

FLIR in de Les

16 December 2017

Norbert van Veen (norbert@cma-science.nl)

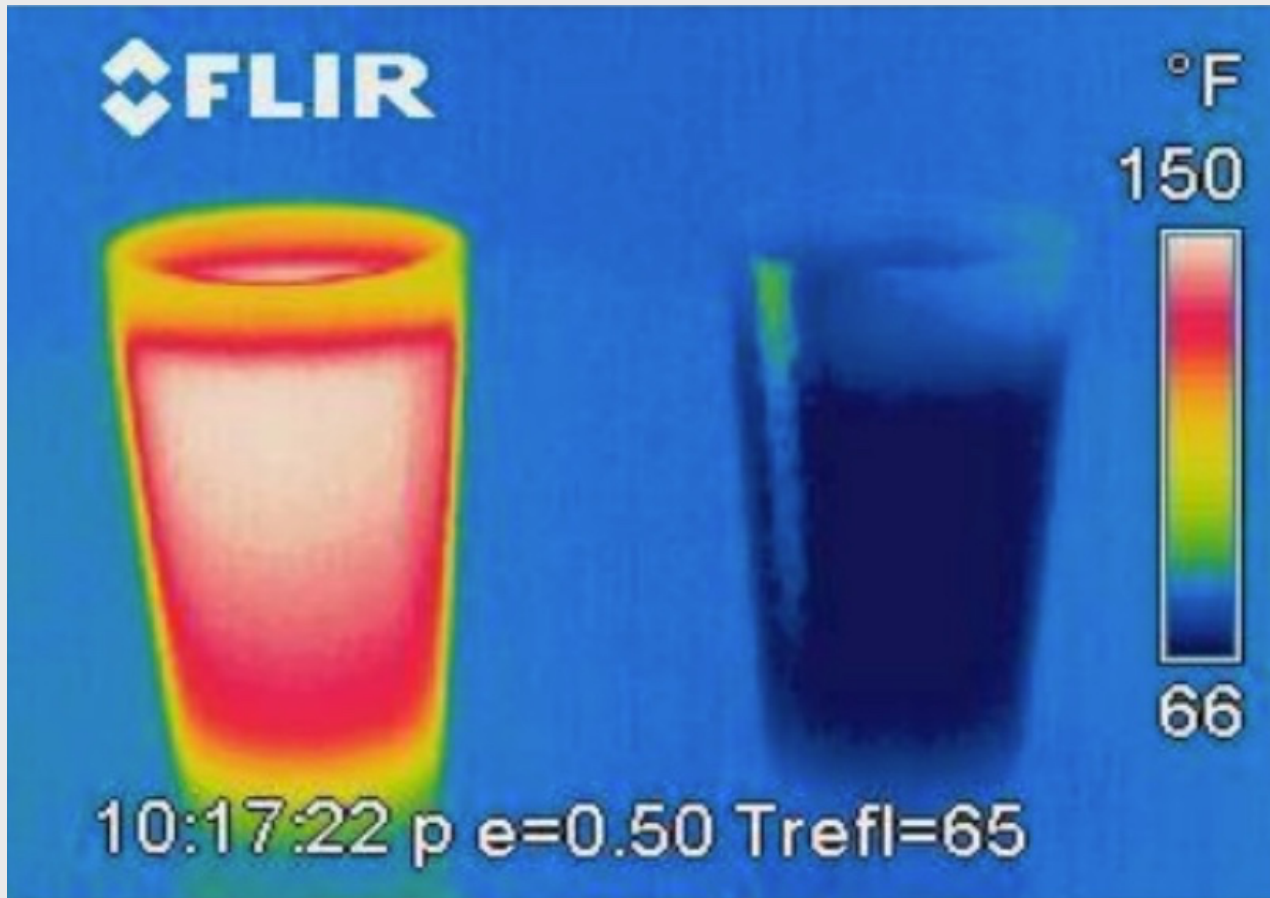


Infra Rood

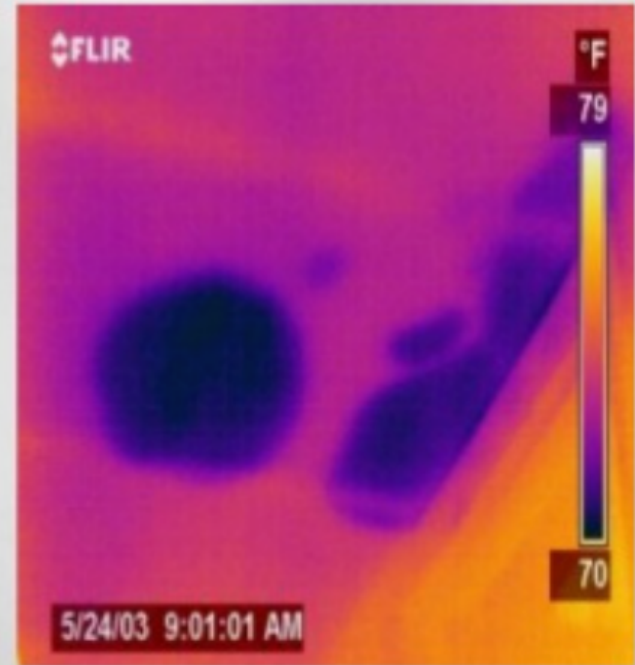
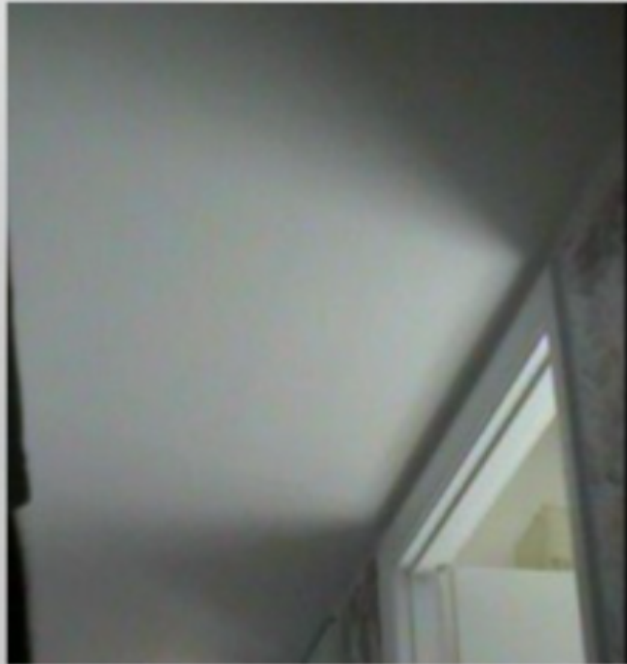


Pablo Picasso – ‘Strijkende vrouw’ en ‘blauwe kamer’

De wereld in Infra Rood



De wereld in Infra Rood

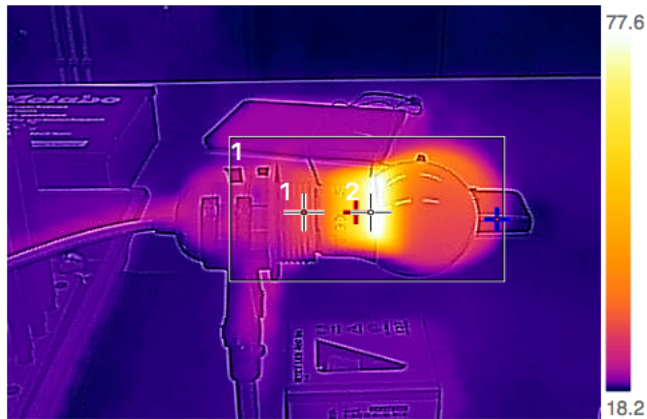


De wereld in Infra Rood



FLIR0096.JPG

2017/01/31 10:32:22



FLIR0096.JPG

2017/01/31 10:32:22



MEASUREMENTS

°C

Spot 1	31.5
Spot 2	69.1
Area 1 Max.	80.4
Area 1 Min.	18.9
Area 1 Avg.	30.5

PARAMETERS

Emissivity	0.95
Refl. temp.	20.00 °C
Distance	0.50 m
Relative humidity	50 %
Atmospheric temperature	20.00 °C
Transmission	0.94

FLIR C2 Infra Rood Camera



Werking




- MSX -Thermal MSX (Multi Spectral Dynamic Imaging): IR foto waar de randen van de objecten zijn verbeterd met behulp van videobeelden.
- Thermal: De camera maakt een plaatje in het IR (met valse kleuren)



Instellingen



1. Main menu toolbar.
2. Submenu toolbar.
3. Result table.
4. Status icons.
5. Temperature scale.
6. Spotmeter.

- *Thermal MSX*  .
- *Thermal*  .
- *Digital camera*  .

Werking

- Digitale camera: Foto in zichtbaar licht.

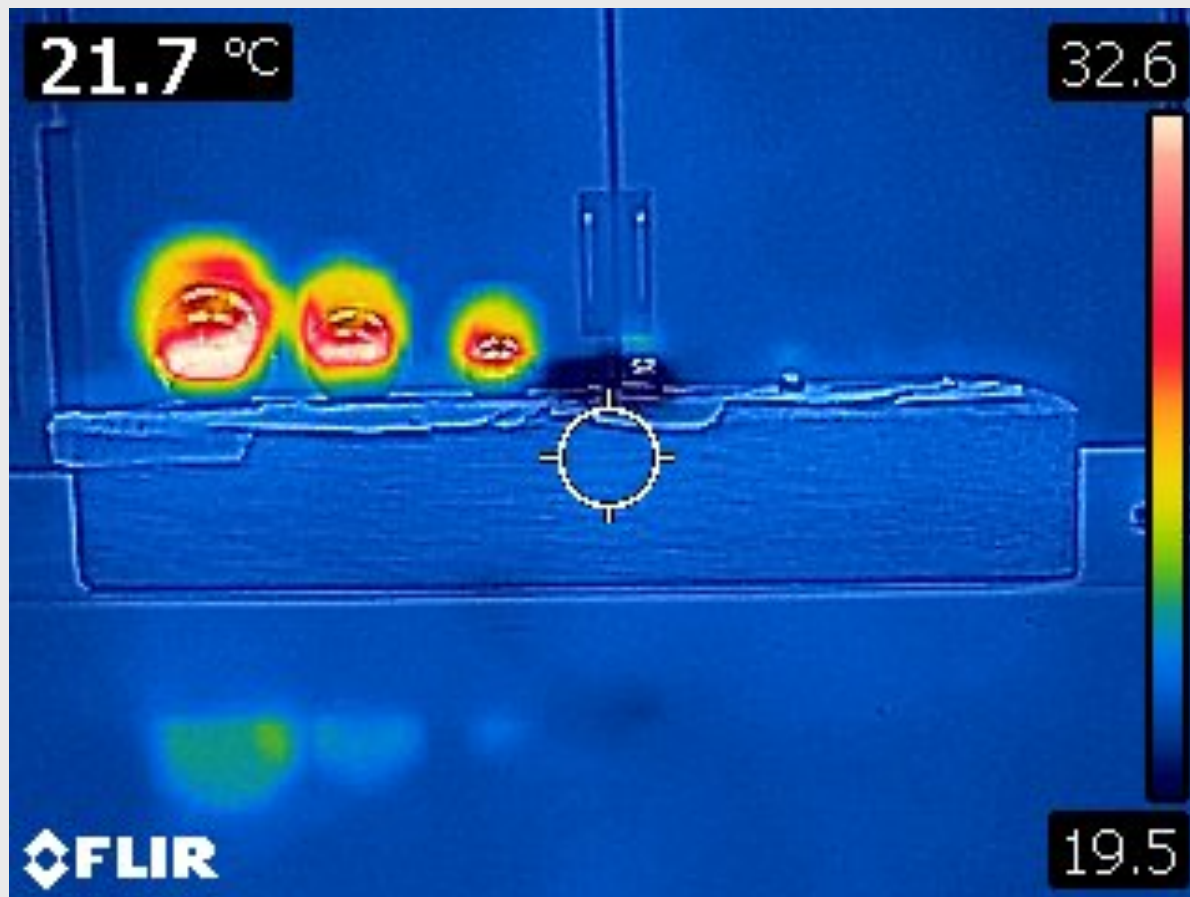
De camera kun je instellen:
2 aparte foto's.
Samengevoegde foto's.



De camera moet twee plaatjes samenvoegen in MSX.
Correctie nodig -> Daarvoor is de afstand tot object van belang: Instellingen.

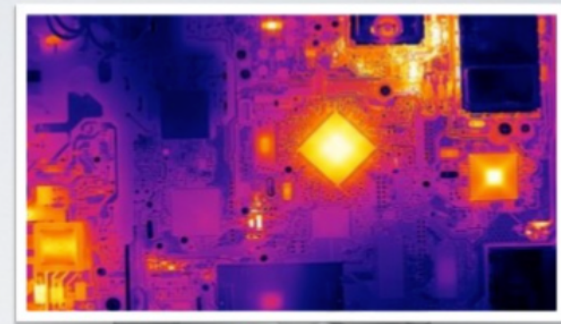
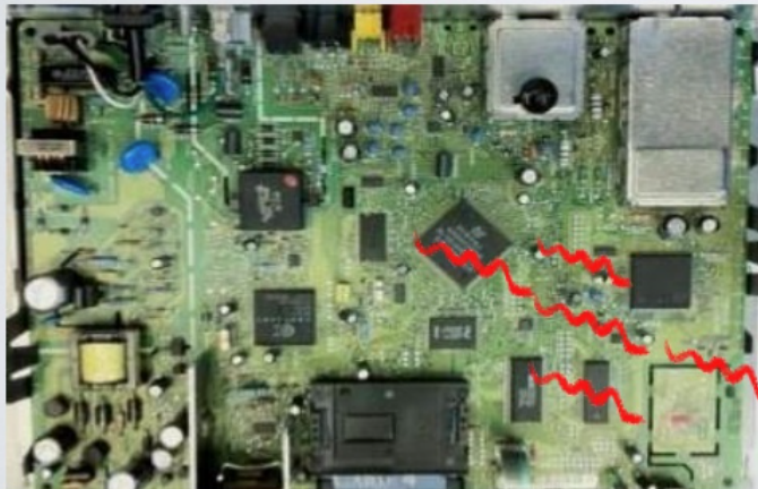
Werking

- MSX mode, instelling van afstand niet goed!



Working

1. Camera sensor pixels are heated by the incoming IR radiation.
2. The pixel resistance changes when heated.
3. The pixel resistance is measured and calibrated to a temperature value.
4. Temperature values are presented as an IR image.

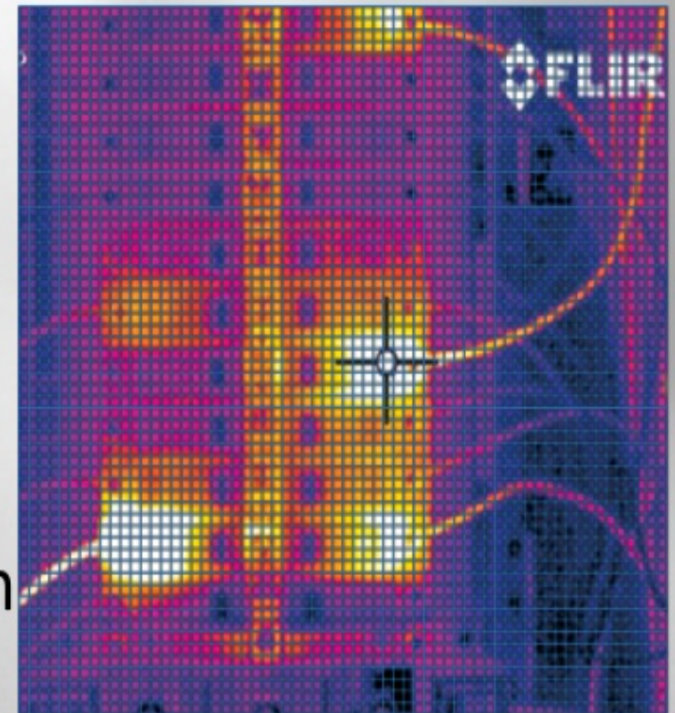


Werking

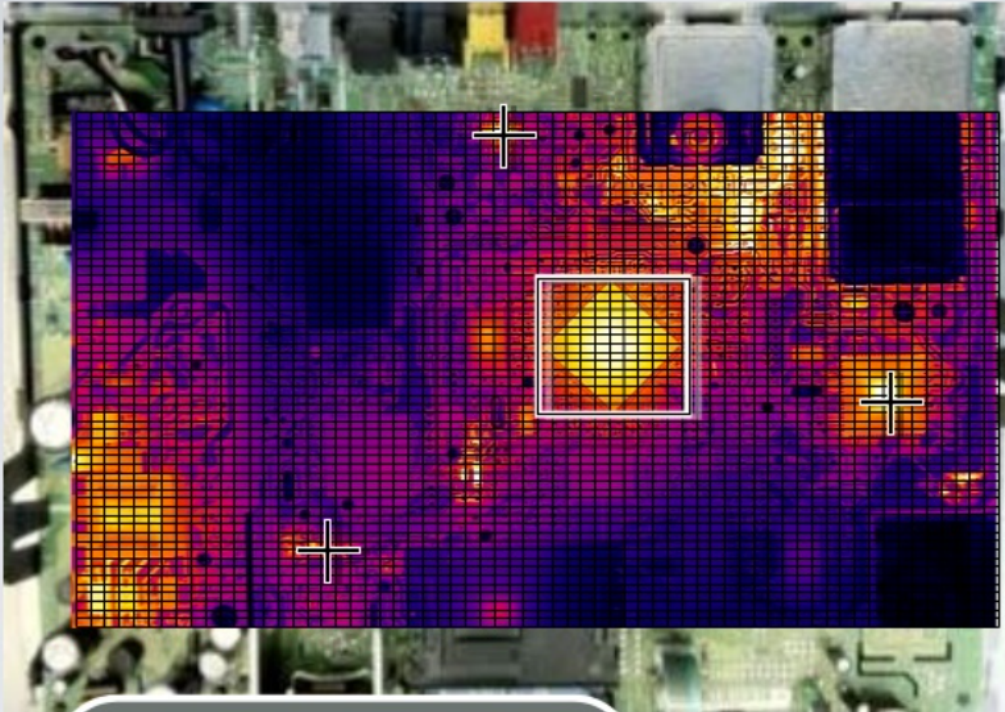
Here is what an Infrared Camera sees



FLIR TG165/C2 = 80 x 60 resolution
4,800 detectors



Working



IR Cameras have several thousand measurement spots. A temperature measurement can be made from any of those spots in the IR image.

Like having up to 76,800 IR Thermometers or Thermocouples!



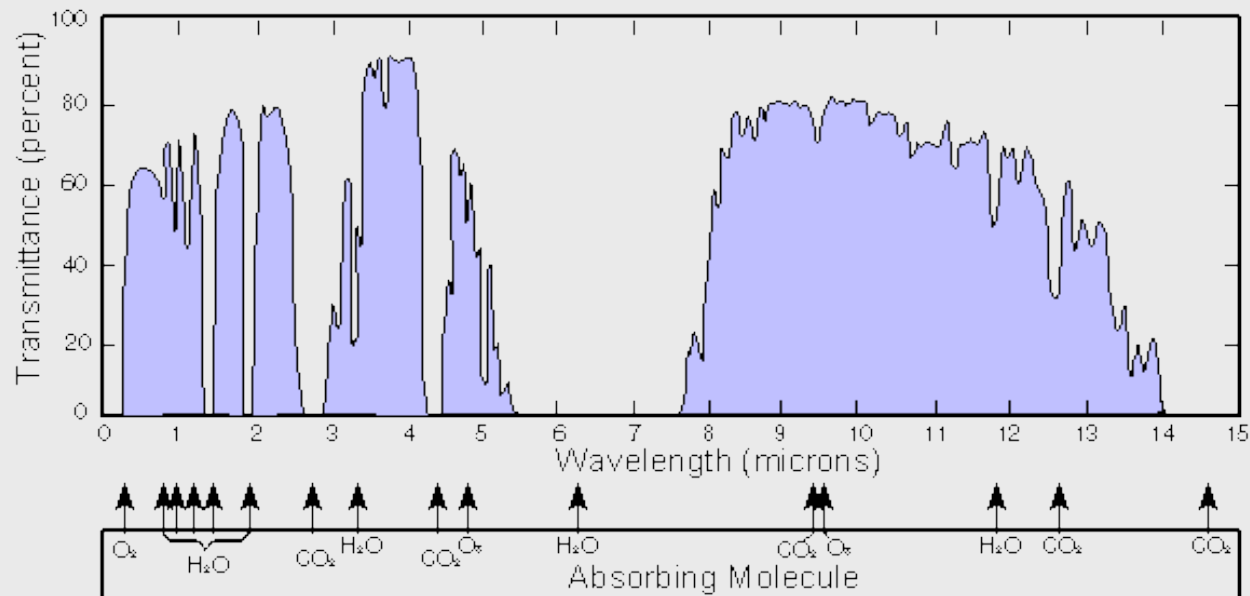
Werking

De golflengte gebieden waarin de Camera meet zijn zo gekozen dat deze IR golflengten 'niet' geabsorbeerd worden door lucht.

-> SW en LW gebieden.

LW 7.7 - 11.5 μm

SW 0.9–1.7 μm



De 'lens' van de IR camera: Zie H3 Avalone PhD Thesis 2015

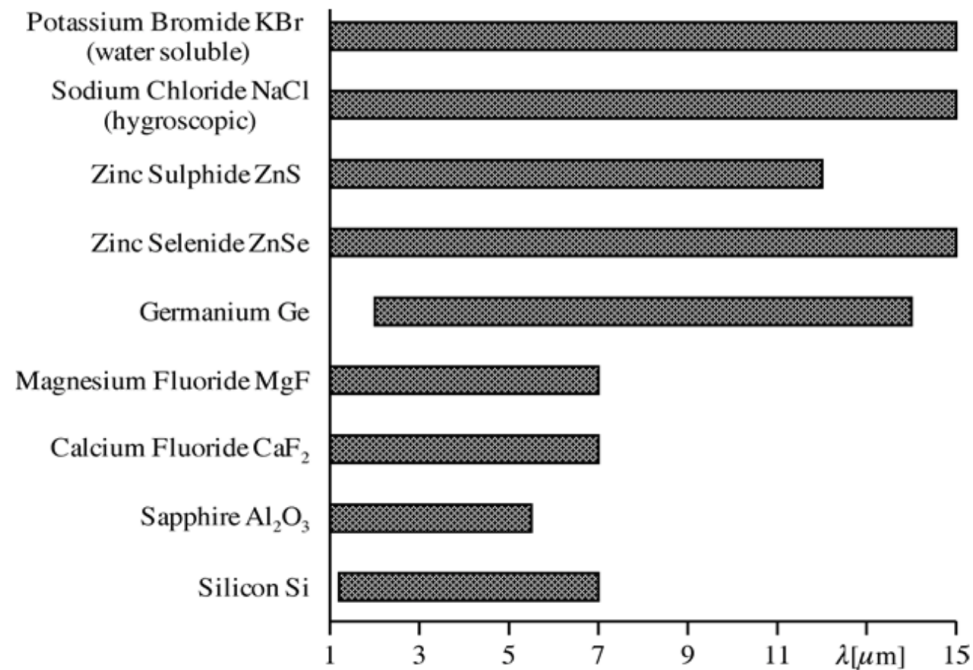
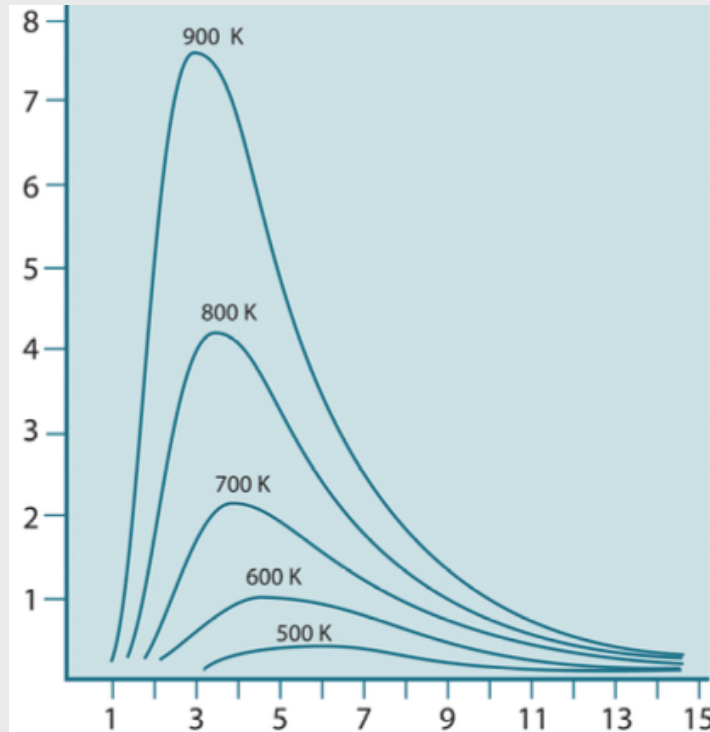


Figure 3.7. Wavelength range of transparency in the infrared for some material (from Astarita and Carlomagno 2013).

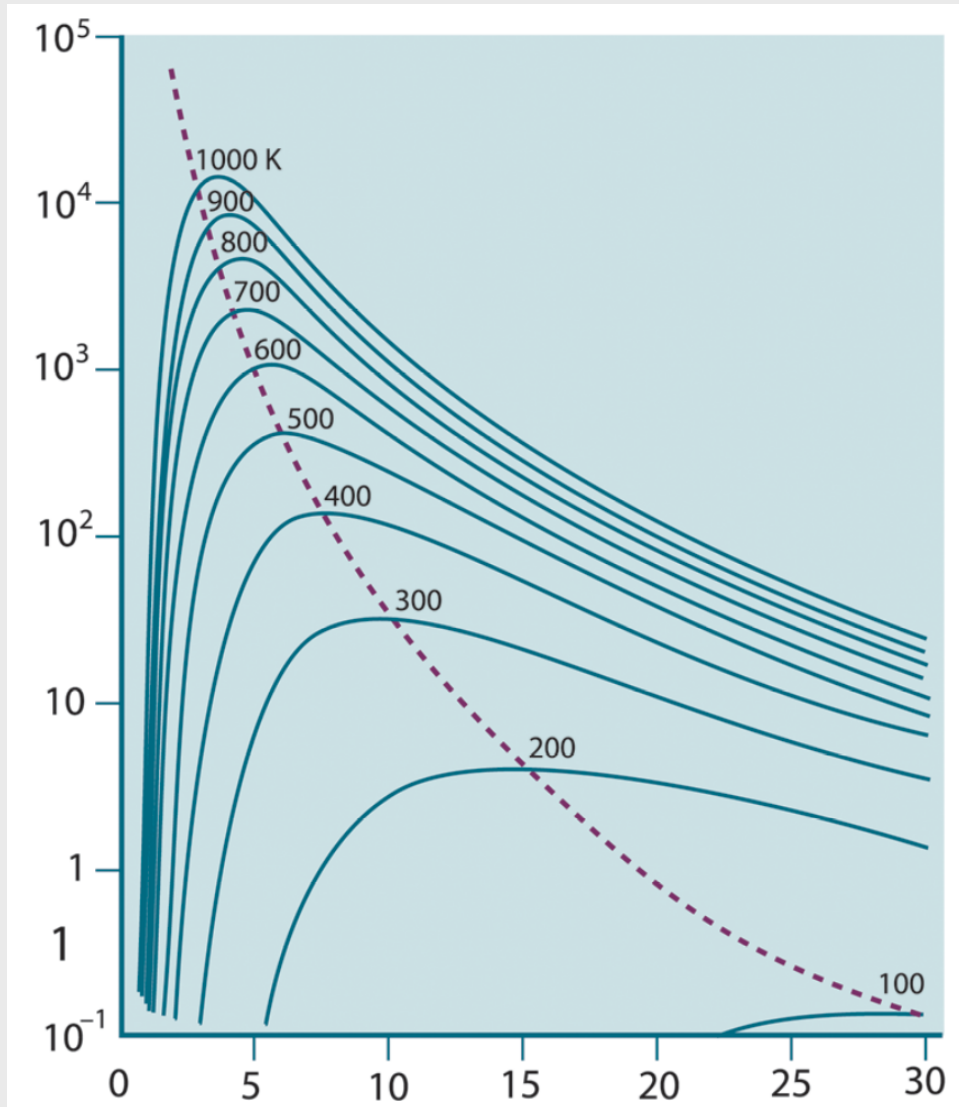
Coatings om transmissie te verhogen! E.g. 45% zonder coating voor Ge

Theorie



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

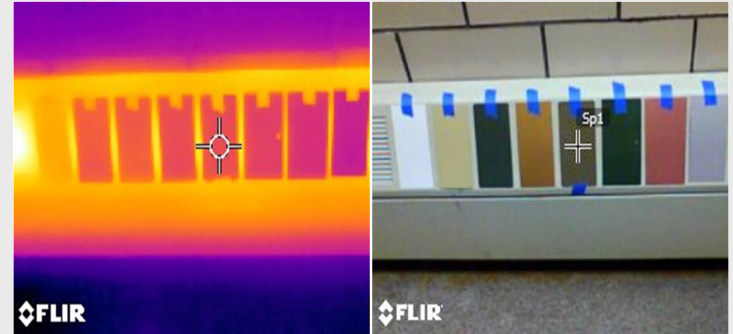
Theorie



Verschuivingswet van Wien

Emissiviteit

Omdat niet elke oppervlak even goed 'straalt',
kan de emissiviteit per oppervlak verschillen.
= Efficiëntie van een straler!



Emissiviteit instellen:



Matt 0,95

Semi-matt 0,80

Half-glossy 0,60

Custom value

Emissiviteit

Materiaal
Ruwheid
Golflengte
Temperatuur
Kijkhoek
Vorm

Common Heat Radiation Emissivity Coefficients

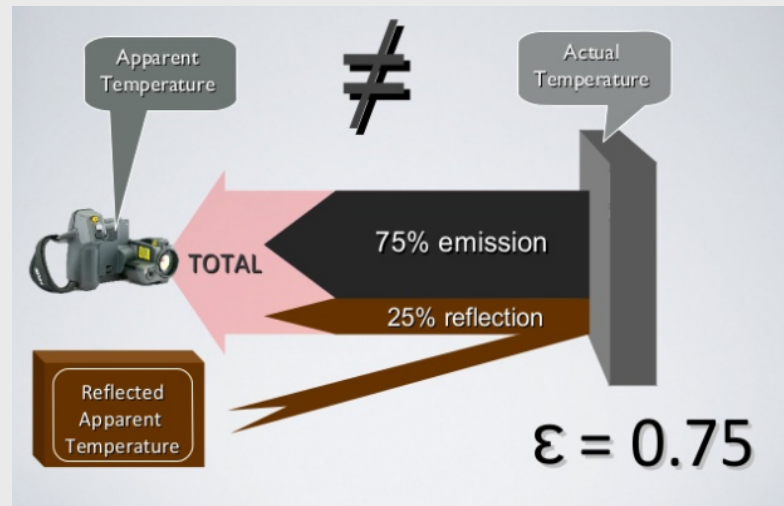
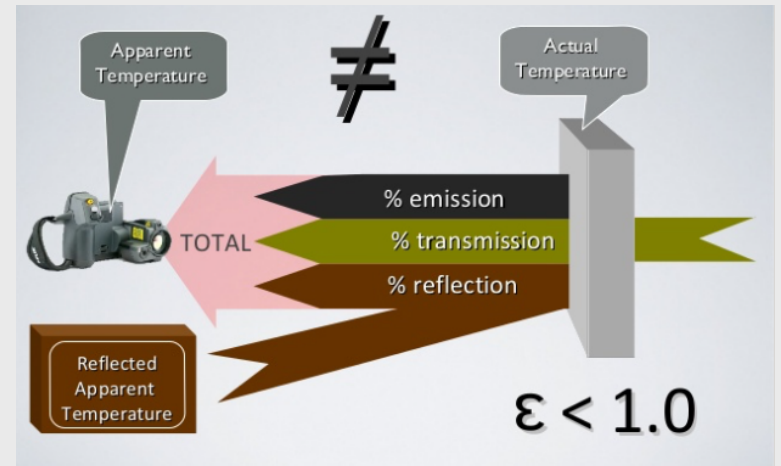
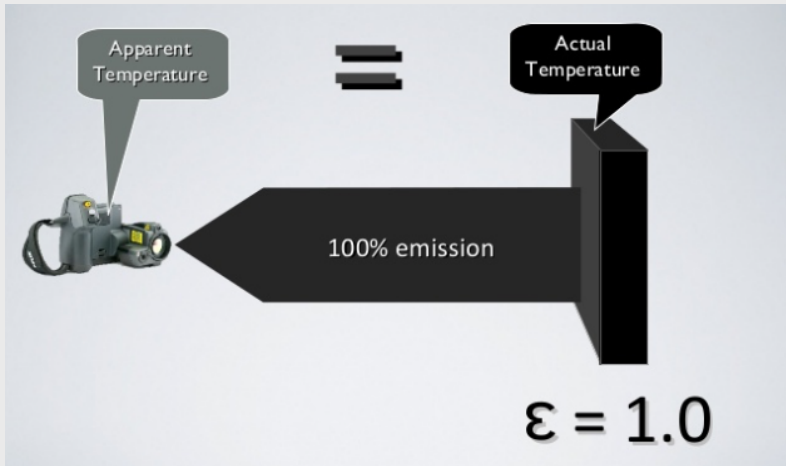
Human Skin	0.98
Black Electrical Tape	0.97
Masking Tape	0.92
Water	0.95
Rubber	0.95
Glass	0.92
Plywood	0.83 - 0.98
Painted Surfaces	0.84 - 0.97 (non-aluminum)
Painted Aluminum	0.45
Black Paper	0.90
White Paper	0.68
Cardboard Box	0.81
PVC	0.91 - 0.93
Gravel	0.28
Grass	0.97
Fiberglass	0.75
Aluminum (polished)	0.05 (0.77 anodized)
Brass (polished)	0.03 (0.61 oxidized)
Copper (electroplated)	0.03
Cotton	0.77
Wool	0.78
Concrete	0.85
Nylon	0.85
Snow	0.82 - 0.85
Sand	0.76 - 0.95
Asphalt	0.93
Vegetation	0.80 (varies greatly)
Dry Soil	0.92
Wet Soil	0.95

Emissiviteit

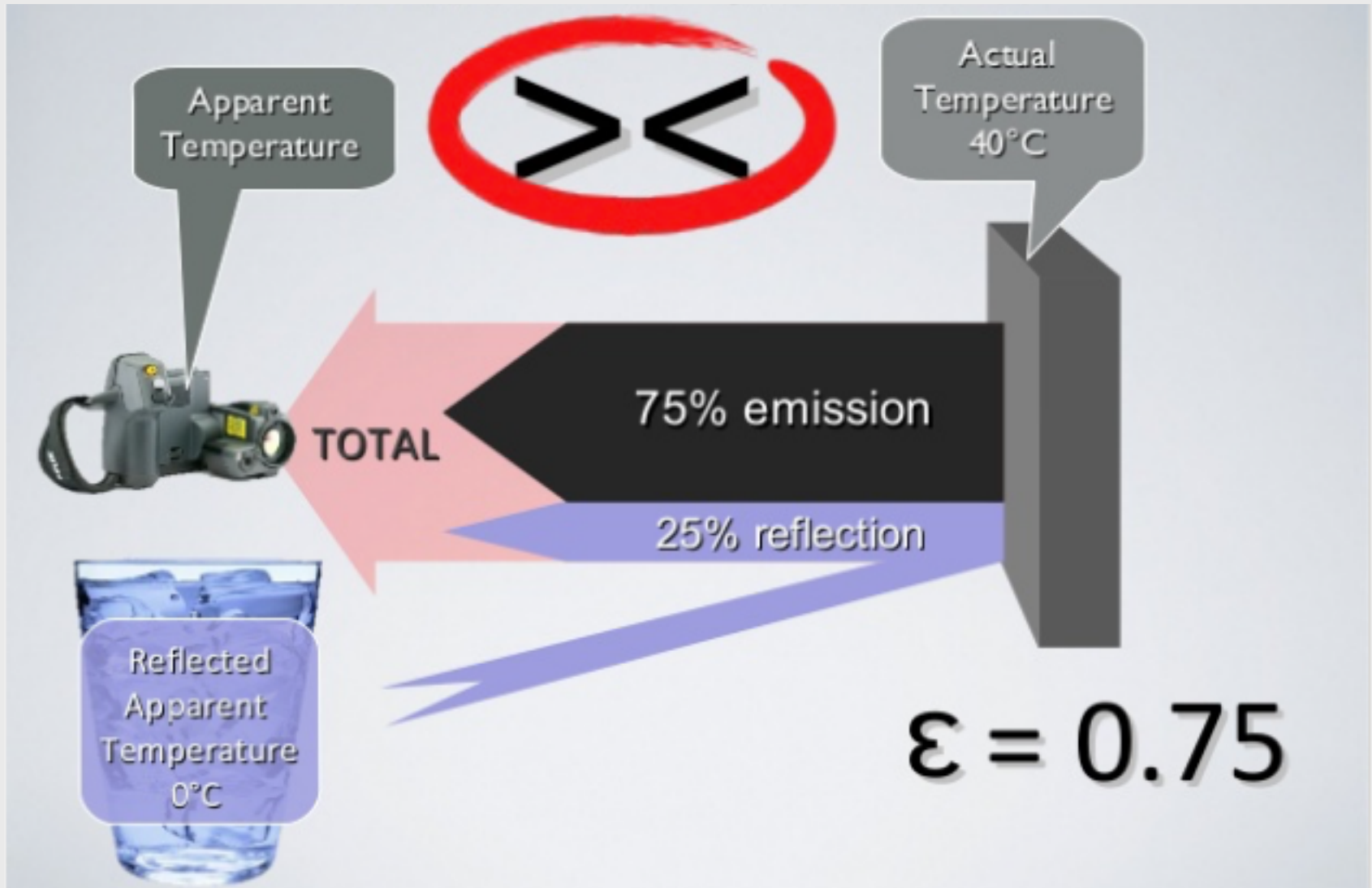
- Materiaal
- Ruwheid
- Golflengte
- Temperatuur
- Kijkhoek
- Vorm

Figure 25.1 T: Total spectrum; SW: 2–5 μm ; LW: 8–14 μm , LLW: 6.5–20 μm ; 1: Material; 2: Specification; 3: Temperature in $^{\circ}\text{C}$; 4: Spectrum; 5: Emissivity; 6: Reference

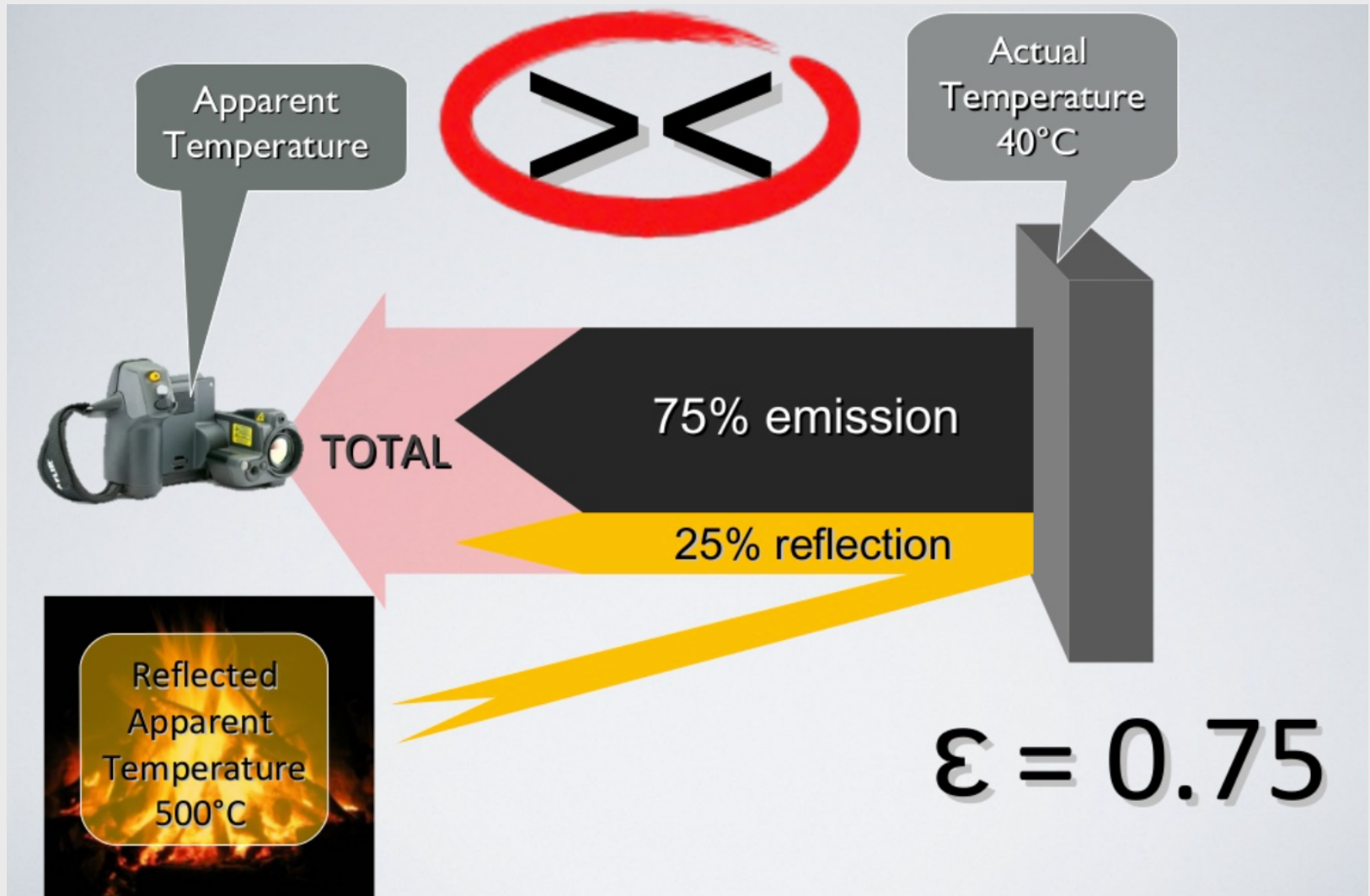
1:	2	3	4	5	6
Aluminum	anodized, light gray, dull	70	LW	0.97	9
Aluminum	anodized, light gray, dull	70	SW	0.61	9
Aluminum	anodized sheet	100	T	0.55	2
Aluminum	foil	27	3 μm	0.09	3
Aluminum	foil	27	10 μm	0.04	3
Aluminum	polished	50–100	T	0.04–0.06	1
Aluminum	polished, sheet	100	T	0.05	2
Aluminum	polished plate	100	T	0.05	4
Aluminum	roughened	27	3 μm	0.28	3
Aluminum	roughened	27	10 μm	0.18	3
Brick	masonry	35	SW	0.94	7
Brick	masonry, plastered	20	T	0.94	1
Brick	red, common	20	T	0.93	2
Brick	red, rough	20	T	0.88–0.93	1
Skin	human	32	T	0.98	2



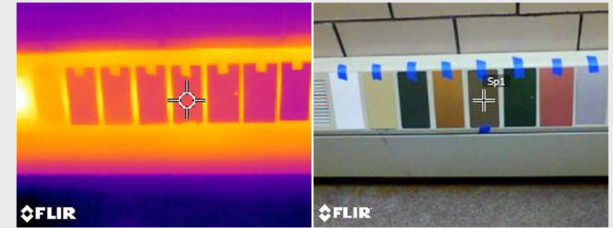
Welke temperatuur meet de camera nu?



Welke temperatuur meet de camera nu?

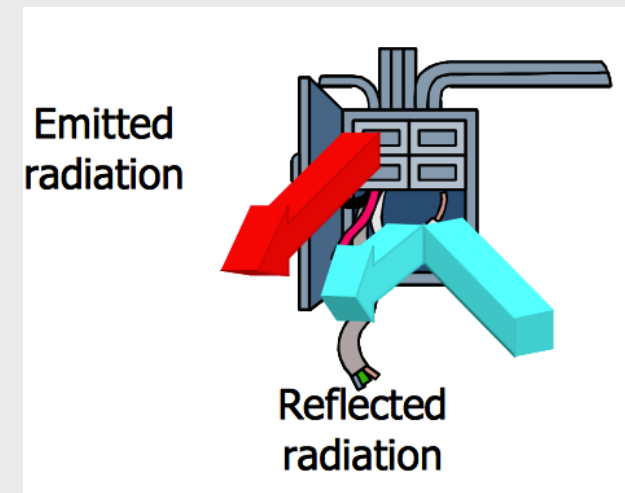


Gereflecteerde schijnbare Temperatuur



Deze parameter wordt gebruikt om te compenseren voor de door het object` gereflecteerde straling. Als de emissiviteit laag is en de objecttemperatuur aanzienlijk afwijkt van die van de gereflecteerde temperatuur, is het belangrijk om de gereflecteerde schijnbare temperatuur correct in te stellen en te compenseren.

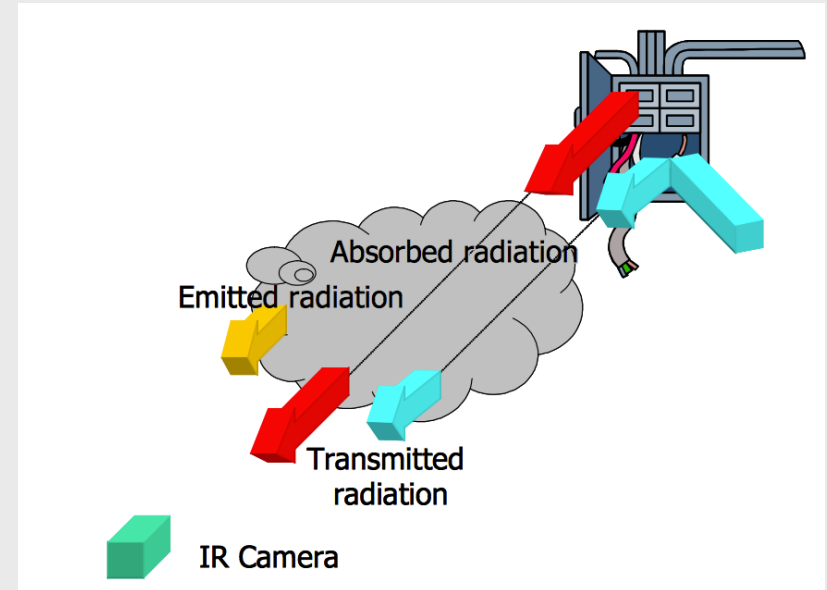
Schijnbare temperatuur is de niet gecompenseerde waarde van de uitlezing van een IR apparaat. Hier zit alle straling in die het apparaat ontvangen heeft.



Gereflecteerde schijnbare Temperatuur

GST = stralingshoeveelheid en **niet** de temperatuur van de lucht om het object, dat je fotografeert.

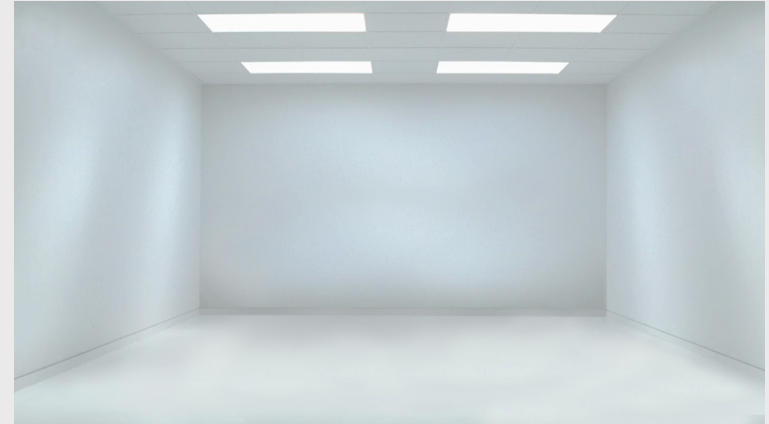
Camera registreert alleen golflengten die door lucht gaan. De straling die lucht uitzendt wordt niet geregistreerd. (Lucht is onzichtbaar met deze camera's.)



Makkelijkste situatie:

Alle muren gelijke temperatuur en gelijk aan de luchttemperatuur.

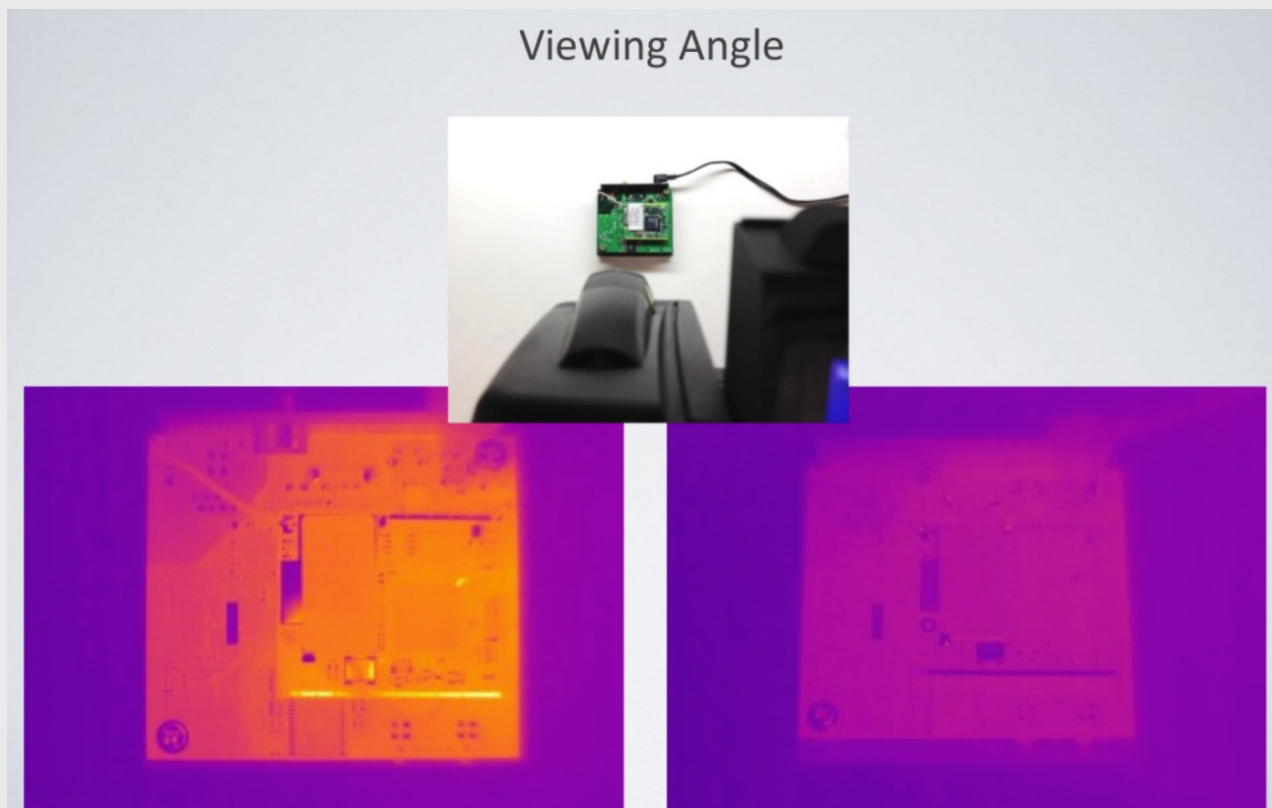
- Vergelijkbaar met zwarte straler.
- Instellingen $\varepsilon = 1.0$ en afstand op kortste.



Om de invloed van Reflectiebronnen te onderzoeken:

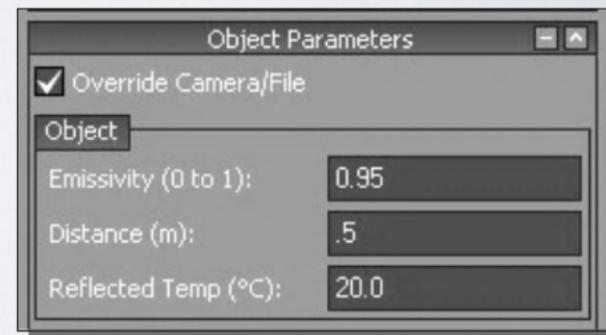
- Bekijk een object van verschillende hoeken en bekijk de temperatuur metingen.
Verschil in temperatuur gevonden:
- Scherm warmtebronnen af met een stuk karton bijvoorbeeld.

- Scherm warmtebronnen af met een stuk karton.



Measuring Reflected Apparent Temperature

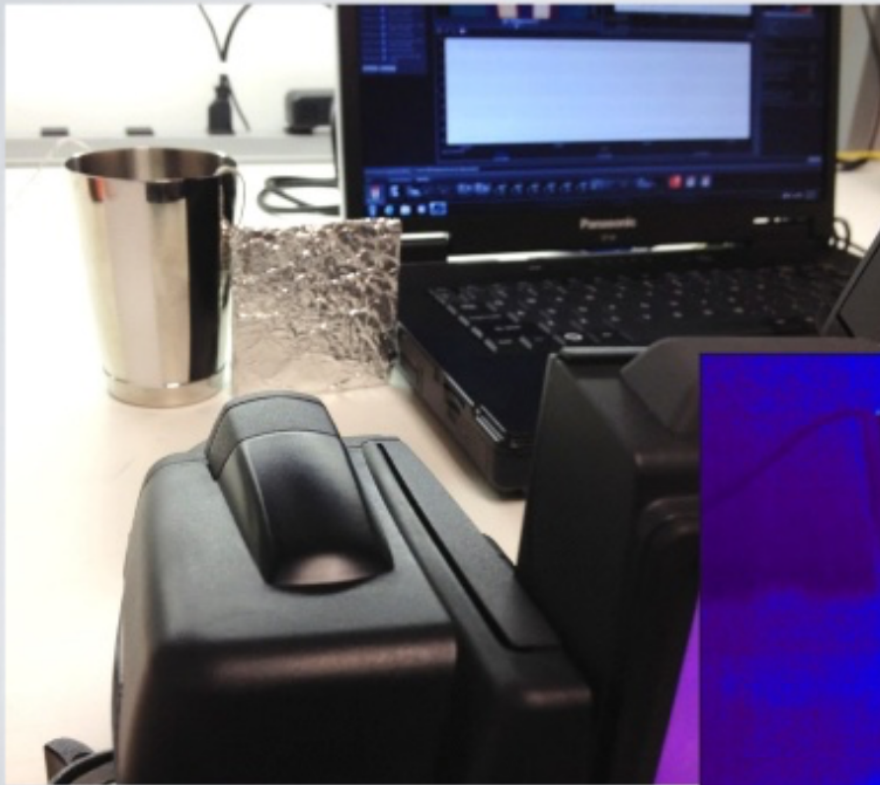
1. Place a sheet of crumpled Aluminum foil in front of your target
2. Set emissivity to 1.00, distance to 0
3. Measure the average temperature in a large area (box, circle, etc).
4. Enter the value into the software.



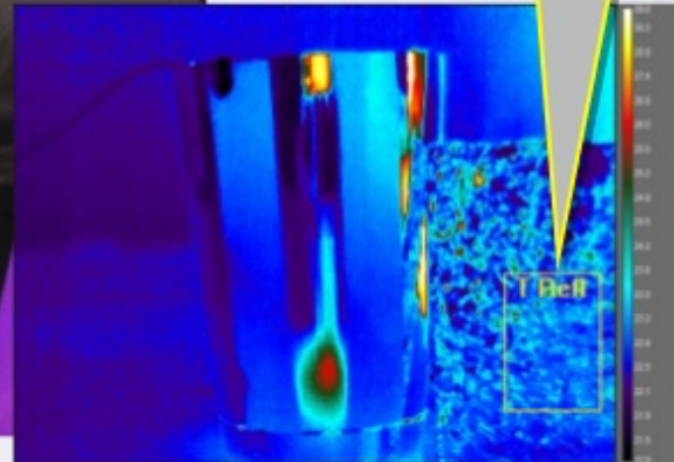
Working with Emissivity

Clip slide

(Demonstration)



Reflected
Apparent
Temperature -
 23.1°C

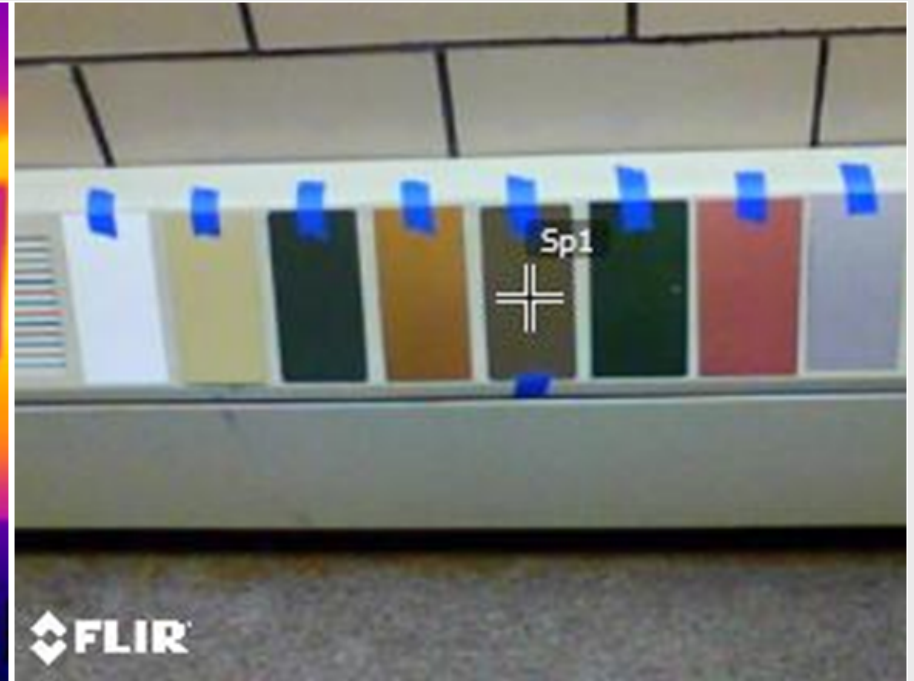
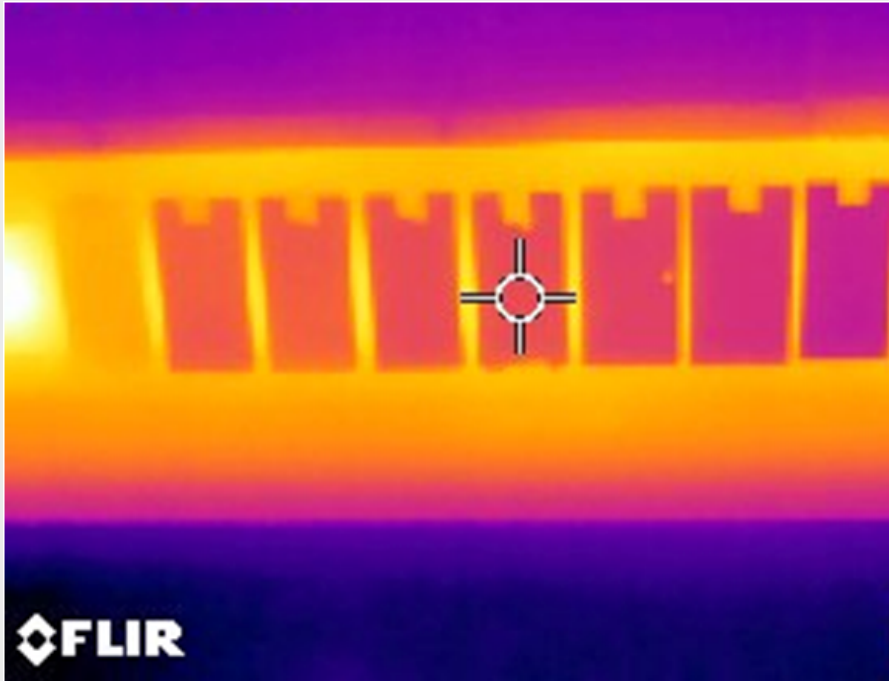


29

Meten



In de Les



Werken met Flirtools

Korte Demo.

Werken met Flirtools

Opdracht:

- Fotografeer een warmtebron en maak een kort verslagje van je meting/ of gebruik een al gemaakte foto.
- Meet op minstens twee plaatsen in je foto de temperatuur.
- Plaats het logo van je school in het rapport.

Vragen?

Norbert van Veen
(norbert@cma-science.nl)



www.cma-science.nl