen Körpers bei Wellenlänge $\lambda$
-----------------	---

c	Lichtgeschwindigkeit = $3 \times 10^8$ m/s
h	Plancksche Konstante = $6,6 \times 10^{-34}$ Joule Sek
k	Boltzmannsche Konstante = $1,4 \times 10^{-23}$ Joule/K
T	Absolute Temperatur (K) eines schwarzen Körpers
$\lambda$	Wellenlänge ( $\mu\text{m}$ )

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

36



**Abbildung 36.4** Die spektrale Abstrahlung eines schwarzen Körpers gemäß dem planckschen Gesetz, für verschiedene absolute Temperaturen dargestellt. 1: Spektrale Abstrahlung ( $\text{W/cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$ ); 2: Wellenlänge ( $\mu\text{m}$ )

### 36.3.2 Wiensches Verschiebungsgesetz

Durch Ableitung der planckschen Formel nach  $\lambda$  und Ermittlung des Maximums erhalten wir:

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

Dies ist die wiensche Funktion (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  $\lambda_{\max}$  berechneten Wellenlänge. Eine gute Näherung für den Wert von  $\lambda_{\max}$  für einen gegebenen schwarzen Körper wird erzielt, indem die Faustregel  $3000/T \mu\text{m}$  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  $0,27 \mu\text{m}$  auftritt.

10389403.a1

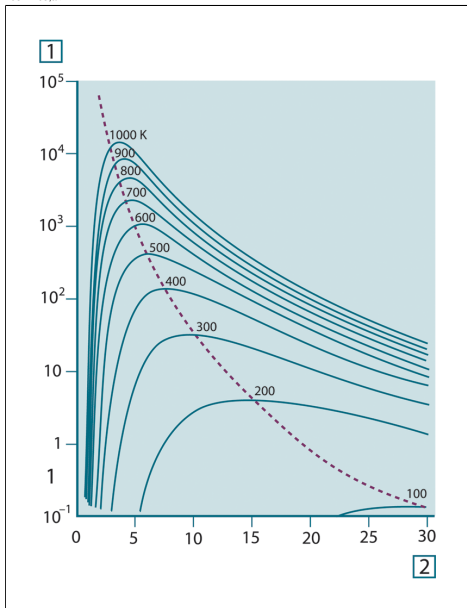


**Abbildung 36.5** Wilhelm Wien (1864 – 1928)

Die Sonne (ca. 6000 K) strahlt gelbes Licht aus. Der Spitzenwert liegt in der Mitte des sichtbaren Lichtspektrums bei etwa  $0,5 \mu\text{m}$ .

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

10327203.a4



**Abbildung 36.6** 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 ( $\text{W/cm}^2$  ( $\mu\text{m}$ )); **2:** Wellenlänge ( $\mu\text{m}$ ).

### 36.3.3 Stefan-Boltzmann-Gesetz

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

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

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  $\lambda_{\text{max}}$  beträgt demnach nur 25 % der Gesamtstrahlung. Dies entspricht etwa der Strahlung der Sonne, die innerhalb des sichtbaren Spektralbereichs liegt.

10399303.a1



**Abbildung 36.7** 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 m<sup>2</sup> 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.

36

### 36.3.4 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  $\alpha$  wird absorbiert, ein Bruchteil von  $\rho$  wird reflektiert und ein Bruchteil von  $\tau$  wird übertragen. Da alle diese Faktoren mehr oder weniger abhängig von der Wellenlänge sind, wird der Index  $\lambda$  verwendet, um auf die spektrale Abhängigkeit ihrer Definitionen hinzuweisen. Daher gilt:

- Die spektrale Absorptionsfähigkeit  $\alpha_\lambda$  = Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung, die von einem Objekt absorbiert wird, zum Strahlungseinfall.
- Die spektrale Reflektionsfähigkeit  $\rho_\lambda$  = Verhältnis der spektralen Strahlungsleistung, die von einem Objekt reflektiert wird, zum Strahlungseinfall.
- Der spektrale Transmissionsgrad  $\tau_\lambda$  = 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  $\varepsilon$  der Abstrahlung eines schwarzen Körpers, die von einem Objekt bei einer bestimmten Temperatur erzeugt wird, erforderlich. So gilt folgende Definition:

Der spektrale Emissionsgrad  $\varepsilon_\lambda$  = 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  $\varepsilon$  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 extrem glatte Werkstoffe nähert sich  $\varepsilon_\lambda$  Null an, so dass für einen vollkommen reflektierenden Werkstoff (*d. h.* einen perfekten Spiegel) gilt:

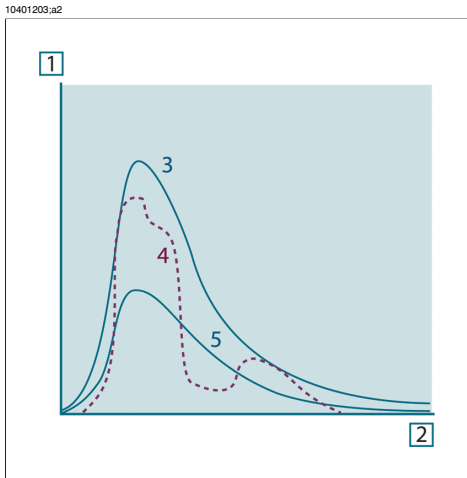
$$\rho_\lambda = 1$$

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

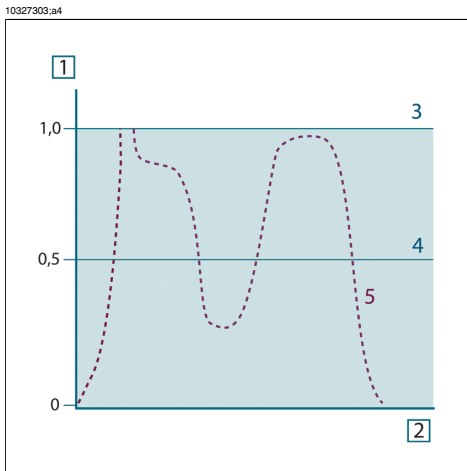
$$W = \varepsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$



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



**Abbildung 36.8** Spektrale Abstrahlung von drei Strahlertypen 1: Spektrale Abstrahlung; 2: Wellenlänge; 3: Schwarzer Körper; 4: Selektiver Strahler; 5: Grauer Körper



**Abbildung 36.9** Spektraler Emissionsgrad von drei Strahlertypen 1: Spektraler Emissionsgrad; 2: Wellenlänge; 3: Schwarzer Körper; 4: Grauer Körper; 5: Selektiver Strahler

## 36.4 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:

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

36

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

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

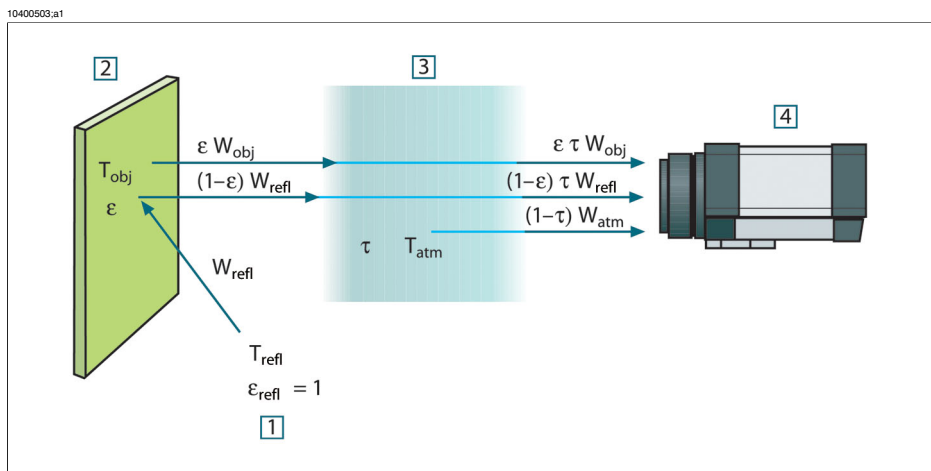
Diese letzte Beziehung ist besonders praktisch, da es oft einfacher ist, die Reflexionsfähigkeit zu messen, anstatt den Emissionsgrad direkt zu messen.

# 37 Die Messformel

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 37.1** 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  $T_{\text{source}}$  bei einer kurzen Entfernung ein Ausgabesignal  $U_{\text{source}}$  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  $\varepsilon$ , ist die empfangene Strahlung folglich  $\varepsilon W_{\text{source}}$ .

Jetzt können wir die drei gesammelten Größen zur Strahlungsleistung notieren:

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

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

Hier wurde davon ausgegangen, dass die Temperatur  $T_{\text{refl}}$  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.  $T_{\text{refl}}$  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* =  $(1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$ , wobei  $(1 - \tau)$  die Abstrahlung der Atmosphäre ist. Die Temperatur der Atmosphäre ist  $T_{\text{atm}}$ .

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):

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

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

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

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

**Abbildung 37.2** 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.

37

Der Bediener muss mehrere Parameterwerte für die Berechnung liefern:

- die Objektabstrahlung  $\varepsilon$ ,
- 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:

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

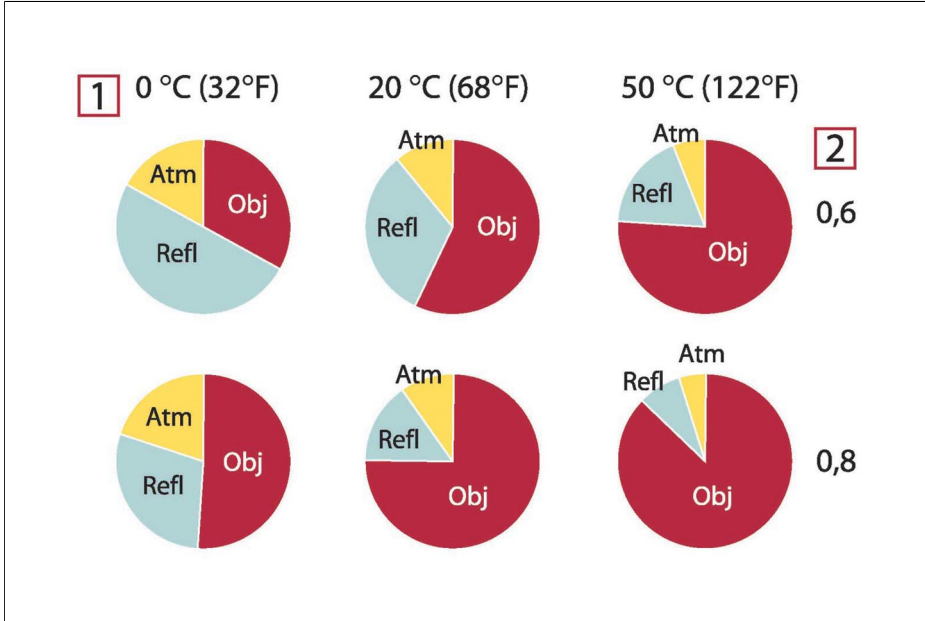
Es ist offensichtlich, dass die Messung niedriger Objekttemperaturen kritischer ist als die Messung hoher Temperaturen, da die Störstrahlungsquellen im ersteren Fall vergleichsweise stärker sind. Falls zusätzlich die Objektabstrahlung schwach ist, wird die Situation noch schwieriger.

37

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.

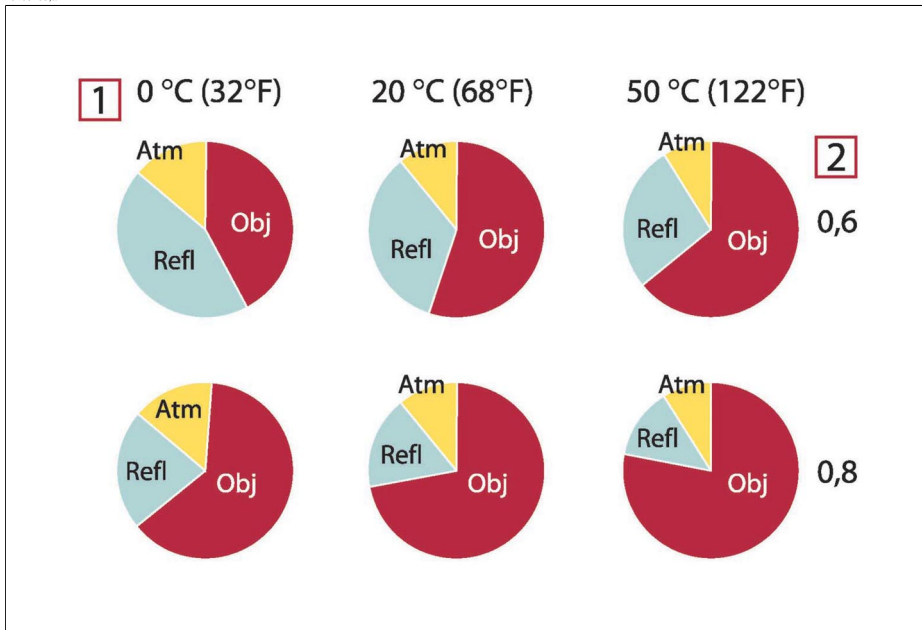
Es wird nun angenommen, dass das Objekt nicht schwarz ist, seine Abstrahlung 0,75 und die Transmission 0,92 betragen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die beiden zweiten Ausdrücke der Gleichung 4 zusammen 0,5 Volt ergeben. Die Berechnung von  $U_{\text{obj}}$  mit Hilfe der Gleichung 4 ergibt dann  $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$ . 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.

10400603.a2



**Abbildung 37.3** Relative Größen der Strahlungsquellen unter verschiedenen Messbedingungen (SW-Kamera). **1:** Objekttemperatur; **2:** Abstrahlung; **Obj:** Objektstrahlung; **Refl:** Reflektierte Strahlung; **Atm:** Atmosphärenstrahlung. Feste Parameter:  $\tau = 0,88$ ;  $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$ ;  $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$ .

10400703.a2



**Abbildung 37.4** Relative Größen der Strahlungsquellen unter verschiedenen Messbedingungen (LW-Kamera). **1:** Objekttemperatur; **2:** Abstrahlung; **Obj:** Objektstrahlung; **Refl:** Reflektierte Strahlung; **Atm:** Atmosphärenstrahlung. Feste Parameter:  $\tau = 0,88$ ;  $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$ ;  $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$ .



# 38 Emissionstabellen

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

## 38.1 Referenzen

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

38

## 38.2 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.

### 38.3 Tabellen

**Abbildung 38.1** T:Gesamtspektrum; **SW:** 2 – 5  $\mu\text{m}$ ; **LW:** 8 – 14  $\mu\text{m}$ , **LLW:** 6,5 – 20  $\mu\text{m}$ ; **1:** Werkstoff; **2:** Spezifikation; **3:** Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$ ; **4:** Spektrum; **5:** Emissionsgrad; **6:** Referenz

1	2	3	4	5	6
3M Scotch 35	PVC-Elektroisolerband (verschiedene Farben)	< 80	LW	ungefähr 0,96	13
3M Scotch Super 33+	schwarzes PVC-Elektroisolerband	< 80	LW	ungefähr 0,96	13
3M Scotch Super 88	schwarzes PVC-Elektroisolerband	< 105	LW	ungefähr 0,96	13
3M Scotch Super 88	schwarzes PVC-Elektroisolerband	< 105	MW	< 0,96	13
Aluminium	Blech, 4 Muster unterschiedlich zerkratzt	70	LW	0,03–0,06	9
Aluminium	Blech, 4 Muster unterschiedlich zerkratzt	70	SW	0,05–0,08	9
Aluminium	eloxiert, hellgrau, stumpf	70	LW	0,97	9
Aluminium	eloxiert, hellgrau, stumpf	70	SW	0,61	9
Aluminium	eloxiert, schwarz, stumpf	70	LW	0,95	9
Aluminium	eloxiert, schwarz, stumpf	70	SW	0,67	9
Aluminium	eloxiertes Blech	100	T	0,55	2
Aluminium	Folie	27	3 $\mu\text{m}$	0,09	3
Aluminium	Folie	27	10 $\mu\text{m}$	0,04	3
Aluminium	geraut	27	3 $\mu\text{m}$	0,28	3
Aluminium	geraut	27	10 $\mu\text{m}$	0,18	3
Aluminium	Guss, sandgestrahlt	70	LW	0,46	9
Aluminium	Guss, sandgestrahlt	70	SW	0,47	9

1	2	3	4	5	6
Aluminium	in HNO <sub>3</sub> getaucht, Platte	100	T	0,05	4
Aluminium	poliert	50–100	T	0,04–0,06	1
Aluminium	poliert, Blech	100	T	0,05	2
Aluminium	polierte Platte	100	T	0,05	4
Aluminium	raue Oberfläche	20–50	T	0,06–0,07	1
Aluminium	stark oxidiert	50–500	T	0,2–0,3	1
Aluminium	stark verwittert	17	SW	0,83–0,94	5
Aluminium	unverändert, Blech	100	T	0,09	2
Aluminium	unverändert, Platte	100	T	0,09	4
Aluminium	vakuumbeschichtet	20	T	0,04	2
Aluminiumbronze		20	T	0,60	1
Aluminiumhydroxid	Pulver		T	0,28	1
Aluminiumoxid	aktiviert, Pulver		T	0,46	1
Aluminiumoxid	rein, Pulver (Aluminiumoxid)		T	0,16	1
Asbest	Bodenfliesen	35	SW	0,94	7
Asbest	Brett	20	T	0,96	1
Asbest	Gewerbe		T	0,78	1
Asbest	Papier	40–400	T	0,93–0,95	1
Asbest	Pulver		T	0,40–0,60	1
Asbest	Ziegel	20	T	0,96	1
Asphaltstraßenbelag		4	LLW	0,967	8
Beton		20	T	0,92	2
Beton	Gehweg	5	LLW	0,974	8
Beton	rau	17	SW	0,97	5

1	2	3	4	5	6
Beton	trocken	36	SW	0,95	7
Blech	glänzend	20–50	T	0,04–0,06	1
Blech	Weißblech	100	T	0,07	2
Blei	glänzend	250	T	0,08	1
Blei	nicht oxidiert, poliert	100	T	0,05	4
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	Phosphorbronze	70	LW	0,06	9
Bronze	Phosphorbronze	70	SW	0,08	9
Bronze	poliert	50	T	0,1	1
Bronze	porös, rau	50–150	T	0,55	1
Bronze	Pulver		T	0,76–0,80	1
Chrom	poliert	50	T	0,10	1
Chrom	poliert	500–1000	T	0,28–0,38	1
Ebonit			T	0,89	1
Eis: Siehe Wasser					
Eisen galvanisiert	Blech	92	T	0,07	4
Eisen galvanisiert	Blech, oxidiert	20	T	0,28	1
Eisen galvanisiert	Blech, poliert	30	T	0,23	1
Eisen galvanisiert	stark oxidiert	70	LW	0,85	9
Eisen galvanisiert	stark oxidiert	70	SW	0,64	9
Eisen und Stahl	elektrolytisch	22	T	0,05	4
Eisen und Stahl	elektrolytisch	100	T	0,05	4
Eisen und Stahl	elektrolytisch	260	T	0,07	4

1	2	3	4	5	6
Eisen und Stahl	elektrolytisch, hochglanzpoliert	175–225	T	0,05–0,06	1
Eisen und Stahl	frisch gewalzt	20	T	0,24	1
Eisen und Stahl	frisch mit Schmirgelpapier bearbeitet	20	T	0,24	1
Eisen und Stahl	geschliffenes Blech	950–1100	T	0,55–0,61	1
Eisen und Stahl	geschmiedet, hochglanzpoliert	40–250	T	0,28	1
Eisen und Stahl	gewalztes Blech	50	T	0,56	1
Eisen und Stahl	glänzend, geätzt	150	T	0,16	1
Eisen und Stahl	glänzende Oxidschicht, Blech	20	T	0,82	1
Eisen und Stahl	heißgewalzt	20	T	0,77	1
Eisen und Stahl	heißgewalzt	130	T	0,60	1
Eisen und Stahl	kaltgewalzt	70	LW	0,09	9
Eisen und Stahl	kaltgewalzt	70	SW	0,20	9
Eisen und Stahl	mit rotem Rost bedeckt	20	T	0,61–0,85	1
Eisen und Stahl	oxidiert	100	T	0,74	1
Eisen und Stahl	oxidiert	100	T	0,74	4
Eisen und Stahl	oxidiert	125–525	T	0,78–0,82	1
Eisen und Stahl	oxidiert	200	T	0,79	2
Eisen und Stahl	oxidiert	200–600	T	0,80	1
Eisen und Stahl	oxidiert	1227	T	0,89	4
Eisen und Stahl	poliert	100	T	0,07	2
Eisen und Stahl	poliert	400–1000	T	0,14–0,38	1
Eisen und Stahl	poliertes Blech	750–1050	T	0,52–0,56	1
Eisen und Stahl	rau, ebene Oberfläche	50	T	0,95–0,98	1
Eisen und Stahl	rostig, rot	20	T	0,69	1

1	2	3	4	5	6
Eisen und Stahl	rostrot, Blech	22	T	0,69	4
Eisen und Stahl	stark oxidiert	50	T	0,88	1
Eisen und Stahl	stark oxidiert	500	T	0,98	1
Eisen und Stahl	stark verrostet	17	SW	0,96	5
Eisen und Stahl	stark verrostetes Blech	20	T	0,69	2
Eisen verzinkt	Blech	24	T	0,064	4
Emaile		20	T	0,9	1
Emaile	Lack	20	T	0,85–0,95	1
Erde	mit Wasser gesättigt	20	T	0,95	2
Erde	trocken	20	T	0,92	2
Faserplatte	hart, unbehandelt	20	SW	0,85	6
Faserplatte	Ottrelith	70	LW	0,88	9
Faserplatte	Ottrelith	70	SW	0,75	9
Faserplatte	Partikelplatte	70	LW	0,89	9
Faserplatte	Partikelplatte	70	SW	0,77	9
Faserplatte	porös, unbehandelt	20	SW	0,85	6
Firnis	auf Eichenparkettboden	70	LW	0,90–0,93	9
Firnis	auf Eichenparkettboden	70	SW	0,90	9
Firnis	matt	20	SW	0,93	6
Gips		20	T	0,8–0,9	1
Gipsputz		17	SW	0,86	5
Gipsputz	Gipsplatte, unbehandelt	20	SW	0,90	6
Gipsputz	raue Oberfläche	20	T	0,91	2
Gold	hochglanzpoliert	200–600	T	0,02–0,03	1
Gold	hochpoliert	100	T	0,02	2

1	2	3	4	5	6
Gold	poliert	130	T	0,018	1
Granit	poliert	20	LLW	0,849	8
Granit	rau	21	LLW	0,879	8
Granit	rau, 4 verschiedene Muster	70	LW	0,77–0,87	9
Granit	rau, 4 verschiedene Muster	70	SW	0,95–0,97	9
Gummi	hart	20	T	0,95	1
Gummi	weich, grau, rau	20	T	0,95	1
Gusseisen	bearbeitet	800–1000	T	0,60–0,70	1
Gusseisen	flüssig	1300	T	0,28	1
Gusseisen	Guss	50	T	0,81	1
Gusseisen	Gusseisenblöcke	1000	T	0,95	1
Gusseisen	oxidiert	38	T	0,63	4
Gusseisen	oxidiert	100	T	0,64	2
Gusseisen	oxidiert	260	T	0,66	4
Gusseisen	oxidiert	538	T	0,76	4
Gusseisen	oxidiert bei 600 °C	200–600	T	0,64–0,78	1
Gusseisen	poliert	38	T	0,21	4
Gusseisen	poliert	40	T	0,21	2
Gusseisen	poliert	200	T	0,21	1
Gusseisen	unbearbeitet	900–1100	T	0,87–0,95	1
Haut	Mensch	32	T	0,98	2
Holz		17	SW	0,98	5
Holz		19	LLW	0,962	8
Holz	gehobelt	20	T	0,8–0,9	1
Holz	gehobelte Eiche	20	T	0,90	2
Holz	gehobelte Eiche	70	LW	0,88	9
Holz	gehobelte Eiche	70	SW	0,77	9

1	2	3	4	5	6
Holz	geschmiregelt		T	0,5–0,7	1
Holz	Pinie, 4 verschiedene Muster	70	LW	0,81–0,89	9
Holz	Pinie, 4 verschiedene Muster	70	SW	0,67–0,75	9
Holz	Sperrholz, glatt, trocken	36	SW	0,82	7
Holz	Sperrholz, unbehandelt	20	SW	0,83	6
Holz	weiß, feucht	20	T	0,7–0,8	1
Kalk			T	0,3–0,4	1
Kohlenstoff	Grafit, Oberfläche gefeilt	20	T	0,98	2
Kohlenstoff	Grafitpulver		T	0,97	1
Kohlenstoff	Holzkohlepulver		T	0,96	1
Kohlenstoff	Kerzenruß	20	T	0,95	2
Kohlenstoff	Lampenruß	20–400	T	0,95–0,97	1
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	Glasfaserlaminat (Leiterplatte)	70	LW	0,91	9
Kunststoff	Glasfaserlaminat (Leiterplatte)	70	SW	0,94	9
Kunststoff	Polyurethan-Isolierplatte	70	LW	0,55	9
Kunststoff	Polyurethan-Isolierplatte	70	SW	0,29	9
Kunststoff	PVC, Kunststoffboden, stumpf, strukturiert	70	LW	0,93	9
Kunststoff	PVC, Kunststoffboden, stumpf, strukturiert	70	SW	0,94	9



1	2	3	4	5	6
Kupfer	elektrolytisch, hochglanzpoliert	80	T	0,018	1
Kupfer	elektrolytisch, poliert	-34	T	0,006	4
Kupfer	geschabt	27	T	0,07	4
Kupfer	geschmolzen	1100–1300	T	0,13–0,15	1
Kupfer	kommerziell, glänzend	20	T	0,07	1
Kupfer	oxidiert	50	T	0,6–0,7	1
Kupfer	oxidiert, dunkel	27	T	0,78	4
Kupfer	oxidiert, stark	20	T	0,78	2
Kupfer	oxidiert schwarz		T	0,88	1
Kupfer	poliert	50–100	T	0,02	1
Kupfer	poliert	100	T	0,03	2
Kupfer	poliert, kommerziell	27	T	0,03	4
Kupfer	poliert, mechanisch	22	T	0,015	4
Kupfer	rein, sorgfältig vorbereitete Oberfläche	22	T	0,008	4
Kupferdioxid	Pulver		T	0,84	1
Kupferoxid	rot, Pulver		T	0,70	1
Lack	3 Farben auf Aluminium gesprüht	70	LW	0,92–0,94	9
Lack	3 Farben auf Aluminium gesprüht	70	SW	0,50–0,53	9
Lack	Aluminium auf rauer Oberfläche	20	T	0,4	1
Lack	Bakelit	80	T	0,83	1
Lack	hitzebeständig	100	T	0,92	1
Lack	schwarz, glänzend, auf Eisen gesprüht	20	T	0,87	1

1	2	3	4	5	6
Lack	schwarz, matt	100	T	0,97	2
Lack	schwarz, stumpf	40–100	T	0,96–0,98	1
Lack	weiß	40–100	T	0,8–0,95	1
Lack	weiß	100	T	0,92	2
Lacke	8 verschiedene Farben und Qualitäten	70	LW	0,92–0,94	9
Lacke	8 verschiedene Farben und Qualitäten	70	SW	0,88–0,96	9
Lacke	Aluminium, unterschiedliches Alter	50–100	T	0,27–0,67	1
Lacke	auf Ölbasis, Mittelwert von 16 Farben	100	T	0,94	2
Lacke	chromgrün		T	0,65–0,70	1
Lacke	kadmiumgelb		T	0,28–0,33	1
Lacke	kobaltblau		T	0,7–0,8	1
Lacke	Kunststoff, schwarz	20	SW	0,95	6
Lacke	Kunststoff, weiß	20	SW	0,84	6
Lacke	Öl	17	SW	0,87	5
Lacke	Öl, diverse Farben	100	T	0,92–0,96	1
Lacke	Öl, glänzend grau	20	SW	0,96	6
Lacke	Öl, grau, matt	20	SW	0,97	6
Lacke	Öl, schwarz, matt	20	SW	0,94	6
Lacke	Öl, schwarz glänzend	20	SW	0,92	6
Leder	gebräunt, gegerbt		T	0,75–0,80	1
Magnesium		22	T	0,07	4
Magnesium		260	T	0,13	4
Magnesium		538	T	0,18	4

1	2	3	4	5	6
Magnesium	poliert	20	T	0,07	2
Magnesiumpulver			T	0,86	1
Messing	abgerieben mit 80er-Schmirgelpapier	20	T	0,20	2
Messing	Blech, gewalzt	20	T	0,06	1
Messing	Blech, mit Schmirgelpapier bearbeitet	20	T	0,2	1
Messing	hochpoliert	100	T	0,03	2
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
Messing	poliert	200	T	0,03	1
Messing	stumpf, fleckig	20–350	T	0,22	1
Molybdän		600–1000	T	0,08–0,13	1
Molybdän		1500–2200	T	0,19–0,26	1
Molybdän	Faden	700–2500	T	0,1–0,3	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	Draht	200–1000	T	0,1–0,2	1
Nickel	elektrolytisch	22	T	0,04	4
Nickel	elektrolytisch	38	T	0,06	4
Nickel	elektrolytisch	260	T	0,07	4
Nickel	elektrolytisch	538	T	0,10	4
Nickel	galvanisiert, poliert	20	T	0,05	2
Nickel	galvanisiert auf Eisen, nicht poliert	20	T	0,11–0,40	1

1	2	3	4	5	6
Nickel	galvanisiert auf Eisen, nicht poliert	22	T	0,11	4
Nickel	galvanisiert auf Eisen, poliert	22	T	0,045	4
Nickel	hell matt	122	T	0,041	4
Nickel	oxidiert	200	T	0,37	2
Nickel	oxidiert	227	T	0,37	4
Nickel	oxidiert	1227	T	0,85	4
Nickel	oxidiert bei 600 °C	200–600	T	0,37–0,48	1
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
Nickelchrom	Draht, blank	50	T	0,65	1
Nickelchrom	Draht, blank	500–1000	T	0,71–0,79	1
Nickelchrom	Draht, oxidiert	50–500	T	0,95–0,98	1
Nickelchrom	gewalzt	700	T	0,25	1
Nickelchrom	sandgestrahlt	700	T	0,70	1
Nickeloxid		500–650	T	0,52–0,59	1
Nickeloxid		1000–1250	T	0,75–0,86	1
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
Öl, Schmieröl	Film auf Ni-Basis: nur Ni-Basis	20	T	0,05	2
Papier	4 verschiedene Farben	70	LW	0,92–0,94	9
Papier	4 verschiedene Farben	70	SW	0,68–0,74	9
Papier	beschichtet mit schwarzem Lack		T	0,93	1

1	2	3	4	5	6
Papier	dunkelblau		T	0,84	1
Papier	gelb		T	0,72	1
Papier	grün		T	0,85	1
Papier	rot		T	0,76	1
Papier	schwarz		T	0,90	1
Papier	schwarz, stumpf		T	0,94	1
Papier	schwarz, stumpf	70	LW	0,89	9
Papier	schwarz, stumpf	70	SW	0,86	9
Papier	weiß	20	T	0,7–0,9	1
Papier	weiß, 3 verschiedene Glanzarten	70	LW	0,88–0,90	9
Papier	weiß, 3 verschiedene Glanzarten	70	SW	0,76–0,78	9
Papier	weiß, gebunden	20	T	0,93	2
Platin		17	T	0,016	4
Platin		22	T	0,03	4
Platin		100	T	0,05	4
Platin		260	T	0,06	4
Platin		538	T	0,10	4
Platin		1000–1500	T	0,14–0,18	1
Platin		1094	T	0,18	4
Platin	Band	900–1100	T	0,12–0,17	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	rein, poliert	200–600	T	0,05–0,10	1
Porzellan	glasiert	20	T	0,92	1
Porzellan	weiß, leuchtend		T	0,70–0,75	1
rostfreier Stahl	Blech, poliert	70	LW	0,14	9

1	2	3	4	5	6
rostfreier Stahl	Blech, poliert	70	SW	0,18	9
rostfreier Stahl	Blech, unbehandelt, etwas zerkratzt	70	LW	0,28	9
rostfreier Stahl	Blech, unbehandelt, etwas zerkratzt	70	SW	0,30	9
rostfreier Stahl	gewalzt	700	T	0,45	1
rostfreier Stahl	Legierung, 8 % Ni, 18 % Cr	500	T	0,35	1
rostfreier Stahl	sandgestrahlt	700	T	0,70	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
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

1	2	3	4	5	6
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
Teer	Papier	20	T	0,91–0,93	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
Titan	poliert	200	T	0,15	1
Titan	poliert	500	T	0,20	1
Titan	poliert	1000	T	0,36	1
Ton	gebrannt	70	T	0,91	1
Tuch	schwarz	20	T	0,98	1
Wasser	destilliert	20	T	0,96	2
Wasser	Eis, bedeckt mit starkem Frost	0	T	0,98	1
Wasser	Eis, glatt	–10	T	0,96	2
Wasser	Eis, glatt	0	T	0,97	1
Wasser	Frostkristalle	–10	T	0,98	2
Wasser	Schicht >0,1 mm dick	0–100	T	0,95–0,98	1
Wasser	Schnee		T	0,8	1
Wasser	Schnee	–10	T	0,85	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	Aluminiumoxid	17	SW	0,68	5

1	2	3	4	5	6
Ziegel	Dinas-Siliziumoxid, Feuerfestprodukt	1000	T	0,66	1
Ziegel	Dinas-Siliziumoxid, glasiert, rau	1100	T	0,85	1
Ziegel	Dinas-Siliziumoxid, unglasiert, rau	1000	T	0,80	1
Ziegel	Feuerfestprodukt, Korund	1000	T	0,46	1
Ziegel	Feuerfestprodukt, Magnesit	1000–1300	T	0,38	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	Feuerziegel	17	SW	0,68	5
Ziegel	glasiert	17	SW	0,94	5
Ziegel	Mauerwerk	35	SW	0,94	7
Ziegel	Mauerwerk, verputzt	20	T	0,94	1
Ziegel	normal	17	SW	0,86–0,81	5
Ziegel	rot, normal	20	T	0,93	2
Ziegel	rot, rau	20	T	0,88–0,93	1
Ziegel	Schamotte	20	T	0,85	1
Ziegel	Schamotte	1000	T	0,75	1
Ziegel	Schamotte	1200	T	0,59	1
Ziegel	Silizium, 95 % SiO <sub>2</sub>	1230	T	0,66	1
Ziegel	Sillimanit, 33 % SiO <sub>2</sub> , 64 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500	T	0,29	1
Ziegel	wasserfest	17	SW	0,87	5



1	2	3	4	5	6
Zink	Blech	50	T	0,20	1
Zink	oxidiert bei 400 °C	400	T	0,11	1
Zink	oxidierte Oberfläche	1000–1200	T	0,50–0,60	1
Zink	poliert	200–300	T	0,04–0,05	1

---

**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 Swiss 721, which is Bitstream's pan-European version of the Helvetica™ typeface. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

**List of effective files**

20235102.xml b18  
20235202.xml b14  
20235302.xml b12  
20236702.xml b25  
20237102.xml b12  
20238502.xml a10  
20238702.xml a7  
20250402.xml a16  
20254903.xml a65  
20257002.xml a22  
20257102.xml a7  
20257302.xml a14  
20273202.xml a11  
20275202.xml a12  
20278002.xml a6  
20278102.xml a4  
20278202.xml a5  
20278302.xml a8  
20278402.xml a5  
20278502.xml a5  
20278602.xml a6  
20278802.xml a8  
20278902.xml a8  
20279002.xml a5  
20279102.xml a5  
20279202.xml a5  
20279302.xml a6  
20279402.xml a6  
20279502.xml a6  
20279602.xml a5  
20279802.xml a6  
20280902.xml a2  
20281002.xml a3  
20282802.xml a2  
20284302.xml a4  
20287302.xml a5  
20288702.xml a1  
20288802.xml a3  
20288902.xml a2  
20292402.xml a2  
20295002.xml a3  
20295602.xml a1  
R0099.rcp a13  
config.xml a5





**Corporate Headquarters**

FLIR Systems, Inc.  
27700 SW Parkway Avenue  
Wilsonville, OR 97070  
USA

Telephone: +1-800-727-3547  
Website: <http://www.flir.com>