

Autor: Dr. Markus Pössel

Alltägliche Infrarotdetektoren

Das James-Webb-Weltraumteleskop beobachtet im Infrarotlicht. Diese Sorte von Licht würde in der üblichen Aufspaltung des Lichts in die Regenbogenfarben von blau nach rot noch hinter dem roten Farbbereich kommen – daher die Bezeichnung Infrarot.



Regenbogen (Ausschnitt). Der Infrarotbereich wäre hier links vom Rot

Physikalisch kann man das über die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung ausdrücken: Sichtbares Licht hat Wellenlängen zwischen rund 380 Nanometer (nm) und 780 nm. Ein Nanometer ist dabei ein Milliardstel Meter. Strahlung mit Wellenlängen zwischen 780 nm und 5 Mikrometern (μm) wird als Nahinfrarot-Strahlung bezeichnet, von 5 μm bis 30 μm als mittleres Infrarot und von 30 μm bis 300 μm (der letzte Wert entspricht 0,3 Millimetern) als Ferninfrarot. Bei noch längeren Wellenlängen spricht man von Submillimeterstrahlung, die dann bereits zu den Radiowellen zählt.

Die digitalen Kameras, die wir im Alltag nutzen – als Fotoapparate, oder im Handy oder Tablet – sollen natürlich vor allem realistisch wiedergeben, was wir mit unseren Augen wahrnehmen. Dazu werden Halbleiter-Bauelemente eingesetzt, die Licht in elektrischen Strom umwandeln. Bei Alltags-Kameras kommen heutzutage vor allem sogenannte CMOS-Sensoren zum Einsatz. Bei älteren Kameras und bei Kameras, die in der wissenschaftlichen Forschung eingesetzt werden, nutzt man häufig sogenannte CCD-Sensoren. Beiden Sensortypen ist gemeinsam, dass sie nicht nur für das sichtbare Licht empfindlich sind, also für diejenige elektromagnetische Strahlung, die wir mit den Augen direkt sehen können, sondern auch für Nahinfrarot-Strahlung und, für uns hier weniger interessant, hinter dem blau-violetten Ende des Regenbogens noch für UV-Strahlung.

Bei einigen Kameras sind Filter eingebaut, die Nahinfrarot- und UV-Strahlung gar nicht erst durchlassen. Bei anderen Kameras wird zumindest ein Teil jener anderen Strahlungsarten durchgelassen und dann auf den entsprechenden digitalen Fotos oder auch bei der Live-Anzeige des Bildes mit dargestellt. Nahinfrarot-Strahlung wird dabei naheliegender Weise oft dem sichtbaren Rot zugeordnet und erscheint auf den Fotos/Live-Anzeigen dann als rötlicher Fleck – allerdings ein rötlicher Fleck dort, wo wir direkt mit dem Auge gar nichts sehen!

Um auszuprobieren, welche Kamera als Nahinfrarot-Detektor geeignet ist, benötigen wir eine Quelle für Nahinfrarot-Strahlung. Im Alltag begegnen uns solche Quellen insbesondere als Fernbedienungen, etwa für Fernseher, Stereoanlagen oder andere elektronische Geräte. Nahinfrarot-Fernbedienungen weisen am vorderen Ende typischerweise einen durchsichtigen, halbrunden Vorsprung auf. Der halbrunde Vorsprung ist die Infrarot-LED, die zur Erzeugung der Nahinfrarot-Strahlung genutzt wird. Hier sind drei solcher Fernbedienungen zu sehen:



Drei Nahinfrarot-Fernbedienungen. Die Nahinfrarot-Lichtquelle ist auf den schmalen Vorderseiten jeweils als durchscheinendes, abgerundetes Gebilde zu sehen.

Aufgaben

Aufgabe 1

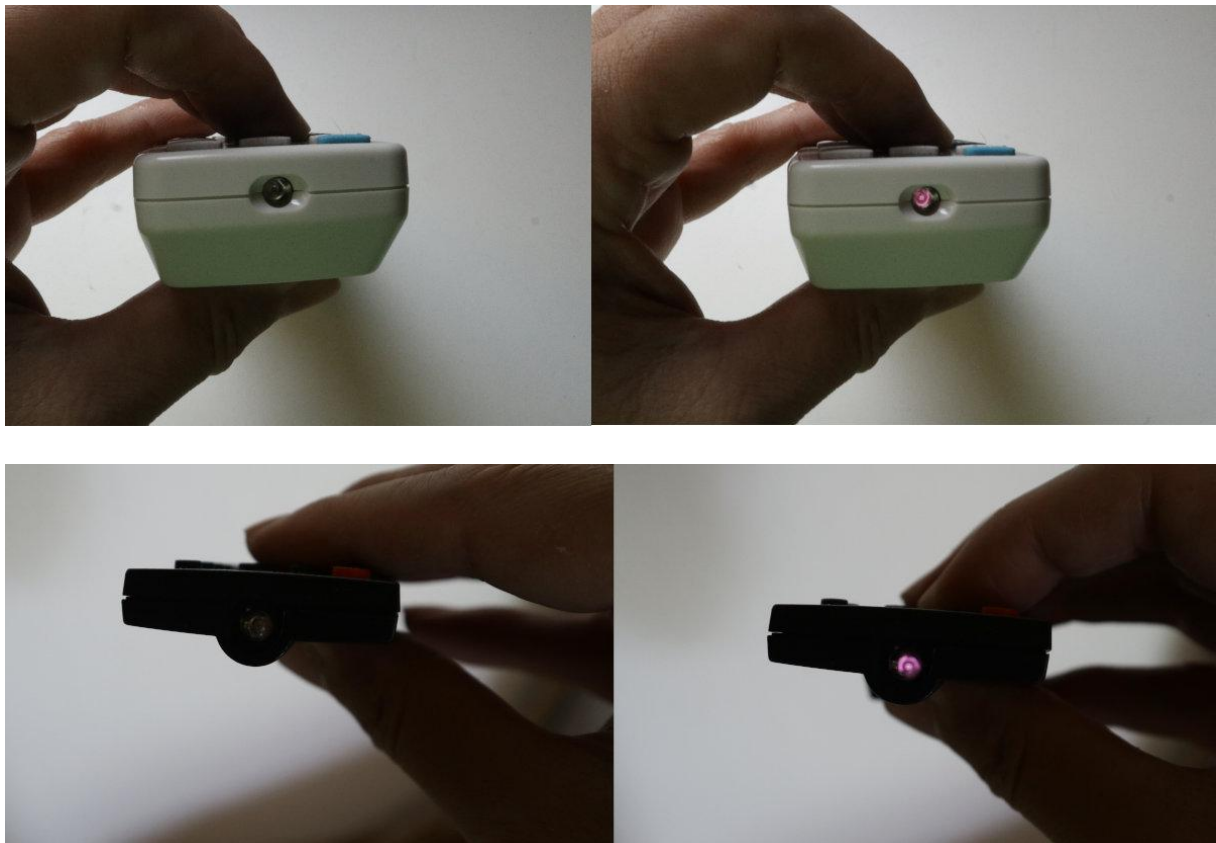
Probiert anhand verschiedener Alltagskameras und mit verschiedenen Nahinfrarot-Fernbedienungen aus, welche Kameras zum Nachweis von Nahinfrarotstrahlung geeignet sind. (Diese Kameras können dann auch für die weiteren hier beschriebenen Versuche mit dem Spektrino und dem Dunkelwolkenmodell eingesetzt werden.)

Infrage kommen jegliche digitale Kameras, die ihr zur Verfügung habt: digitale Fotoapparate, Handykameras, die in Tablet oder Laptop eingebauten Kameras oder Webcams. Nicht selten sind die teureren Kameras für unsere Zwecke weniger gut geeignet, da sie Sperrfilter für Infrarot und Ultraviolett eingebaut haben – während die billigeren und einfacheren Kameras keine solche Sperrfilter haben und deswegen das Nahinfrarot ohne Probleme darstellen können!

Am einfachsten könnt ihr den Versuch durchführen, wenn die Kamera über einen Live-View-Modus verfügt, also wenn direkt angezeigt wird, was der Kamerasensor aktuell aufzeichnet. Bei modernen Kameras ersetzt solch ein Livebild typischerweise den Sucher, ist also zu sehen, sobald die Kamera angeschaltet ist.

Kann die Kamera Nahinfrarot-Strahlung abbilden, dann sieht man im Live-Bild, wie die Infrarot-LED der Fernbedienung flackert. Dieses Flackern ist in Wirklichkeit eine genau festgelegte Abfolge von Signalen, mit der die Fernbedienung einem Infrarotempfänger z.B. am Fernsehapparat den entsprechenden Befehl übermittelt (z.B. "schalte auf Kanal 1 um").

In einem Foto sieht man an dieser Stelle dann natürlich nur, dass die entsprechende Leuchtdiode leuchtet. Hier sind zwei Beispiele für zwei verschiedene Fernbedienungen. Im linken Bild ist keine Taste der Fernbedienung gedrückt, die Leuchtdiode leuchtet nicht. Im rechten Bild ist eine Taste der Fernbedienung gedrückt. Die Leuchtdiode leuchtet.



Zwei Nahinfrarot-Fernbedienungen, beobachtet mit der Digitalkamera. Links ist kein Knopf gedrückt, rechts ist ein Knopf der Fernbedienung gedrückt.

Welche Alltagskamera in eurem Umfeld kann Nahinfrarot sichtbar machen?

Aufgabe 2

Nehmt eine Digitalkamera und eine Fernbedienung, mit der ihr in Aufgabe 1 Nahinfrarotstrahlung sichtbar machen konntet. Funktioniert das auch, wenn ihr die Fernbedienung nicht direkt mit der Kamera anschaut, sondern im Spiegel? Spiegel sind ja ein wichtiges Element beispielsweise in astronomischen Teleskopen. Funktionieren sie auch für Nahinfrarot-Strahlung?