

Elektromagnetisches Spektrum

OPTIK

Elektromagnetisches Spektrum

Das Wichtigste auf einen Blick

Das elektromagnetische Spektrum erstreckt sich über viele Größenordnungen hinweg. Das sichtbare Licht ist nur ein kleiner Teil des elektromagnetischen Spektrums.

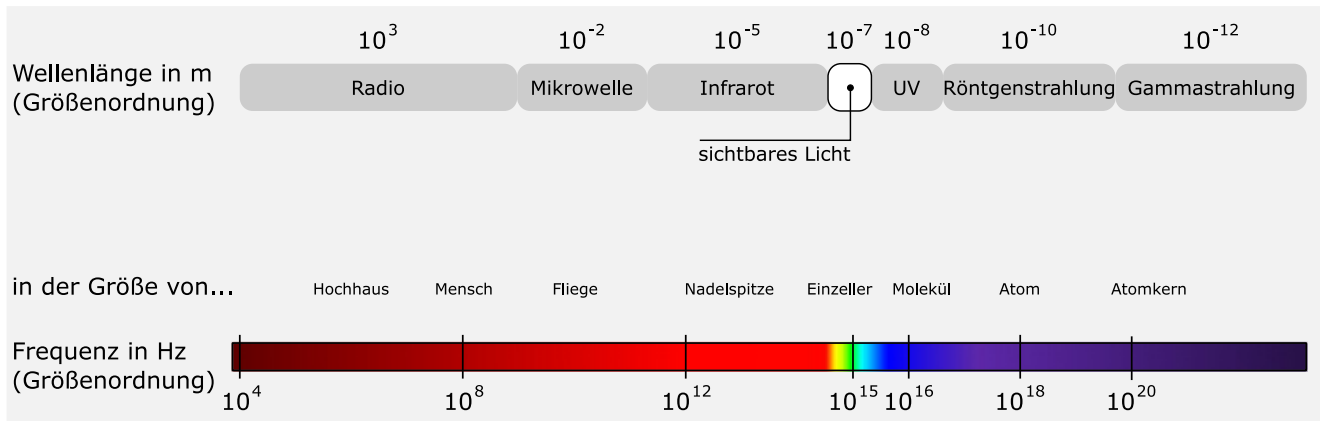


Abb. 1 Das elektromagnetische Spektrum erstreckt sich über viele Größenordnungen hinweg. Für einige Wellenlängenbereich gibt es aufgrund ihrer Eigenschaften oder ihrer Nutzung besondere Bezeichnungen. So ist beispielsweise das sichtbare Licht ein kleiner Teil des Spektrum.

Weiterführende Artikel

[Aufgaben](#)

[Versuche/Erarbeiten](#)

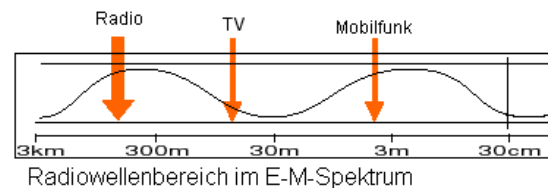
<https://www.leifiphysik.de/optik/elektromagnetisches-spektrum/versuche/sonnenspe...>

Radiowellen

Das Wichtigste auf einen Blick

Größenordnung der Wellenlänge: größer als 1 m
 Größenordnung der Frequenz: kleiner als 300 MHz
 Anwendungen: Mobilfunk, TV, Radio

Radiowellen haben die größten Wellenlängen im elektromagnetischen Spektrum. Die Wellenlängen können länger sein als ein Fußballfeld und kleiner als ein Fußball. Radiowellen übertragen nicht nur Musik ins Radio, sie werden auch zur Fernsehübertragung verwendet und beim Mobiltelefon.



Wenn du mehr über Antennen, ihre Formen und historische Entwicklungen des Rundfunks wissen willst, so findest du dies auf der Seite "Dampfradio", von der auch dieses Bild eines Radioempfängers aus den 60er Jahren stammt.

Längst- und Langwellen

Längstwellen (very low frequency) VLF

Wellenlänge: 10 bis 100 km; Frequenz: 3 bis 30 kHz

Langwellen (low frequency) LF

Wellenlänge: 1 bis 10 km; Frequenz: 30 bis 300 kHz

Anwendung: Übertragung von Nachrichten und Funk über große Entfernung (das Signal folgt der Erdkrümmung).



LW-Sender Alholmning



LW-Antenne

Mittel- und Kurzwellen

Mittelwellen (medium frequency) MF

Wellenlänge: 100 m bis 1 km; Frequenz: 300 bis 3000 kHz

Kurzwellen (high frequency) HF

Wellenlänge: Wellenlänge: 10 bis 100 m; Frequenz: 3 bis 30 MHz

Anwendung: Rundfunk und Amateurfunk.



MW-Sender Domzale



Radio mit Antenne

Ultrakurzwellen

Ultrakurzwellen (very high frequency) VHF

Wellenlänge: 1 bis 10 m; Frequenz: 30 bis 300 MHz

Anwendung: Rundfunk und Fernsehen.



UKW-Sender Jauerling



Funk-Antennen



Mobilfunkantenne



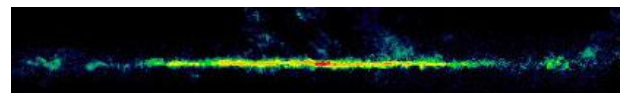
TV-Umsetzer Passau

Informationen aus dem Weltraum

Mittels großer Teleskope (Durchmesser der drei Teleskope ist jeweils 64 m) wird die aus dem Weltraum kommende Radiostrahlung untersucht und gibt uns Auskunft über ferne Sterne und Galaxien. Darunter das Very - Large - Array in New Mexico, das aus 27 Einzelteleskopen zusammengesetzt ist.



Mit dem Auge und den das Licht bündelnden Teleskopen empfangen wir nur das Licht von sehr heißen Weltraumobjekten, kalte Weltraumobjekte strahlen hingegen im Radiowellenbereich und so kann man auch über die Verteilung dieser Objekte mittels Radioteleskopen Informationen erhalten. Hier sieht man z.B. die CO-Verteilung unserer Milchstraße.



Weiterführende Artikel

>

Mikrowellen

Das Wichtigste auf einen Blick

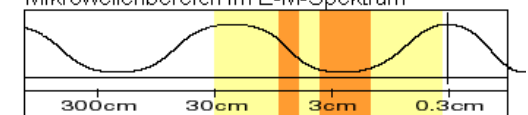
Größenordnung der Wellenlänge: zwischen 1m und 1mm

Größenordnung der Frequenz: von 300MHz bis 300GHz

Anwendungen: Radar, Regenradar, Mikrowellenherd

Mikrowellen haben Wellenlängen im Bereich von Dezimetern bis Millimetern.

Mikrowellenbereich im E-M-Spektrum



Radarbänder

Mikrowellenherd

Der Mikrowellenherd verwendet Mikrowellen im Bereich von 12cm Wellenlänge (2450MHz). Diese durchdringen das Gargut einige Zentimeter und werden durch Wassermoleküle im inneren des Garguts absorbiert. Dadurch erwärmt sich das Gargut nicht nur von außen, wie bei anderen Öfen, sondern von innen.



Zentimeter-, Millimeter- und Mikrometerwellenwellen

Mikrowellen mit kurzer Wellenlänge durchdringen Dunst, Regen und Wolken ziemlich ungehindert. Deshalb werden sie als Navigationshilfe für Flugzeuge und Schiffe in Form von Radar eingesetzt. (Radar = Radio detecting and ranging) Ein Radargerät sendet kurze elektromagnetische Impulse aus und empfängt ihre Echos. Aus der Laufzeit vom Sende- bis zum Empfangsimpuls bestimmt man richtungsabhängig den Abstand des Reflektors.

Die hohe Frequenz der Mikrowellen erlaubt den Transport großer Informationsdichte. Diese Eigenschaft und die geringe Absorption durch Dunst, Wolken oder Regen macht sie zum geeigneten Informationsträger für größere Datenmengen über geradlinige Strecken, wie bei der Satelliten-Nachrichtentechnik und beim Mobilfunk.



Radar-Flugüberwachung

Dezimeterwellen (ultra high frequency) UHF

Wellenlänge: Wellenlänge: 10cm bis 1 m; Frequenz: 300 bis 3000 MHz

Anwendung: Rundfunk und Amateurfunk und Mobilfunk.

Zentimeterwellen (super high frequency) SHF

Wellenlänge: 1 bis 10 cm; Frequenz: 3 bis 30 GHz

Anwendung: Radar und Flugüberwachung.

Millimeter- und Mikrometerwellen (extreme high frequency) EHF

Wellenlänge: 1 bis 10 mm; Frequenz: 30 bis 300 GHz bzw.

Wellenlänge: 0,1 bis 1 mm; Frequenz: 300 bis 3000 GHz

Anwendung: Wolkenradar.

Bildaufnahmen im Mikrowellenbereich

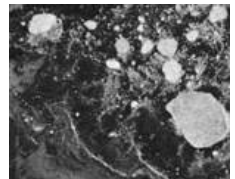
Mittels Radar, bei dem vom Satelliten oder Flugzeug aus Wellen gesandt und empfangen werden kann unterschiedlicher Abstand und unterschiedliches Reflexionsvermögen zu solchen Aufnahmen führen, bei denen die Wolken dann farblich herausgestellt werden.



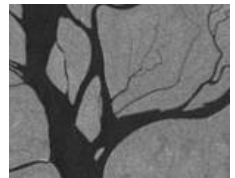
Wetterstation-Radar



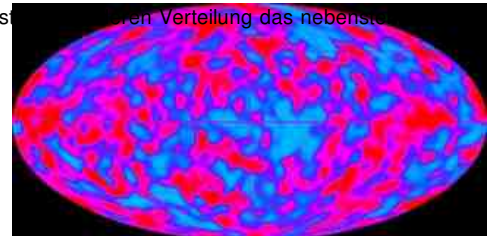
Hier wurde das Eis in Alaska mit dem ERS 1 Satellit (Wellenlänge 5,7 cm C-Band) beobachtet, was auch nur wegen der guten Durchdringung des dort oft sehr häufigen Nebels durch Mikrowellen möglich ist.



Dieses Bild wurde vom Amazonas aus dem JERS - Satelliten mit einer Wellenlänge von 20 cm (L-Band) aufgenommen.



Aus dem Weltall selbst kommt aus allen Himmelsrichtungen die sogenannte Hintergrundstrahlung. Die Verteilung das nebenstehende zeigt.



Weiterführende Artikel

>

Infrarot

Das Wichtigste auf einen Blick

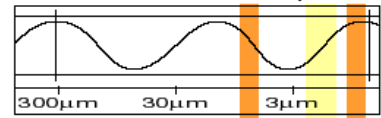
Größenordnung der Wellenlänge: zwischen 1mm und 780nm

Größenordnung der Frequenz: von 300GHz bis 385THz

Anwendungen: Fernbedienungen, Temperaturmessung, Vegetationsbestimmung

Infrarotwellen haben Wellenlängen im Bereich von einer Stecknadelkopfgöße bis zum sichtbaren Rot 700 nm, also etwa der Größe einer Zelle.

Infrarot-Bereich des E-M-Spektrums



Fern Mittel Nah

Die ferne Infrarotstrahlung kennt jeder als die Wärmestrahlung, wie sie von einem Lagerfeuer, einem Wärmestrahler, erhitztem Asphalt oder einem Kachelofen ausgeht. In unserer Haut befinden sich temperaturempfindlichen Nervenzellen, die zwischen von außen eingestrahelter Wärme und im Körper erzeugter Wärme unterscheiden können. Auch zur Erwärmung von Speisen findet Infrarotstrahlung aus speziellen Lampen Anwendung.



Das Nahe Infrarotlicht, das nicht so stark erwärmt, wird bei der Fernbedienung von Fernsehern und Videorekordern verwendet.



Jeder Körper, der eine Temperatur besitzt, strahlt eine für diese Temperatur charakteristischen Infrarotstrahlung aus. Ein Mensch, hier mit einem Streichholz in der Hand, strahlt mit einer Wellenlänge im Bereich von 10 Mikrometer. Welche Körperteile sind am wärmsten? Was bewirkt die Brille?



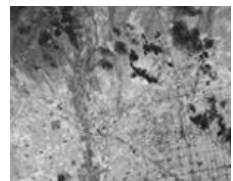
Um solche Bilder zu erstellen, verwendet man Kameras mit Detektoren, die Temperaturstrahlungen sehr fein differenzieren können. Diese werden dann durch unterschiedliche Helligkeiten oder unterschiedliche Farbgebung so getönt, dass man sie interpretieren kann. Bei der Katze sind die wärmsten Strahler orange und die kältesten eisblau dargestellt. Solche Bilder geben uns ganz neue Erkenntnisse, die wir mit unserem Auge nicht sehen können.



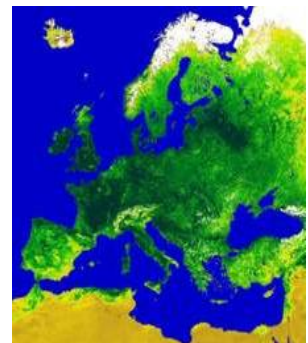
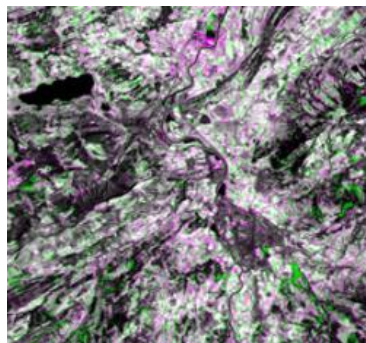
Klapperschlangen besitzen zwischen Auge und Nasenloch das Grubenorgan. Die Grube ist von einer dünnen Membran überspannt, hinter der sich eine luftgefüllte Kammer befindet. In der Membran sitzen Nervenzellen, die Unterschiede von 0,01°C zwischen der Außen- und Luftkammertemperatur wahrnehmen. Durch das Vorhandensein von zwei Grubenorganen kann die Schlange die Richtung des Wärmeabstrahlers orten.



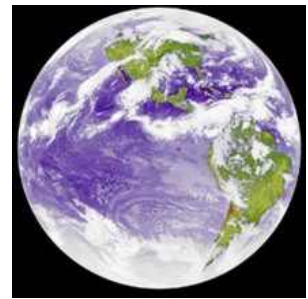
Die beiden Aufnahmen im nahen Infrarot zeigen Phoenix, Arizona vom Satelliten Landsat 5. Der Infrarotanteil des Sonnenlicht wird von lebenden Pflanzen besonders gut reflektiert (links hell, rechts rot dargestellt) Gebäude und Straßen absorbieren hingegen das nahe Infrarot sehr stark. Die roten Flecken sind also Felder, die blauen Bereiche ist die Stadt. Außen herum ist karge Landschaft.



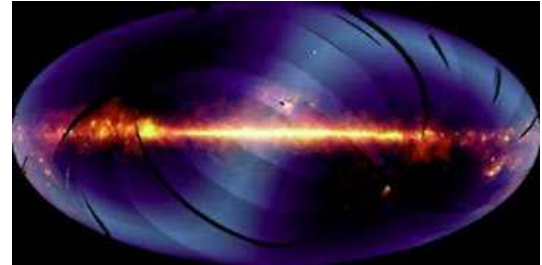
Mittels Infrarotaufnahmen, kann man die Stärke der Vegetation gut darstellen (rechts). Im kleinflächigeren Bereich vergleicht man dabei Aufnahmen von mehreren Jahren mit dem Computer. Hier sind die Landsat - Aufnahmen von 1985 und 2000 verglichen. Grün ist mehr Vegetation - Rot weniger.



Die Satellitenbilder für die Wolkenbilder werden fast ausschließlich im Infrarotbereich gemacht. Sie zeichnen die von den Wolken direkt ausgehende Wärmestrahlung auf und sind so unabhängig von der Bestrahlung der Erde von Sonnenlicht Auf diese Weise sieht man die Nachtseite der Erde genau so hell wie die Tagseite. Die Farbgebung dieses IR-Bildes wird dann je nach Verwendung so gewählt, dass ein uns einleuchtendes Bild erscheint.



Das nebenstehende Bild zeigt das Weltall mit den Augen einer Infrarotkamera, wobei die meisten Infrarotstrahler in der Scheibe der Milchstraße erscheinen. Die bändermäßige Struktur ist bedingt durch das Zusammensetzen verschiedener Bilder.



Weiterführende Artikel

☰ Weiterführend

Temperaturstrahlung und Strahlungsgesetze

>

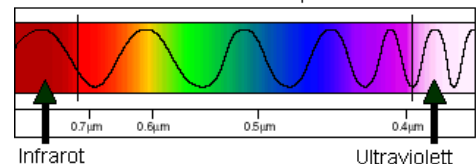
Sichtbares Licht

Größenordnung der Wellenlänge: zwischen **780nm** und **380nm**

Größenordnung der Frequenz: von **384THz** bis **789THz**

Als (sichtbares) Licht bezeichnet man nur den sehr schmalen Wellenlängenbereich, den unser Auge erfasst. Er reicht von Rot (750 nm) bis Violett (400 nm).

Sichtbarer Bereich des E-M-Spektrums



Sonnenlicht oder Licht aus einer Glühlampe erscheint uns weiß, dabei ist Weiß eine Summe verschiedener Lichtsorten, die zusammen im Auge diesen Eindruck entstehen lassen. Scheint Licht durch ein Prisma, eine Regenwolke oder ein optisches Gitter, so wird es in seine Bestandteile zerlegt und erscheint uns wie dieser Regenbogen in einzelne Farben aufgespalten.



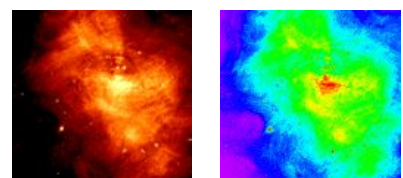
Wenn wir Farben sehen, so sehen wir lediglich den Teil des Sonnenlichts, der von einem Gegenstand reflektiert wird und in unser Auge gelangt; die für uns sichtbaren Gegenstände werden dabei (sekundäre) Lichtquellen, von denen das Sonnenlicht oder das Licht einer Glühlampe gewandelt und in unser Auge gelenkt wurde. Dort, genauer in den Sehzellen (Stäbchen und Zäpfchen), wird die Energie des Lichts in elektrische Energie umgewandelt.



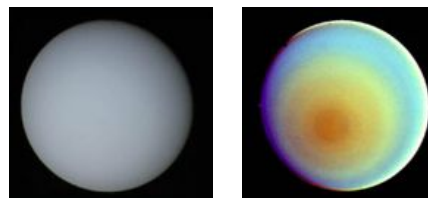
Die beiden Aufnahmen im sichtbaren Bereich zeigen Phoenix, Arizona vom Satelliten Landsat 5: Links ein Foto, rechts eine Aufnahme mit wahren Farben. Dabei macht die Bordkamera drei Aufnahmen, je eine im Rot-, Grün- und Blaubereich und der Computer setzt sie hinterher zusammen.



Es bestehen bei der Zusammenführung von Einzelaufnahmen natürlich auch noch andere Möglichkeiten, so können unterschiedliche Lichtintensitäten einer Lichtsorte in unterschiedlichen Farben dargestellt werden. Dadurch kann man Strukturen erkennen, die man sonst nicht sah. Links der Krebsnebel in wahrer Farbe, rechts in einer Falsch - Farben - Darstellung.



Bei feiner Differenzierung kann man so aus einem sehr unscheinbaren Uranusbild (links) durch Falsch-Farben-Darstellung die Strukturen an den Polen des Uranus (rechts) sichtbar machen.



Wir sehen nur einen sehr begrenzten Teil des elektromagnetischen Spektrums, für den restlichen Teil des elektromagnetischen Spektrums haben wir keine Sinneszellen. Durch die Verwendung von Sensoren, die über den sichtbaren Bereich hinaus sehen können und Sensoren die feiner als unser Auge auflösen, können wir Aspekte unserer Welt erkennen, die uns unbekannt waren. Auch durch die Beobachtung von unzugänglichen Orten, wie Satelliten, erhalten wir hilfreiche Informationen, z.B. über wetteraussagekräftige Wolken.



Selbst von so fernen Orten, wie dem Jupiter konnte mittels mit Sensoren bestückten Raumsonden und Fernübertragung faszinierende Bilder im sichtbaren Bereich erstellt werden.



Weiterführende Artikel

☰ Weiterführend

Lichtquellen

Lichtentstehung

⚙ Versuche/Erarbeiten

Infrarot und Ultraviolett

>

Ultraviolett

Das Wichtigste auf einen Blick

Größenordnung der Wellenlänge: zwischen **380nm** und **1 nm**

Größenordnung der Frequenz: von **789 THz** bis **300 PHz**

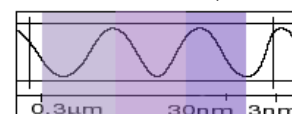
Anwendungen: Schwarzlichtlampen, Geldscheinprüfung, Härtung von Klebstoffen

Der UV-Bereich reicht von Violett (380 nm) bis etwa 1 nm.

UV-Strahlung tötet Bakterien ab. Man setzt sie bei der Sterilisation im Operationssaal ein, aber auch zur Keimtötung bei Lebensmitteln und auch in Kläranlagen.

In der Zahnarztpraxis wird das UV-Licht zum Aushärten von Kunststofffüllungen eingesetzt. Über einen Quarzstab wird die ultraviolette Strahlung zum Zahn geführt.

UV-Bereich des E-M-Spektrums

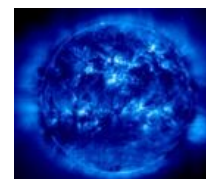


Nahes UV Fernes UV Extremes UV

Wir selbst können UV nicht sehen, aber einige Tiere, insbesondere Insekten, wie diese Hummel sehen auch im Ultravioletten Bereich, deshalb erscheinen manche für uns unscheinbare weiße Blüten für diese Insekten sehr attraktiv.



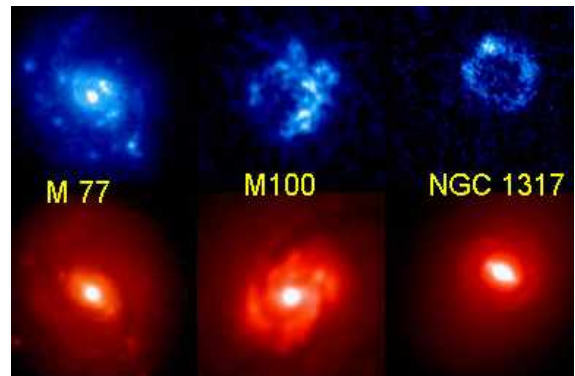
Unsere Sonne strahlt ebenso im UV-Bereich, wie diese Aufnahme der Sonne, die im 17,1 nm-Bereich vom Satelliten SOHO aufgenommen wurde.



Die für Apollo 16 entwickelte und auf dem Mond gelassene UV-Kamera hat dieses Bild der Erde aufgenommen. Der von der Sonne beschienene Teil der Erdoberfläche reflektiert den meisten UV-Anteil. Auch auf der Schattenseite erkennt man Bänder, die UV-Licht abstrahlen. Die Strahlung kommt aus der Aurora. Sie entsteht durch die von der Sonne ausgehenden geladenen Teilchen und dehnt sich spiralförmig längs des Erdmagnetfelds aus.



Das linke Bild zeigt drei verschiedene Galaxien sowohl im UV-Bild (oben- blau) als auch im sichtbaren Licht (unten - rot). Im UV-Licht sieht man vor allem junge massereiche Sterne, im sichtbaren Bereich mehr die älteren und weniger schweren Sterne. Bei der Auswertung solcher Bilder erhält man Aufschluss auf Entstehung, Alter und Zusammensetzung solcher fernen Sternenansammlungen.



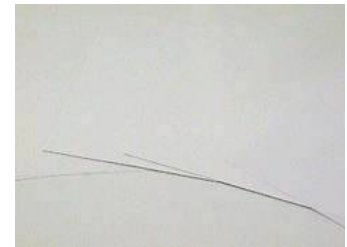
Allen bekannt ist die bräunende Wirkung des UV bei der menschlichen Haut. Sofern die Dosierung stimmt kann die UV-Strahlung zum Wohlbefinden beitragen. Zum Beispiel führt sie auch zum Aufbau des lebenswichtigen Vitamin D.



Zu viel UV-Strahlung ist schädlich. Zu hohe Dosen über lange Zeit können zu Hautkrebs führen. Gerade in Gegenden, wo die UV absorbierende Ozonschicht stärker abgebaut ist (z.B. Australien), stellt diese Strahlung eine Gefahr dar.



Papier und Waschmittel enthält sogenannte optische Aufheller, die unter UV-Licht aufleuchten. Je mehr Aufheller sie enthalten, desto stärker leuchten sie. Diese Aufheller bewirken, dass der UV-Anteil des Lichts in sichtbares blaues Licht umgewandelt wird. Dadurch erscheint das sonst eher gelbliche Papier oder Hemd schneeweiß.



Fahre mit der Maus über das Bild, was eine Bestrahlung mit UV bedeutet, und die mit Aufheller versehenen Papierbögen werden deutlich sichtbar. Die Bilder wurden der Seite des Deutschen Museums entnommen.

Weiterführende Artikel

>

Röntgenstrahlung

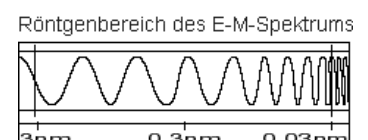
Das Wichtigste auf einen Blick

Größenordnung der Wellenlänge: zwischen 1 nm und 10 pm

Größenordnung der Frequenz: von $3 \cdot 10^{17}$ Hz bis $3 \cdot 10^{19}$ Hz

Anwendungen: Röntgengeräte, Computertomographen

Der Röntgen-Strahlungs-Bereich reicht von Wellenlängen mit 1 nm bis zu Wellenlängen von 30 pm. Je kleiner die Wellenlänge um so größer ist die Frequenz und damit die Energie eines Strahlungsteilchens. Deshalb unterscheidet man Röntgenstrahlung meist nach ihrer Teilchenenergie.



Röntgenstrahlung wurde erstmals 1895 von Conrad Wilhelm Röntgen bei Experimenten mit Vakuumröhren entdeckt und untersucht. Eine Woche nach der mehr zufälligen Entdeckung machte er die nebenstehende Aufnahme der Hand seiner Frau, bei der man deutlich die Knochen und denn Ehering erkennt. Er nannte die Strahlung "X"-Strahlung, den sie auch heute noch als X-ray besitzt. Nur im deutschsprachigen Raum gab man ihr zu Ehren von seinem Entdecker den Namen Röntgenstrahlung.



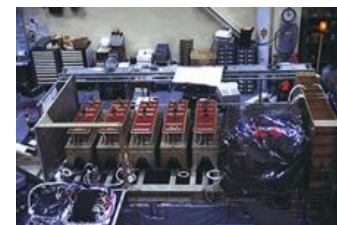
Beim Zahnarzt wird hinter den Zahn ein Film gelegt und der Zahnbereich von außen bestrahlt. Die Röntgenstrahlung durchdringt das Körpergewebe sehr gut, Knochen (wie hier die Zähne) oder gar Metalleinschlüsse, wie das Inlet, machen aber starke Schatten, die man gut abbilden kann.



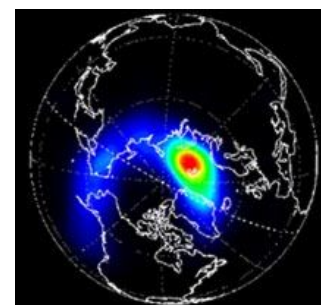
Röntgenstrahlung wird wegen ihres guten Durchdringens des Körpers in der Diagnostik verwendet. Was hat das einjährige Kind, dessen Röntgenaufnahme links zu sehen ist, wohl verschluckt?



So gut Röntgenstrahlung unseren Körper durchdringt, so wird sie doch durch die Luftschichten unserer Atmosphäre absorbiert. Dies ist sehr gut für unsere Gesundheit, da wir dadurch durch die kosmische Röntgenstrahlung nicht geschädigt werden. Röntgenaufnahmen von astronomischen Projekten sind aber vom Erdboden nicht machbar. Deshalb werden die aufwendigen Röntgendetektoren, wie der rechts gezeigte in Satelliten gepackt, damit man von deren Umlaufbahn das Weltall mit Röntgenaugen beobachten kann.



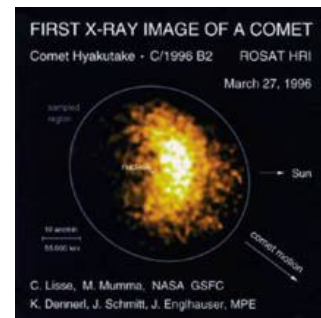
Ein Röntgenbild unserer Erde zeigt deutlich starke Röntgenemission im Polarbereich. Diese stammt von Röntgenstrahlung, die beim Eintreten der das Polarlicht verursachenden von der Sonne kommenden schnellen Protonen und Elektronen in der Ionosphäre entsteht. Dass dies nur in den Polarregionen geschieht hängt mit der abschirmenden Wirkung des Erdmagnetfeldes zusammen. Diese Röntgenstrahlung ist für uns nicht gefährlich, da sie von tieferen Luftschichten der Atmosphäre absorbiert wird.



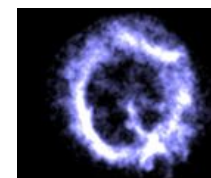
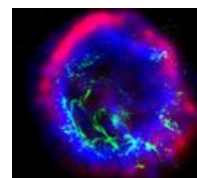
Unsere Sonne strahlt ebenso im Röntgen-Bereich, wie diese Aufnahme der Sonne, die im Röntgen-Bereich vom Satelliten YOKO aufgenommen wurde, zeigt.




Auch andere kosmische Objekte, wie z.B. Kometen geben Röntgenstrahlung ab, wie das Bild des Satelliten ROSAT (Röntgen-Satellit) zeigt.



Diese Bilder zeigen die Reste einer Supernovaexplosion in der kleinen magellanschen Wolke. Rechts das reine Röntgenbild. Links eine Falsch-Farben-Aufnahme, die vom Rechner aus der Röntgenaufnahme (blau), der sichtbaren Aufnahme (grün) und Radiowellenaufnahme (rot) zusammengesetzt wurde.



Weiterführende Artikel

 [Versuche/Erarbeiten](#)

<https://www.leifiphysik.de/optik/elektromagnetisches-spektrum/versuche/drehkrist...>

>

Gammastrahlung

Das Wichtigste auf einen Blick

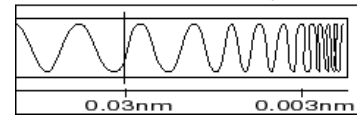
Größenordnung der Wellenlänge: kleiner als 10pm

Größenordnung der Frequenz: größer als $3 \cdot 10^{19}\text{Hz}$

Auftreten: radioaktiver Zerfall

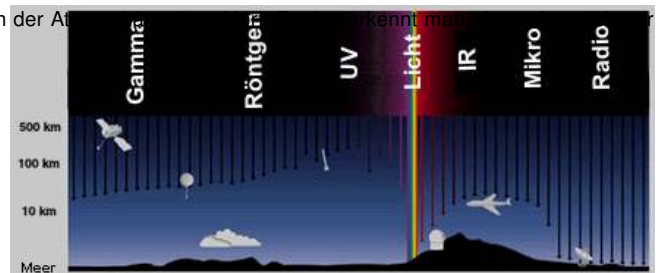
Der Gamma-Strahlungs-Bereich umfasst alle Wellenlängen die kleiner sind als 30pm .

Gamma-Bereich des E-M-Spektrums



Auch Gammastrahlung wird, unsere Gesundheit freut sich darüber, von der Atmosphäre aufgehalten.

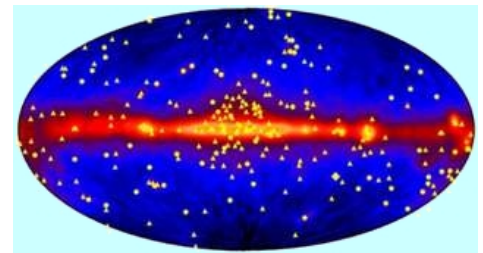
Licht und Radiowellen die Atmosphäre ziemlich ungehindert durchdringen.



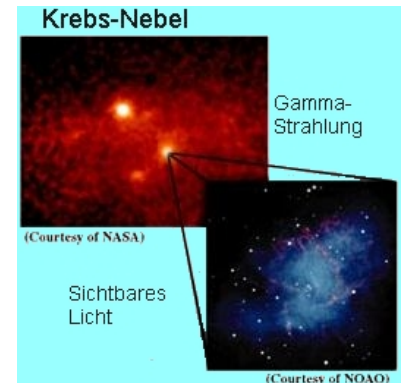
Würden wir den Nachthimmel mit Gamma-Augen sehen, würden wir den Mond wie einen hellen unstrukturierten Fleck sehen, der heller als die Sonne erscheint, praktisch keine harte Gammastrahlung aussendet. Das Bild wurde mit dem Gammadetektor "EGRET" vom Satelliten CGRO aufgenommen.



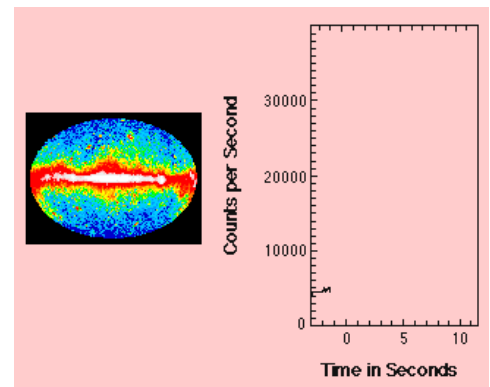
Im Weltraum gibt es viele Gammastrahler (gelbe Punkte). Insbesondere lässt uns ein Gammaauge ins Innere von Sonnenflares blicken und zeigt uns Einzelheiten von Supernovae, Neutronensternen, Schwarzen Löchern und aktiven Galaxien, so dass wir die Möglichkeit besitzen unsere Theorien zur Entwicklung des Weltraums zu überprüfen.



Mit einem Gammadetektor sieht man diese zwei rotierenden Neutronensterne oder Pulsare als eine der hellsten Objekte am Himmel. Dieses vom Gammadetektor mit Computerhilfe erstellte Bild zeigt den Krebsnebelpulsar (unten rechts) und den Geminga pulsar (oben links) im Bild weicher Gammastrahlung. Der Krebsnebel entstand bei einer Supernovaexplosion 1054 nach Christus deren Rest-Kern, ein alle 0,33 Sekunden blinkender Pulsar, 1967 entdeckt wurde.



Eine spektakuläre Beobachtung machten die Gamma-Strahlungs-Astronomen in den 70er Jahren. Detektoren am Militär-Satelliten Vela entdeckten enorme Gammaausbrüche, die aus der Tiefe des Weltalls kamen. Heute beobachtet man solche Gammablitze, deren Dauer Bruchteile einer Sekunde bis zu einer Minute dauern, etwa einmal am Tag aus nicht voraussehbaren Richtungen des Weltalls. Diese Blitze flackern auf, dominieren kurzzeitig den ganzen Gammastrahlen-Himmel und erlöschen dann wieder, wie rechts gezeigt. Solche Blitze schicken in 10 Sekunden mehr Strahlungsenergie ins Weltall als unsere Sonne in 10 Billionen Jahren.



Weiterführende Artikel

 [Weiterführend](#)

Gammaübergang und Gammastrahlung

>