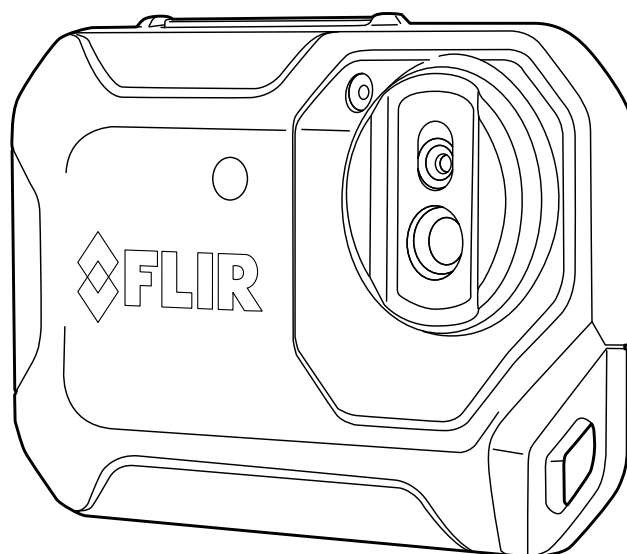


# Gebruikershandleiding FLIR Cx-serie





# Gebruikershandleiding FLIR Cx-serie



# Inhoudsopgave

---

<b>1</b>	<b>Disclaimers</b> .....	<b>1</b>
1.1	Wettelijke disclaimer .....	1
1.2	Gebruiksstatistieken .....	1
1.3	Registerwijzigingen .....	1
1.4	Overheidsvoorschriften VS .....	1
1.5	Copyright .....	1
1.6	Kwaliteitsbewaking .....	1
1.7	Patenten .....	1
1.8	EULA Terms .....	1
1.9	EULA Terms .....	1
<b>2</b>	<b>Veiligheidsinformatie</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Ter informatie voor de gebruiker</b> .....	<b>6</b>
3.1	Gebruikersforums .....	6
3.2	Kalibratie .....	6
3.3	Nauwkeurigheid .....	6
3.4	Afdanken van elektronisch afval .....	6
3.5	Training .....	6
3.6	Updates documentatie .....	6
3.7	Belangrijke opmerking m.b.t. deze handleiding .....	7
3.8	Opmerking over de gezaghebbende versies .....	7
<b>4</b>	<b>Klantenservice</b> .....	<b>8</b>
4.1	Algemeen .....	8
4.2	Een vraag stellen .....	8
4.3	Downloads .....	9
<b>5</b>	<b>Snelstartgids</b> .....	<b>10</b>
5.1	Procedure .....	10
<b>6</b>	<b>Beschrijving</b> .....	<b>11</b>
6.1	Vooraanzicht .....	11
6.2	Achteraanzicht .....	11
6.3	Connector .....	12
6.4	Schermelementen .....	12
6.5	Automatische oriëntatie .....	12
6.6	Door het menusysteem navigeren .....	13
<b>7</b>	<b>Bediening</b> .....	<b>14</b>
7.1	De batterij opladen .....	14
7.2	De camera in- en uitschakelen .....	14
7.3	Een beeld opslaan .....	14
7.3.1	Algemeen .....	14
7.3.2	Afbeeldingscapaciteit .....	14
7.3.3	Naamconventies .....	14
7.3.4	Procedure .....	14
7.4	Een afbeelding oproepen .....	14
7.4.1	Algemeen .....	14
7.4.2	Procedure .....	14
7.5	Een beeld verwijderen .....	15
7.5.1	Algemeen .....	15
7.5.2	Procedure .....	15
7.6	Alle beelden verwijderen .....	15
7.6.1	Algemeen .....	15
7.6.2	Procedure .....	16
7.7	Een temperatuur meten met een spotmeter .....	16
7.7.1	Algemeen .....	16
7.8	Meethulpmiddelen verbergen .....	16
7.8.1	Procedure .....	16

---

7.9	Het kleurenpalet wijzigen.....	16
7.9.1	Algemeen.....	16
7.9.2	Procedure .....	16
7.10	De beeldmodus wijzigen.....	17
7.10.1	Algemeen.....	17
7.10.2	Procedure .....	18
7.11	De modus van de temperatuurschaal wijzigen.....	18
7.11.1	Algemeen.....	18
7.11.2	Wanneer wordt de modus <i>Vergrendel</i> gebruikt? .....	18
7.11.3	Procedure .....	18
7.12	De emissiegraad instellen.....	19
7.12.1	Algemeen.....	19
7.12.2	Procedure .....	19
7.13	De gereflecteerde gevoelstemperatuur wijzigen.....	19
7.13.1	Algemeen.....	19
7.13.2	Procedure .....	19
7.14	De afstand wijzigen .....	20
7.14.1	Algemeen.....	20
7.14.2	Procedure .....	20
7.15	Een niet-uniforme correctie uitvoeren .....	20
7.15.1	Wat is een niet-uniforme correctie? .....	20
7.15.2	Wanneer moet een niet-uniforme correctie worden uitgevoerd?.....	20
7.15.3	Procedure .....	20
7.16	Gebruik van de cameralamp.....	20
7.16.1	Algemeen.....	20
7.16.2	Procedure .....	20
7.17	Wi-Fi configureren.....	21
7.17.1	Een peer-to-peer-aansluiting instellen (meest gebruikte manier) .....	21
7.17.2	De camera op een wireless local area network (minder vaak gebruikt) aansluiten .....	21
7.18	De instellingen wijzigen .....	22
7.18.1	Algemeen.....	22
7.18.2	Procedure .....	22
7.19	De camerafirmware updaten .....	23
7.19.1	Algemeen.....	23
7.19.2	Procedure .....	23
<b>8</b>	<b>Technische gegevens.....</b>	<b>24</b>
8.1	Online gezichtsveldcalculator .....	24
8.2	Opmerking over de technische gegevens .....	24
8.3	Opmerking over gezaghebbende versies .....	24
8.4	FLIR C2.....	25
8.5	FLIR C2 Educational Kit .....	28
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) .....	31
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit .....	35
<b>9</b>	<b>Werktuigbouwkundige tekeningen .....</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>EG-verklaring van overeenstemming .....</b>	<b>43</b>
<b>11</b>	<b>De camera reinigen.....</b>	<b>45</b>
11.1	Camerahuis, kabels en andere onderdelen.....	45
11.1.1	Vloeistoffen.....	45
11.1.2	Materiaal .....	45
11.1.3	Procedure .....	45
11.2	Infraroodlens .....	45
11.2.1	Vloeistoffen.....	45

---

	11.2.2	Materiaal .....	45
	11.2.3	Procedure .....	45
<b>12</b>		<b>Toepassingsvoorbeelden .....</b>	<b>47</b>
	12.1	Vocht- en waterschade .....	47
	12.1.1	Algemeen .....	47
	12.1.2	Figuur .....	47
	12.2	Slecht contact in contactdoos .....	47
	12.2.1	Algemeen .....	47
	12.2.2	Figuur .....	47
	12.3	Geoxideerde contactdoos .....	48
	12.3.1	Algemeen .....	48
	12.3.2	Figuur .....	48
	12.4	Isolatiefouten .....	49
	12.4.1	Algemeen .....	49
	12.4.2	Figuur .....	49
	12.5	Tocht .....	49
	12.5.1	Algemeen .....	49
	12.5.2	Figuur .....	49
<b>13</b>		<b>Over FLIR Systems .....</b>	<b>51</b>
	13.1	Meer dan zomaar een infraroodcamera .....	52
	13.2	Verspreiden van onze kennis .....	52
	13.3	Het ondersteunen van onze klanten .....	53
<b>14</b>		<b>Termen, wetten en definities .....</b>	<b>54</b>
<b>15</b>		<b>Thermografische meettechnieken .....</b>	<b>56</b>
	15.1	Inleiding .....	56
	15.2	Emissiegraad .....	56
	15.2.1	De emissiegraad van een proef bepalen .....	56
	15.3	Gereflecteerde gevoelstemperatuur .....	60
	15.4	Afstand .....	60
	15.5	Relatieve luchtvochtigheid .....	60
	15.6	Overige parameters .....	60
<b>16</b>		<b>Over kalibratie .....</b>	<b>61</b>
	16.1	Inleiding .....	61
	16.2	Definitie—wat is kalibratie? .....	61
	16.3	Camerakalibratie bij FLIR Systems .....	61
	16.4	De verschillen tussen een kalibratie die wordt uitgevoerd door de gebruiker en één die direct wordt uitgevoerd bij FLIR Systems .....	62
	16.5	Kalibratie, verificatie en afstelling .....	62
	16.6	Non-uniformiteitscorrectie .....	63
	16.7	Warmtebeeldafstelling (thermal tuning) .....	63
<b>17</b>		<b>Geschiedenis van infraroodtechnologie .....</b>	<b>64</b>
<b>18</b>		<b>Theorie van de thermografie .....</b>	<b>67</b>
	18.1	Inleiding .....	67
	18.2	Het elektromagnetische spectrum .....	67
	18.3	Straling van een blackbody .....	67
	18.3.1	De wet van Planck .....	68
	18.3.2	Verschuivingswet van Wien .....	69
	18.3.3	De wet van Stefan-Boltzmann .....	70
	18.3.4	Zenders die geen blackbody zijn .....	71
	18.4	Infrarood semi-transparante materialen .....	73
<b>19</b>		<b>De meetformule .....</b>	<b>74</b>
<b>20</b>		<b>Tabellen voor emissiegraad .....</b>	<b>78</b>
	20.1	Referenties .....	78

## Inhoudsopgave

---

20.2	Tabellen.....	78
------	---------------	----



## 1.1 Wettelijke disclaimer

Alle producten van FLIR Systems zijn voor een periode tot één (1) jaar na de oorspronkelijke verkoopdatum gegarandeerd tegen materiaal- en productiefouten, mits de producten op normale wijze en in overeenstemming met de instructies van FLIR Systems zijn bewaard, gebruikt en onderhouden.

FLIR Systems garandeert dat alle geproduceerde infraroodcamera's zonder koeling voor een periode van twee (2) jaar na de leverdatum van de oorspronkelijke aankoop vrij zijn van materiaal- en productiefouten, mits dergelijke producten op normale wijze en in overeenstemming met de instructies van FLIR Systems zijn bewaard, gebruikt en onderhouden, en mits de camera binnen 60 dagen na de oorspronkelijke aanschaf is geregistreerd.

FLIR Systems garandeert dat alle geproduceerde detectoren voor infraroodcamera's zonder koeling voor een periode van tien (10) jaar na de leverdatum van de oorspronkelijke aankoop vrij zijn van materiaal- en productiefouten, mits dergelijke producten op normale wijze en in overeenstemming met de instructies van FLIR Systems zijn bewaard, gebruikt en onderhouden, en mits de camera binnen 60 dagen na de oorspronkelijke aanschaf is geregistreerd.

Producten van andere producenten dan FLIR Systems die zijn opgenomen in systemen die door FLIR Systems zijn geleverd aan de oorspronkelijke koper, vallen alleen onder de garantie, indien van toepassing, van de betreffende leverancier en FLIR Systems draagt geen enkele verantwoordelijkheid voor dergelijke producten.

De garantie geldt alleen voor de oorspronkelijke koper en is niet overdraagbaar. Zij geldt niet voor producten die blootgesteld zijn geweest aan verkeerd gebruik, verwaarlozing, ongelukken of abnormale gebruiksomstandigheden. Verbruiksartikelen vallen buiten de garantie.

Bij een defect in een product dat onder deze garantie valt, moet het product niet verder worden gebruikt om verdere schade te voorkomen. De koper zal elk defect onmiddellijk melden aan FLIR Systems, anders is deze garantie niet van toepassing.

Als na onderzoek blijkt dat het product materiaal- of productiefouten bevat, zal FLIR Systems naar eigen inzicht het product gratis repareren of vervangen, mits het product binnen de genoemde periode van één jaar is geretourneerd aan FLIR Systems.

FLIR Systems heeft geen andere verplichtingen of aansprakelijkheid bij defecten dan hierboven uiteengezet.

Er wordt geen andere garantie gegeven of geïmpliceerd. FLIR Systems wijst specifiek de impliciete garanties van verkoopbaarheid en geschiktheid voor een bepaald doel af.

FLIR Systems is niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, speciale of bijkomende schade of verliezen of gevolgschade of -verliezen, op basis van hetzij een contract, hetzij een onrechtmatige daad hetzij enige andere wettelijke theorie.

Op deze garantie is het Zweedse recht van toepassing.

Alle geschillen, onenigheden of vorderingen voortvloeiend uit dan wel verband houdend met deze garantie worden in laatste instantie beslecht overeenkomstig de regels van het Arbitration Institute of the Stockholm Chamber of Commerce. De plaats van arbitrage is Stockholm. Bij de arbitrageprocedures dient het Engels als voertaal te worden gebruikt.

## 1.2 Gebruiksstatistieken

FLIR Systems behoudt zich het recht voor anonieme gebruikersstatistieken te verzamelen ter verbetering van de kwaliteit van onze software en services.

## 1.3 Registerwijzigingen

De registersleutel HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\LmCompatibilityLevel wordt automatisch gewijzigd in niveau 2 als de FLIR Camera Monitor-service detecteert dat er een FLIR-camera via een USB-kabel met de computer is verbonden. De wijziging wordt alleen toegepast als de camera een externe netwerkservice implementeert die aanmeldt via het netwerk ondersteunt.

## 1.4 Overheidsvoorschriften VS

Dit product is mogelijk onderworpen aan Amerikaanse exportvoorschriften. Vragen kunt u sturen naar [exportquestions@flir.com](mailto:exportquestions@flir.com).

## 1.5 Copyright

© 2016, FLIR Systems, Inc. Wereldwijd alle rechten voorbehouden. Geen enkel deel van de software, inclusief de broncode, mag worden gereproduceerd, verzonden, overgezet of vertaald in enige taal of computertaal, in welke vorm of op welke manier dan ook (elektronisch, magnetisch, optisch, handmatig of anderszins), zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van FLIR Systems.

De documentatie mag geheel noch gedeeltelijk worden gekopieerd, gefotokopieerd, gereproduceerd, vertaald of verzonden naar een elektronisch medium of een door een machine leesbare vorm zonder schriftelijke toestemming vooraf van FLIR Systems.

Namen en merken die voorkomen op de producten in deze publicatie zijn gedeponeerde handelsmerken of handelsmerken van FLIR Systems en/of zijn dochterondernemingen. Alle andere handelsmerken, handelsnamen of bedrijfsnamen waarnaar in deze publicatie wordt verwezen, worden uitsluitend gebruikt ter identificatie en zijn het eigendom van de respectieve eigenaars.

## 1.6 Kwaliteitsbewaking

Het systeem voor kwaliteitsbeheer waarbinnen deze producten zijn ontwikkeld en geproduceerd is gecertificeerd volgens de ISO 9001-norm.

FLIR Systems is voortdurend bezig met nieuwe ontwikkelingen; daarom behouden wij ons het recht voor om zonder voorafgaande kennisgeving wijzigingen en verbeteringen aan te brengen in alle producten.

## 1.7 Patenten








000439161; 000653423; 000726344; 000859020; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002021543-0002; 002058180; 002249953; 002531178; 002816785; 002816793; 011200326; 014347553; 057692; 061609; 07002405; 100414275; 101796816; 101796817; 101796818; 102334141; 1062100; 11063060001; 11517895; 1226865; 12300216; 12300224; 1285345; 1299699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 17399650; 1880950; 1886650; 2007301511414; 2007303395047; 2008301285812; 2009301900619; 20100060357; 2010301761271; 2010301761303; 2010301761572; 2010305959313; 2011304423549; 2012304717443; 2012306207318; 2013302676195; 2015202354035; 2015304259171; 204465713; 204967995; 2106017; 2107799; 2115696; 2172004; 2315433; 2381417; 2794760001; 3006596; 3006597; 303330211; 4358936; 483782; 484155; 4889913; 4937897; 4995790001; 5177595; 540838; 579475; 584755; 599392; 60122153; 6020040116815; 602006006500.0; 6020080347796; 6020110003453; 615113; 615116; 664580; 664581; 665004; 665440; 67023029; 6707404; 677298; 68657; 69036179; 70022216; 70028915; 70028923; 70057990; 7034300; 710424; 7110035; 7154093; 7157705; 718801; 723605; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 734803; 7544944; 7606484; 7634157; 7667198; 7809258; 7826736; 8018649; 8153971; 8212210; 8289372; 8340414; 8354639; 8384783; 8520970; 8565547; 8595689; 8599262; 8654239; 8680468; 8803093; 8823803; 8853631; 8933403; 9171361; 9191583; 9279728; 9280812; 9338352; 9423940; 9471970; 9595087; D549758.











## 1.8 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/>.

## 1.9 EULA Terms






Qt4 Core and Qt4 GUI, Copyright ©2013 Nokia Corporation and FLIR Systems AB. This Qt library is a free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version. This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public License, <http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1.html>. The source code for the libraries Qt4 Core and Qt4 GUI may be requested from FLIR Systems AB.

	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Klasse B digitale apparaten.	
<p>Deze apparatuur is getest en valt binnen de grenzen voor Klasse B digitale apparaten conform paragraaf 15 van de FCC-regelgeving. Deze grenzen zijn opgesteld om een redelijke bescherming te bieden tegen schadelijke interferentie bij installatie in een woonomgeving. Deze apparatuur genereert en gebruikt radiofrequentie-energie en kan deze uitstralen. Als deze apparatuur niet wordt geïnstalleerd en gebruikt conform de instructies kan er schadelijke interferentie van radiocommunicatie optreden. Er wordt echter niet gegarandeerd dat er bij bepaalde installaties geen interferentie optreedt. Als deze apparatuur schadelijke interferentie veroorzaakt in de ontvangst van radio of tv (dit kan worden bepaald door de apparatuur in en uit te schakelen), raden wij gebruikers aan om te proberen de interferentie te corrigeren met een of meerdere van de volgende maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verander de richting of de plaats van de ontvangstantenne</li> <li>• Vergroot de afstand tussen de apparatuur en de ontvanger</li> <li>• Sluit de apparatuur aan op een uitgang in een andere kring dan die waarop de ontvanger is aangesloten</li> <li>• Vraag de dealer of een ervaren radio-/tv-monteur om hulp</li> </ul>	
	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Digitale apparaten vallend onder 15.19/RSS-210.	
<p><b>OPMERKING:</b> dit apparaat voldoet aan paragraaf 15 van de FCC-regelgeving en aan RSS-210 van Industry Canada. Voor de bediening ervan gelden de volgende twee voorwaarden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dit apparaat mag geen schadelijke interferentie veroorzaken</li> <li>2. Dit apparaat moet alle ontvangen interferentie accepteren, ook interferentie die ongewenst functioneren kan veroorzaken</li> </ol>	
	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> digitale apparaten vallend onder 15.21.	
<p><b>OPMERKING:</b> wijzigingen aan dit apparaat die niet uitdrukkelijk zijn goedgekeurd door FLIR Systems kunnen de FCC-goedkeuring voor bediening van deze apparatuur ongeldig maken.</p>	
	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> digitale apparaten vallend onder 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65.	
<p><b>Informatie over blootstelling aan radiofrequentiestraling:</b> de straling van het apparaat ligt onder de blootstellingsgrenzen voor radiofrequentiestraling van de FCC/IC. Het apparaat moet echter op zodanige wijze worden gebruikt, dat de kans op menselijk contact bij normaal gebruik minimaal is.</p>	
	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
<p>Haal de batterij niet uit elkaar en breng er geen wijzigingen in aan. De batterij bevat beveiligings- en veiligheidsvoorzieningen en als deze beschadigd worden, kan de batterij oververhit raken, ontploffen of ontbranden.</p>	
	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
<p>Wanneer de batterij lekt en u batterijvloeistof in uw ogen krijgt, moet u niet in uw ogen wrijven. Spoel de ogen goed uit met water en schakel onmiddellijk medische hulp in. De batterijvloeistof kan oogletsel veroorzaken als u dit niet doet.</p>	
	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
<p>Laat de batterij niet verder opladen wanneer deze niet binnen de opgegeven oplaadtijd is opgeladen. Als u de batterij blijft opladen, kan deze oververhit raken, ontploffen of ontbranden. Er bestaat dan letselgevaar.</p>	

	<b>WAARSCHUWING</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Gebruik uitsluitend geschikte apparatuur om de elektrische spanning uit de batterij te verwijderen. Als u niet de juiste apparatuur gebruikt, kan dit ten koste gaan van de prestaties of de levensduur van de batterij. Als u niet de juiste apparatuur gebruikt, kan er een foutieve stroomrichting in de batterij optreden. Hierdoor kan de batterij oververhit raken, of ontploffen. Er bestaat dan letselgevaar.	
	<b>WAARSCHUWING</b>
Zorg ervoor dat u alle geldende veiligheidsinformatie (MSDS, Material Safety Data Sheets) en waarschuwingen hebt gelezen voordat u een vloeistof gebruikt: de vloeistoffen kunnen gevaarlijk zijn. Er bestaat dan letselgevaar.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
Richt de infraroodcamera (met of zonder lenskapje) niet op sterke energiebronnen, zoals apparaten die laserstraling kunnen veroorzaken, of de zon. Dit kan een ongewenst effect hebben op de nauwkeurigheid van de camera. Ook kan hierdoor de detector in de camera beschadigd raken.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
Gebruik de camera niet bij temperaturen hoger dan +50 °C, tenzij in de gebruikersdocumentatie of technische gegevens iets anders wordt aangegeven. Hoge temperaturen kunnen de camera beschadigen.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Sluit de batterijen niet rechtstreeks aan op de sigarettenaansteker van de auto, tenzij er een speciale adapter voor het aansluiten van de batterijen op een sigarettenaansteker is geleverd door FLIR Systems. Anders kunnen de batterijen beschadigd raken.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Verbind de positieve pool niet via een metalen object (bijvoorbeeld een draad) met de negatieve pool van de batterij. Anders kunnen de batterijen beschadigd raken.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Stel de batterij niet bloot aan water of zout water en laat de batterij niet nat worden. Anders kunnen de batterijen beschadigd raken.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Maak geen gaten in de batterij met voorwerpen. Anders kan de batterij beschadigd raken.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Sla niet met een hamer op de batterij. Anders kan de batterij beschadigd raken.	
	<b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen.	
Ga niet op de batterij staan, sla er niet op en stel de batterij niet bloot aan schokken. Anders kan de batterij beschadigd raken.	

 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Leg de batterijen niet in of dichtbij open vuur of in direct zonlicht. Wanneer de batterij heet wordt, wordt de ingebouwde veiligheidsvoorziening geactiveerd die voorkomt dat de batterij verder wordt opgeladen. Wanneer de batterij heet wordt, kan de veiligheidsvoorziening beschadigd raken, wat tot verdere verhit-ting, schade of ontbranden van de batterij kan leiden.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Leg de batterij niet in een vuur of verhoog de temperatuur van de batterij niet middels een warmtebron. Anders kan de batterij beschadigd raken en bestaat er letselgevaar.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Leg de batterij niet op of bij open vuur, kachels of andere locaties waar hoge temperaturen worden ge-genereerd. Anders kan de batterij beschadigd raken en bestaat er letselgevaar.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Soldeer niet direct op de batterij. Anders kan de batterij beschadigd raken.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Stop onmiddellijk met het gebruik van de batterij wanneer de batterij tijdens het gebruik, het opladen of de opslag vreemd ruikt, heet aanvoelt, van kleur of vorm verandert of in een ongebruikelijke staat is. Neem contact op met de leverancier wanneer u een of meer van deze problemen constateert. Anders kan de batterij beschadigd raken en bestaat er letselgevaar.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Gebruik uitsluitend een voorgeschreven batterijlader voor het opladen van de batterij. Anders kan de batterij beschadigd raken.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Gebruik uitsluitend een voorgeschreven batterij voor de camera. Anders kan de camera of de batterij beschadigd raken.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Het temperatuurbereik waarbinnen u de batterij kunt opladen, loopt van 0 °C tot +45 °C. Als u de batterij oplaadt bij temperaturen die buiten dit bereik vallen, kan de batterij heet worden of openbarsten. Ook kunnen hierdoor de prestaties van de batterij verminderen of kan de levensduur worden verkort.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Het temperatuurbereik waarin de voeding van batterij mag worden losgekoppeld, is -15 °C tot +50 °C, tenzij anders aangegeven in de gebruikersdocumentatie of technische gegevens. Als u de batterij ge-bruikt bij temperaturen buiten dit temperatuurbereik, kan dit de prestaties van de batterij verminderen of de verwachte levensduur verkorten.

---

 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Wanneer de batterij op is, moet u de contactpunten met tape of vergelijkbaar materiaal isoleren voordat u de batterij wegdoet. Anders kan de batterij beschadigd raken en bestaat er letselgevaar.
 <b>VOORZICHTIG</b>
<b>Toepasbaarheid:</b> Camera's met één of meerdere batterijen. Verwijder eventueel water of vocht van de batterij voordat u deze plaatst. Anders kan de batterij beschadigd raken.
 <b>VOORZICHTIG</b>
Breng geen oplosmiddelen of gelijksoortige vloeistoffen aan op de camera, bedrading of andere onderdelen. Anders kan de batterij beschadigd raken en bestaat er letselgevaar.
 <b>VOORZICHTIG</b>
Wees voorzichtig bij het reinigen van de infraroodlens. De lens heeft een kwetsbare antireflectiecoating. Anders kan de infraroodlens beschadigd raken.
 <b>VOORZICHTIG</b>
Pas niet te veel kracht toe tijdens het reinigen van de infraroodlens. Anders kan de antireflectiecoating beschadigd raken.

**Opm.** De inkapselingswaarde is uitsluitend van toepassing wanneer alle openingen in de camera zijn afgedicht met hun bijbehorende afdekkingen, kleppen of kappen. Hieronder vallen onder andere vakken voor gegevensopslag, batterijen en connectoren.

## 3.1 Gebruikersforums

Wissel ideeën, problemen en infraroodoplossingen uit met medethermografen van de hele wereld in onze gebruiker-tot-gebruiker forums. Bezoek onderstaande website om bij deze forums te komen:

<http://forum.infraredtraining.com/>

## 3.2 Kalibratie

Wij raden aan dat u de camera eenmaal per jaar opstuurt voor kalibratie. Neem contact op met het lokale verkoopkantoor om erachter te komen waarheen u de camera kunt opsturen.

## 3.3 Nauwkeurigheid

Voor zeer nauwkeurige resultaten raden wij aan dat u 5 minuten wacht na het opstarten van de camera voordat u een temperatuur meet.

## 3.4 Afdanken van elektronisch afval



Net als de meeste andere elektronische producten moet deze apparatuur worden afgedankt op een milieuvriendelijke wijze en conform de geldende regelgeving voor elektronisch afval.

Neem voor nadere informatie contact op met uw FLIR Systems-vertegenwoordiger.

## 3.5 Training

Ga voor meer informatie over infraroodtrainingen naar:

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

## 3.6 Updates documentatie

Onze handleidingen worden meerdere keren per jaar bijgewerkt en we geven ook regelmatig berichten over essentiële wijzigingen ten aanzien van het product uit.

Voor de nieuwste handleidingen, vertalingen van handleidingen, en berichten gaat u naar het tabblad Download op:

<http://support.flir.com>

Online registreren duurt slechts enkele minuten. In het downloadgebied vindt u ook de nieuwste uitgaven van handleidingen voor onze overige producten en handleidingen voor onze historische en verouderde producten.

### **3.7 Belangrijke opmerking m.b.t. deze handleiding**

FLIR Systems geeft algemene handleidingen uit voor diverse camera's binnen een modellenlijn.

Dit houdt in dat deze handleiding wellicht beschrijvingen en uitleg bevat die niet van toepassing zijn op uw cameramodel.

### **3.8 Opmerking over de gezaghebbende versies**

De gezaghebbende versie van deze publicatie is de Engelse versie. In het geval van afwijkingen ten gevolge van vertaalfouten, prevaleert de Engelse tekst.

Eventuele late wijzigingen worden eerst in de Engelse versie geïmplementeerd.

## FLIR Customer Support Center

Home | Answers | Ask a Question | Product Registration | Downloads | My Stuff | Service

### FLIR Customer support

Get the most out of your FLIR products

Get Support for Your FLIR Products

Welcome to the FLIR Customer Support Center. This portal will help you as a FLIR customer to get the most out of your FLIR products. The portal gives you access to:

- The FLIR Knowledgebase
- Ask our support team (requires registration)
- Software and documentation (requires registration)
- FLIR service contacts

**Find Answers**  
We store all resolved problems in our solution database. Search by product, category, keywords, or phrases.


Search by Keyword

[Search All Answers](#)


[See All Popular Answers](#)

To find a datasheet for a current product, click on a picture.  
To find a datasheet for a legacy product, click [here](#).


FLIR Ex




FLIR Exx




FLIR Kxx




FLIR T4xx




FLIR T6xx




FLIR G3xx




ThermaCAM™  
GasFindIR




FLIR GF3xx




FLIR AX



FLIR Ax5




FLIR A3xx



[More...](#)


**Product catalog**  
Please right-click the links below and select Save Target As... to save the file.



US Letter (28 Mb)  
A4 (27.4 Mb)

[Important legal disclaimer, dangers, warnings, and cautions](#)

**Accessories**



## 4.1 Algemeen

Ga voor klantenservice naar:

<http://support.flir.com>

## 4.2 Een vraag stellen

Alleen geregistreerde gebruikers kunnen vragen stellen aan het klantenserviceteam. De online-registratie kost u slechts een paar minuten. Als u alleen in de kennisdatabank wilt zoeken naar bestaande vragen en antwoorden, hoeft u zich niet te registreren.

Wanneer u een vraag wilt stellen, zorg er dan voor dat u de volgende informatie bij de hand hebt:

- Het cameramodel
- Het serienummer van de camera
- Het communicatieprotocol of de communicatiemethode tussen de camera en uw apparaat (bijvoorbeeld SD-kaartlezer, HDMI, Ethernet, USB of FireWire)
- Het type apparaat (pc/Mac/iPhone/iPad/Android, enz.)
- De versie van programma's van FLIR Systems



- Volledige naam, publicatienummer en nummer van de herziene versie van deze handleiding


### 4.3 Downloads

Op de klantenservicewebsite kunt u bovendien het onderstaande downloaden, indien van toepassing op het product:

- Firmware-updates voor uw infraroodcamera.
- Programma-updates voor uw pc/Mac-software.
- Freeware en evaluatieversies van pc/Mac-software.
- Gebruikersdocumentatie voor huidige, verouderde en historische producten.
- Werktuigbouwkundige tekeningen (in \*.dxf- en \*.pdf-indeling).
- Cad-gegevensmodellen (in \*.stp-indeling).
- Beschrijvingen van toepassingen.
- Technische gegevensbladen.
- Productcatalogi.

## 5.1 Procedure

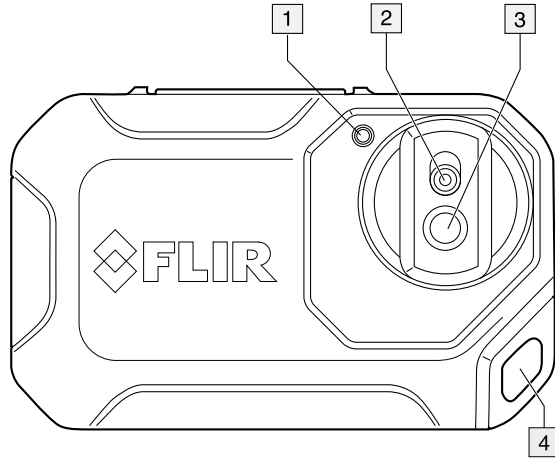
Volg deze procedure:

1. Laad de accu ca. 1,5 uur op met behulp van de FLIR-netvoedingseenheid.
2. Druk op de aan/uit-knop  om de camera in te schakelen.
3. Richt de camera op uw object.
4. Druk op de knop Opslaan om een beeld op te slaan.

(Optionele stappen)

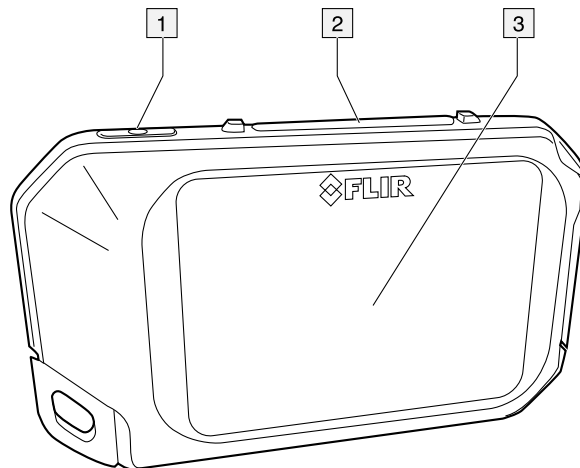
5. Download FLIR Tools vanaf <http://support.flir.com/tools>.
6. Installeer FLIR Tools op uw computer.
7. Start FLIR Tools.
8. Sluit de camera aan op een computer met behulp van de USB-kabel.
9. Importeer de afbeeldingen in FLIR Tools.
10. Maak een PDF-rapport in FLIR Tools.

## 6.1 Vooraanzicht



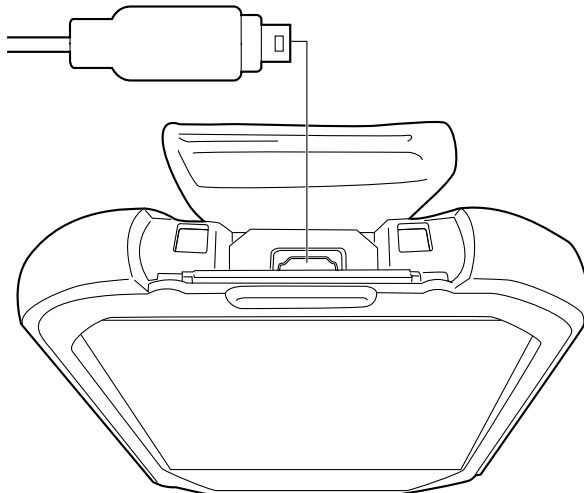
1. Cameralamp.
2. Digitale cameralens.
3. Infraroodlens.
4. Bevestigingspunt.

## 6.2 Achteraanzicht



1. Aan/uit-knop.
2. Knop voor opslaan.
3. Camerascherm.

## 6.3 Connector

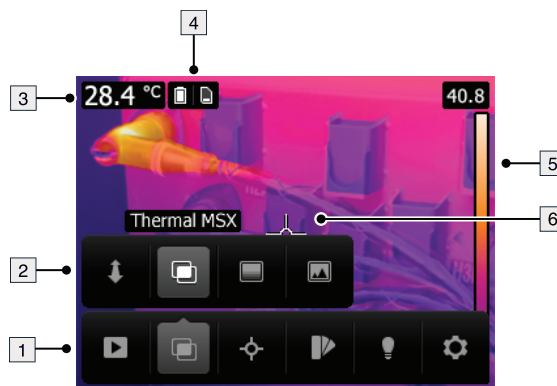


Deze USB-micro-B-connector dient voor het volgende:

- De batterij opladen met behulp van de FLIR voedingskabel.
- Beelden overbrengen van de camera naar de computer voor verdere analyse in FLIR Tools.

**Opm.** Installeer FLIR Tools op uw computer voordat u afbeeldingen verplaatst.

## 6.4 Schermelementen



1. Menuwerkbalk.
2. Submenuwerkbalk.
3. Resultentabel.
4. Statuspictogrammen.
5. Temperatuurschaal.
6. Spotmeter.

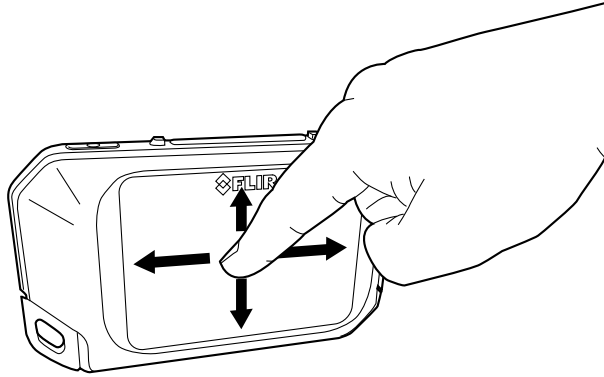
## 6.5 Automatische oriëntatie

De camera is voorzien van de functie Automatische oriëntatie. Dit betekent dat de camera automatisch de meetinformatie op het display aanpast aan de verticale of horizontale positie van de camera.

**Opm.** De functie Automatische oriëntatie wordt geactiveerd door een instelling. Selecteer *Opties > Apparaatinstellingen > Automatische oriëntatie > Aan*.

---

## 6.6 Door het menusysteem navigeren



De camera heeft een touchscreen. U kunt door het menusysteem navigeren met uw wijsvinger of een styluspen die speciaal ontworpen is voor capacitieve aanraking.

Tik op het camerascherm om het menusysteem te laten verschijnen.

## 7.1 De batterij opladen






### WAARSCHUWING

Zorg voor een eenvoudig toegankelijke contactdoos in de buurt van de apparatuur.

Volg deze procedure:

1. Sluit de FLIR-netvoedingseenheid aan op een stopcontact.
2. Sluit de voedingskabel aan op de USB-aansluiting van de camera.

## 7.2 De camera in- en uitschakelen

- Druk op de aan/uit-knop  om de camera in te schakelen.
- Druk op de aan/uit-knop  en houd deze knop minder dan 5 seconden ingedrukt tot het scherm wordt uitgeschakeld, om de camera in de standby-modus te zetten. De camera wordt dan na 2 uren automatisch uitgeschakeld.
- Druk op de aan/uit-knop  en houd deze knop minimaal 5 seconden ingedrukt om de camera uit te schakelen.

## 7.3 Een beeld opslaan

### 7.3.1 Algemeen

U kunt beelden in het interne geheugen van de camera opslaan.

De camera kan gelijktijdig een warmtebeeld en een visueel beeld opslaan.

### 7.3.2 Afbeeldingscapaciteit

Het interne camerageheugen biedt ruimte aan ongeveer 500 afbeeldingen.

### 7.3.3 Naamconventies

De naamconventie voor afbeeldingen is *FLIRxxxx.jpg*, waarbij *xxxx* een unieke teller is.

### 7.3.4 Procedure

Volg deze procedure:

1. Druk op de knop Opslaan om een beeld op te slaan.


## 7.4 Een afbeelding oproepen









### 7.4.1 Algemeen

Wanneer u een afbeelding opslaat, wordt deze in het interne camerageheugen opgeslagen. U kunt de afbeelding opnieuw weergeven door deze van het interne camerageheugen op te roepen.

### 7.4.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Beelden* . Er wordt nu een beeld in het beeldarchief weergegeven.

- 
3. Voer een van de volgende handelingen uit om het vorige of het volgende beeld te bekijken:
    - Swipe naar links of rechts.
    - Tik op de linkerpijl  of de rechterpijl .
  4. Swipe omhoog of omlaag om te schakelen tussen een warmtebeeld en een visueel beeld.
  5. Tik op het camerascherm. Er wordt nu een werkbalk weergegeven.
    - Selecteer *Volledig scherm*  of *Volledig scherm afsluiten*  om te schakelen tussen volledig scherm en normale weergaven.
    - Selecteer *Thumbnails*  om het overzicht van thumbnails weer te geven. Om tussen de thumbnails te scrollen, swipet u omhoog/omlaag. Om een beeld weer te geven, tikt u op de bijbehorende thumbnail.
    - Selecteer *Verwijder*  om het beeld te verwijderen.
    - Selecteer *Info*  om informatie over het beeld te laten weergeven.
    - Selecteer *Camera*  om terug te gaan naar de live-modus.






## 7.5 Een beeld verwijderen

### 7.5.1 Algemeen

U kunt een beeld uit het interne camerageheugen verwijderen.

### 7.5.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Beelden* . Er wordt nu een beeld in het beeldarchief weergegeven.
3. Voer een van de volgende handelingen uit om het vorige of het volgende beeld weer te geven:
  - Swipe naar links of rechts.
  - Tik op de linkerpijl  of de rechterpijl .
4. Als het beeld dat u wilt verwijderen wordt weergegeven, tikt u op het camerascherm. Er wordt dan een werkbalk weergegeven.
5. Selecteer *Verwijder*  in deze werkbalk. Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
6. Selecteer *Verwijder* in het dialoogvenster.
7. Om terug te gaan naar de live-modus, tikt u op het camerascherm en selecteert u *Camera* .



## 7.6 Alle beelden verwijderen

### 7.6.1 Algemeen

U kunt alle afbeeldingen uit het interne camerageheugen verwijderen.

## 7.6.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
3. Selecteer *Apparaatinstellingen* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven.
4. Selecteer *Reset-opties* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven.
5. Selecteer *Alle opgeslagen afbeeldingen verwijderen* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven.
6. Selecteer *Verwijder* in het dialoogvenster.
7. Om terug te gaan naar de live-modus, tikt u diverse keren op de pijl linksboven . In plaats hiervan kunt u ook één keer op de knop Opslaan drukken.



## 7.7 Een temperatuur meten met een spotmeter

### 7.7.1 Algemeen

U kunt een temperatuur meten met een spotmeter. De temperatuur op de positie van de spotmeter wordt dan op het scherm weergegeven.

#### 7.7.1.1 Procedure

Volg deze procedure:



1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Meting* . Er wordt dan een submenu-werkbalk weergegeven.
3. Selecteer *Middelpunt*  op de submenu-werkbalk.

De temperatuur op de positie van de spotmeter wordt nu weergegeven in de linkerbovenhoek van het scherm.

## 7.8 Meethulpmiddelen verbergen

### 7.8.1 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Meting* . Er wordt dan een submenu-werkbalk weergegeven.
3. Selecteer *Geen metingen*  op de submenu-werkbalk.


## 7.9 Het kleurenpalet wijzigen

### 7.9.1 Algemeen

U kunt het kleurenpalet wijzigen dat de camera gebruikt om verschillende temperaturen weer te geven. Een ander palet maakt het wellicht eenvoudiger een beeld te analyseren.

### 7.9.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Kleur* . Er wordt dan een submenu-werkbalk weergegeven.



3. Selecteert het type kleurenpalet op de submenuwerkbalk:

- *IJzer.*
- *Regenboog.*
- *Regenboog HC.*
- *Grijs.*

## 7.10 De beeldmodus wijzigen

### 7.10.1 Algemeen

De camera registreert tegelijkertijd warmtebeelden en visuele beelden. Afhankelijk van de door u gekozen beeldmodus, selecteert u welk type beeld op het scherm wordt weergegeven.

De camera ondersteunt de volgende beeldmodi:

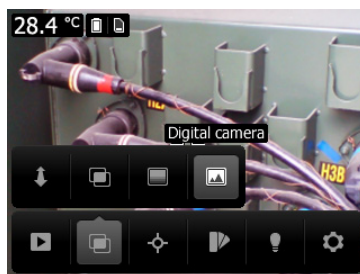
- *MSX* (multispectrale dynamische beeldverwerking): in deze modus geeft de camera een infraroodbeeld weer waarbij de randen van objecten versterkt worden weergegeven met visuele beelddetails.



- *Infrarood*: de camera geeft een volledig infraroodbeeld weer.








- *Digitale camera*: de camera geeft alleen het visuele beeld weer dat door de digitale camera wordt vastgelegd.



Om een goed samenvoegingsbeeld (modus *MSX*) weer te kunnen geven moet de camera correcties toepassen om het kleine verschil in positie van het digitale camera-objectief en het infraroodobjectief te compenseren. Om het beeld nauwkeurig te kunnen corrigeren, heeft de camera de richtafstand (de afstand tot het object) nodig.

### 7.10.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Afbeeldingsmodus* . Er wordt dan een submenu-werkbalk weergegeven.
3. Selecteer in de submenu-werkbalk een van de volgende opties:
  - *MSX* .
  - *Infrarood* .
  - *Digitale camera* .
4. Als u de modus *MSX* heb geselecteerd, dient u ook op de volgende manier de afstand tot het object in te stellen:
  - Selecteer *Richtafstand*  in de submenu-werkbalk. Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
  - Selecteer in het dialoogvenster de afstand tot het object.

## 7.11 De modus van de temperatuurschaal wijzigen

### 7.11.1 Algemeen

De camera kan in twee verschillende temperatuurschaalmodi worden bediend:

- Modus *Auto*: in deze modus wordt de camera continu automatisch aangepast voor de beste helderheid en het beste contrast.
- Modus *Vergrendel*: in deze modus vergrendelt de camera het temperatuurbereik en temperatuurniveau.

### 7.11.2 Wanneer wordt de modus *Vergrendel* gebruikt?

Een typische situatie waarin u de modus *Vergrendel* zou gebruiken, is als u zoekt naar temperatuurafwijkingen in twee voorwerpen van een gelijksoortig(e) ontwerp of constructie.

Stel bijvoorbeeld dat u twee kabels hebt en u vermoedt dat een van deze kabels oververhit is. Richt de camera dan in de modus *Auto* op de kabel die een normale temperatuur heeft en activeer vervolgens de modus *Vergrendel*. Als u de camera vervolgens in de modus *Vergrendel* op de kabel richt die vermoedelijk oververhit is, wordt deze kabel in een *lichtere* kleur in het warmtebeeld weergegeven wanneer de temperatuur *hoger* is dan die van de eerste kabel.

Als u de modus *Auto* zou gebruiken, zien de twee items er mogelijk hetzelfde uit, ondanks het temperatuurverschil.

### 7.11.3 Procedure

Om te schakelen tussen de modus *Auto* en de modus *Vergrendel* tikt u op de bovenste of onderste temperatuurwaarde in het temperatuurbereik.

Een pictogram met een grijs hangslot geeft aan dat de modus *Vergrendel* actief is.

---

## 7.12 De emissiegraad instellen

### 7.12.1 Algemeen

Om temperaturen nauwkeurig te meten, is informatie over het oppervlak van belang voor de camera. U hebt de keuze uit de volgende oppervlakeigenschappen:



- *Mat.*
- *Semi-mat.*
- *Semi-glanzend.*

In plaats hiervan kunt u ook zelf een waarde voor de emissiegraad instellen.

Zie het gedeelte 15 *Thermografische meettechnieken*, pagina 56 voor meer informatie over emissiegraden.

### 7.12.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
3. Selecteer *Metingsparameters* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven.
4. Selecteer *Emissiegraad* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven.
5. Selecteer één van de volgende opties in het dialoogvenster:
  - *Mat.*
  - *Semi-mat.*
  - *Semi-glanzend.*
  - *Aangepaste waarde.* Hiermee wordt een dialoogvenster weergegeven waarin u een waarde kunt instellen.
6. Om terug te gaan naar de live-modus, tikt u diverse keren op de pijl linksboven . In plaats hiervan kunt u ook één keer op de knop Opslaan drukken.

## 7.13 De gereflecteerde gevoelstemperatuur wijzigen



### 7.13.1 Algemeen

Deze parameter wordt gebruikt om de straling die wordt gereflecteerd door het object te compenseren. Als de emissiegraad laag is en de objecttemperatuur aanzienlijk anders dan die van het gereflecteerde object, is het belangrijk om de gereflecteerde gevoelstemperatuur goed in te stellen en deze hier correct voor te compenseren.

Raadpleeg paragraaf 15 *Thermografische meettechnieken*, pagina 56 voor meer informatie over de gereflecteerde schijnbare temperatuur.

### 7.13.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
3. Selecteer in het dialoogvenster *Measurement parameters*. Er verschijnt een dialoogvenster.
4. Selecteer *Gereflecteerde temperatuur* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven waarin u een waarde kunt instellen.
5. Om terug te gaan naar de live-modus, tikt u diverse keren op de pijl linksboven . In plaats hiervan kunt u ook één keer op de knop Opslaan drukken.

---

## 7.14 De afstand wijzigen

### 7.14.1 Algemeen



De afstand is de afstand tussen het object en de voorste lens van de camera. Deze parameter wordt gebruikt om de volgende twee feiten te compenseren:

- Dat straling van het object door de atmosfeer tussen het object en de camera wordt geabsorbeerd.
- De straling van de atmosfeer zelf door de camera wordt gedetecteerd.

Raadpleeg paragraaf 15 *Thermografische meettechnieken*, pagina 56 voor meer informatie.

### 7.14.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
3. Selecteer in het dialoogvenster *Measurement parameters*. Er verschijnt een dialoogvenster.
4. Selecteer *Afstand* in het dialoogvenster. Er wordt dan een ander dialoogvenster weergegeven waarin u een waarde kunt instellen.
5. Om terug te gaan naar de live-modus, tikt u diverse keren op de pijl linksboven . In plaats hiervan kunt u ook één keer op de knop Opslaan drukken.

## 7.15 Een niet-uniforme correctie uitvoeren


### 7.15.1 Wat is een niet-uniforme correctie?

Een niet-uniforme correctie (of NUC) is *een beeldcorrectie die door de camera software wordt uitgevoerd om verschillen in gevoeligheid te compenseren in detectorelementen en andere optische en geometrische storingen*<sup>1</sup>.

### 7.15.2 Wanneer moet een niet-uniforme correctie worden uitgevoerd?

Het niet-uniforme correctieproces moet worden uitgevoerd zodra het geleverde beeld ruimtelijke ruis vertoont. De uitvoer kan ruimtelijke ruis vertonen wanneer de omgevingstemperatuur verandert (bijvoorbeeld bij de overgang van binnen naar buiten, en omgekeerd).

### 7.15.3 Procedure

Om een niet-uniforme correctie uit te voeren tikt u op het pictogram  en houdt u dit ingedrukt. De tekst *Kalibreren...* wordt op het scherm weergegeven.

## 7.16 Gebruik van de cameralamp

### 7.16.1 Algemeen


U kunt de cameralamp als zaklamp gebruiken of als flitser wanneer u een opname maakt.

### 7.16.2 Procedure

Volg deze procedure:

---

1. Definitie van de aanstaande internationale toepassing van DIN 54190-3 (Niet-destructief onderzoek – Thermografisch onderzoek – Deel 3: Termen en definities).

- 
1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
  2. Selecteer *Lamp* .
  3. Tik op een van de volgende opties:
    - *Flitsen* (de lamp gebruiken als flitser bij het maken van een opname).
    - *Aan* (de lamp inschakelen en gebruiken als zaklamp).
    - *Uit* (de lamp uitschakelen).

## 7.17 Wi-Fi configureren


Afhankelijk van de configuratie van uw camera kunt u de camera op een wireless local area network (WLAN) aansluiten met Wi-Fi of de camera u toegang tot een ander apparaat met Wi-Fi bieden.

U kunt de camera op twee verschillende manieren aansluiten:

- *Meestgebruikte manier*: een peer-to-peer-aansluiting instellen (ook *ad hoc*- of *P2P*-verbinding genoemd). Deze methode wordt vooral met andere apparaten gebruikt, zoals een iPhone of iPad.
- *Minder vaak gebruikte manier*: de camera op een wireless local area network (WLAN) aansluiten.

### 7.17.1 Een peer-to-peer-aansluiting instellen (meest gebruikte manier)


Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
3. Selecteer *Apparaatinstellingen*.
4. Selecteer *Wi-Fi*.
5. Selecteer *Delen*.
6. (Optionele stap.) Om de parameters te bekijken en te wijzigen, selecteert u *Instellingen*.
  - Om het kanaal te wijzigen (het kanaal dat de camera gebruikt voor het verzenden), selecteert u *Kanaal*.
  - Om WEP (versleutelingsalgoritme) te activeren, selecteert u *WEP*. Hierdoor wordt het selectievakje *WEP* aangevinkt.
  - Om het WEP-wachtwoord te wijzigen, selecteert u *Wachtwoord*.

**Opm.** Deze parameters zijn ingesteld voor het netwerk van uw camera. Ze worden door het externe apparaat gebruikt om dat apparaat op het netwerk aan te sluiten.

### 7.17.2 De camera op een wireless local area network (minder vaak gebruikt) aansluiten

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.
3. Selecteer *Apparaatinstellingen*.
4. Selecteer *Wi-Fi*.
5. Selecteer *Verbinden met netwerk*.
6. Om een lijst van de beschikbare netwerken weer te geven, selecteert u *Netwerken*.
7. Selecteer één van de beschikbare netwerken.
 

Netwerken die met een wachtwoord zijn beveiligd, worden aangeduid met een pictogram van een hangslot. U hebt een wachtwoord nodig om toegang tot dergelijke netwerken te krijgen.

---

**Opm.** Sommige netwerken zijn niet zichtbaar. Als u een verbinding wilt maken met een dergelijk netwerk, selecteert u *Netwerk toevoegen...* en stelt u alle parameters handmatig in voor het betreffende netwerk.

## 7.18 De instellingen wijzigen

### 7.18.1 Algemeen

U kunt verschillende instellingen voor de camera wijzigen.

Het menu *Instellingen* bevat het volgende:

- *Metingsparameters.*
- *Opslaginstellingen.*
- *Apparaatinstellingen.*

#### 7.18.1.1 *Metingsparameters.*

- *Emissiegraad.*
- *Gereflecteerde temperatuur.*
- *Afstand.*

#### 7.18.1.2 *Opslaginstellingen*


- *Photo as separate JPEG:* als deze menuopdracht wordt geselecteerd, wordt de digitale foto van de visuele camera met volledige grootte opgeslagen als een aparte JPEG-afbeelding. Mogelijk dient u deze optie te activeren wanneer u geen gebruik maakt van de FLIR Tools-software.

#### 7.18.1.3 *Apparaatinstellingen*

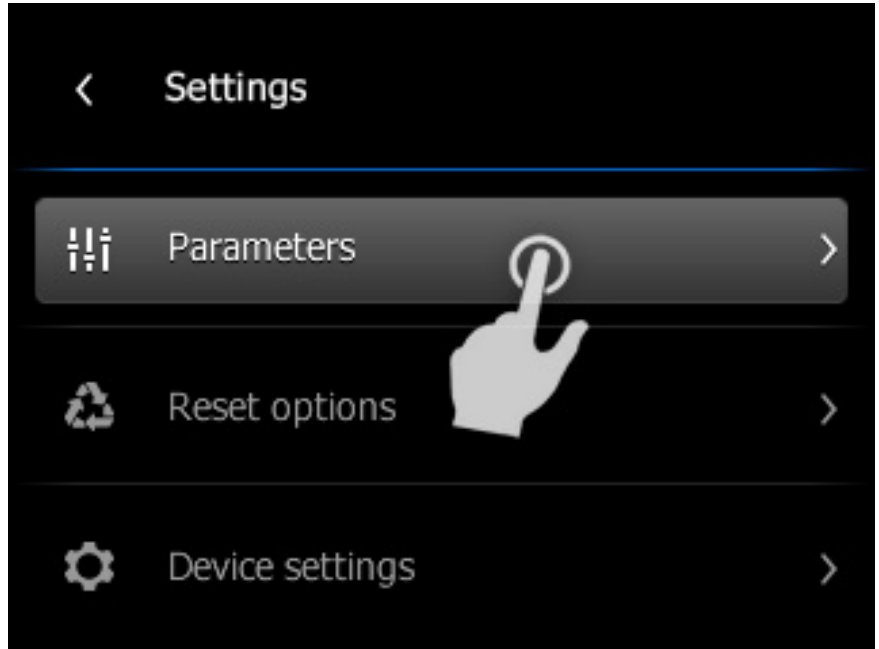
- *Regio, tijd en eenheden*
  - *Taal.*
  - *Temperatuureenheid.*
  - *Afstandseenheid.*
  - *Datum en tijd.*
  - *Datum- en tijdnotatie.*
- *Reset-opties:*
  - *Cameramodus resetten naar standaard.*
  - *Instellingen resetten naar fabriekswaarden.*
  - *Alle opgeslagen afbeeldingen verwijderen.*
- *Automatisch uitschakelen.*
- *Automatische oriëntatie.*
- *Intensiteit display.*
- *Camera-informatie:* deze menu-opdracht geeft diverse informatie over de camera weer, waaronder model, serienummer, en softwareversie.


### 7.18.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Tik op het camerascherm. De werkbalk met het hoofdmenu wordt nu weergegeven.
2. Selecteer *Opties* . Er wordt dan een dialoogvenster weergegeven.

3. Tik in het dialoogvenster op de instelling die u wilt wijzigen.



4. Om terug te gaan naar de live-modus, tikt u diverse keren op de pijl linksboven . In plaats hiervan kunt u ook één keer op de knop Opslaan drukken.

## 7.19 De camerafirmware updaten

### 7.19.1 Algemeen

Werk uw camera regelmatig bij om verzekerd te zijn van de nieuwste firmware. Werk uw camera bij met behulp van FLIR Tools.

### 7.19.2 Procedure

Volg deze procedure:

1. Start FLIR Tools.
2. Start de camera.
3. Sluit de camera op de computer aan met behulp van de USB-kabel.
4. FLIR Tools toont een welkomstschermbij wanneer de camera is herkend. Klik op *Controleren op updates* in dit welkomstschermbij.

U kunt ook op *Controleren op updates* klikken in het menu *Help* in FLIR Tools.

5. Volg de instructies op het scherm.

## Inhoudsopgave

8.1	Online gezichtsveldcalculator .....	24
8.2	Opmerking over de technische gegevens .....	24
8.3	Opmerking over gezaghebbende versies .....	24
8.4	FLIR C2 .....	25
8.5	FLIR C2 Educational Kit .....	28
8.6	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) .....	31
8.7	FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit .....	35

## 8.1 Online gezichtsveldcalculator

Ga naar <http://support.flir.com> en klik op de foto van de cameraserie voor gezichtsveldtabellen voor alle lens-cameracombinaties.

## 8.2 Opmerking over de technische gegevens

FLIR Systems behoudt zich te allen tijde het recht voor om zonder voorafgaande kennisgeving specificaties te wijzigen. Ga naar <http://support.flir.com> voor de laatste wijzigingen.

## 8.3 Opmerking over gezaghebbende versies

De gezaghebbende versie van deze publicatie is de Engelse versie. In het geval van afwijkingen ten gevolge van vertaalfouten, prevaleert de Engelse tekst.

Eventuele late wijzigingen worden eerst in de Engelse versie geïmplementeerd.



## 8.4 FLIR C2

P/N: 72001-0101

Rev.: 41167

<b>Beelden en optische gegevens</b>	
NETD	100 mK
Gezichtsveld	41° × 31°
Minimale focusafstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrarood: 0,15 m (0,49 ft.)</li> <li>MSX: 1,0 m (3,3 ft.)</li> </ul>
Focale lengte	1,54 mm (0,061 inch)
Ruimtelijke resolutie (IFOV)	11 mrad
F-nummer	1.1
Beeldfrequentie	9 Hz
Focus	Zonder scherpstellen
<b>Detectorgegevens</b>	
Focal Plane Array	Ongekoelde microbolometer
Spectraal bereik	7,5-14 µm
Pixelafstand van detector	17 µm
Grootte van infraroodsensor	80 × 60
<b>Beeldweergave</b>	
Display (kleur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>3,0 inch</li> <li>320 × 240 pixels</li> </ul>
Display, beeldverhouding	4:3
Automatische oriëntatie	Ja
Touchscreen	Ja, capacitief
Beeldcorrectie (kalibratie van uitlijning)	Ja
<b>Beeldweergavemodi</b>	
Infraroodbeeld	Ja
Visueel beeld	Ja
MSX	Ja
Galerij	Ja
<b>Meting</b>	
Objecttemperatuurbereik	-10 °C tot +150 °C (14 to 302 °F)
Nauwkeurigheid	±2 °C (±3,6 °F) of 2%, naar gelang welke waarde groter is, bij 25 °C (77 °F) nominaal.
<b>Meetanalyse</b>	
Spotmeter	Aan/uit
Emissiviteitscorrectie	Ja; mat/halfmat/halfglans + aangepaste waarde
Meetcorrectie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissiviteit</li> <li>Gereflecteerde schijnbare temperatuur</li> </ul>

<b>Instelling</b>	
Kleurenpaletten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IJzer</li> <li>• Regenboog</li> <li>• Regenboog HC</li> <li>• Grijs</li> </ul>
Instellingsopdrachten	Lokale aanpassing van eenheden, taal, datum- en tijdnootatie
Talen	Arabisch, Tsjechisch, Deens, Nederlands, Engels, Fins, Frans, Duits, Grieks, Hongaars, Italiaans, Japans, Koreaans, Noors, Pools, Portugees, Russisch, vereenvoudigd Chinees, Spaans, Zweeds, traditioneel Chinees, Turks.
<b>Lamp</b>	
Uitgangsvermogen	0,85 W
Gezichtsveld	60°
<b>Servicefuncties</b>	
Update van camera software	Gebruik van FLIR Tools
<b>Beeldopslag</b>	
Opslagmedium	Interne geheugencapaciteit van ten minste 500 reeksen beelden
Beeldbestandsindeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standaard JPEG</li> <li>• Inclusief 14-bits meetgegevens</li> </ul>
<b>Videostreaming</b>	
Niet-radiometrische infraroodvideostreaming	Ja
Streaming van visuele video	Ja
<b>Digitale camera</b>	
Digitale camera	640 x 480 pixels
Digitale camera, focus	Vaste focus
<b>Interfaces voor datacommunicatie</b>	
USB, connectortype	USB Micro-B: Gegevensoverdracht van en naar pc
USB, standaard	USB 2.0
<b>Voeding</b>	
Batterijtype	Oplaadbare Li-ion-polymeerbatterij
Batterijspanning	3,7 V
Gebruiksduur batterij	2 uur
Oplaadsysteem	Batterij wordt opgeladen in de camera
Oplaadduur	1,5 uur
Externe voeding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netvoedingsadapter, 90–260 V AC ingangsspanning</li> <li>• 5 V uitgangsspanning naar camera</li> </ul>
Energiebeheer	Automatische uitschakeling
<b>Omgevingspecificaties</b>	
Gebruikstemperatuurbereik	–10 °C tot +50 °C (14 to 122 °F)
Opslagtemperatuurbereik	–40 °C tot +70 °C (–40 to 158 °F)
Luchtvochtigheid (gebruik en opslag)	IEC 60068-2-30/24 h 95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) / 2 cycli

<b>Omgevingspecificaties</b>	
Relatieve vochtigheid	95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) niet-condenserend
EMC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEEA 2012/19/EG</li> <li>• RoHs 2011/65/EG</li> <li>• C-Tick</li> <li>• EN 61000-6-3</li> <li>• EN 61000-6-2</li> <li>• FCC 47 CFR deel 15 klasse B</li> </ul>
Magnetische velden	EN 61000-4-8
Regelgeving voor batterijen	UL 1642
Behuizing	Camerahuis met lens: IP 40 (IEC 60529)
Schokbestendigheid	25 g (IEC 60068-2-27)
Trillingsbestendigheid	2 g (IEC 60068-2-6)
<b>Afmetingen en gewichten</b>	
Gewicht (incl. batterij)	0,13 kg (0,29 lb.)
Grootte (L x B x H)	125 x 80 x 24 mm (4,9 x 3,1 x 0,94 inch)
Statiefaansluiting	Nee
Materiaal van behuizing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC en ABS, gedeeltelijk bedekt met TPE</li> <li>• Aluminium</li> </ul>
Kleur	Zwart en grijs
<b>Verzendgegevens</b>	
Verpakking, type	Kartonnen doos
Inhoud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraroodcamera</li> <li>• Draagriem</li> <li>• Voeding/oplader met stekkers voor EU, VK, VS, CN en Australië</li> <li>• Gedrukte documentatie</li> <li>• USB-kabel</li> </ul>
Verpakking, gewicht	0,53 kg (1,17 lb.)
Verpakking, grootte	175 x 115 x 75 mm (6,9 x 4,5 x 3,0 inch)
EAN-13	4743254001961
UPC-12	845188010614
Land van herkomst	Estland


**Toebehoren en accessoires:**

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

## 8.5 FLIR C2 Educational Kit

P/N: 72002-0202

Rev.: 41167

 <b>OPM.</b>	
Alleen educatieve instellingen komen in aanmerking voor aanschaf van dit product.	
<b>Beelden en optische gegevens</b>	
NETD	100 mK
Gezichtsveld	41° × 31°
Minimale focusafstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrarood: 0,15 m (0,49 ft.)</li> <li>• MSX: 1,0 m (3,3 ft.)</li> </ul>
Focale lengte	1,54 mm (0,061 inch)
Ruimtelijke resolutie (IFOV)	11 mrad
F-nummer	1.1
Beeldfrequentie	9 Hz
Focus	Zonder scherpstellen
<b>Detectorgegevens</b>	
Focal Plane Array	Ongekoelde microbolometer
Spectraal bereik	7,5-14 µm
Pixelafstand van detector	17 µm
Grootte van infraroodsensor	80 × 60
<b>Beeldweergave</b>	
Display (kleur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,0 inch</li> <li>• 320 × 240 pixels</li> </ul>
Display, beeldverhouding	4:3
Automatische oriëntatie	Ja
Touchscreen	Ja, capacitief
Beeldcorrectie (kalibratie van uitlijning)	Ja
<b>Beeldweergavemodi</b>	
Infraroodbeeld	Ja
Visueel beeld	Ja
MSX	Ja
Galerij	Ja
<b>Meting</b>	
Objecttemperatuurbereik	-10 °C tot +150 °C (14 to 302 °F)
Nauwkeurigheid	±2 °C (±3,6 °F) of 2%, naar gelang welke waarde groter is, bij 25 °C (77 °F) nominaal.
<b>Meetanalyse</b>	
Spotmeter	Aan/uit
Emissiviteitscorrectie	Ja; mat/halfmat/halfglans + aangepaste waarde
Meetcorrectie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissiviteit</li> <li>• Gereflecteerde schijnbare temperatuur</li> </ul>

<b>Instelling</b>	
Kleurenpaletten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IJzer</li> <li>• Regenboog</li> <li>• Regenboog HC</li> <li>• Grijs</li> </ul>
Instellingsopdrachten	Lokale aanpassing van eenheden, taal, datum- en tijdnnotatie
Talen	Arabisch, Tsjechisch, Deens, Nederlands, Engels, Fins, Frans, Duits, Grieks, Hongaars, Italiaans, Japans, Koreaans, Noors, Pools, Portugees, Russisch, vereenvoudigd Chinees, Spaans, Zweeds, traditioneel Chinees, Turks.
<b>Lamp</b>	
Uitgangsvermogen	0,85 W
Gezichtsveld	60°
<b>Servicefuncties</b>	
Update van camera'software	Gebruik van FLIR Tools
<b>Beeldopslag</b>	
Opslagmedium	Interne geheugencapaciteit van ten minste 500 reeksen beelden
Beeldbestandsindeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standaard JPEG</li> <li>• Inclusief 14-bits meetgegevens</li> </ul>
<b>Videostreaming</b>	
Niet-radiometrische infraroodvideostreaming	Ja
Streaming van visuele video	Ja
<b>Digitale camera</b>	
Digitale camera	640 × 480 pixels
Digitale camera, focus	Vaste focus
<b>Interfaces voor datacommunicatie</b>	
USB, connectortype	USB Micro-B: Gegevensoverdracht van en naar pc
USB, standaard	USB 2.0
<b>Voeding</b>	
Batterijtype	Oplaadbare Li-ion-polymeerbatterij
Batterijspanning	3,7 V
Gebruiksduur batterij	2 uur
Oplaadsysteem	Batterij wordt opgeladen in de camera
Oplaadduur	1,5 uur
Externe voeding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netvoedingsadapter, 90–260 V AC ingangsspanning</li> <li>• 5 V uitgangsspanning naar camera</li> </ul>
Energiebeheer	Automatische uitschakeling
<b>Omgevingspecificaties</b>	
Gebruikstemperatuurbereik	–10 °C tot +50 °C (14 to 122 °F)
Opslagtemperatuurbereik	–40 °C tot +70 °C (–40 to 158 °F)
Luchtvochtigheid (gebruik en opslag)	IEC 60068-2-30/24 h 95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) / 2 cycli

Omgevingspecificaties	
Relatieve vochtigheid	95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) niet-condenserend
EMC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEEA 2012/19/EG</li> <li>• RoHS 2011/65/EG</li> <li>• C-Tick</li> <li>• EN 61000-6-3</li> <li>• EN 61000-6-2</li> <li>• FCC 47 CFR deel 15 klasse B</li> </ul>
Magnetische velden	EN 61000-4-8
Regelgeving voor batterijen	UL 1642
Behuizing	Camerahuis met lens: IP 40 (IEC 60529)
Schokbestendigheid	25 g (IEC 60068-2-27)
Trillingsbestendigheid	2 g (IEC 60068-2-6)
Afmetingen en gewichten	
Gewicht (incl. batterij)	0,13 kg (0,29 lb.)
Grootte (L x B x H)	125 x 80 x 24 mm (4,9 x 3,1 x 0,94 inch)
Statiefaansluiting	Ja
Materiaal van behuizing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC en ABS, gedeeltelijk bedekt met TPE</li> <li>• Aluminium</li> </ul>
Kleur	Zwart en grijs
Verzendgegevens	
Verpakking, type	Kartonnen doos
Inhoud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraroodcamera</li> <li>• Draagriem</li> <li>• Voeding/oplader met stekkers voor EU, VK, VS, CN en Australië</li> <li>• Gedrukte documentatie</li> <li>• Bevestiging voor statief</li> <li>• FLIR C2-kaart voor educatiekit met download-koppelingen voor FLIR Tools+, FLIR ResearchIR Standard (incl. licentiecode op papier) en educatiehulpmiddelen.</li> <li>• USB-kabel</li> </ul>
Verpakking, gewicht	0,53 kg (1,17 lb.)
Verpakking, grootte	175 x 115 x 75 mm (6,9 x 4,5 x 3,0 inch)
EAN-13	4743254002067
UPC-12	845188011376
Land van herkomst	Estland

**Toebehoren en accessoires:**

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199012; FLIR ResearchIR Standard 4 (printed license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

## 8.6 FLIR C3 (incl. Wi-Fi)

P/N: 72003-0303

Rev.: 41167

<b>Beelden en optische gegevens</b>	
NETD	100 mK
Gezichtsveld	41° × 31°
Minimale focusafstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrarood: 0,15 m (0,49 ft.)</li> <li>MSX: 1,0 m (3,3 ft.)</li> </ul>
Focale lengte	1,54 mm (0,061 inch)
Ruimtelijke resolutie (IFOV)	11 mrad
F-nummer	1.1
Beeldfrequentie	9 Hz
Focus	Zonder scherpstellen
<b>Detectorgegevens</b>	
Focal Plane Array	Ongekoelde microbolometer
Spectraal bereik	7,5-14 µm
Pixelafstand van detector	17 µm
Grootte van infraroodsensor	80 × 60
<b>Beeldweergave</b>	
Display (kleur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>3,0 inch</li> <li>320 × 240 pixels</li> </ul>
Display, beeldverhouding	4:3
Automatische oriëntatie	Ja
Touchscreen	Ja, capacitief
Beeldcorrectie (kalibratie van uitlijning)	Ja
<b>Beeldweergavemodi</b>	
Infraroodbeeld	Ja
Visueel beeld	Ja
MSX	Ja
Galerij	Ja
Beeld-in-beeld	Infraroodgebied op visueel beeld
<b>Meting</b>	
Objecttemperatuurbereik	-10 °C tot +150 °C (14 to 302 °F)
Nauwkeurigheid	±2 °C (±3,6 °F) of 2%, naar gelang welke waarde groter is, bij 25 °C (77 °F) nominaal.
<b>Meetanalyse</b>	
Spotmeter	Aan/uit
Gebied	Kader met max./min.
Emissiviteitscorrectie	Ja; mat/halfmat/halfglans + aangepaste waarde
Meetcorrectie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissiviteit</li> <li>Gereflecteerde schijnbare temperatuur</li> </ul>

<b>Instelling</b>	
Kleurenpaletten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IJzer</li> <li>• Regenboog</li> <li>• Regenboog HC</li> <li>• Grijs</li> </ul>
Instellingsopdrachten	Lokale aanpassing van eenheden, taal, datum- en tijdnnotatie
Talen	Arabisch, Tsjechisch, Deens, Nederlands, Engels, Fins, Frans, Duits, Grieks, Hongaars, Italiaans, Japans, Koreaans, Noors, Pools, Portugees, Russisch, vereenvoudigd Chinees, Spaans, Zweeds, traditioneel Chinees, Turks.
<b>Lamp</b>	
Uitgangsvermogen	0,85 W
Gezichtsveld	60°
<b>Servicefuncties</b>	
Update van camera'software	Gebruik van FLIR Tools
<b>Beeldopslag</b>	
Opslagmedium	Interne geheugencapaciteit van ten minste 500 reeksen beelden
Beeldbestandsindeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standaard JPEG</li> <li>• Inclusief 14-bits meetgegevens</li> </ul>
<b>Videostreaming</b>	
Niet-radiometrische infraroodvideostreaming	Ja
Streaming van visuele video	Ja
<b>Digitale camera</b>	
Digitale camera	640 x 480 pixels
Digitale camera, focus	Vaste focus
<b>Interfaces voor datacommunicatie</b>	
Wi-Fi	Peer-to-peer (ad hoc) of Infrastructure (netwerk)
USB, connectortype	USB Micro-B: Gegevensoverdracht van en naar pc
USB, standaard	USB 2.0
<b>Radio</b>	
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standaard: 802.11 b/g/n</li> <li>• Frequentiebereik: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 2400-2480 MHz</li> <li>◦ 5150-5260 MHz</li> </ul> </li> <li>• Max. uitgangsvermogen: 15 dBm</li> </ul>
<b>Voeding</b>	
Batterijtype	Oplaadbare Li-ion-polymeerbatterij
Batterijspanning	3,7 V
Gebruiksduur batterij	2 uur
Oplaadsysteem	Batterij wordt opgeladen in de camera
Oplaadduur	1,5 uur



<b>Voeding</b>	
Externe voeding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netvoedingsadapter, 90–260 V AC ingangsspanning</li> <li>• 5 V uitgangsspanning naar camera</li> </ul>
Energiebeheer	Automatische uitschakeling
<b>Omgevingspecificaties</b>	
Gebruikstemperatuurbereik	–10 °C tot +50 °C (14 to 122 °F)
Opslagtemperatuurbereik	–40 °C tot +70 °C (–40 to 158 °F)
Luchtvochtigheid (gebruik en opslag)	IEC 60068-2-30/24 h 95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) / 2 cycli
Relatieve vochtigheid	95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) niet-condenserend
EMC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEEA 2012/19/EG</li> <li>• RoHs 2011/65/EG</li> <li>• C-Tick</li> <li>• EN 61000-6-3</li> <li>• EN 61000-6-2</li> <li>• FCC 47 CFR deel 15 klasse B</li> </ul>
Radiospectrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETSI EN 300 328</li> <li>• FCC 47 CSR deel 15</li> <li>• RSS-247 uitgave 1</li> </ul>
Magnetische velden	EN 61000-4-8
Regelgeving voor batterijen	UL 1642
Behuizing	Camerahuis met lens: IP 40 (IEC 60529)
Schokbestendigheid	25 g (IEC 60068-2-27)
Trillingsbestendigheid	2 g (IEC 60068-2-6)
Valbestendigheid	2 m (6,6 ft.)
<b>Afmetingen en gewichten</b>	
Gewicht (incl. batterij)	0,13 kg (0,29 lb.)
Grootte (L × B × H)	125 × 80 × 24 mm (4,9 × 3,1 × 0,94 inch)
Statiefaansluiting	Nee
Materiaal van behuizing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC en ABS, gedeeltelijk bedekt met TPE</li> <li>• Aluminium</li> </ul>
Kleur	Zwart en grijs
<b>Verzendgegevens</b>	
Verpakking, type	Kartonnen doos
Inhoud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevestiging voor statief</li> <li>• Draagriem</li> <li>• Gedrukte documentatie</li> <li>• Infraroodcamera</li> <li>• Tas</li> <li>• USB-kabel</li> <li>• Voeding/oplader met stekkers voor EU, VK, VS, CN en Australië</li> </ul>
Verpakking, gewicht	TBD
Verpakking, grootte	175 × 110 × 105 mm (6,9 × 4,3 × 4,1 inch)
EAN-13	4743254002845
UPC-12	845188014094
Land van herkomst	Estland


**Toebehoren en accessoires:**

- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

## 8.7 FLIR C3 (incl. Wi-Fi) Educational Kit

P/N: 72003-0404

Rev.: 41167

 <b>OPM.</b>	
Alleen educatieve instellingen komen in aanmerking voor aanschaf van dit product.	
<b>Beelden en optische gegevens</b>	
NETD	100 mK
Gezichtsveld	41° × 31°
Minimale focusafstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrarood: 0,15 m (0,49 ft.)</li> <li>• MSX: 1,0 m (3,3 ft.)</li> </ul>
Focale lengte	1,54 mm (0,061 inch)
Ruimtelijke resolutie (IFOV)	11 mrad
F-nummer	1,1
Beeldfrequentie	9 Hz
Focus	Zonder scherpstellen
<b>Detectorgegevens</b>	
Focal Plane Array	Ongekoelde microbolometer
Spectraal bereik	7,5-14 µm
Pixelafstand van detector	17 µm
Grootte van infraroodsensor	80 × 60
<b>Beeldweergave</b>	
Display (kleur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,0 inch</li> <li>• 320 × 240 pixels</li> </ul>
Display, beeldverhouding	4:3
Automatische oriëntatie	Ja
Touchscreen	Ja, capacitief
Beeldcorrectie (kalibratie van uitlijning)	Ja
<b>Beeldweergavemodi</b>	
Infraroodbeeld	Ja
Visueel beeld	Ja
MSX	Ja
Galerij	Ja
Beeld-in-beeld	Infraroodgebied op visueel beeld
<b>Meting</b>	
Objecttemperatuurbereik	-10 °C tot +150 °C (14 to 302 °F)
Nauwkeurigheid	±2 °C (±3,6 °F) of 2%, naar gelang welke waarde groter is, bij 25 °C (77 °F) nominaal.
<b>Meetanalyse</b>	
Spotmeter	Aan/uit
Gebied	Kader met max./min.

<b>Meetanalyse</b>	
Emissiviteitscorrectie	Ja; mat/halfmat/halfglans + aangepaste waarde
Meetcorrectie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissiviteit</li> <li>Gereflecteerde schijnbare temperatuur</li> </ul>
<b>Instelling</b>	
Kleurenpaletten	<ul style="list-style-type: none"> <li>IJzer</li> <li>Regenboog</li> <li>Regenboog HC</li> <li>Grijs</li> </ul>
Instellingsopdrachten	Lokale aanpassing van eenheden, taal, datum- en tijdnootatie
Talen	Arabisch, Tsjechisch, Deens, Nederlands, Engels, Fins, Frans, Duits, Grieks, Hongaars, Italiaans, Japans, Koreaans, Noors, Pools, Portugees, Russisch, vereenvoudigd Chinees, Spaans, Zweeds, traditioneel Chinees, Turks.
<b>Lamp</b>	
Uitgangsvermogen	0,85 W
Gezichtsveld	60°
<b>Servicefuncties</b>	
Update van camera software	Gebruik van FLIR Tools
<b>Beeldopslag</b>	
Opslagmedium	Interne geheugencapaciteit van ten minste 500 reeksen beelden
Beeldbestandsindeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standaard JPEG</li> <li>Inclusief 14-bits meetgegevens</li> </ul>
<b>Videostreaming</b>	
Niet-radiometrische infraroodvideostreaming	Ja
Streaming van visuele video	Ja
<b>Digitale camera</b>	
Digitale camera	640 x 480 pixels
Digitale camera, focus	Vaste focus
<b>Interfaces voor datacommunicatie</b>	
Wi-Fi	Peer-to-peer (ad hoc) of Infrastructure (netwerk)
USB, connectortype	USB Micro-B: Gegevensoverdracht van en naar pc
USB, standaard	USB 2.0
<b>Radio</b>	
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standaard: 802.11 b/g/n</li> <li>Frequentiebereik: <ul style="list-style-type: none"> <li>2400-2480 MHz</li> <li>5150-5260 MHz</li> </ul> </li> <li>Max. uitgangsvermogen: 15 dBm</li> </ul>
<b>Voeding</b>	
Batterijtype	Oplaadbare Li-ion-polymeerbatterij
Batterijspanning	3,7 V

<b>Voeding</b>	
Gebruiksduur batterij	2 uur
Oplaadsysteem	Batterij wordt opgeladen in de camera
Oplaadduur	1,5 uur
Externe voeding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netvoedingsadapter, 90–260 V AC ingangsspanning</li> <li>• 5 V uitgangsspanning naar camera</li> </ul>
Energiebeheer	Automatische uitschakeling
<b>Omgevingspecificaties</b>	
Gebruikstemperatuurbereik	–10 °C tot +50 °C (14 to 122 °F)
Opslagtemperatuurbereik	–40 °C tot +70 °C (–40 to 158 °F)
Luchtvochtigheid (gebruik en opslag)	IEC 60068-2-30/24 h 95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) / 2 cycli
Relatieve vochtigheid	95% relatieve vochtigheid +25 °C tot +40 °C (+77 °F tot +104 °F) niet-condenserend
EMC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEEA 2012/19/EG</li> <li>• RoHs 2011/65/EG</li> <li>• C-Tick</li> <li>• EN 61000-6-3</li> <li>• EN 61000-6-2</li> <li>• FCC 47 CFR deel 15 klasse B</li> </ul>
Radiospectrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETSI EN 300 328</li> <li>• FCC 47 CSR deel 15</li> <li>• RSS-247 uitgave 1</li> </ul>
Magnetische velden	EN 61000-4-8
Regelgeving voor batterijen	UL 1642
Behuizing	Camerahuis met lens: IP 40 (IEC 60529)
Schokbestendigheid	25 g (IEC 60068-2-27)
Trillingsbestendigheid	2 g (IEC 60068-2-6)
Valbestendigheid	2 m (6,6 ft.)
<b>Afmetingen en gewichten</b>	
Gewicht (incl. batterij)	0,13 kg (0,29 lb.)
Grootte (L × B × H)	125 × 80 × 24 mm (4,9 × 3,1 × 0,94 inch)
Statiefaansluiting	Nee
Materiaal van behuizing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC en ABS, gedeeltelijk bedekt met TPE</li> <li>• Aluminium</li> </ul>
Kleur	Zwart en grijs
<b>Verzendgegevens</b>	
Verpakking, type	Kartonnen doos
Inhoud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevestiging voor statief</li> <li>• Draagriem</li> <li>• FLIR C3-kaart voor educatiekit met download-koppelingen voor FLIR Tools+, FLIR ResearchIR Standard (incl. licentiecode op papier) en educatiehulpmiddelen.</li> <li>• Gedrukte documentatie</li> <li>• Infraroodcamera</li> <li>• Tas</li> <li>• USB-kabel</li> <li>• Voeding/oplader met stekkers voor EU, VK, VS, CN en Australië</li> </ul>

---

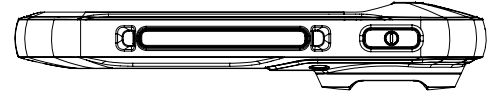
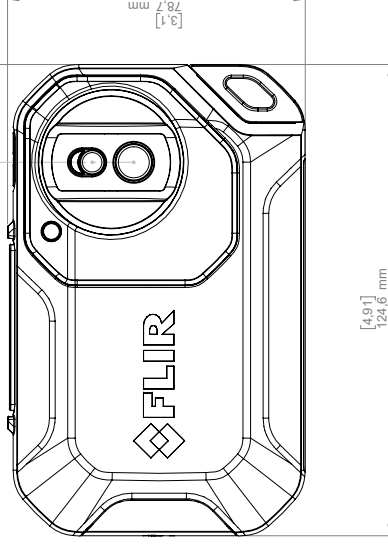
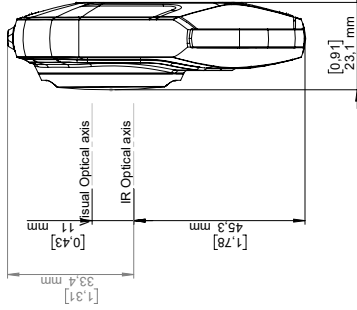
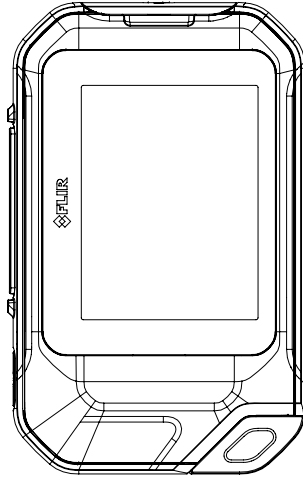
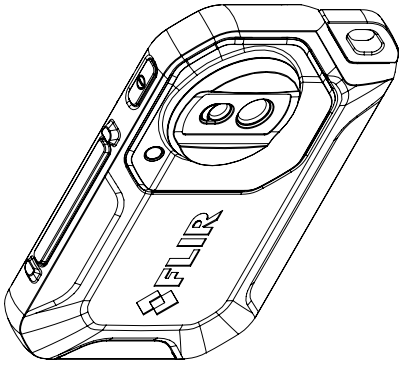
Verzendgegevens	
Verpakking, gewicht	TBD
Verpakking, grootte	175 × 110 × 105 mm (6,9 × 4,3 × 4,1 inch)
EAN-13	4743254002852
UPC-12	845188014100
Land van herkomst	Estland

**Toebehoren en accessoires:**

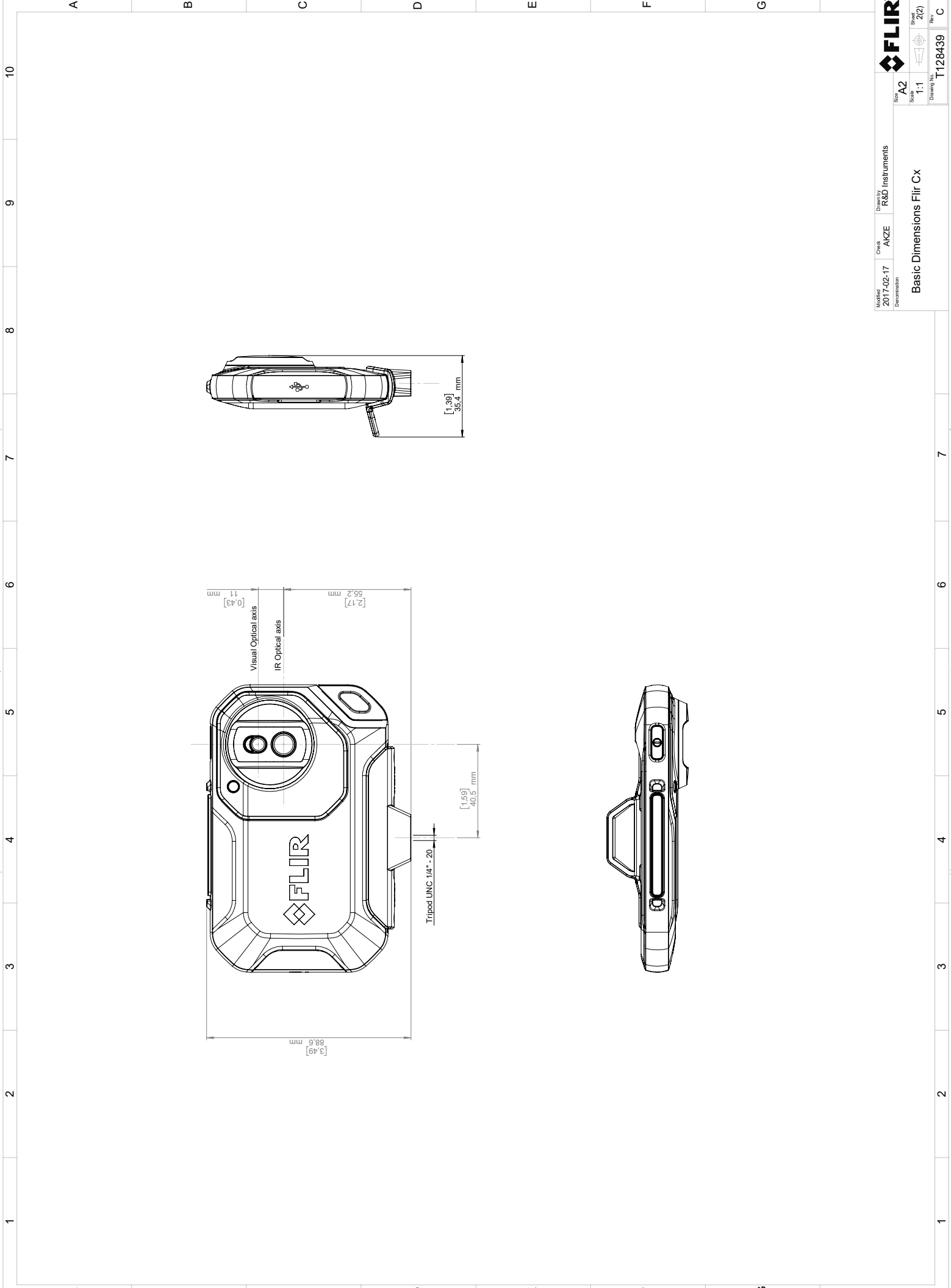
- T198532; Car charger
- T198534; Power supply USB-micro
- T198533; USB cable Std A <-> Micro B
- T199564; Tripod adapter
- T198584; FLIR Tools
- T198583; FLIR Tools+ (download card incl. license key)
- T199233; FLIR Atlas SDK for .NET
- T199234; FLIR Atlas SDK for MATLAB

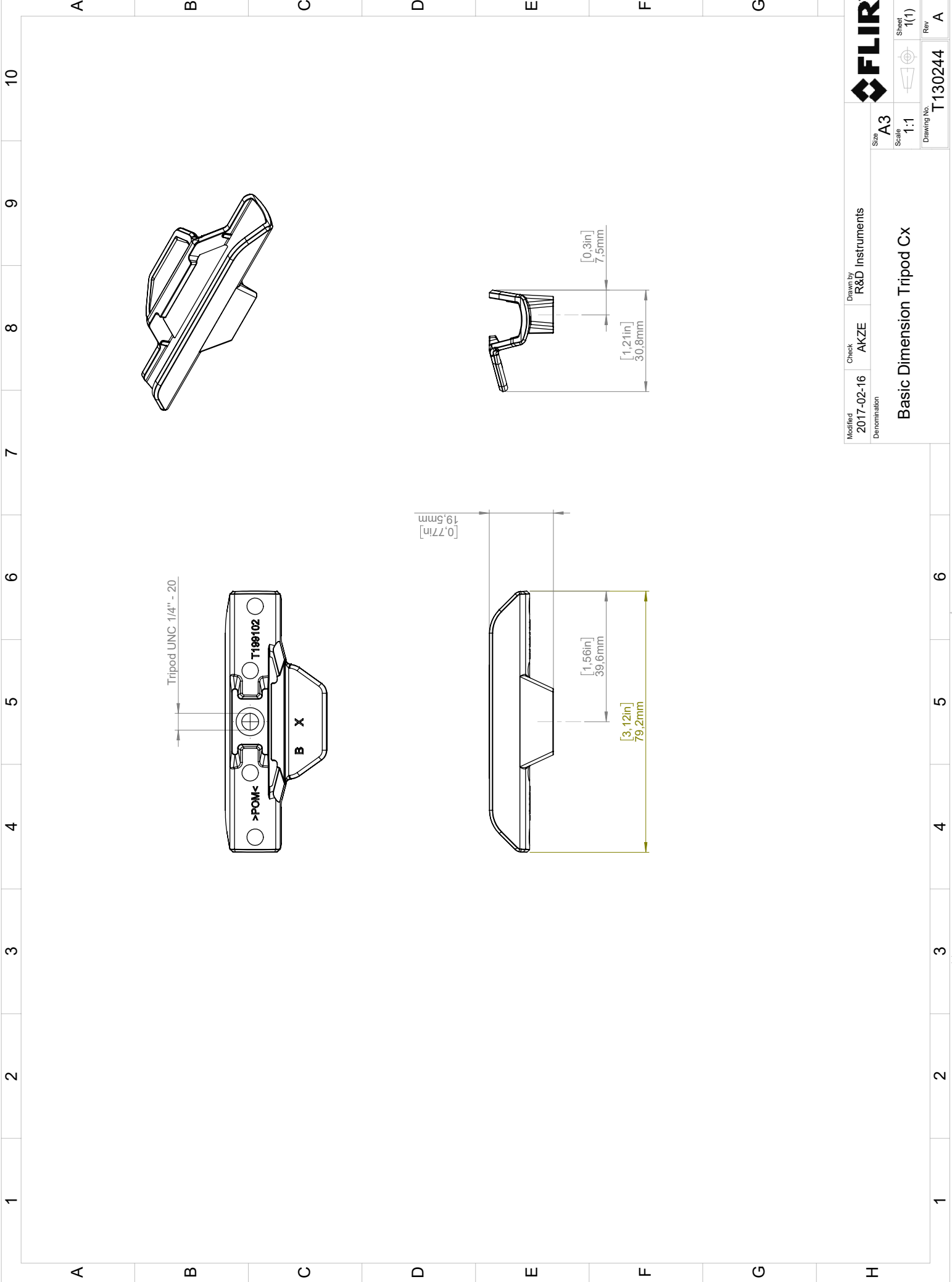
[Zie volgende pagina]

Camera with build-in IR lens f=1,54mm









Modified	Check	Drawn by	FLIR
2017-02-16	AKZE	R&D Instruments	
Denomination			
Basic Dimension Tripod Cx			Sheet
			1(1)
Size	Scale	Drawing No.	Rev
A3	1:1	T130244	A

# EG-verklaring van overeenstemming

---

[Zie volgende pagina]



The World's Sixth Sense™

March 03, 2017 Täby, Sweden

AQ320226

### CE Declaration of Conformity – EU Declaration of Conformity

Product: FLIR CX -series

Name and address of the manufacturer:

FLIR Systems AB

PO Box 7376

SE-187 15 Täby, Sweden

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

The object of the declaration: FLIR CX -series.

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation legislation:

#### Directives:

Directive	2014/30/EU	Electromagnetic Compatibility
Directive	2012/19/EU	Waste electrical and electric equipment
Directive:	2011/65/EU	RoHS
Directive	1999/5/EC	Radio and Telecommunications Terminal Equipment

#### Standards:

Emission:	EN 61000-6-3:2007	Electromagnetic compatibility Emission
	EN 55022:2010/AC:2011	Information Tech Equipment Radio disturbance characteristics
Immunity:	EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility Immunity
	EN 55024:2010	Information Tech Equipment Immunity characteristics
Restricted substances (RoHS):	EN 50581:2012	Technical documentation
Radio:	ETSI EN 300 328	Harmonized EN covering essential requirements of the R&TTE Directive
	ETSI EN 301 893	

**FLIR Systems AB**  
Quality Assurance

Lea Dabiri  
Quality Manager

## 11.1 Camerahuis, kabels en andere onderdelen

### 11.1.1 Vloeistoffen

Gebruik een van de volgende vloeistoffen:

- Warm water
- Een mild reinigingsmiddel

### 11.1.2 Materiaal

Een zachte doek

### 11.1.3 Procedure

Volg deze procedure:

1. Doop de doek in de vloeistof.
2. Wring de doek uit om de overtollige vloeistof te verwijderen.
3. Reinig het onderdeel met de doek.



#### VOORZICHTIG

Breng geen oplosmiddelen of gelijksoortige vloeistoffen aan op de camera, kabels of andere onderdelen. Hierdoor kan schade ontstaan.

## 11.2 Infraroodlens

### 11.2.1 Vloeistoffen

Gebruik een van de volgende vloeistoffen:

- Een commerciële lensreinigingsvloeistof met meer dan 30% isoprpyol-alcohol.
- 96% ethylethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH).

### 11.2.2 Materiaal

Watje



#### VOORZICHTIG

Als u een lensreinigingsdoekje gebruikt, moet dit droog zijn. Gebruik geen lensreinigingsdoekje met de vloeistoffen die in sectie 11.2.1 hierboven staan vermeld. Deze vloeistoffen kunnen ertoe leiden dat materiaal van het lensreinigingsdoekje losraakt. Dit materiaal kan een ongewenst effect hebben op het lensoppervlak.

### 11.2.3 Procedure

Volg deze procedure:

1. Doop het watje in de vloeistof.
2. Knijp het watje uit om de overtollige vloeistof te verwijderen.
3. Reinig de lens maar één keer en gooi het watje weg.



#### WAARSCHUWING

Zorg ervoor dat u alle geldende veiligheidsinformatie (MSDS, Material Safety Data Sheets) en waarschuwingen hebt gelezen voordat u een vloeistof gebruikt: de vloeistoffen kunnen gevaarlijk zijn.

**VOORZICHTIG**

- Wees voorzichtig bij het reinigen van de infraroodlens. De lens heeft een kwetsbare antireflectiecoating.
- Pas niet te veel kracht toe tijdens het reinigen van de infraroodlens. Hierdoor kan de antireflectiecoating beschadigd raken.

---

## 12.1 Vocht- en waterschade

### 12.1.1 Algemeen

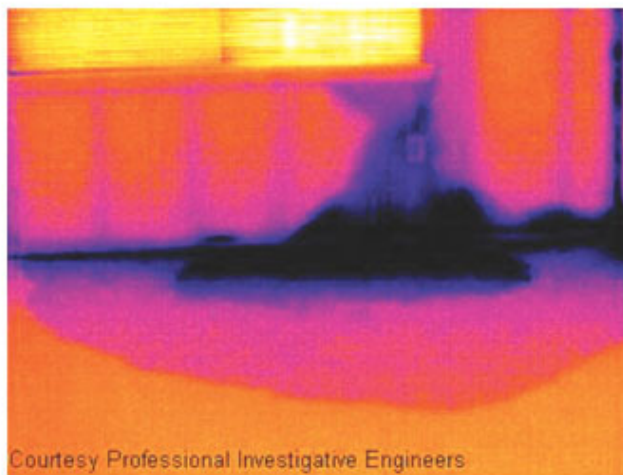
Vocht- en waterschade in een huis zijn vaak te detecteren met behulp van een infrarood-camera. Dit komt doordat het beschadigde gebied enerzijds andere warmtegeleidende eigenschappen heeft dan het omringende materiaal en anderzijds een andere thermische capaciteit voor de opslag van warmte.

Er zijn veel factoren die een rol spelen bij de manier waarop vocht- of waterschade in een infraroodbeeld wordt weergegeven.

De opwarming en afkoeling van deze delen vindt bijvoorbeeld met verschillende snelheden plaats, afhankelijk van het materiaal en de tijd van de dag. Daarom is het van belang om ook andere methodes te gebruiken om te controleren op vocht- of waterschade.

### 12.1.2 Figuur

In het onderstaande beeld ziet u aanzienlijke waterschade in een buitenmuur, waarbij het water door een onjuist geplaatste lekdorpel bij een raam de buitenste bekleding is binnengedrongen.



## 12.2 Slecht contact in contactdoos

### 12.2.1 Algemeen

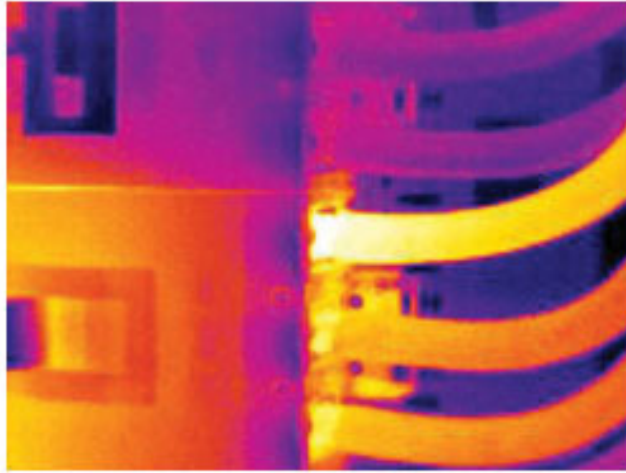
Afhankelijk van het type aansluiting van een contactdoos kan een onjuist aangesloten draad tot een plaatselijke temperatuurstijging leiden. Deze temperatuurstijging wordt veroorzaakt door het kleinere contactoppervlak tussen het aansluitpunt van de ingaande draad en de contactdoos en kan tot een elektrische brand leiden.

De constructie van contactdozen kan van fabrikant tot fabrikant aanzienlijk verschillen. Hierdoor kunnen verschillende defecten in een contactdoos er op een infraroodbeeld hetzelfde uitzien.

Lokale temperatuurstijgingen kunnen ook worden veroorzaakt door slecht contact tussen draad en contactdoos of door verschillende belastingen.

### 12.2.2 Figuur

Op het beeld ziet u een aansluiting van een kabel op een contactdoos waarbij een slecht contact in de aansluiting heeft geleid tot een lokale temperatuurstijging.



## 12.3 Geoxideerde contactdoos

### 12.3.1 Algemeen

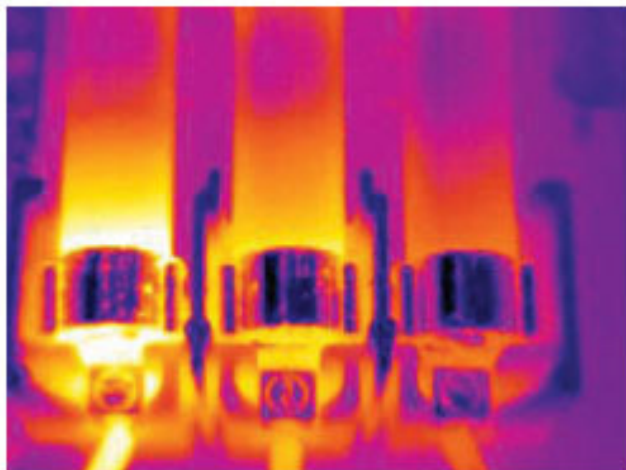
Afhankelijk van het type contactdoos en de omgeving waarin deze is geplaatst, kan er oxidevorming plaatsvinden op de contactvlakken van de contactdoos. Deze oxiden kunnen tot lokaal verhoogde weerstanden leiden als de contactdoos belast wordt. Op een infraroodbeeld is dit zichtbaar als een lokale temperatuurstijging.

De constructie van contactdozen kan van fabrikant tot fabrikant aanzienlijk verschillen. Hierdoor kunnen verschillende defecten in een contactdoos er op een infraroodbeeld hetzelfde uitzien.

Lokale temperatuurstijgingen kunnen ook worden veroorzaakt door slecht contact tussen draad en contactdoos of door verschillende belastingen.

### 12.3.2 Figuur

Het beeld laat een reeks zekeringen zien waarbij één zekering een verhoogde temperatuur heeft op de contactvlakken tegen de zekeringhouder. Vanwege het blanke metaal van de zekeringhouder is de temperatuurstijging daar niet zichtbaar, maar wel op het keramische materiaal van de zekering.





---

## 12.4 Isolatiefouten

### 12.4.1 Algemeen

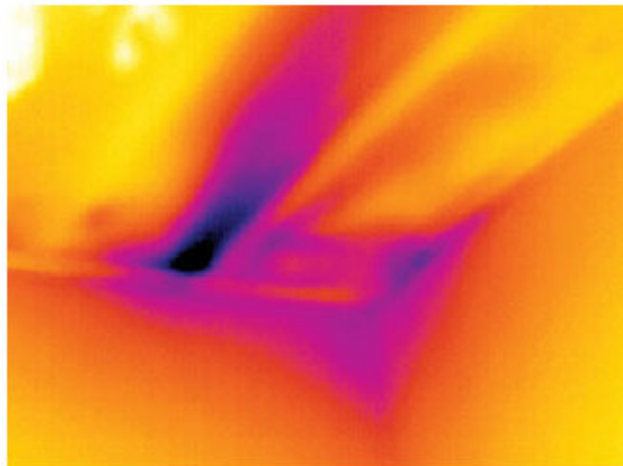
Isolatiefouten kunnen ertoe leiden dat isolatie in de loop van de tijd volume kwijtraakt en daardoor de holle ruimte in een buitenmuur niet meer volledig vult.

Met een infraroodcamera kunt u deze isolatiefouten zien, doordat ze andere warmtegeleidende eigenschappen hebben dan delen met correct aangebrachte isolatie en/of het gebied laten zien waar er lucht binnendringt in het geraamte van het gebouw.

Bij inspectie van een gebouw moet het temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenkant minimaal 10 °C zijn. Stijlen, waterleidingen, betonnen pilaren e.d. kunnen er op een infraroodbeeld hetzelfde uitzien als isolatiefouten. Van nature zijn ook kleine verschillen mogelijk.

### 12.4.2 Figuur

In het onderstaande beeld ontbreekt er isolatie in de dakconstructie. Door het ontbreken van isolatie is er lucht in de dakconstructie binnengedrongen, die er op het infraroodbeeld zodoende anders uitziet.



## 12.5 Tocht

### 12.5.1 Algemeen

Tocht komt voor onder plinten, rond deur- en raamkozijnen en boven plafondlijsten. Dit type tocht is vaak te zien met een infraroodcamera doordat een koelere luchtstroom het omringende oppervlak afkoelt.

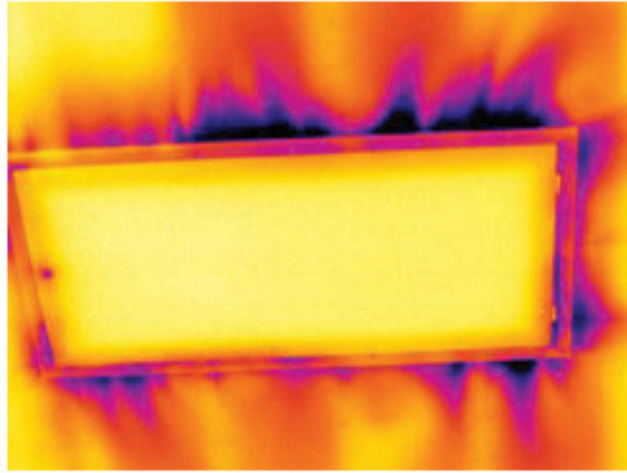
Als u op zoek gaat naar tocht in een huis, moet de druk in het huis onder de atmosferische druk liggen. Sluit alle deuren, ramen en ventilatiekanalen en laat de afzuigkap een tijdje lopen voordat u de infraroodbeelden maakt.

Een infraroodbeeld van tocht laat vaak een typisch stromingspatroon zien. In het onderstaande beeld is dit stromingspatroon duidelijk zichtbaar.

Onthoud ook dat tocht verborgen kan blijven door de warmte van vloerverwarming.

### 12.5.2 Figuur

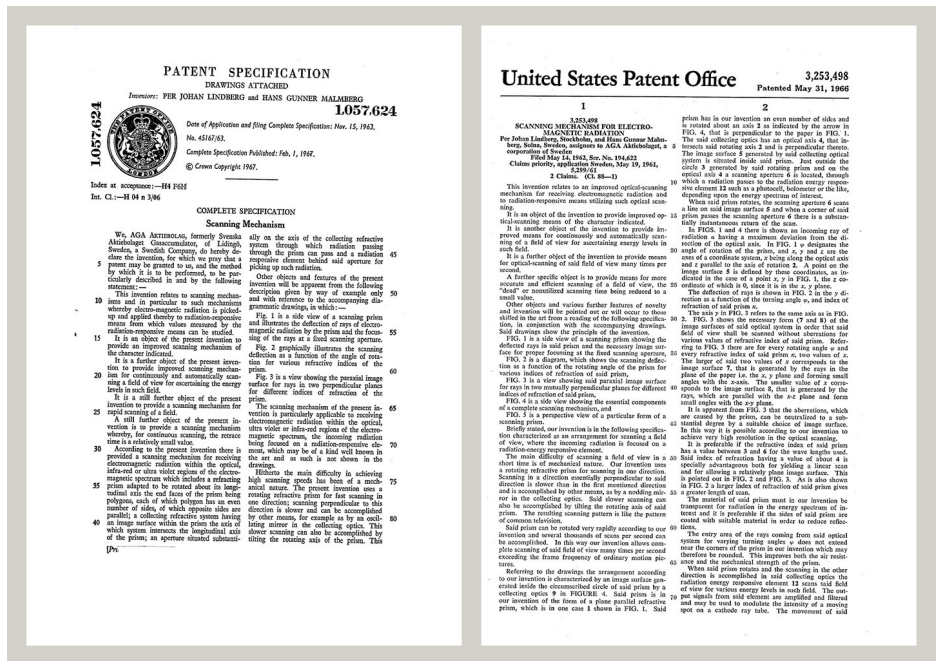
In het onderstaande beeld ziet u een plafondluik waar een onjuiste installatie tot een sterke tochtstroom heeft geleid.



FLIR Systems werd in 1978 opgericht om een pioniersrol te gaan vervullen in de ontwikkeling van geavanceerde infraroodbeeldsystemen en is wereldmarktleider op het gebied van ontwerp, fabricage en marketing van warmtebeeldsystemen voor uiteenlopende toepassingen in de sectoren handel, industrie en overheid. Tegenwoordig draagt FLIR Systems de geschiedenis in zich van vijf grote bedrijven die sinds 1958 uitzonderlijke prestaties hebben geleverd op het gebied van infraroodtechnologie; het Zweedse AGE-MA Infrared Systems (voorheen AGA Infrared Systems), de drie Amerikaanse bedrijven Indigo Systems, FSI en Inframetrics en het Franse bedrijf Cedip.

Sinds 2007 heeft FLIR Systems diverse bedrijven met wereldwijd toonaangevende expertise op het gebied van sensortechnologieën overgenomen:

- Exttech Instruments (2007)
- Ifara Tecnologías (2008)
- Salvador Imaging (2009)
- OmniTech Partners (2009)
- Directed Perception (2009)
- Raymarine (2010)
- ICx Technologies (2010)
- TackTick Marine Digital Instruments (2011)
- Aerius Photonics (2011)
- Lorex Technology (2012)
- Traficon (2012)
- MARSS (2013)
- DigitalOptics divisie micro-optiek (2013)
- DVTEL (2015)
- Point Grey Research (2016)
- Prox Dynamics (2016)



Figuur 13.1 Patent documenten van begin jaren zestig

FLIR Systems beschikt over drie productiefabrieken in de Verenigde Staten (Portland, OR, Boston, MA, Santa Barbara, CA) en een in Zweden (Stockholm). Sinds 2007 staat er tevens een productiefabriek in Tallinn, Estland. Directe verkoopkantoren in België, Brazilië, China, Frankrijk, Duitsland, Groot-Brittannië, Hongkong, Italië, Japan, Korea, Zweden en de VS ondersteunen, in combinatie met een wereldwijd netwerk van vertegenwoordigers en distributeurs, onze internationale klantenkring.

FLIR Systems is een pionier op het gebied van innovatie binnen de infraroodcamera-industrie. Wij lopen vooruit op de markt door constant onze bestaande camera's te verbeteren en nieuwe te ontwikkelen. Het bedrijf heeft mijlpalen gerealiseerd op het gebied van productontwerp en -ontwikkeling, zoals de introductie van de eerste draagbare camera op batterijvoeding voor industriële inspecties en de eerste ongekoelde infraroodcamera, om maar eens twee innovaties te noemen.



**Figuur 13.2** 1969: Thermovision model 661. De camera woog ongeveer 25 kg, de oscilloscoop 20 kg en het statief 15 kg. De gebruiker had ook een 220 VAC-generatorset en een 10-liter vat met vloeibare stikstof nodig. Links van de oscilloscoop ziet u het Polaroid-hulpstuk (6 kg).



**Figuur 13.3** 2015: FLIR One, een accessoire voor iPhones en Android-telefoons. Gewicht: 90 g

FLIR Systems produceert alle essentiële mechanische en elektronische onderdelen van de camerasystemen zelf. Van detectorontwerp en productie tot lenzen en systeemelektronica en eindtesten en kalibratie. Alle productiestappen worden onder toezicht van en door onze eigen technici uitgevoerd. De verregaande expertise van deze infraroodspecialisten maakt dat alle essentiële onderdelen die in uw infraroodcamera zijn gemonteerd nauwkeurig en betrouwbaar werken.

## 13.1 Meer dan zomaar een infraroodcamera

Bij FLIR Systems erkennen wij dat het onze taak is om verder te gaan dan slechts het produceren van de beste infraroodcamerasystemen. Wij doen er alles aan om alle gebruikers van onze infraroodcamerasystemen productiever te laten werken door hen de meest krachtige camera-softwarecombinatie te leveren. Speciaal op maat gemaakte software voor preventief onderhoud, R & D en procesbewaking worden intern ontwikkeld. De meeste software is verkrijgbaar in een groot aantal talen.

We ondersteunen al onze infraroodcamera's met vele accessoires, zodat u uw apparatuur kunt aanpassen aan de meest veeleisende infraroodtoepassingen.

## 13.2 Verspreiden van onze kennis

Ondanks dat onze camera's zijn ontwikkeld voor gebruikersvriendelijkheid, omvat thermografie veel meer dan alleen een camera weten te bedienen. Daarom heeft FLIR Systems het ITC (Infrared Training Center) opgericht, een aparte business unit waar certificatietrainingen worden gegeven. Als u een van de ITC-trainingen volgt, zult u echte praktijkervaring opdoen.

Het personeel van de ITC staat klaar om u waar nodig de toepassingsondersteuning te bieden die u nodig hebt om de infraroodtheorie in de praktijk te kunnen brengen.

### **13.3 Het ondersteunen van onze klanten**

FLIR Systems maakt gebruik van een wereldwijd servicenetwerk, zodat uw camera te allen tijde blijft functioneren. Bij problemen met uw camera beschikken de plaatselijke servicecentra altijd over voldoende apparatuur en expertise om uw probleem zo snel mogelijk op te lossen. U hoeft uw camera dus niet naar de andere kant van de wereld te sturen of uw probleem aan iemand uit te leggen die uw taal niet spreekt.

Term	Definitie
Absorptie en emissie <sup>2</sup>	De capaciteit of het vermogen van een object om incidentele stralingsenergie te absorberen is altijd gelijk aan het vermogen om zijn eigen energie als straling uit te zenden
Behoud van energie <sup>3</sup>	De som van de totale energie in een gesloten systeem is constant
Convectie	Een warmteoverdrachtmodus waarbij een vloeistof in beweging wordt gebracht, door zwaartekracht of een andere kracht, en warmte van de ene naar de andere plaats overdraagt
Diagnose	Onderzoek van symptomen en syndromen om de aard van storingen of defecten te bepalen <sup>4</sup>
Emissiegraad	Verhouding tussen de kracht van de straling van werkelijke objecten, en de kracht van de straling van een blackbody met dezelfde temperatuur en dezelfde golflengte <sup>5</sup>
Geleiding	Directe overdracht van thermische energie van molecuul op molecuul, veroorzaakt door botsingen van de moleculen
Gereflecteerde gevoelstemperatuur	De schijnbare temperatuur van de omgeving, die door het doel wordt gereflecteerd in de IR-camera <sup>5</sup>
Incidentele straling	Straling die op een object valt, afkomstig uit de omgeving van het object
IR-warmtebeeldvorming	Proces van acquisitie en analyse van thermische informatie door middel van contactloze warmtebeeldapparatuur
Isotherm	Vervangt bepaalde kleuren in de schaal door een contrasterende kleur. Markeert een interval van gelijke schijnbare temperatuur <sup>6</sup>
Kleurpalet	Wijst verschillende kleuren toe om specifieke niveaus van schijnbare temperaturen aan te geven. Kleurpaletten kunnen een hoog of laag contrast hebben, afhankelijk van de gebruikte kleuren
Kwalitatieve warmtebeeldvorming	Warmtebeeldvorming die vertrouwt op de analyse van thermische patronen voor het bepalen van het bestaan en de locatie van afwijkingen <sup>7</sup>
Kwantitatieve warmtebeeldvorming	Warmtebeeldvorming die gebruikmaakt van temperatuurmeting om de ernst van een afwijking te bepalen, voor het vaststellen van reparatieprioriteiten <sup>7</sup>
Opgevangen straling	straling die de oppervlakte van een object verlaat, ongeacht de oorspronkelijke bron ervan
Richting van warmtestroom <sup>8</sup>	Warmte stroomt spontaan van warmere naar koudere plaatsen, waardoor thermische energie wordt overdragen van de ene plaats naar een andere <sup>9</sup>
Ruimtelijke resolutie	Het vermogen van een IR-camera om kleine objecten of details weer te geven
Schijnbare temperatuur	Ongecompenseerde meetwaarde van een infraroodinstrument, dat alle straling op het instrument omvat, ongeacht de bronnen van de straling <sup>10</sup>

2. De wet van Kirchhoff over thermische straling.

3. Eerste wet van thermodynamica.

4. Gebaseerd op ISO 13372:2004 (EN).

5. Gebaseerd op ISO 16714-3:2016 (EN).

6. Gebaseerd op ISO 18434-1:2008 (EN)

7. Gebaseerd op ISO 10878-2013 (EN).

8. Tweede wet van thermodynamica.

9. Dit is een gevolgtrekking van de tweede wet van thermodynamica; de wet zelf is complexer.

10. Gebaseerd op ISO 18434-1:2008 (EN).

Term	Definitie
Stralingswarmteoverdracht	Warmteoverdracht door de emissie en absorptie van thermische straling
Temperatuur	Meting van de gemiddelde kinetische energie van de moleculen en atomen waaruit de substantie bestaat
Thermische afstemming	Het proces van het plaatsen van de kleuren van het beeld op het geanalyseerde object, voor het maximaliseren van het contrast
Thermische energie	De totale kinetische energie van de moleculen waaruit het object bestaat <sup>11</sup>
Thermische gradiënt	De geleidelijke temperatuurverandering over afstand <sup>12</sup>
Warmte	Thermische energie die tussen twee objecten (systemen) wordt overdragen door hun onderlinge temperatuurverschil
Warmteoverdrachtsverhouding <sup>13</sup>	De warmteoverdracht onder stabiele omstandigheden is evenredig met de thermische geleidendheid van het object, de diameter van het object waardoorheen de warmte stroomt, en het temperatuurverschil tussen de twee uiteinden van het object. De warmteoverdracht is omgekeerd evenredig aan de lengte of dikte van het object <sup>14</sup>

11. Thermische energie maakt deel uit van de interne energie van een object.

12. Gebaseerd op ISO 16714-3:2016 (EN).

13. De wet van Fourier.

14. Dit is de eendimensionale vorm van de wet van Fourier, die geldig is voor stabiele omstandigheden.

## 15.1 Inleiding

Een infraroodcamera meet de uitgezonden infraroodstraling van een object en beeldt deze af. Aangezien straling afhankelijk is van de oppervlaktetemperatuur van een object kan de camera de temperatuur van het object berekenen en weergeven.

De straling die wordt gemeten door de camera is echter niet alleen afhankelijk van de temperatuur van het object, maar ook van de emissiegraad. Straling is ook afkomstig van de omgeving en wordt gereflecteerd in het object. De straling van het object en de gereflecteerde straling worden bovendien beïnvloed door de absorptie van de atmosfeer.

Om de temperatuur nauwkeurig te kunnen meten, moeten dus de effecten van een aantal verschillende stralingsbronnen worden gecompenseerd. Dit doet de camera automatisch on line. De volgende objectparameters moeten echter voor de camera worden opgegeven:

- De emissiegraad van het object
- De gereflecteerde gevoelstemperatuur
- De afstand tussen het object en de camera
- De relatieve luchtvochtigheid
- Temperatuur van de atmosfeer

## 15.2 Emissiegraad

De belangrijkste objectparameter die correct moet worden ingesteld is de emissiegraad; dit is, kort gezegd, de maat voor de hoeveelheid straling die wordt uitgestraald door het object, vergeleken met de straling die afkomstig is van een perfect zwartlichaam met dezelfde temperatuur.

Normaal gesproken vertonen materialen en oppervlaktebehandelingen van objecten een emissiegraad variërend van ongeveer 0,1 tot 0,95. Een glanzend gepolijst (spiegelend) oppervlak heeft een emissiegraad van minder dan 0,1, terwijl een geoxideerd of geverfd oppervlak een hogere emissiegraad heeft. Verf op oliebasis, ongeacht de kleur in het zichtbare spectrum, heeft een emissiegraad van meer dan 0,9 in het infrarood. De menselijke huid heeft een emissiegraad tussen 0,97 en 0,98.

Niet-geoxideerde metalen vormen een uitzonderlijk geval, met hun volledige ondoorzichtigheid en hun hoge reflectie, die niet erg varieert met de golflengte. Daardoor hebben metalen een lage emissiegraad – neemt alleen toe wanneer de temperatuur stijgt. Voor andere materialen dan metalen is de emissiegraad meestal vrij hoog, en neemt deze af met het dalen van de temperatuur.

### 15.2.1 De emissiegraad van een proef bepalen

#### 15.2.1.1 Stap 1: Het bepalen van de gereflecteerde gevoelstemperatuur

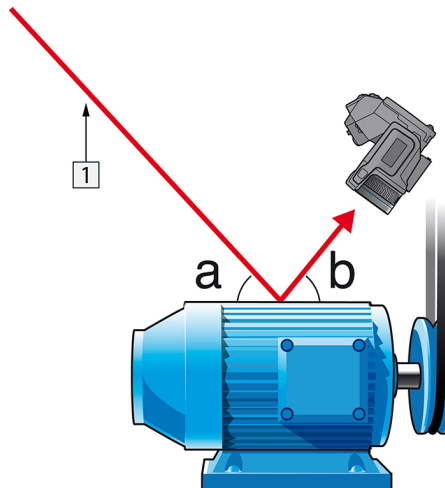
Gebruik een van de volgende methoden om de gereflecteerde gevoelstemperatuur te bepalen:



## 15.2.1.1.1 Methode 1: Directe methode

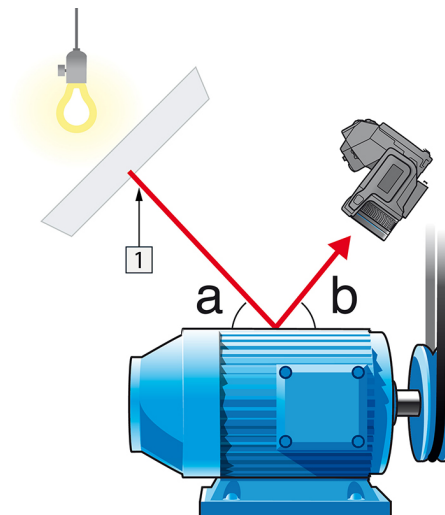
Volg deze procedure:

1. Zoek naar mogelijke reflectiebronnen, in aanmerking genomen dat de hoek van inval = reflectiehoek ( $a = b$ ).



**Figuur 15.1** 1 = Reflectiebron

2. Als de reflectiebron een puntbron is, past u de bron aan door deze te blokkeren met een stuk karton.

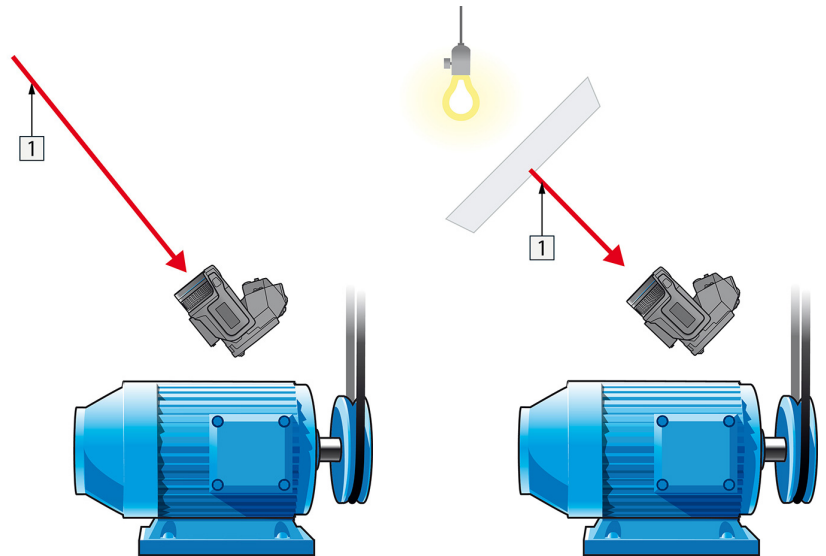


**Figuur 15.2** 1 = Reflectiebron

3. Meet de stralingsintensiteit (= gevoelstemperatuur) vanuit de reflecterende bron. Gebruik de volgende instellingen:

- Emissiegraad: 1.0
- $D_{obj}$ : 0

U kunt de stralingsintensiteit meten met behulp van een van de twee volgende methoden:



**Figuur 15.3** 1 = Reflectiebron

**Figuur 15.4** 1 = Reflectiebron

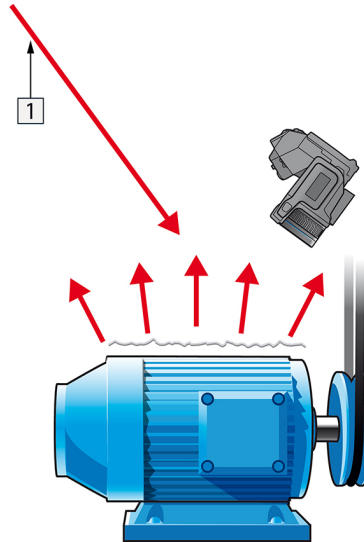
U kunt geen thermokoppel gebruiken voor het meten van gereflecteerde schijnbare temperatuur, aangezien een thermokoppel *temperatuur* meet, terwijl schijnbaar temperatuur in feite *stralingsintensiteit* is.

#### 15.2.1.1.2 Methode 2: Reflectormethode

Volg deze procedure:

1. Maak een prop van een groot stuk aluminiumfolie.
2. Strijk de aluminiumfolie weer glad en zet deze vast op een stuk karton van dezelfde grootte.
3. Plaats dit karton voor het object dat u wilt gaan meten. Zorg ervoor dat de kant met het aluminiumfolie naar de camera wijst.
4. Stel de emissiegraad in op 1,0.

5. Meet de gevoelstemperatuur van het aluminiumfolie en noteer deze waarde. De folie wordt beschouwd als een perfecte reflector, zodat de schijnbare temperatuur ervan gelijk is aan de gereflecteerde schijnbare temperatuur van de omgeving.



Figuur 15.5 Het meten van de gevoelstemperatuur van het aluminiumfolie.

#### 15.2.1.2 Stap 2: Het bepalen van de emissiegraad

Volg deze procedure:

1. Selecteer een plaats om de proef neer te zetten.
2. Bepaal de gereflecteerde gevoelstemperatuur volgens de voorgaande procedure en stel deze in.
3. Plaats een stuk elektrische tape met een bekende hoge emissiegraad op de proef.
4. Verhit de proef tot minimaal 20 K boven kamertemperatuur. Het verhitten dient redelijk gelijkmatig plaats te vinden.
5. Focus de camera, pas deze automatisch aan en bevries het beeld.
6. Stel *Niveau* en *Bereik* af voor een beeld met optimale helderheid en contrast.
7. Stel de emissiegraad in op die van de tape (meestal 0,97).
8. Meet de temperatuur van de tape met behulp van een van de volgende meetfuncties:
  - *Isotherm* (helpt u bij het bepalen van zowel de temperatuur als de gelijkmatigheid waarmee u de proef hebt verhit)
  - *Punt* (eenvoudiger)
  - *Vak Gem.* (geschikt voor oppervlakken met een variërende emissiegraad).
9. Noteer de temperatuur.
10. Verplaats uw meetfunctie naar het oppervlak van de proef.
11. Wijzig de instelling van de emissiegraad totdat u dezelfde temperatuur afleest als bij uw vorige meting.
12. Noteer de emissiegraad.

#### Opm.

- Vermijd gedwongen convectie
- Probeer een thermisch stabiele omgeving te vinden die geen puntreflecties oplevert
- Gebruik tape van hoge kwaliteit, waarvan u weet dat deze niet transparant is en waarvan u zeker weet dat deze een hoge emissiegraad heeft
- Bij deze methode wordt ervan uitgegaan dat de temperatuur van uw tape en die van het proefoppervlak gelijk zijn. Als dat niet het geval is, zal uw meting van de emissiegraad onjuist zijn.

### 15.3 Gereflecteerde gevoelstemperatuur

Deze parameter wordt gebruikt om de straling die wordt gereflecteerd in het object te compenseren. Als de emissiegraad laag is en de objecttemperatuur relatief ver van die van het gereflecteerde object ligt, is het belangrijk om de gereflecteerde gevoelstemperatuur goed in te stellen en deze hier correct voor te compenseren.

### 15.4 Afstand

De afstand is de afstand tussen het object en de voorste lens van de camera. Deze parameter wordt gebruikt om de volgende twee feiten te compenseren:

- Dat straling van het object door de atmosfeer tussen het object en de camera wordt geabsorbeerd.
- De straling van de atmosfeer zelf door de camera wordt gedetecteerd.

### 15.5 Relatieve luchtvochtigheid

De camera kan ook compensatie bieden voor het feit dat de transmissie ook afhankelijk is van de relatieve luchtvochtigheid van de atmosfeer. Hiervoor moet u de relatieve luchtvochtigheid instellen op de juiste waarde. Voor korte afstanden en bij een normale vochtigheid kunt u de relatieve luchtvochtigheid normaal gesproken handhaven op de standaardwaarde van 50%.

### 15.6 Overige parameters

Bovendien kunt u met sommige camera's en analyseprogramma's van FLIR Systems de volgende parameters compenseren:

- Atmosferische temperatuur, *dat wil zeggen*: de temperatuur van de atmosfeer tussen de camera en het doel
- Temperatuur externe optiek, *dat wil zeggen*: de temperatuur van alle externe lenzen of vensters die worden gebruikt voor de camera
- Externe optiektransmissie – *dat wil zeggen*: de transmissie van alle externe lenzen of vensters die worden gebruikt voor de camera

## 16.1 Inleiding

Kalibratie van een warmtebeeldcamera is een voorwaarde voor temperatuurmeting. De kalibratie zorgt voor de relatie tussen het ingangssignaal en de fysieke eenheid die de gebruiker wil meten. Maar ondanks het wijd verbreide en veelvuldige gebruik wordt de term “kalibratie” vaak verkeerd begrepen en gebruikt. Lokale en nationale verschillen maar ook vertalingen creëren nog meer verwarring.

Onduidelijke terminologie kan leiden tot communicatieproblemen en foutieve vertalingen en daarmee tot onjuiste metingen als gevolg van misverstanden en, in het ergste geval, tot rechtszaken.

## 16.2 Definitie—wat is kalibratie?

Het Internationaal Bureau voor Maten en Gewichten <sup>15</sup> definieert *kalibratie*<sup>16</sup> als volgt:

an operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication.

De kalibratie zelf kan in verschillende vormen worden uitgedrukt: dit kan een verklaring zijn, een kalibratiefunctie, een kalibratiediagram<sup>17</sup>, een kalibratiecurve<sup>18</sup> of een kalibratietabel.

Vaak wordt alleen de eerste stap in de bovenstaande definitie opgevat en benoemd als “kalibratie”. Dit is echter niet (altijd) voldoende.

In het geval van de kalibratieprocedure van een warmtebeeldcamera brengt de eerste stap de relatie tot stand tussen de uitgezonden straling (de hoeveelheidswaarde) en het elektrische uitgangssignaal (de indicatie). Deze eerste stap van de kalibratieprocedure bestaat uit het verkrijgen van een homogene (of uniforme) respons als de camera voor een continue stralingsbron wordt geplaatst.

Aangezien we weten wat de temperatuur is van de referentiebron die de straling uitzendt, kan in de tweede stap het verkregen uitgangssignaal (de indicatie) worden gerelateerd aan de temperatuur van de referentiebron (meetresultaat). De tweede stap omvat ook een afwijkingsmeting en compensatie.

In feite wordt de kalibratie van een warmtebeeldcamera niet uitgedrukt in temperatuur. Warmtebeeldcamera's zijn gevoelig voor infraroodstraling, daarom wordt eerst een stralingsovereenkomst verkregen en daarna een relatie tussen de straling en de temperatuur. Voor bolometercamera's die door andere dan R&D-klanten worden gebruikt, wordt de straling niet uitgedrukt: alleen de temperatuur wordt geleverd.

## 16.3 Camerakalibratie bij FLIR Systems

Zonder kalibratie zou een warmtebeeldcamera geen straling of temperatuur kunnen meten. Bij FLIR Systems, wordt de kalibratie van niet-gekoelde microbolometercamera's met meetfunctionaliteit uitgevoerd tijdens zowel de productie als het onderhoud. Gekoelde camera's met fotodetectoren worden vaak door de gebruiker gekalibreerd met speciale software. Met deze software kunnen in theorie gewone draagbare warmtebeeldcamera's ook door de gebruiker gekalibreerd worden. Maar aangezien deze software

15. <http://www.bipm.org/en/about-us/> [opgehaald op 2017-01-31]

16. <http://jcg.m.bipm.org/vim/en/2.39.html> [opgehaald op 2017-01-31]

17. <http://jcg.m.bipm.org/vim/en/4.30.html> [datum 2017-01-31.]

18. <http://jcg.m.bipm.org/vim/en/4.31.html> [datum 2017-01-31.]

niet geschikt is voor rapportagedoeleinden, maken de meeste gebruikers hier geen gebruik van. Apparatuur die niet voor meting maar alleen voor beeldregistratie gebruikt wordt, heeft geen temperatuurregistratie nodig. Soms wordt dit weerspiegeld in de cameraterminologie waarbij gesproken wordt van infrarood- of warmtebeeldcamera's vergeleken met thermografiecamera's waarbij met de laatste dan meetapparatuur bedoeld wordt.

Ongeacht of de kalibratie wordt uitgevoerd door FLIR Systems of door de gebruiker: de kalibratie-informatie wordt verwerkt tot kalibratiecurven die het resultaat zijn van wiskundige functies. De stralingsintensiteit verandert als de temperatuur en de afstand van het object tot de camera veranderen, dus er worden verschillende curven gegenereerd voor de verschillende temperatuurbereiken en verwisselbare lenzen.

## 16.4 De verschillen tussen een kalibratie die wordt uitgevoerd door de gebruiker en één die direct wordt uitgevoerd bij FLIR Systems

Ten eerste zijn de referentiebronnen die FLIR Systems gebruikt zelf ook gekalibreerd en traceerbaar. Dat betekent dat op elke vestiging van FLIR Systems waar kalibratie wordt uitgevoerd, de bronnen worden gecontroleerd door een onafhankelijke landelijke autoriteit. Het kalibratiecertificaat van een camera bevestigt dit. Het bewijst niet alleen dat de kalibratie is uitgevoerd door FLIR Systems, maar ook dat deze is uitgevoerd met gebruik van gekalibreerde referenties. Sommige gebruikers bezitten zelf of hebben toegang tot geaccrediteerde referentiebronnen, maar dat zijn er maar heel weinig.

Ten tweede is er een technisch verschil. Bij het uitvoeren van een kalibratie door de gebruiker, is het resultaat vaak (maar niet altijd) niet gecompenseerd voor afwijking. Dit betekent dat de waarden geen rekening houden met een eventuele verandering in de uitvoer van de camera's naarmate de interne temperatuur in de camera varieert. Dit leidt tot een grotere onzekerheid. Bij compensatie voor afwijking wordt gebruik gemaakt van gegevens die zijn verkregen in kamers met klimaatregeling. Alle camera's van FLIR Systems worden gecompenseerd voor afwijking vóór aflevering aan de klant en wanneer ze opnieuw worden gekalibreerd door de serviceafdelingen van FLIR Systems.

## 16.5 Kalibratie, verificatie en afstelling

Een wijd verbreid misverstand is het verwarren van *kalibratie* met *verificatie* of *afstelling*. Kalibratie is een voorwaarde voor een *verificatie*, die de bevestiging oplevert dat aan specifieke vereisten wordt voldaan. Verificatie levert objectief bewijs dat een bepaald artikel voldoet aan specifieke eisen. Voor het verkrijgen van verificatie worden vastgelegde temperaturen (uitgezonden straling) van gekalibreerde en traceerbare bronnen gemeten. De meetresultaten, inclusief de afwijking, worden genoteerd in een tabel. Het verificatiecertificaat vermeldt dat deze meetresultaten voldoen aan specifieke vereisten. Soms leveren of verkopen bedrijven of organisaties deze verificatiecertificaten als een "kalibratiecertificaat".

Correcte verificatie — en daardoor dus ook kalibratie en/of herkalibratie — kan alleen worden bereikt als een gevalideerd protocol wordt aangehouden. Dit proces houdt meer in dan de camera voor blackbody's plaatsen en controleren of de camera-uitvoer (zoals bijvoorbeeld de temperatuur) overeenkomt met de oorspronkelijke kalibratietabel. Vaak wordt vergeten dat een camera niet gevoelig is voor temperatuur, maar voor straling. Bovendien is een camera een systeem voor *beeldregistratie* en niet enkel een sensor. Daaruit volgt dat als de camera voor het "verzamelen" van de straling van slechte kwaliteit is of niet goed is uitgelijnd, de "verificatie" (of kalibratie of herkalibratie) waardeloos is.

Er moet bijvoorbeeld gecontroleerd worden of de afstand tussen de blackbody en de camera, maar ook de diameter van de ruimte in de blackbody, zodanig zijn gekozen dat er zo min mogelijk sprake is van verstrooien van straling en van het effect van de afmeting van de bron.

---

Kort gezegd: een gevalideerd protocol moet voldoen aan de natuurkundige wetten voor *stralingen* niet alleen aan die voor temperatuur.

Kalibratie is ook een voorwaarde voor *afstelling*, dit is een reeks handelingen die wordt uitgevoerd op een meetsysteem zodat dat het systeem voorgeschreven indicaties levert bij gegeven waarden van te meten hoeveelheden, meestal verkregen uit meetnormen. Eenvoudig gezegd, is afstelling een manipulatie die resulteert in instrumenten die correct meten binnen hun specificaties. In alledaags taalgebruik wordt de term "kalibratie" op grote schaal gebruikt in plaats van "afstelling" als het gaat om meetapparatuur.

## 16.6 Non-uniformiteitscorrectie

Als de warmtebeeldcamera "Bezig met kalibreren..." weergeeft, is deze zich aan het afstellen voor de afwijking als respons op elk afzonderlijk detectie-element (pixel). In de thermografie wordt dit een "non-uniformiteitscorrectie" genoemd (NUC). Dit is een bijwerking van de offset en de versterking blijft onveranderd.

De Europese norm EN 16714-3, Non-destructive Testing—Thermographic Testing—Part 3: Terms and Definitions, definieert een NUC als "Een beeldcorrectie die door de camera-software wordt uitgevoerd om verschillen in gevoeligheid in detectorelementen en andere optische en geometrische storingen te compenseren."

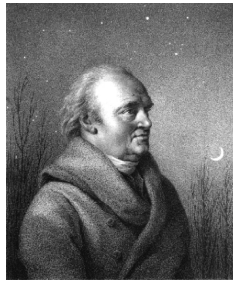
Tijdens de NUC (het bijwerken van de offset), wordt een sluiters (interne markering) in het optische pad geplaatst en worden alle detectorelementen blootgesteld aan dezelfde hoeveelheid straling die van de sluiters afkomstig is. Daarom zouden deze in de ideale situatie allemaal hetzelfde uitgangssignaal moeten genereren. Maar omdat elk individueel element een eigen respons geeft, is de uitvoer niet uniform. Deze afwijking van het ideale resultaat wordt berekend en wordt gebruikt voor een wiskundige beeldcorrectie van het weergegeven stralingssignaal. Sommige camera's hebben geen interne markering. In dat geval moet de bijwerking van de offset handmatig worden uitgevoerd met speciale software en een externe uniforme stralingsbron.

Een NUC wordt bijvoorbeeld uitgevoerd bij het opstarten als een meetbereik wordt gewijzigd of als de omgevingstemperatuur verandert. Bij sommige camera's kan de gebruiker dit ook handmatig in werking stellen. Dat is handig als u een kritieke meting moet uitvoeren met zo min mogelijk beeldvervalsing.

## 16.7 Warmtebeeldafstelling (thermal tuning)

Sommige mensen gebruiken de term "beeldkalibratie" bij het afstellen van thermisch contrast en helderheid in het beeld om specifieke details te benadrukken. Tijdens deze handeling wordt het temperatuurinterval zodanig ingesteld dat alle beschikbare kleuren worden gebruikt voor het alleen (of hoofdzakelijk) weergeven van de temperaturen in het gebied waarop gericht wordt. De correcte term voor deze manipulatie is "warmtebeeldafstelling" of "thermal tuning", of in sommige talen "warmtebeelddoptimalisatie". Dit kan alleen in de handmatige modus uitgevoerd worden, want anders stelt de camera de onderste en bovenste grenswaarde van het weergegeven temperatuurinterval automatisch in op de laagste en hoogste temperatuur in de scène.

Voor het jaar 1800 werd het bestaan van het infrarooddeel van het elektromagnetische spectrum niet eens vermoed. De oorspronkelijke betekenis van het infraroodspectrum, of gewoon 'het infrarood' zoals het vaak wordt genoemd, als een vorm van warmtestraling ligt nu misschien minder voor de hand dan toen het in 1800 door Herschel werd ontdekt.



**Figuur 17.1** Sir William Herschel (1738–1822)

De ontdekking werd toevallig gedaan toen werd gezocht naar een nieuw optisch materiaal. Sir William Herschel (astronoom aan het hof van koning George III van Engeland, en al beroemd om zijn ontdekking van de planeet Uranus) zocht naar een optisch filtermateriaal waarmee de helderheid van het beeld van de zon in telescopen tijdens zonneobservaties kon worden beperkt. Bij het testen van verschillende monsters van gekleurd glas die vergelijkbare helderheidsreducties gaven, raakte hij geïntrigeerd door zijn ontdekking dat door sommige monsters maar heel weinig zonnearmte heen kwam, terwijl er door andere zoveel warmte binnenkwam dat hij schade aan zijn ogen riskeerde na slechts een paar seconden observeren.

Herschel was er al snel van overtuigd dat hij een systematisch experiment moest opzetten, met als doel dat ene materiaal te vinden dat zowel de gewenste afname van helderheid zou geven als de maximale afname van warmte. Hij begon het experiment door het prisma-experiment van Newton te herhalen, maar daarbij keek hij meer naar het verwarmingseffect dan naar de visuele verdeling van intensiteit in het spectrum. Eerst maakte hij de bel van een gevoelige kwikthermometer zwart met inkt. Dit gebruikte hij als een stralingsdetector toen hij verderging met het testen van het verwarmingseffect van de verschillende kleuren van het spectrum: dit spectrum werd op de bovenkant van een tafel gevormd doordat hij zonlicht door een glazen prisma liet vallen. Andere thermometers, die buiten de stralen van de zon werden geplaatst, fungeerden als controlethermometers.

Terwijl de zwartgemaakte thermometer langzaam langs de kleuren van het spectrum werd verplaatst, gaven de temperatuuraflezingen een gestage toename te zien van het violet-eind naar het rode eind. Dit was niet geheel onverwacht, aangezien de Italiaanse onderzoeker Landriani in een vergelijkbaar experiment in 1777 vrijwel hetzelfde effect had geconstateerd. Het was echter Herschel die als eerste inzag dat er een punt moest zijn waar het verwarmingseffect een maximum bereikt, en dat dit punt niet kon worden bepaald bij metingen die alleen op het zichtbare gedeelte van het spectrum werden uitgevoerd.



**Figuur 17.2** Marsilio Landriani (1746–1815)



Door de thermometer naar het zwarte gebied voorbij het rode eind van het spectrum te verplaatsen, kon Herschel bevestigen dat de warmte bleef toenemen. Het maximumpunt, toen hij dat vond, lag ver voorbij het rode eind, in wat we tegenwoordig de 'infraroodgolflengten' noemen.

Toen Herschel zijn ontdekking bekendmaakte, noemde hij dit nieuwe gedeelte van het elektromagnetische spectrum het 'thermometrische spectrum'. De straling zelf noemde hij soms de 'donkere warmte', of gewoon 'de onzichtbare stralen'. Ironisch genoeg, en in tegenstelling tot de algemene opvatting, was het niet Herschel die de term 'infrarood' introduceerde. Het woord verscheen pas ongeveer 75 jaar later in gedrukte teksten en het is nog steeds onduidelijk van wie dit woord afkomstig was.

Dat Herschel glas gebruikte in het prisma van zijn oorspronkelijke experiment leidde in het begin tot enige controverses met zijn tijdgenoten over het werkelijke bestaan van de infraroodgolflengten. Verschillende onderzoekers gebruikten, in een poging om zijn werk te bevestigen, verschillende soorten glas door elkaar, met verschillende transparanties in het infrarood. Door zijn latere experimenten was Herschel zich bewust van de beperkte transparantie van glas voor de nieuw ontdekte thermische straling, en hij moest wel concluderen dat de optiek voor het infrarood waarschijnlijk gedoemd was uitsluitend te worden gebruikt voor reflecterende elementen (dat wil zeggen platte en gebogen spiegels). Gelukkig bleek dit tot slechts 1830 het geval te zijn, toen een Italiaanse onderzoeker, Melloni, zijn grote ontdekking deed dat in de natuur voorkomend rotszout (NaCl) (dat in voldoende grote natuurlijke kristallen voorhanden was om er lenzen en prisma's van te maken) bijzonder transparant is voor het infrarood. Het gevolg was dat rotszout het belangrijkste optische infraroodmateriaal werd en dat de volgende honderd jaar ook bleef, tot men in de jaren 1930 de kunst van het kweken van synthetische kristallen leerde beheersen.



**Figuur 17.3** Macedonio Melloni (1798–1854)

De positie van thermometers als stralingsdetectoren bleef onbetwist tot 1829, het jaar waarin Nobili het thermokoppel uitvond. (De eigen thermometer van Herschel kon slechts worden afgelezen tot een nauwkeurigheid van 0,2 °C, en latere modellen konden worden afgelezen tot een nauwkeurigheid van 0,05 °C). En toen kwam er een doorbraak: Melloni sloot een aantal thermokoppels in een serie op elkaar aan en vormde daarmee de eerste thermobatterij. Dit nieuwe apparaat was minimaal 40 keer gevoeliger dan de beste thermometer van die tijd voor het detecteren van warmtestraling en kon de warmte detecteren van een persoon op drie meter afstand.

Het eerste zogenaamde warmtebeeld werd mogelijk in 1840 gemaakt, en was het resultaat van werkzaamheden door Sir John Herschel, zoon van de ontdekker van het infrarood en zelf ook een beroemd astronoom. Op basis van de differentiële verdamping van een dunne oliefilm die werd blootgesteld aan een warmtepatroon dat erop werd gericht, kon het warmtebeeld worden gezien door gereflecteerd licht waarbij de interferentie-effecten van de oliefilm het beeld zichtbaar maakten voor het blote oog. Sir John slaagde er ook in een primitieve record van het warmtebeeld op papier te maken, wat hij een 'thermogram' noemde.



**Figuur 17.4** Samuel P. Langley (1834–1906)

De gevoeligheid van de infrarooddetector werd langzaam beter. Een andere belangrijke doorbraak, waarvoor Langley zorgde in 1880, was de uitvinding van de bolometer. Deze bestond uit een dunne zwartgemaakte platinastris die werd aangesloten op één arm van een brug van Wheatstone, waarop de infraroodstraling werd gericht en waarop een gevoelige galvanometer reageerde. Het schijnt dat dit instrument de warmte van een koe kon detecteren op een afstand van 400 meter.

Een Engelse wetenschapper, Sir James Dewar, introduceerde het gebruik van vloeibaar gemaakte gassen als koelmiddel (zoals vloeibare stikstof met een temperatuur van  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in onderzoek bij lage temperaturen. In 1892 vond hij een unieke isolerende vacuümcontainer uit waarin vloeibaar gemaakte gassen hele dagen konden worden bewaard. De gewone 'thermosfles', die wordt gebruikt voor het bewaren van warme en koude dranken, is gebaseerd op zijn uitvinding.

Tussen 1900 en 1920 'ontdekten' de uitvindende van de wereld het infrarood. Er zijn veel patenten uitgegeven voor apparatuur om mensen, wapens, vliegtuigen, schepen en zelfs ijsbergen te detecteren. De ontwikkeling van de eerste besturingssystemen, in de moderne betekenis van het woord, begon tijdens de oorlog van '14-'18, toen beide partijen onderzoeksprogramma's wijdden aan militaire toepassingen van het infrarood. Deze programma's omvatten experimentele systemen voor indringing bij/detectie van de vijand, registreren van temperatuur op afstand, beveiligde communicatie en geleiding van vliegende torpedo's. Een infraroodzoeksysteem dat in deze periode werd getest kon een naderend vliegtuig detecteren op een afstand van 1,5 km (0,94 miles) of een persoon die meer dan 300 meter (984 ft.) verwijderd was.

De gevoeligste systemen tot dit moment waren alle gebaseerd op variaties van het bolometerprincipe, maar in het interbellum werden twee revolutionaire nieuwe infrarooddetectoren ontwikkeld: de beeldomzetter en de fotondetector. In eerste instantie kreeg de beeldomzetter de meeste aandacht van het leger, omdat het de kijker voor het eerst in de geschiedenis in staat stelde letterlijk in het donker te zien. De gevoeligheid van de beeldomzetter was echter beperkt tot de nabije-infraroodgolflengten en de interessantste militaire doelen (dat wil zeggen vijandelijke soldaten) moesten worden verlicht met infraroodzoekstralen. Aangezien hierbij het risico ontstond dat de positie van de kijker werd verraden aan een met dezelfde apparatuur uitgeruste vijandelijke kijker, is het begrijpelijk dat de belangstelling van het leger voor de beeldomzetter uiteindelijk verdween.

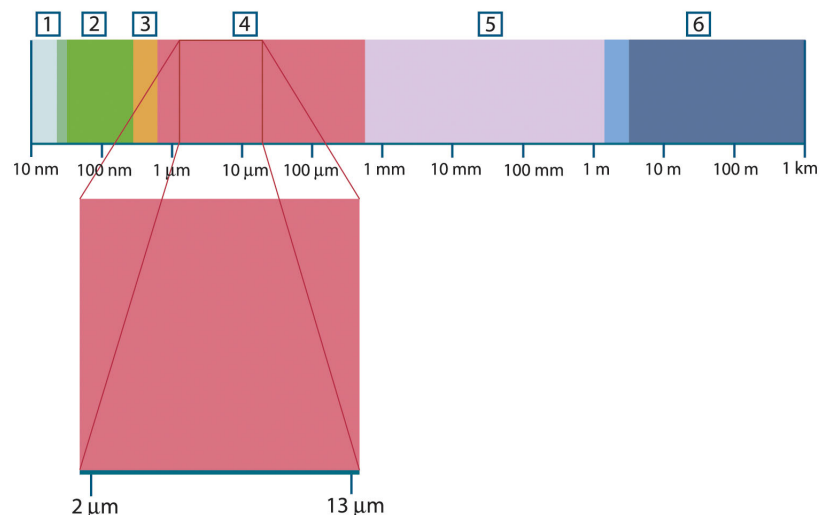
De tactische militaire nadelen van zogenaamde 'actieve' (dat wil zeggen met een zoekstraal uitgeruste) warmtebeeldsystemen vormden na WOII een stimulans voor groot-schalige geheime militaire IR-onderzoeksprogramma's naar de mogelijkheden van de ontwikkeling van een 'passief' (zonder zoekstraal) systeem op basis van de extreem gevoelige fotondetector. In deze periode voorkwamen de militaire geheimhoudingsbepalingen dat er ook maar iets bekend werd gemaakt over de status van infraroodbeeldtechnologie. Deze geheimhouding werd pas vanaf het begin van de jaren 1950 stukje bij beetje opgeheven en vanaf dat moment kwam eindelijk geschikte apparatuur voor warmtebeeldtechnologie beschikbaar voor de burgerwetenschap en -industrie.

## 18.1 Inleiding

De onderwerpen van infraroodstraling en de bijbehorende techniek van thermografie zijn nog steeds nieuw voor velen die een infraroodcamera gaan gebruiken. In dit gedeelte wordt de theorie beschreven die ten grondslag ligt aan thermografie.

## 18.2 Het elektromagnetische spectrum

Het elektromagnetische spectrum is arbitrair verdeeld in een aantal golflengteregio's, *banden* genoemd, die worden onderscheiden door de methoden die worden gebruikt om straling te produceren en te detecteren. Er is geen fundamenteel verschil tussen straling in de verschillende banden van het elektromagnetische spectrum. Zij worden alle geregeerd door dezelfde wetten en de enige verschillen zijn de verschillen ten gevolge van verschillen in golflengte.



**Figuur 18.1** Het elektromagnetische spectrum. 1: Röntgen; 2: UV; 3: Zichtbaar; 4: IR; 5: Microgolven; 6: Radiogolven.

Thermografie maakt gebruik van de IR-spectraalband. Aan het eind van de korte golflengte ligt de grens bij de limiet van visuele waarneming, in het dieprood. Aan het eind van de lange golflengte komt de grens samen met de microgolf-radiogolflengten, in het millimeterbereik.

De infraroodband is verder onderverdeeld in vier smallere banden, waarvan de grenzen ook arbitrair zijn gekozen. Dit zijn: het *nabij-infrarood* (0,75–3 µm), het *midden-infrarood* (3–6 µm), het *ver-infrarood* (6–15 µm) en het *extreem-infrarood* (15–100 µm). De golflengten worden wel gegeven in µm (micrometers), maar er worden nog steeds vaak andere eenheden gebruikt om golflengten in deze spectrale regio te meten, *bijvoorbeeld* nanometer (nm) en Ångström (Å).

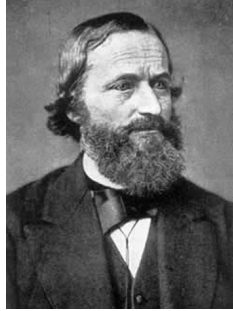
De relatie tussen de verschillende golflengtematen is als volgt:

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

## 18.3 Straling van een blackbody

Een blackbody wordt gedefinieerd als een object dat alle straling absorbeert die er op welke golflengte dan ook op valt. De kennelijk verkeerde aanduiding *zwart* met

betrekking tot een object dat straling uitzendt wordt verklaard door de wet van Kirchhoff (naar *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887), die zegt dat een lichaam dat alle straling op elke golflengte kan absorberen ook in staat is om straling uit te zenden.



**Figuur 18.2** Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

De constructie van een blackbody-bron is in principe erg simpel. De stralingskenmerken van een opening in een isotherme ruimte van een ondoorzichtig absorberend materiaal vertegenwoordigen vrijwel exact de eigenschappen van een blackbody. Een praktische toepassing van dit principe op de constructie van een perfect absorptiemiddel van straling bestaat uit een doos die lichtdicht is op een opening in een van de zijden na. Elke straling die vervolgens het gat binnendringt, wordt verspreid en geabsorbeerd door herhaalde reflecties zodat alleen een eindeloos kleine fractie eventueel zou kunnen ontsnappen. De zwartheid die wordt verkregen bij de opening is vrijwel gelijk aan een blackbody en is bijna perfect voor alle golflengten.

Het levert een zodanige isothermische ruimte met een geschikt verwarmingselement, dat het een zogenaamde *stralingsruimte* wordt. Een isotherme ruimte die wordt verwarmd tot een uniforme temperatuur genereert blackbody-straling, waarvan de kenmerken uitsluitend worden bepaald door de temperatuur van de ruimte. Dergelijke stralingsruimten worden veel gebruikt als stralingsbron in temperatuurreferentiestandaarden in een laboratoriumomgeving voor het kalibreren van thermografische instrumenten, zoals bijvoorbeeld een FLIR Systems-camera.

Als de temperatuur van blackbody-straling oploopt tot meer dan 525 °C, wordt de bron langzaam zichtbaar zodat het voor het oog niet meer als zwart overkomt. Dit is de beginnende rode-warmtetemperatuur van de radiator, die vervolgens oranje of geel wordt als de temperatuur verder oploopt. In feite is de definitie van de zogenaamde *kleurtemperatuur* van een object de temperatuur waartoe een blackbody moet worden verwarmd om er hetzelfde uit te zien.

Nu volgen er drie formules die de straling beschrijven die wordt uitgezonden door een blackbody.

### 18.3.1 De wet van Planck



**Figuur 18.3** Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) kon de spectrale verspreiding van straling van een blackbody aan de hand van de volgende formule beschrijven:

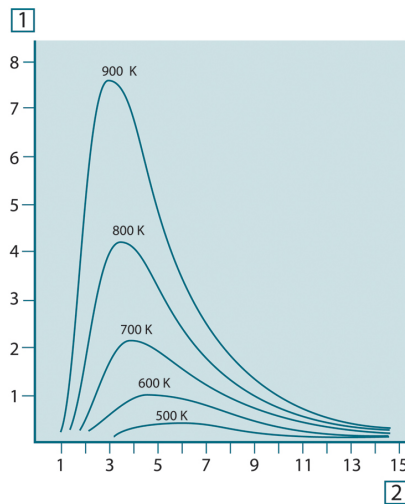
$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left( e^{hc/\lambda kT} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

waarbij:

$W_{\lambda b}$	Emittantie spectrale radiant van blackbody bij golflengte $\lambda$ .
$c$	Snelheid van het licht = $3 \times 10^8$ m/s
$h$	Constante van Planck = $6,6 \times 10^{-34}$ Joule sec.
$k$	Constante van Boltzmann = $1,4 \times 10^{-23}$ Joule/K.
$T$	Absolute temperatuur (K) van een blackbody.
$\lambda$	Golflengte ( $\mu\text{m}$ ).

**Opm.** De factor  $10^{-6}$  wordt gebruikt omdat de spectrale emittantie in de curven wordt uitgedrukt in Watt/m<sup>2</sup>,  $\mu\text{m}$ .

Wanneer de formule van Planck grafisch wordt uitgezet voor verschillende temperaturen, ontstaat er een groep van curven. Als je een bepaalde Planck-curve volgt, is de spectrale emittantie nul bij  $\lambda = 0$ , en neemt die daarna snel toe tot een maximum bij een golflengte  $\lambda_{\text{max}}$ : vervolgens benadert de emissie de nul weer bij zeer lange golflengten. Hoe hoger de temperatuur is, des te korter is de golflengte waarbij het maximum optreedt.



**Figuur 18.4** Emittantie van spectrale radiant van blackbody volgens de wet van Planck, uitgezet voor verschillende absolute temperaturen. 1: Emittantie spectrale radiant ( $\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$ ); 2: Golflengte ( $\mu\text{m}$ )

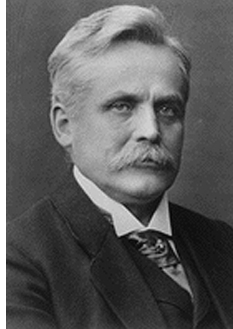
### 18.3.2 Verschuivingswet van Wien

Wanneer we de formule van Planck differentiëren ten opzichte van  $\lambda$  en het maximum zoeken, krijgen we:

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

Dit is de formule van Wien (naar *Wilhelm Wien*, 1864–1928), die de algemene observatie dat kleuren veranderen van rood in oranje of geel naarmate de temperatuur van een thermische radiator toeneemt mathematisch uitdrukt. De golflengte van de kleur is dezelfde als de golflengte die is berekend voor  $\lambda_{\text{max}}$ . Een goede benadering van de waarde van  $\lambda_{\text{max}}$  voor een bepaalde blackbody-temperatuur wordt verkregen door de vuistregel

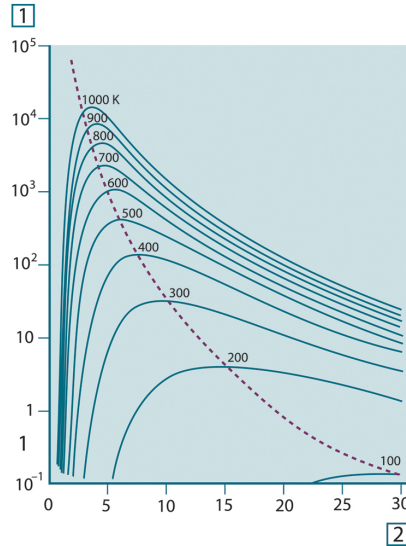
$3.000/T \mu\text{m}$  toe te passen. Dat betekent dat een zeer hete ster zoals Sirius (11.000 K), die een blauwachtig wit licht uitstraalt, straling uitstraalt waarbij de piek van de emittantie van de spectrale radiant optreedt binnen het onzichtbare ultraviolet spectrum, bij golflengte  $0,27 \mu\text{m}$ .



**Figuur 18.5** Wilhelm Wien (1864–1928)

De zon (ongeveer 6.000 K) straalt geel licht uit, waarbij de piek optreedt op ongeveer  $0,5 \mu\text{m}$  in het midden van het zichtbare licht spectrum.

Bij kamertemperatuur (300 K) ligt de piek van de emittantie van de radiant op  $9,7 \mu\text{m}$ , in het ver-infrarood, terwijl bij de temperatuur van vloeibare stikstof (77 K) het maximum van de bijna onbetekenende hoeveelheid radiantemittantie optreedt bij  $38 \mu\text{m}$ , in de extreem-infraroodgolflengten.



**Figuur 18.6** De curven van Planck uitgezet op semi-logschalen van 100 K tot 1000 K. De stippellijn vertegenwoordigt de puntenverzameling van de maximale radiantemittantie bij elke temperatuur zoals beschreven door de verschuivingswet van Wien. 1: Emittantie spectrale radiant ( $\text{W}/\text{cm}^2(\mu\text{m})$ ); 2: Golflengte ( $\mu\text{m}$ ).

### 18.3.3 De wet van Stefan-Boltzmann

Wanneer we de formule van Planck van  $\lambda = 0$  tot  $\lambda = \infty$  integreren, krijgen we de totale radiantemittantie ( $W_b$ ) van een blackbody:

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

Dit is de wet van Stefan-Boltzmann (naar *Josef Stefan*, 1835–1893, en *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), die beweert dat het totale uitstralende vermogen van een blackbody evenredig is met de vierde macht van zijn absolute temperatuur. Grafisch

vertegenwoordigt  $W_b$  het gebied onder de curve van Planck voor een bepaalde temperatuur. Er kan worden getoond dat de radiantemittantie in het interval  $\lambda = 0$  tot en met  $\lambda_{\max}$  slechts 25% van het totaal is, wat ongeveer de hoeveelheid straling van de zon binnen het zichtbare lichtspectrum vertegenwoordigt.



**Figuur 18.7** Josef Stefan (1835–1893) en Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Als we de energie die wordt uitgestraald door een menselijk lichaam berekenen met de wet van Stefan-Boltzmann, bij een temperatuur van 300 K en een extern oppervlaktegebied van ongeveer 2 m<sup>2</sup>, krijgen we 1 kW. Dit energieverlies is niet vol te houden zonder de compenserende absorptie van straling van omringende oppervlakten, bij kamertemperaturen die niet te zeer afwijken van de temperatuur van het lichaam, of natuurlijk, de toevoeging van kleren.

#### 18.3.4 Zenders die geen blackbody zijn

Tot dusver zijn alleen blackbody-radiatoren en blackbody-straling besproken. Echte objecten voldoen echter vrijwel nooit aan deze wetten over een groot golflengtegebied hoewel zij het gedrag van een blackbody in bepaalde spectrale intervallen kunnen benaderen. Bijvoorbeeld een bepaald type witte verf kan volkomen *wit* lijken in het zichtbare lichtspectrum, maar wordt duidelijk *grijs* op ongeveer 2  $\mu\text{m}$  en is voorbij de 3  $\mu\text{m}$  bijna *zwart*.

Er zijn drie mogelijke processen die voorkomen dat een echt object optreedt als een blackbody: een fractie van de invallende straling  $\alpha$  kan worden geabsorbeerd, een fractie  $\rho$  kan worden gereflecteerd en een fractie  $\tau$  kan worden doorgelaten. Aangezien al deze factoren min of meer afhankelijk zijn van de golflengte, wordt het subscript  $\lambda$  gebruikt om de spectrale afhankelijkheid van hun definities te suggereren. Dus:

- De spectrale absorptie  $\alpha_\lambda$  = de verhouding van de spectrale radiantenergie geabsorbeerd door een object ten opzichte van de energie die erop valt.
- De spectrale reflectiecoëfficiënt  $\rho_\lambda$  = de verhouding van de spectrale radiantenergie gereflecteerd door een object ten opzichte van de energie die erop valt.
- De spectrale transmissie  $\tau_\lambda$  = de verhouding van de spectrale radiantenergie verzonden door een object ten opzichte van de energie die erop valt.

De som van deze drie factoren moet altijd één zijn bij elke golflengte, dus we hebben de relatie:

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

Voor ondoorzichtige materialen geldt dat  $\tau_\lambda = 0$  en wordt de relatie als volgt vereenvoudigd:

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

Een andere factor, emissiegraad genoemd, is nodig om de fractie  $\varepsilon$  te beschrijven van de radiantemittantie van een zwartlichaam dat wordt gemaakt door een object bij een specifieke temperatuur. Zo hebben we de definitie:

De spectrale emissiegraad  $\varepsilon_\lambda$  = de verhouding van de spectrale radiantenergie van een object ten opzichte van die van een blackbody bij dezelfde temperatuur en golflengte.

Mathematisch uitgedrukt kan dit als volgt worden geschreven als de verhouding van de speciale emittantie van het object ten opzichte van die van een blackbody:

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

Algemeen gesproken zijn er drie soorten stralingsbronnen, onderscheiden door de manieren waarin de spectrale emittantie van elk varieert met de golflengte.

- Een blackbody waarvoor  $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Een graybody waarvoor  $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = \text{constant}$  minder dan 1
- Een selectieve radiator, waarvoor  $\varepsilon$  varieert met de golflengte

Volgens de wet van Kirchhoff zijn voor elk materiaal de spectrale emissiegraad en de spectrale absorptie van een lichaam gelijk bij elke opgegeven temperatuur en golflengte. Dat wil zeggen:

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

Hieruit volgt voor een ondoorzichtig materiaal (aangezien  $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$ ):

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

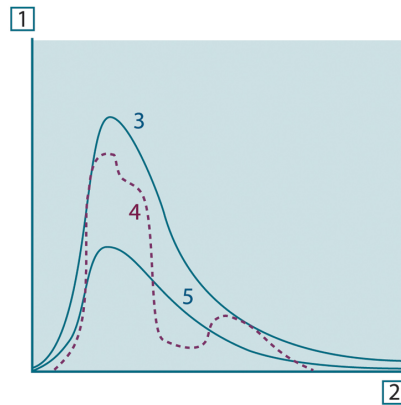
Voor glanzend gepolijste materialen benadert  $\varepsilon_\lambda$  nul, zodat we voor een perfect reflecterend materiaal (*dat wil zeggen*, een perfecte spiegel) hebben:

$$\rho_\lambda = 1$$

Voor een graybody radiator wordt de formule van Stefan-Boltzmann:

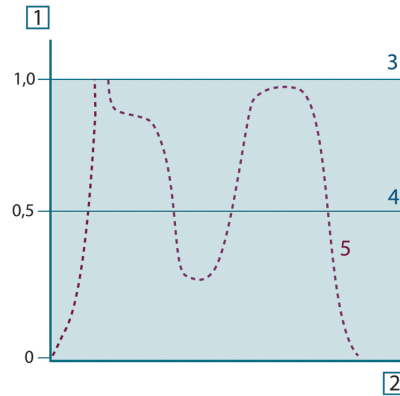
$$W = \varepsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

Deze formule stelt dat het totale uitstralende vermogen van een graybody gelijk is aan dat van een blackbody bij dezelfde temperatuur die gereduceerd is, evenredig aan de waarde van  $\varepsilon$  van de graybody.



**Figuur 18.8** Spectrale radiantemittantie van drie soorten radiatoren. 1: Spectrale radiantemittantie; 2: Golflengte; 3: Blackbody; 4: Selectieve radiator; 5: Graybody.





**Figuur 18.9** Spectrale emissiegraad van drie soorten radiatoren. 1: Spectrale emissiegraad; 2: Golflengte; 3: Blackbody; 4: Graybody; 5: Selectieve radiator.

## 18.4 Infrarood semi-transparante materialen

Neem nu een niet-metalen semi-transparant lichaam, laten we zeggen in de vorm van een dikke platte plaat van plastic. Wanneer de plaat wordt verwarmd, moet de straling die wordt gegenereerd binnen het volume zich door het materiaal waarin het deels wordt geabsorbeerd heen naar de oppervlakte werken. Als de straling aan de oppervlakte komt, wordt bovendien een deel ervan weer naar binnen gereflecteerd. De teruggereflecteerde straling wordt weer deels geabsorbeerd, maar een deel ervan komt bij de andere oppervlakte: hier ontsnapt de meeste straling, maar een deel wordt weer gereflecteerd. Hoewel de progressieve reflecties steeds zwakker worden, moeten zij alle bij elkaar worden opgeteld om de totale emittantie van de plaat te bepalen. Wanneer de resulterende geometrische serie wordt opgeteld, wordt de effectieve emissiegraad van een semi-transparante plaat als volgt verkregen:

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

Wanneer de plaat ondoorzichtig wordt, wordt deze formule gereduceerd tot de enkelvoudige formule:

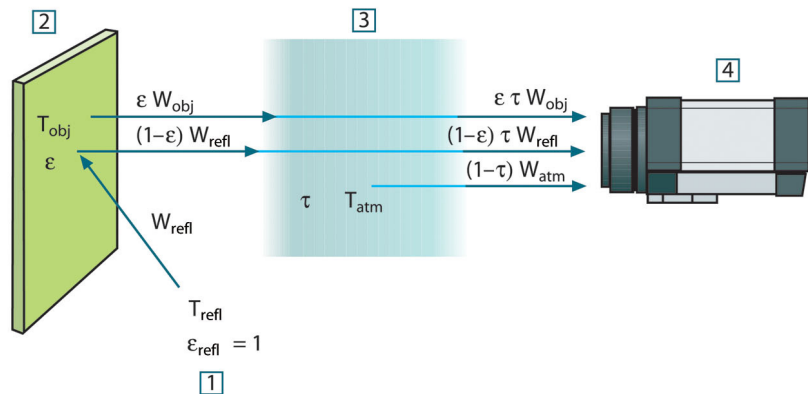
$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Deze laatste relatie is bijzonder handig, omdat het vaak makkelijker is om reflectie te meten dan om rechtstreeks de emissiegraad te meten.

Zoals gezegd vangt de camera bij het bekijken van een object niet alleen straling op van het object zelf. Hij vangt ook straling op van de omgeving die via het oppervlak van het object wordt gereflecteerd. Beide stralingsbestanddelen worden in zekere mate verzwakt door de atmosfeer in het meetpad. Daar komt nog een derde stralingsbron bij, namelijk de atmosfeer zelf.

Deze beschrijving van de meetsituatie (zie ook de onderstaande figuur) geeft tot dusverre een redelijk getrouwe beschrijving van de daadwerkelijke omstandigheden. Maar er is bijvoorbeeld geen rekening gehouden met het zonlicht dat zich door de atmosfeer verspreidt of verdwaalde straling van krachtige stralingsbronnen buiten het gezichtsveld. Dergelijke verstoringen zijn moeilijk te kwantificeren. Gelukkig zijn ze in de meeste gevallen echter verwaarloosbaar klein. Als ze niet verwaarloosbaar zijn, blijkt het storingsrisico waarschijnlijk duidelijk uit de meetconfiguratie, in ieder geval voor een geoefend gebruiker. Hij is er vervolgens voor verantwoordelijk dat de meetsituatie wordt aangepast om de storing te vermijden, bijv. door de kijkrichting te wijzigen, krachtige stralingsbronnen af te schermen enz.

Uitgaande van de bovenstaande beschrijving kunnen we de onderstaande afbeelding gebruiken om een formule te herleiden voor de berekening van de objecttemperatuur op basis van de gekalibreerde camera-output.



**Figuur 19.1** Een schematische weergave van de algemene thermografische meetsituatie. 1: Omgeving; 2: Object; 3: Atmosfeer; 4: Camera

Laten we aannemen dat het opgevangen uitstralingsvermogen  $W$  vanuit een blackbody-temperatuurbron  $T_{source}$  op korte afstand een camera-uitvoersignaal  $U_{source}$  genereert dat proportioneel is aan de vermogensinvoer (vermogenslineaire camera). We kunnen dan stellen (Vergelijking 1):

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

of, vereenvoudigd:

$$U_{source} = CW_{source}$$

waarbij  $C$  een constante is.

Als de bron een graybody is met emittantie  $\epsilon$  vloeit daaruit voort dat de opgevangen straling gelijk zou zijn aan  $\epsilon W_{source}$ .

We kunnen nu de drie termen voor het verzamelde uitstralingsvermogen uitschrijven:

1. *Emissie vanuit het object* =  $\epsilon \tau W_{obj}$ , waarbij  $\epsilon$  de emittantie is van het object en  $\tau$  staat voor de transmissie van de atmosfeer. De objecttemperatuur is  $T_{obj}$ .

2. *Gereflecteerde emissie van omgevingsbronnen* =  $(1 - \varepsilon)\tau W_{\text{refl}}$ , waarbij  $(1 - \varepsilon)$  de reflectiecoëfficiënt is van het object. De omgevingsbronnen hebben de temperatuur  $T_{\text{refl}}$ .  
Aangenomen is dat de temperatuur  $T_{\text{refl}}$  gelijk is voor alle stralende oppervlakken binnen de halve bol, gezien vanuit een punt op het oppervlak van het object. Natuurlijk is dat soms een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Deze vereenvoudiging is echter noodzakelijk om een werkbare formule te herleiden en er kan, in ieder geval theoretisch, een waarde worden toegekend aan  $T_{\text{refl}}$  die een efficiënte temperatuur weergeeft van een complexe omgeving.

Merk ook op dat we hebben aangenomen dat de emittantie van de omgeving = 1. Dit is conform de wet van Kirchhoff: alle straling die de omringende oppervlakken raakt, zal uiteindelijk door diezelfde oppervlakken worden geabsorbeerd. Zodoende geldt dat de emittantie = 1. (Merk echter op dat voor dat laatste rekening moet worden gehouden met de complete bol om het object heen.)

3. *Emissie vanuit de atmosfeer* =  $(1 - \tau)\tau W_{\text{atm}}$ , waarbij  $(1 - \tau)$  de emittantie van de atmosfeer is. De temperatuur van de atmosfeer is  $T_{\text{atm}}$ .

Het totale opgevangen uitstralingsvermogen kan nu worden uitgeschreven (Vergelijking 2):

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

We vermenigvuldigen iedere term met de constante C uit Vergelijking 1 en vervangen de CW-producten met de corresponderende U volgens dezelfde vergelijking. We krijgen dan (Vergelijking 3):

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

Los Vergelijking 3 op voor  $U_{\text{obj}}$  (Vergelijking 4):

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

Dit is de algemene meetformule die wordt gebruikt in alle thermografische apparatuur van FLIR Systems. De spanningen van de formule zijn:

**Tabel 19.1** Spanningen

$U_{\text{obj}}$	Berekende uitgangsspanning van de camera voor een blackbody met temperatuur $T_{\text{obj}}$ , d.w.z. een spanning die rechtstreeks kan worden omgezet naar de werkelijke gevraagde objecttemperatuur.
$U_{\text{tot}}$	De gemeten uitgangsspanning van de camera voor het betreffende geval.
$U_{\text{refl}}$	De theoretische uitgangsspanning van de camera voor een blackbody met temperatuur $T_{\text{refl}}$ volgens de kalibratie.
$U_{\text{atm}}$	De theoretische uitgangsspanning van de camera voor een blackbody met temperatuur $T_{\text{atm}}$ volgens de kalibratie.

De gebruiker moet een aantal parameterwaarden opgeven voor de berekening:

- de emittantie van het object  $\varepsilon$ ,
- de relatieve vochtigheid,
- $T_{\text{atm}}$
- de afstand van het object ( $D_{\text{obj}}$ )
- de (effectieve) temperatuur van de omgeving van het object of de gereflecteerde omgevingstemperatuur  $T_{\text{refl}}$  en
- de temperatuur van de atmosfeer  $T_{\text{atm}}$

Dit kan soms een zware opgave zijn voor de gebruiker omdat er normaal gesproken geen makkelijke manier is om de nauwkeurige waarden voor emittantie en atmosferische transmissie voor het betreffende geval te vinden. De twee temperaturen vormen normaal

gesproken niet zo'n groot probleem, mits er geen grote en krachtige stralingsbronnen in de omgeving aanwezig zijn.

Een logische vraag in dit verband is: Hoe belangrijk is het om de juiste waarden voor deze parameters te kennen? Het is misschien nuttig om nu al wat gevoel te krijgen voor dit probleem door te kijken naar enkele verschillende meetgevallen en de relatieve grootheden van de drie stralingstermen te vergelijken. Dit levert aanwijzingen op om te kunnen beoordelen wanneer de juiste waarden van welke parameters moeten worden gebruikt.

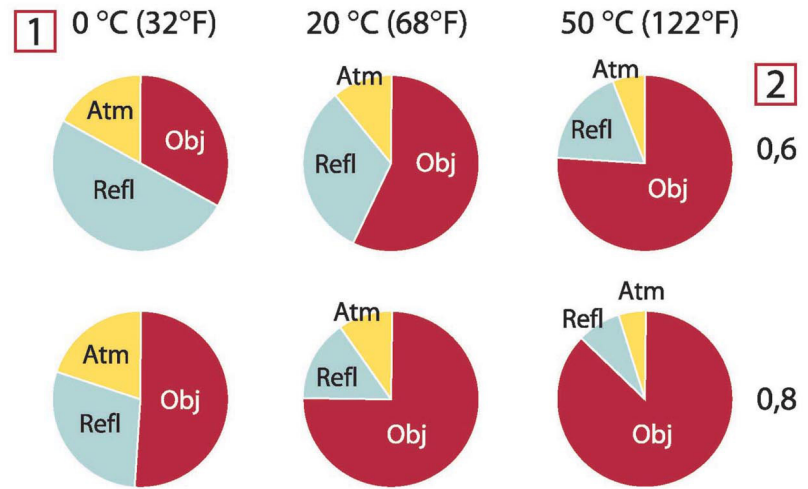
De onderstaande afbeeldingen geven de relatieve grootheden weer van de drie stralingsbestanddelen voor drie verschillende objecttemperaturen, twee emittanties en twee spectraalbereiken: KG (korte golf) en LG (lange golf). De overblijvende parameters hebben de volgende vaste waarden:

- $\tau = 0,88$
- $T_{\text{refl}} = +20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_{\text{atm}} = +20 \text{ }^\circ\text{C}$

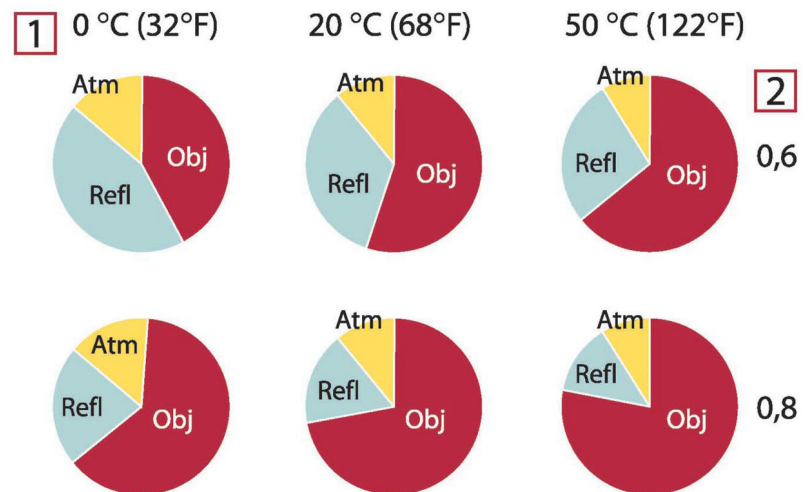
Duidelijk is dat het meten van lage objecttemperaturen meer van kritieke aard is dan het meten van hoge temperaturen, omdat de 'storende' stralingsbronnen in het eerste geval relatief veel sterker zijn. Als ook de emittantie van het object laag zou zijn, zou de situatie nog veel lastiger zijn.

Tenslotte moeten we nog een vraag beantwoorden over hoe belangrijk het is om de kalibratiecurve te mogen gebruiken boven het hoogste kalibratiepunt, oftewel extrapolatie. Stelt u zich voor dat we in een bepaald geval meten  $U_{\text{tot}} = 4,5$  volt. Het hoogste kalibratiepunt voor de camera lag bij 4,1 volt, een onbekende waarde voor de gebruiker. Zelfs als het object toevallig een blackbody zou zijn, d.w.z.  $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$ , zijn we zo in feite bezig met het extrapoleren van de kalibratiecurve als we 4,5 volt omzetten naar een temperatuur.

Laten we nu aannemen dat het object niet zwart is, een emittantie van 0,75 heeft en een transmissie van 0,92. We nemen ook aan dat de som van de beide tweede termen in Vergelijking 4 samen 0,5 volt bedraagt. Berekening van  $U_{\text{obj}}$  met behulp van Vergelijking 4 geeft dan  $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$ . Dit is een vrij extreme extrapolatie, vooral als we rekening houden met het feit dat de videoversterker de uitvoer mogelijk beperkt tot 5 volt! Merk echter op dat de toepassing van de kalibratiecurve een theoretische procedure is, waarbij er geen sprake is van elektronische of andere beperkingen. We gaan ervan uit dat, als de camera geen signaalbeperkingen zou hebben en als deze ver boven 5 volt zou zijn gekalibreerd, de resulterende curve in hoge mate gelijk zou zijn aan onze werkelijke curve bij extrapolatie boven 4,1 volt, mits het algoritme voor de kalibratie is gebaseerd op stralingsfysica, zoals het algoritme van FLIR Systems. Natuurlijk kent een dergelijke extrapolatie zijn grenzen.



**Figuur 19.2** Relatieve grootheden van stralingsbronnen onder diverse meetomstandigheden (SW-camera). 1: Objecttemperatuur; 2: Emmittantie; Obj: Objectstraling; Refl: Gereflecteerde straling; Atm: atmosferische straling. Vaste parameters:  $\tau = 0,88$ ;  $T_{\text{refl}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{atm}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Figuur 19.3** Relatieve grootheden van stralingsbronnen onder diverse meetomstandigheden (LW-camera). 1: Objecttemperatuur; 2: Emmittantie; Obj: Objectstraling; Refl: Gereflecteerde straling; Atm: atmosferische straling. Vaste parameters:  $\tau = 0,88$ ;  $T_{\text{refl}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{atm}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

In dit gedeelte wordt een compilatie gegeven van emissiegraadgegevens uit de literatuur over infrarood en uit de metingen van FLIR Systems.

## 20.1 Referenties

1. Mikael A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, N.Y.
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...*, Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7. Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at  $\lambda = 5 \mu\text{m}$* . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Mattei, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between  $-36^{\circ}\text{C}$  AND  $82^{\circ}\text{C}$* .
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.
14. Schuster, Norbert and Kolobrodov, Valentin G. *Infrarotthermographie*. Berlin: Wiley-VCH, 2000.

**Opm.** De emissiegraadwaarden in de hieronder weergegeven tabel zijn opgenomen met een shortwave (SW)-camera. De waarden mogen uitsluitend als aanbeveling worden gezien en moeten uiterst voorzichtig worden toegepast.

## 20.2 Tabellen

**Tabel 20.1** T: Totaal spectrum; SW: 2–5  $\mu\text{m}$ ; LW: 8–14  $\mu\text{m}$ , LLW: 6.5–20  $\mu\text{m}$ ; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in  $^{\circ}\text{C}$ ; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie

1	2	3	4	5	6
3M type 35	Elektrische tape van vinyl (meerdere kleuren)	< 80	LG	$\approx 0,96$	13
3M type 88	Zwarte elektrische tape van vinyl	< 105	LG	$\approx 0,96$	13
3M type 88	Zwarte elektrische tape van vinyl	< 105	MW	< 0,96	13
3M type Super 33+	Zwarte elektrische tape van vinyl	< 80	LG	$\approx 0,96$	13
Aarde	droog	20	T	0,92	2
Aarde	verzadigd met water	20	T	0,95	2

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Aluminium	blad, 4 monsters, verschillend gekrast	70	KG	0,05-0,08	9
Aluminium	blad, 4 monsters, verschillend gekrast	70	LG	0,03-0,06	9
Aluminium	folie	27	10 µm	0,04	3
Aluminium	folie	27	3 µm	0,09	3
Aluminium	geanodiseerd blad	100	T	0,55	2
Aluminium	geanodiseerd, lichtgrijs, mat	70	KG	0,61	9
Aluminium	geanodiseerd, lichtgrijs, mat	70	LG	0,97	9
Aluminium	geanodiseerd, zwart, mat	70	KG	0,67	9
Aluminium	geanodiseerd, zwart, mat	70	LG	0,95	9
Aluminium	gedompeld in HNO <sub>3</sub> , plaat	100	T	0,05	4
Aluminium	gegoten, gezandstraald	70	KG	0,47	9
Aluminium	gegoten, gezandstraald	70	LG	0,46	9
Aluminium	geoxideerd, sterk	50-500	T	0,2-0,3	1
Aluminium	gepolijst	50–100	T	0,04-0,06	1
Aluminium	gepolijst, blad	100	T	0,05	2
Aluminium	gepolijste plaat	100	T	0,05	4
Aluminium	geruwd	27	10 µm	0,18	3
Aluminium	geruwd	27	3 µm	0,28	3
Aluminium	opgedampt	20	T	0,04	2
Aluminium	ruw oppervlak	20-50	T	0,06-0,07	1
Aluminium	verweerd, zwaar	17	KG	0,83-0,94	5
Aluminium	zoals ontvangen, blad	100	T	0,09	2
Aluminium	zoals ontvangen, plaat	100	T	0,09	4
Aluminiumbrons		20	T	0,60	1
Aluminiumhydroxide	poeder		T	0,28	1
Aluminiumoxide	actief, poeder		T	0,46	1
Aluminiumoxide	zuiver, poeder (alumina)		T	0,16	1
Amaril	grof	80	T	0,85	1
Asbest	bord	20	T	0,96	1
Asbest	lei	20	T	0,96	1
Asbest	papier	40-400	T	0,93-0,95	1
Asbest	poeder		T	0,40-0,60	1

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Asbest	stof		T	0,78	1
Asbest	vloertegel	35	KG	0,94	7
Asfalt		4	DLG	0,967	8
Baksteen	alumina	17	KG	0,68	5
Baksteen	chamottesteen	17	KG	0,68	5
Baksteen	Dinas silica, geglazuurd, ruw	1100	T	0,85	1
Baksteen	Dinas silica, on-geglazuurd, ruw	1000	T	0,80	1
Baksteen	Dinas silica, vuurvast	1000	T	0,66	1
Baksteen	gewoon	17	KG	0,86-0,81	5
Baksteen	metselwerk	35	KG	0,94	7
Baksteen	metselwerk, gepleisterd	20	T	0,94	1
Baksteen	rood, gewoon	20	T	0,93	2
Baksteen	rood, ruw	20	T	0,88-0,93	1
Baksteen	silica, 95% SiO <sub>2</sub>	1230	T	0,66	1
Baksteen	sillimaniet, 33% SiO <sub>2</sub> , 64% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500	T	0,29	1
Baksteen	vuurvast, korund	1000	T	0,46	1
Baksteen	vuurvast, magnesiumhoudend	1000-1300	T	0,38	1
Baksteen	vuurvast, sterk stralend	500-1000	T	0,8-0,9	1
Baksteen	vuurvast, zwak stralend	500-1000	T	0,65-0,75	1
Baksteen	vuurvaste klei	1000	T	0,75	1
Baksteen	vuurvaste klei	1200	T	0,59	1
Baksteen	vuurvaste klei	20	T	0,85	1
Baksteen	watervast	17	KG	0,87	5
Behang	licht patroon, lichtgrijs	20	KG	0,85	6
Behang	licht patroon, rood	20	KG	0,90	6
Beton		20	T	0,92	2
Beton	droog	36	KG	0,95	7
Beton	ruw	17	KG	0,97	5
Beton	voetpad	5	DLG	0,974	8
Brons	fosforbrons	70	KG	0,08	9
Brons	fosforbrons	70	LG	0,06	9
Brons	gepolijst	50	T	0,1	1
Brons	poeder		T	0,76-0,80	1
Brons	poreus, grof	50-150	T	0,55	1
Chroom	gepolijst	50	T	0,10	1
Chroom	gepolijst	500-1000	T	0,28-0,38	1
Eboniet			T	0,89	1



Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Emaïlle		20	T	0,9	1
Emaïlle	lak	20	T	0,85-0,95	1
Geelkoper	blad, bewerkt met polijststeen	20	T	0,2	1
Geelkoper	blad, gewalst	20	T	0,06	1
Geelkoper	geoxideerd bij 600 °C	200-600	T	0,59-0,61	1
Geelkoper	geoxideerd	100	T	0,61	2
Geelkoper	geoxideerd	70	KG	0,04-0,09	9
Geelkoper	geoxideerd	70	LG	0,03-0,07	9
Geelkoper	gepolijst	200	T	0,03	1
Geelkoper	gepolijst, sterk	100	T	0,03	2
Geelkoper	gewreven met 80-grits polijststeen	20	T	0,20	2
Geelkoper	mat, aangeslagen	20-350	T	0,22	1
Gips		20	T	0,8-0,9	1
Glasplaat (floatglas)	zonder coating	20	LG	0,97	14
Goud	gepolijst	130	T	0,018	1
Goud	gepolijst, nauwkeurig	200-600	T	0,02-0,03	1
Goud	gepolijst, sterk	100	T	0,02	2
Graniet	gepolijst	20	DLG	0,849	8
Graniet	ruw	21	DLG	0,879	8
Graniet	ruw, 4 verschillende monsters	70	KG	0,95-0,97	9
Graniet	ruw, 4 verschillende monsters	70	LG	0,77-0,87	9
Hout		17	KG	0,98	5
Hout		19	DLG	0,962	8
Hout	den, 4 verschillende monsters	70	KG	0,67-0,75	9
Hout	den, 4 verschillende monsters	70	LG	0,81-0,89	9
Hout	gemalen		T	0,5-0,7	1
Hout	geschaafd	20	T	0,8-0,9	1
Hout	geschaafd eiken	20	T	0,90	2
Hout	geschaafd eiken	70	KG	0,77	9
Hout	geschaafd eiken	70	LG	0,88	9
Hout	triplex, glad, droog	36	KG	0,82	7
Hout	triplex, onbehandeld	20	KG	0,83	6
Hout	wit, vochtig	20	T	0,7-0,8	1
Huid	menselijk	32	T	0,98	2
IJs: zie Water					

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
IJzer en staal	bedekt met rode roest	20	T	0,61-0,85	1
IJzer en staal	elektrolytisch	100	T	0,05	4
IJzer en staal	elektrolytisch	22	T	0,05	4
IJzer en staal	elektrolytisch	260	T	0,07	4
IJzer en staal	elektrolytisch, nauwkeurig gepolijst	175-225	T	0,05-0,06	1
IJzer en staal	geoxideerd	100	T	0,74	4
IJzer en staal	geoxideerd	100	T	0,74	1
IJzer en staal	geoxideerd	1227	T	0,89	4
IJzer en staal	geoxideerd	125-525	T	0,78-0,82	1
IJzer en staal	geoxideerd	200	T	0,79	2
IJzer en staal	geoxideerd	200-600	T	0,80	1
IJzer en staal	gepolijst	100	T	0,07	2
IJzer en staal	gepolijst	400-1000	T	0,14-0,38	1
IJzer en staal	gepolijst, blad	750-1050	T	0,52-0,56	1
IJzer en staal	geroest, zwaar	17	KG	0,96	5
IJzer en staal	geslepen blad	950-1100	T	0,55-0,61	1
IJzer en staal	gesmeed, nauwkeurig gepolijst	40-250	T	0,28	1
IJzer en staal	gewalst blad	50	T	0,56	1
IJzer en staal	gewalst, vers	20	T	0,24	1
IJzer en staal	glanzend, geëetst	150	T	0,16	1
IJzer en staal	glanzende oxide-laag, blad	20	T	0,82	1
IJzer en staal	heet gewalst	130	T	0,60	1
IJzer en staal	heet gewalst	20	T	0,77	1
IJzer en staal	koud gewalst	70	KG	0,20	9
IJzer en staal	koud gewalst	70	LG	0,09	9
IJzer en staal	net bewerkt met polijststeen	20	T	0,24	1
IJzer en staal	roestig, rood	20	T	0,69	1
IJzer en staal	rood geroest, blad	22	T	0,69	4
IJzer en staal	ruw, vlak oppervlak	50	T	0,95-0,98	1
IJzer en staal	sterk geoxideerd	50	T	0,88	1
IJzer en staal	sterk geoxideerd	500	T	0,98	1
IJzer en staal	zwaar geroest blad	20	T	0,69	2
IJzer gegalvaniseerd	blad	92	T	0,07	4
IJzer gegalvaniseerd	blad, geoxideerd	20	T	0,28	1

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
IJzer gegalvaniseerd	blad, gepolijst	30	T	0,23	1
IJzer gegalvaniseerd	zwaar geoxideerd	70	KG	0,64	9
IJzer gegalvaniseerd	zwaar geoxideerd	70	LG	0,85	9
IJzer vertind	blad	24	T	0,064	4
IJzer, gegoten	geoxideerd bij 600 °C	200-600	T	0,64-0,78	1
IJzer, gegoten	geoxideerd	100	T	0,64	2
IJzer, gegoten	geoxideerd	260	T	0,66	4
IJzer, gegoten	geoxideerd	38	T	0,63	4
IJzer, gegoten	geoxideerd	538	T	0,76	4
IJzer, gegoten	gepolijst	200	T	0,21	1
IJzer, gegoten	gepolijst	38	T	0,21	4
IJzer, gegoten	gepolijst	40	T	0,21	2
IJzer, gegoten	gietblok	1000	T	0,95	1
IJzer, gegoten	gietstuk	50	T	0,81	1
IJzer, gegoten	machinaal bewerkt	800-1000	T	0,60-0,70	1
IJzer, gegoten	onbewerkt	900-1100	T	0,87-0,95	1
IJzer, gegoten	vloeibaar	1300	T	0,28	1
Kalk			T	0,3-0,4	1
Klei	gebakken	70	T	0,91	1
Koolstof	grafiet, gevijld oppervlak	20	T	0,98	2
Koolstof	grafietpoeder		T	0,97	1
Koolstof	houtschoolpoeder		T	0,96	1
Koolstof	kaarsenroet	20	T	0,95	2
Koolstof	lampzwart	20-400	T	0,95-0,97	1
Koper	elektrolytisch, gepolijst	-34	T	0,006	4
Koper	elektrolytisch, nauwkeurig gepolijst	80	T	0,018	1
Koper	gegoten	1100-1300	T	0,13-0,15	1
Koper	geoxideerd	50	T	0,6-0,7	1
Koper	geoxideerd tot zwartheid		T	0,88	1
Koper	geoxideerd, zwaar	20	T	0,78	2
Koper	geoxideerd, zwart	27	T	0,78	4
Koper	gepolijst	50–100	T	0,02	1
Koper	gepolijst	100	T	0,03	2
Koper	gepolijst, mechanisch	22	T	0,015	4

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Koper	gepolijst, voor de handel	27	T	0,03	4
Koper	geschuurd	27	T	0,07	4
Koper	voor de handel, gepolijst	20	T	0,07	1
Koper	zuiver, nauwkeurig voorbereid oppervlak	22	T	0,008	4
Koperdioxide	poeder		T	0,84	1
Koperoxide	rood, poeder		T	0,70	1
Krylon Ultra-flat black 1602	Flat black	Kamertemperatuur tot 175	LG	≈ 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Flat black	Kamertemperatuur tot 175	MW	≈ 0,97	12
Lak	3 kleuren gespreid op aluminium	70	KG	0,50-0,53	9
Lak	3 kleuren gespreid op aluminium	70	LG	0,92-0,94	9
Lak	Aluminium op ruw oppervlak	20	T	0,4	1
Lak	bakeliet	80	T	0,83	1
Lak	hittebestendig	100	T	0,92	1
Lak	wit	100	T	0,92	2
Lak	wit	40–100	T	0,8-0,95	1
Lak	zwart, glanzend, op ijzer gespoten	20	T	0,87	1
Lak	zwart, mat	100	T	0,97	2
Lak	zwart, mat	40–100	T	0,96-0,98	1
Leer	geloid		T	0,75-0,80	1
Lood	geoxideerd bij 200°C	200	T	0,63	1
Lood	geoxideerd, grijs	20	T	0,28	1
Lood	geoxideerd, grijs	22	T	0,28	4
Lood	glanzend	250	T	0,08	1
Lood	niet geoxideerd, gepolijst	100	T	0,05	4
Loodrood		100	T	0,93	4
Loodrood, poeder		100	T	0,93	1
Magnesium		22	T	0,07	4
Magnesium		260	T	0,13	4
Magnesium		538	T	0,18	4
Magnesium	gepolijst	20	T	0,07	2
Magnesiumpoeder			T	0,86	1
Molybdeen		1500-2200	T	0,19-0,26	1
Molybdeen		600-1000	T	0,08-0,13	1

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Molybdeen	vezel	700-2500	T	0,1-0,3	1
Mortel		17	KG	0,87	5
Mortel	droog	36	KG	0,94	7
Nextel Velvet 811-21 Black	Flat black	-60-150	LG	> 0,97	10 en 11
Nikkel	draad	200-1000	T	0,1-0,2	1
Nikkel	elektrolytisch	22	T	0,04	4
Nikkel	elektrolytisch	260	T	0,07	4
Nikkel	elektrolytisch	38	T	0,06	4
Nikkel	elektrolytisch	538	T	0,10	4
Nikkel	gegalvaniseerd ij- zer, gepolijst	22	T	0,045	4
Nikkel	gegalvaniseerd ij- zer, ongepolijst	20	T	0,11-0,40	1
Nikkel	gegalvaniseerd ij- zer, ongepolijst	22	T	0,11	4
Nikkel	gegalvaniseerd, gepolijst	20	T	0,05	2
Nikkel	geoxideerd bij 600 °C	200-600	T	0,37-0,48	1
Nikkel	geoxideerd	1227	T	0,85	4
Nikkel	geoxideerd	200	T	0,37	2
Nikkel	geoxideerd	227	T	0,37	4
Nikkel	gepolijst	122	T	0,045	4
Nikkel	heldermat	122	T	0,041	4
Nikkel	zuiver, voor de handel, gepolijst	100	T	0,045	1
Nikkel	zuiver, voor de handel, gepolijst	200-400	T	0,07-0,09	1
Nikkel/chroom	draad, blank	50	T	0,65	1
Nikkel/chroom	draad, blank	500-1000	T	0,71-0,79	1
Nikkel/chroom	draad, geoxideerd	50-500	T	0,95-0,98	1
Nikkel/chroom	gewalst	700	T	0,25	1
Nikkel/chroom	gezandstraald	700	T	0,70	1
Nikkeloxide		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Nikkeloxide		500-650	T	0,52-0,59	1
Olie, smering	0.025 mm film	20	T	0,27	2
Olie, smering	0.050 mm film	20	T	0,46	2
Olie, smering	0.125 mm film	20	T	0,72	2
Olie, smering	dikke laag	20	T	0,82	2
Olie, smering	film op Ni-basis: Alleen op Ni- basis	20	T	0,05	2
OSB	onbehandeld	20	KG	0,90	6
Papier	4 verschillende kleuren	70	KG	0,68-0,74	9

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Papier	4 verschillende kleuren	70	LG	0,92-0,94	9
Papier	blauw, zwart		T	0,84	1
Papier	gecoat met zwarte lak		T	0,93	1
Papier	geel		T	0,72	1
Papier	groen		T	0,85	1
Papier	rood		T	0,76	1
Papier	wit	20	T	0,7-0,9	1
Papier	wit bankpapier	20	T	0,93	2
Papier	wit, drie verschillende soorten glans	70	KG	0,76-0,78	9
Papier	wit, drie verschillende soorten glans	70	LG	0,88-0,90	9
Papier	zwart		T	0,90	1
Papier	zwart, mat		T	0,94	1
Papier	zwart, mat	70	KG	0,86	9
Papier	zwart, mat	70	LG	0,89	9
Piepschuim	isolering	37	KG	0,60	7
Plastic	glasvezellaminaat (bedrukte printplaat)	70	KG	0,94	9
Plastic	glasvezellaminaat (bedrukte printplaat)	70	LG	0,91	9
Plastic	polyurethaan isolatieplaat	70	LG	0,55	9
Plastic	polyurethaan isolatieplaat	70	KG	0,29	9
Plastic	PVC, plastic vloer, mat, met structuur	70	KG	0,94	9
Plastic	PVC, plastic vloer, mat, met structuur	70	LG	0,93	9
Platina		100	T	0,05	4
Platina		1000-1500	T	0,14-0,18	1
Platina		1094	T	0,18	4
Platina		17	T	0,016	4
Platina		22	T	0,03	4
Platina		260	T	0,06	4
Platina		538	T	0,10	4
Platina	draad	1400	T	0,18	1
Platina	draad	50-200	T	0,06-0,07	1
Platina	draad	500-1000	T	0,10-0,16	1
Platina	lint	900-1100	T	0,12-0,17	1
Platina	zuiver, gepolijst	200-600	T	0,05-0,10	1
Pleister		17	KG	0,86	5

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Pleister	gipsplaat, onbehandeld	20	KG	0,90	6
Pleister	ruwe coating	20	T	0,91	2
Porselein	geglazuurd	20	T	0,92	1
Porselein	wit, glanzend		T	0,70-0,75	1
Roestvrijstaal	blad, gepolijst	70	KG	0,18	9
Roestvrijstaal	blad, gepolijst	70	LG	0,14	9
Roestvrijstaal	blad, onbehandeld, iets gekrast	70	KG	0,30	9
Roestvrijstaal	blad, onbehandeld, iets gekrast	70	LG	0,28	9
Roestvrijstaal	gewalst	700	T	0,45	1
Roestvrijstaal	gezandstraald	700	T	0,70	1
Roestvrijstaal	legering, 8% Ni, 18% Cr	500	T	0,35	1
Roestvrijstaal	type 18-8, geoxideerd bij 800°C	60	T	0,85	2
Roestvrijstaal	type 18-8, gepolijst	20	T	0,16	2
Rubber	hard	20	T	0,95	1
Rubber	zacht, grijs, ruw	20	T	0,95	1
Sintel	boiler	0–100	T	0,97-0,93	1
Sintel	boiler	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Sintel	boiler	200-500	T	0,89-0,78	1
Sintel	boiler	600-1200	T	0,76-0,70	1
Sneeuw: zie Water					
Stof	zwart	20	T	0,98	1
Stucco	ruw, kalk	10-90	T	0,91	1
Teer			T	0,79-0,84	1
Teer	papier	20	T	0,91-0,93	1
Tegel	geglazuurd	17	KG	0,94	5
Tin	gepolijst	20-50	T	0,04-0,06	1
Tin	vertind plaatstaal	100	T	0,07	2
Titaan	geoxideerd bij 540°C	1000	T	0,60	1
Titaan	geoxideerd bij 540°C	200	T	0,40	1
Titaan	geoxideerd bij 540°C	500	T	0,50	1
Titaan	gepolijst	1000	T	0,36	1
Titaan	gepolijst	200	T	0,15	1
Titaan	gepolijst	500	T	0,20	1
Verf	8 verschillende kleuren en kwaliteiten	70	KG	0,88-0,96	9

Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Verf	8 verschillende kleuren en kwaliteiten	70	LG	0,92-0,94	9
Verf	Aluminium, diverse leeftijden	50–100	T	0,27-0,67	1
Verf	cadmiumgeel		T	0,28-0,33	1
Verf	chromgroen		T	0,65-0,70	1
Verf	kobaltblauw		T	0,7-0,8	1
Verf	olie	17	KG	0,87	5
Verf	olie, grijs effen	20	KG	0,97	6
Verf	olie, grijs glanzend	20	KG	0,96	6
Verf	olie, verschillende kleuren	100	T	0,92-0,96	1
Verf	olie, zwart effen	20	KG	0,94	6
Verf	olie, zwart glanzend	20	KG	0,92	6
Verf	op oliebasis, gemiddeld 16 kleuren	100	T	0,94	2
Verf	plastic, wit	20	KG	0,84	6
Verf	plastic, zwart	20	KG	0,95	6
Vernis	op eiken parketvloer	70	KG	0,90	9
Vernis	op eiken parketvloer	70	LG	0,90-0,93	9
Vernis	plat	20	KG	0,93	6
Vezelplaat	hard, onbehandeld	20	KG	0,85	6
Vezelplaat	masoniet	70	KG	0,75	9
Vezelplaat	masoniet	70	LG	0,88	9
Vezelplaat	poreus, onbehandeld	20	KG	0,85	6
Vezelplaat	spaanplaat	70	KG	0,77	9
Vezelplaat	spaanplaat	70	LG	0,89	9
Water	gedestilleerd	20	T	0,96	2
Water	ijs, bedekt met zware rijp	0	T	0,98	1
Water	ijs, glad	-10	T	0,96	2
Water	ijs, glad	0	T	0,97	1
Water	laag >0,1 mm dik	0–100	T	0,95-0,98	1
Water	rijpkristallen	-10	T	0,98	2
Water	sneeuw		T	0,8	1
Water	sneeuw	-10	T	0,85	2
Wolfram		1500-2200	T	0,24-0,31	1
Wolfram		200	T	0,05	1
Wolfram		600-1000	T	0,1-0,16	1



Tabel 20.1 T: Totaal spectrum; SW: 2–5 µm; LW: 8–14 µm, LLW: 6.5–20 µm; 1: Materiaal; 2: Specificatie; 3: Temperatuur in °C; 4: Spectrum; 5: Emissiegraad; 6: Referentie (vervolg)

1	2	3	4	5	6
Wolfram	vezel	3300	T	0,39	1
Zand			T	0,60	1
Zand		20	T	0,90	2
Zandsteen	gepolijst	19	DLG	0,909	8
Zandsteen	ruw	19	DLG	0,935	8
Zilver	gepolijst	100	T	0,03	2
Zilver	zuiver, gepolijst	200-600	T	0,02-0,03	1
Zink	blad	50	T	0,20	1
Zink	geoxideerd bij 400°C	400	T	0,11	1
Zink	geoxideerd oppervlak	1000-1200	T	0,50-0,60	1
Zink	gepolijst	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 Linotype Helvetica™ World. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980)

**LOEF (List Of Effective Files)**

T501109.xml; nl-NL; AN; 42296; 2017-04-27  
T505552.xml; nl-NL; 9599; 2013-11-05  
T505469.xml; nl-NL; 39689; 2017-01-25  
T505013.xml; nl-NL; 39689; 2017-01-25  
T505799.xml; nl-NL; 39839; 2017-01-30  
T505800.xml; nl-NL; 39839; 2017-01-30  
T505801.xml; nl-NL; 40414; 2017-02-16  
T505816.xml; nl-NL; AH; 41827; 2017-03-31  
T505470.xml; nl-NL; 39513; 2017-01-18  
T505012.xml; nl-NL; 41563; 2017-03-23  
T505007.xml; nl-NL; 39512; 2017-01-18  
T506125.xml; nl-NL; 40753; 2017-03-02  
T505000.xml; nl-NL; 39687; 2017-01-25  
T506051.xml; nl-NL; 40460; 2017-02-20  
T505005.xml; nl-NL; 41563; 2017-03-23  
T505001.xml; nl-NL; 41563; 2017-03-23  
T505006.xml; nl-NL; 41563; 2017-03-23  
T505002.xml; nl-NL; 39512; 2017-01-18





---

**Website**  
<http://www.flir.com>

**Customer support**  
<http://support.flir.com>

**Copyright**  
© 2017, FLIR Systems, Inc. All rights reserved worldwide.

**Disclaimer**  
Specifications subject to change without further notice. Models and accessories subject to regional market considerations. License procedures may apply. Products described herein may be subject to US Export Regulations. Please refer to [exportquestions@flir.com](mailto:exportquestions@flir.com) with any questions.

Publ. No.: T559918  
Release: AN  
Commit: 42296  
Head: 42303  
Language: nl-NL  
Modified: 2017-04-27  
Formatted: 2017-04-27