

Infrarot

Neben dem Regenbogen

Wilhelm Herschel war verwirrt. Der deutsch-englische Musiker, Mathematiker, Astronom und Ingenieur hatte soeben ein Experiment zur Messung der Temperatur von Licht durchgeführt. Sonnenlicht hatte er mit Hilfe eines Glasprismas in die Farben des Spektrums zerlegt. Nun wollte er wissen, ob grünes Licht wärmer ist als gelbes oder rotes Licht. Dazu hatte er verschiedene Thermometer in das farbige Licht gestellt. Im Licht war es wärmer als im Zimmer – das hatte er erwartet. Zwischen den unterschiedlichen Farben konnte er keine Temperaturabweichungen messen. Aber nun hatte er zufällig ein Thermometer in den Schatten neben das rote Licht gestellt – und dort war es am wärmsten! Herschel schloss daraus, dass es direkt neben dem roten Licht eine weitere, unsichtbare Strahlung geben müsse, die er nach dem lateinischen Wort „infra“ (unterhalb) „Infrarot“ nannte.

Menschen können Infrarotstrahlung (IR) nicht sehen, aber als Wärme wahrnehmen. Immerhin können wir so die Richtung einer Wärmequelle orten. Weit besser sind einige Schlangen, die mit Hilfe des Grubenorgans ein Wärmebild ihrer Umgebung „sehen“ und so auch bei völliger Dunkelheit auf Warmblüter Jagd machen können. Der Australische Feuerkäfer kann sogar Waldbrände in über 30 km Entfernung wahrnehmen.



Abb. 1: Friedrich Wilhelm Herschel (1732 – 1822), Entdecker der Infrarotstrahlung

Unsichtbares sichtbar gemacht

Für viele technische Anwendungen ist die genaue Messung und Darstellung von Wärme sehr nützlich. Wir brauchen dazu aber einige Hilfsmittel.

Viele CCD-Kameras, wie ihr sie vielleicht auch in eurem Handy habt, können Infrarotstrahlung abbilden. Probiert es selbst: In unserer Teeküche ist eine Überwachungskamera angebracht. Auch wenn es dort völlig dunkel ist, können wir draußen sehen, was ihr da drinnen macht. Die Überwachungskamera misst jedoch nicht die Temperatur, sondern sendet IR-Licht aus und nutzt die Reflexion der Strahlung an Oberflächen. Woran könnt ihr das auf dem Bild unserer Teeküche erkennen?

Wenn man Temperaturen messen will, braucht man möglichst genaue Thermo-

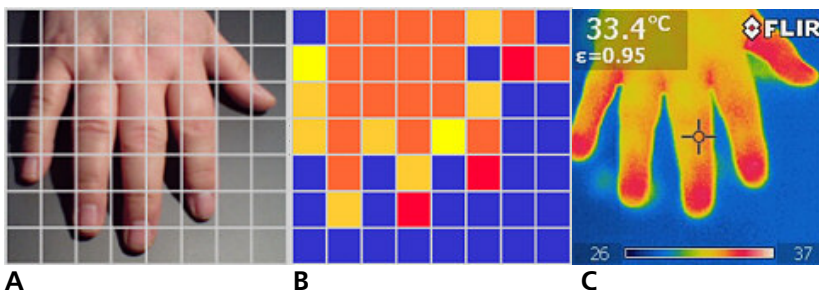


Abb. 2: Herstellung eines Wärmebildes. Für jedes Rasterquadrat wird die Temperatur gemessen und in Falschfarben dargestellt. Durch Verkleinerung der Rasterflächen entsteht ein hoch aufgelöstes Bild.

meter. IR-Messegeräte kennt ihr wahrscheinlich als moderne Fieberthermometer. Wenn wir ein Wärmebild erzeugen wollen, müssen wir die Temperaturen für jeden Rasterpunkt eines Bildes messen und als „Falschfarben“ darstellen (Abb. 2, A bis C). So funktioniert unsere IR-Kamera, mit der ihr experimentieren werdet. Ihr könnt Wärmebilder speichern und mitnehmen.

Wozu ein dickes Fell gut sein kann

Schaut euch eure Mitschülerinnen und Mitschüler durch die IR-Kamera an. Welche Teile des Gesichts sind besonders warm oder kalt? Warum ist das wohl so? Könnt ihr in Abb. 3 erkennen, dass es manchmal gut sein kann, ein „Fell“ zu tragen?



Abb. 3: Portrait in Wärmefarben

Siebe für Wellen

Mechanische Filter kennt Ihr als Küchensiebe oder Kaffeefilter: sie sortieren Objekte nach der Größe. Filter gibt es aber auch für elektromagnetische Wellen (z. B. Licht). Probiert es aus: Rotes Licht kann einen Grünfilter nicht passieren. Die Welt sieht dann ganz anders aus. Wie ist das mit IR-Strahlung? Dringt sie durch Metall, eine Mülltüte oder Plexiglas?

Wir wollen hier schon einmal verraten, dass man mit einer IR-Kamera durch einen gefärbten Luftballon hindurchsehen kann (Abb. 4A). Ist also doch etwas an dem Gerücht dran, dass James Bond's Kamera durch Wände schauen kann? Ausprobieren!



Abb. 4A: Infrarotstrahlen durchdringen einen gefärbten Luftballon...

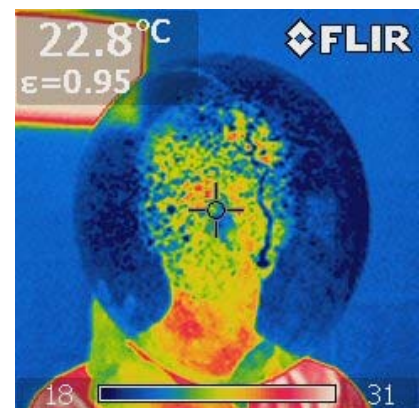


Abb. 4B: ...aber Wasser stört!

Auf Wärme-Spurensuche

Auf Oberflächen aus gut isolierenden Materialien bleiben Wärmespuren erstaunlich lange erhalten. Setzt euch auf einen Polsterstuhl oder drückt eure Hand auf die Tischplatte. Gibt es im DLR_School_Lab besonders warme Objekte? Ist unsere Heizung entlüftet? Sind die Fenster gut isoliert und funktioniert die Lüftung? Das Erkennen von Wärmequellen kann nicht nur die Energiekosten herabsetzen, sondern ist auch nützlich bei der Sicherheitsüberprüfung elektrischer Schaltungen.

Gießt heißes Wasser in verschiedene Tassen und macht Wärmebilder. Bei welcher Tasse kann man sich leicht die Finger und bei welcher den Mund verbrennen? Warum ist das so?

Schottischer Würfel

Sir John Leslie (1766 bis 1832) war ein schottischer Mathematiker und Physiker. Er beschäftigte sich unter anderem mit Wärmeübertragung und Wärmeströmen. Der nach ihm benannte Würfel besteht aus Kupferblech. Eine Seite ist schwarz, eine weiß gestrichen. Füllt den Würfel mit heißem Wasser und messt die Wärmeabstrahlung auf beiden Seiten, dann wisst ihr, ob die Schotten ihre Heizungen schwarz oder weiß anstreichen sollten. Und welche Farbe ist für Autos günstiger?

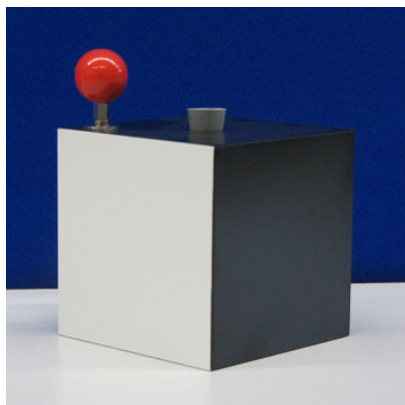


Abb. 5: Leslie-Würfel zur Untersuchung von Wärmeabstrahlung

Mit Wärme morsen

Die meisten Fernbedienungen für Multi-Mediageräte funktionieren mit gepulsten IR-Signalen. Man kann die Signale nicht sehen, aber mit einer einfachen Schaltung aus einer Fotozelle und einem Verstärker könnt ihr sie hörbar machen und verstehen, warum Geräte und Fernbedienungen oft verschiedene Sprachen sprechen.

Wärmebotschaften aus dem All

Wie Friedrich-Wilhelm Herschel entdeckt hat, sendet unsere Sonne IR-Strahlung aus. Das ist auch bei anderen Sternen so. Das Experiment mit dem Luftballon hat Euch gezeigt, dass IR-Strahlung auch dort durchkommt, wo sichtbares Licht verschluckt wird. IR-Strahlung kann kosmische Staubnebel durchdringen, die andere elektromagnetische Wellen absorbieren.

Astronomen sind darum sehr daran interessiert, den Himmel im IR-Bereich zu fotografieren, um noch unbekannte Sterne zu entdecken.

Im Luftballon-Experiment habt ihr aber auch gesehen, dass IR-Strahlung nicht durch Wasser dringt (Abb. 4B). Wolken oder Wasserdampf in der Atmosphäre behindern darum die IR-Astronomie. Man muss also das Teleskop über diese Schichten bringen.

Das Hubble Space Telescope umkreist schon seit 1990 in 575 km Höhe die Erde und hat sensationelle Bilder im sichtbaren, UV- und IR-Bereich geliefert. Sein Nachfolger wird – natürlich nicht zufällig – „Herschel Space Telescope“ heißen.



Abb. 6: Herschel Space Telescope (Bild: ESA, AOES Medialab)

SOFIA ist hinter jungen Sternen her

Weltraumteleskope und Kameras auf der Internationalen Raumstation reichen aber nicht aus, um die Neugierde aller Astronomen zu befriedigen. Darum haben NASA und DLR eine fliegende Sternwarte eingerichtet: In eine Boeing 747SP wurde ein Spiegelteleskop eingebaut. Im Herbst 2010 hat SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy) erste Bilder geliefert.



Abb. 7: Das fliegende Teleskop SOFIA

Abb. 8 zeigt das Sternbild Orion im sichtbaren und im Infrarotspektrum. Man erkennt deutlich im zweiten Bild Strahlungsquellen hinter Staub- und Gasnebeln. Dort entstanden oder entstehen neue Sterne.

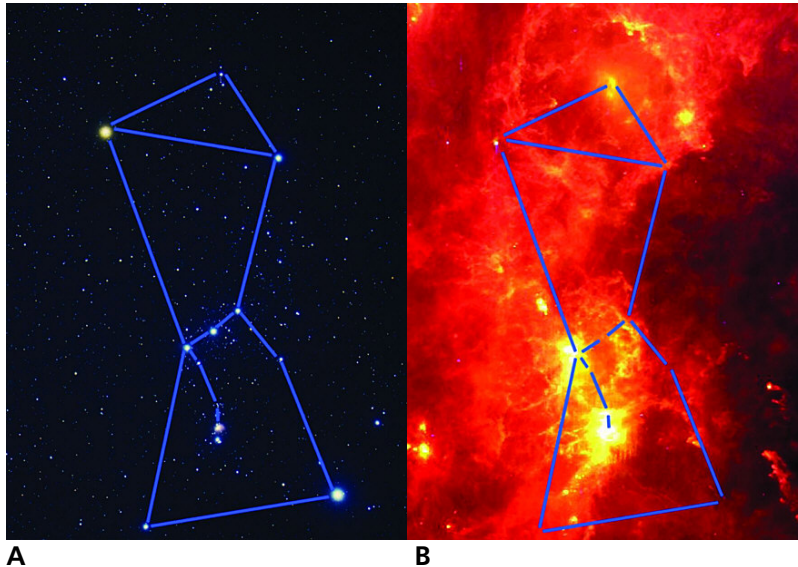


Abb. 8: Das Sternbild Orion aufgenommen im sichtbaren (A) und im Infrarotspektrum (B) (Bilder Akito Fujii und IRAS). Im mittleren Infrarotbereich sind Gas- und Staubwolken zu sehen, in denen neue Sterne geboren werden.

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten sowie für die internationale Interessenswahrnehmung zuständig. Das DLR fungiert als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den dreizehn Standorten Köln (Sitz des Vorstandes), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

Webseiten:

<http://www.dlr.de/desktopdefault.aspx/tabid-4220/>
(SOFIA)

<http://www.dsi.uni-stuttgart.de/>
(Deutsches Sofia Institut)

http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6734/11050_read-25257/

http://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6738/11073_read-25276/

http://www.dlr.de/eo/desktopdefault.aspx/tabid-5733/10088_read-21273/
(EnMAP)



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

DLR_School_Lab Köln

Linder Höhe
51147 Köln
Leitung: Dr. Richard Bräucker
Telefon 02203 601-3093
Telefax 02203 601-13093
E-Mail schoollab-koeln@dlr.de

www.schoollab.DLR.de/koeln