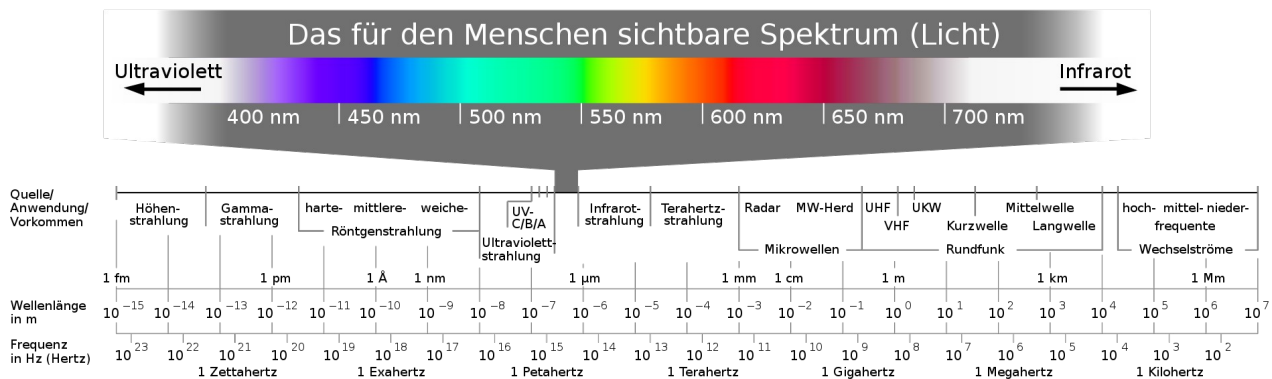


Wellen im Überblick



Diese Übersicht gibt es schon mal auf der Hauptseite, es ist jedoch faszinierend, dass gerade das für uns sichtbare Licht eine recht hohe Frequenz hat, noch über der Kommunikation mittels Rundfunk und Handy steht! Eigentlich muss man daraus schließen, dass uns Mikrowellen und Funkübertragung kaum schaden können, da die Lichtwellen mehr Energie bereitstellen. Ab der Frequenzen für sichtbares Licht wird es für den Menschen wesentlich gefährlicher (Röntgen-Strahlung, Gammastrahlung, Kosmische(Höhen)-Strahlung). Erstaunlich ist auch, dass die niedrigen Frequenzen (Schall) und die hohen Frequenzen der Kosmischen-Strahlung keine Elektromagnetischen Wellen sind, die Kosmische-Strahlung transportiert Masse, Wellen können das nicht!

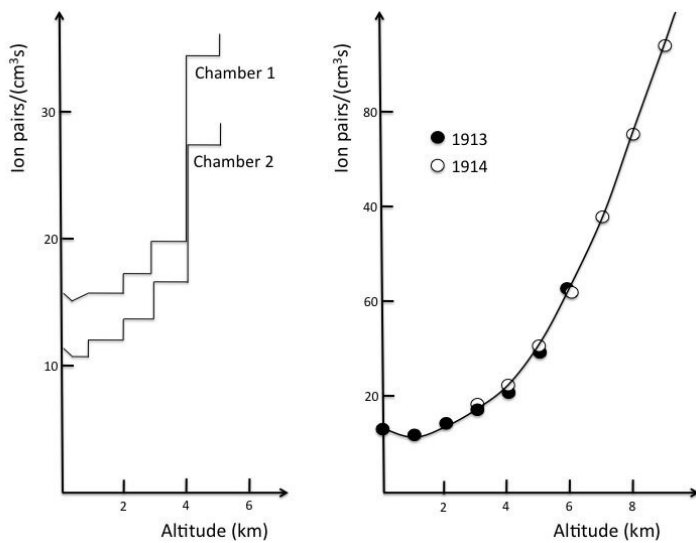
Für den unteren Bereich der Wellen, die Akustik bis hin zu Rundfunk mit DAB+ gibt es bereits eine [Übersicht](#), die hier nur als Link genutzt wird, für den Höchstfrequenzbereich Gamma- und Kosmische-Strahlung soll ein wenig recherchiert werden.



Als einer der ersten hat sich: **Victor Franz Hess** (* [24. Juni 1883](#) in dem [Herzogtum Steiermark, Österreich-Ungarn](#); † [17. Dezember 1964](#) in [New York](#)) mit der kosmischen Strahlung beschäftigt, er war ein österreichischer [Physiker](#). Für die Entdeckung der [kosmischen Strahlung](#) erhielt er 1936 den [Nobelpreis für Physik](#).

Was ist Strahlung

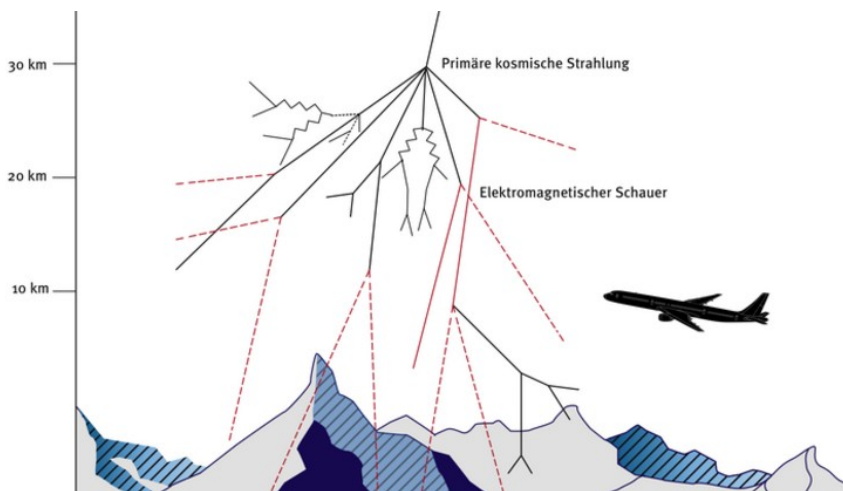
Strahlung ist die Ausbreitung von Energie in Form von Teilchen (Teilchenstrahlung) oder Wellen (Wellenstrahlung). Sie entsteht durch den Zerfall instabiler Atomkerne (radioaktive Strahlung) oder technische Quellen. Man unterscheidet hauptsächlich zwischen **ionisierender Strahlung (z. B. Röntgen, Gamma)**, die Zellen schädigen kann, und **nicht-ionisierender Strahlung (z. B. Licht, Radiowellen)**



1912 entdeckte [Victor Franz Hess](#) die (sekundäre) kosmische Strahlung mithilfe von Ballonfahrten in der Erdatmosphäre und veröffentlichte dies in der [Physikalischen Zeitschrift](#). Da der Ursprung der Strahlung unklar war, wurde sie lange Zeit als **Höhenstrahlung** bezeichnet. Nachdem sich die kosmische Strahlung durch die Arbeit weiterer Forscher als außerordentlich wichtig für die Entdeckung und Erforschung neuer

Elementarteilchen erwiesen hatte, erhielt Hess 1936 den [Physik-Nobelpreis](#).

Hess konnte so nachweisen, dass die Strahlung, da sie größer wurde, je weiter man von der Erde entfernt war, nicht von der Erde, sondern aus dem Weltraum kam – woher konnte er zu der Zeit auch nicht feststellen, er nannte sie deshalb Höhenstrahlung.



Die Atmosphäre wirkt zwar wie ein riesiger Schutzschild, doch je weiter wir uns von der Erdoberfläche entfernen, desto mehr energiereiche Partikel aus dem Weltall treffen auf unseren Körper und können dort ernsthaften Schaden anrichten. Besonders für Astronauten wird das zum Problem.

Übersicht mit KI

Der Hauptunterschied zwischen kosmischer Strahlung und Gammastrahlung liegt in ihrer Zusammensetzung:

Kosmische Strahlung ist überwiegend Teilchenstrahlung, während **Gammastrahlung hochenergetische elektromagnetische Strahlung** (Photonen) ist.

Hier sind die Unterschiede im Detail:

1. Kosmische Strahlung

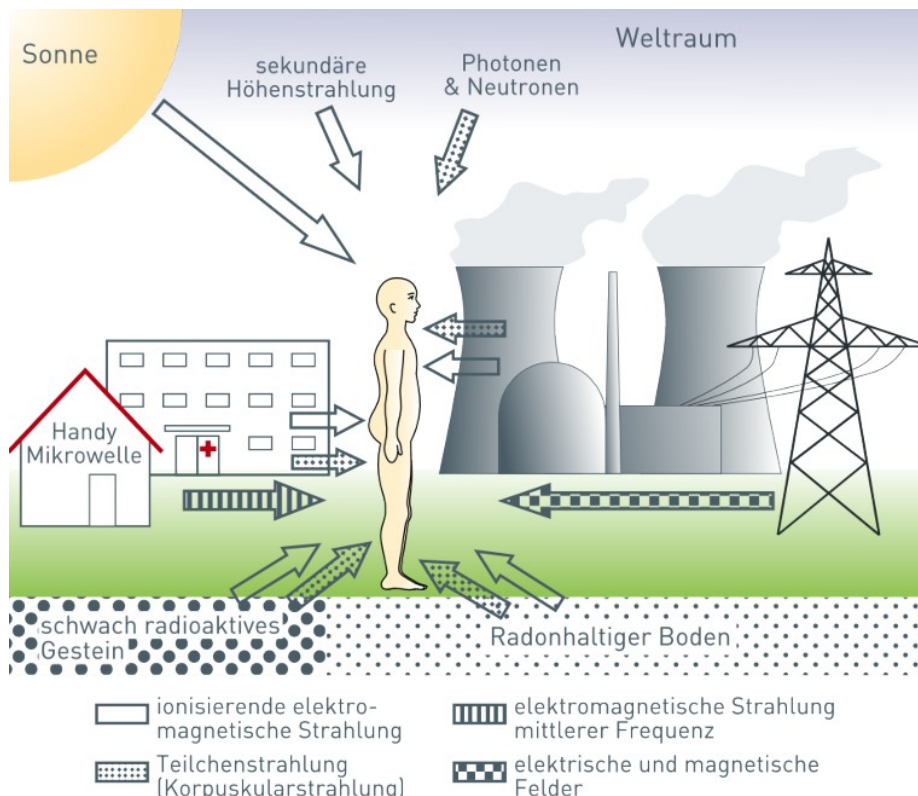
- **Zusammensetzung:** Besteht zu ca. 90 % aus Protonen (Wasserstoffkernen), 9 % Alpha-Teilchen (Heliumkernen) und 1 % Elektronen sowie schwereren Atomkernen.
- **Ursprung:** Kommt aus dem Weltraum (Sonne, Supernovae, ferne Galaxien).
- **Eigenschaft:** Da es sich um geladene Teilchen handelt, werden sie auf ihrem Weg durch das Magnetfeld der Milchstraße abgelenkt.
- **Wechselwirkung:** Beim Auftreffen auf die Erdatmosphäre erzeugt sie **Sekundärstrahlung** (Teilchenschauer).

2. Gammastrahlung

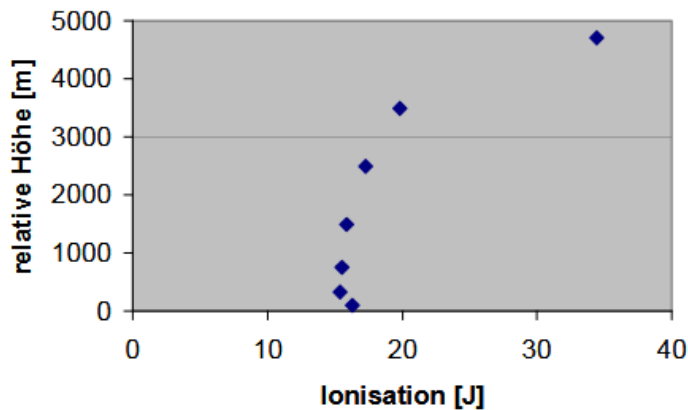
- **Zusammensetzung:** Besteht aus Photonen, also elektromagnetischen Wellen ohne Ruhemasse.
- **Ursprung:** Entsteht bei hochenergetischen Prozessen (z. B. Gammablitzten, Kernreaktionen im Inneren von Sternen).
- **Eigenschaft:** Gammastrahlung ist elektrisch neutral und wird nicht von Magnetfeldern abgelenkt. Sie besitzt eine extrem hohe Durchdringungskraft.
- **Wechselwirkung:** Kann direkt als hochenergetisches Licht aus dem Weltraum nachgewiesen werden, wird aber von der Erdatmosphäre absorbiert

	Kosmische Strahlung	Gammastrahlung
Natur	Teilchenstrahlung (Masse)	Elektromagnetische Strahlung (Photonen)
Zusammensetzung	Protonen, Kerne, Elektronen	Hochfrequente Photonen (Wellen)
Magnetfeld-Einfluss	Wird abgelenkt	Wird nicht abgelenkt
Hauptquellen	Supernovae, Sonne, Galaxien	Gammablitz, Pulsare, Supernovae
Atmosphäre	Erzeugt Teilchenschauer	Wird absorbiert (direkt kaum messbar am Boden)

Verbindung: Kosmische Strahlung und Gammastrahlung treten oft zusammen auf. Die energiereichen Teilchen der kosmischen Strahlung können bei Kollisionen im Weltraum (interstellare Materie) hochenergetische Gammastrahlung erzeugen.



Strahlungsverlauf in der Atmosphäre



Das Ergebnis der Messungen von den Ballonfahrten entsprach denen von anderen Wissenschaftlern vorgenommenen Messungen. Insbesondere die erhöhte Strahlung in Erdnähe ließ zunächst die Annahme aufkommen, dass die Strahlung auch von in der Erde vorhandenen Stoffen kommen müsste, z.B. Radon (siehe oben). Nimmt man jedoch die Ionisierende Wirkung der kosmischen Strahlung hinzu, dann ist diese um so stärker je dichter das Material ist, und da ist nun mal die Erde Dichter als die Luft. Auch Messungen über

Wasser und Eis ergaben geringere Strahlenstärken, was eben an der geringeren Dichte von Wasser und Eis liegt (man dachte, dass die Strahlung nur in der Erde erzeugt wird – Hess hat diese Ergebnisse richtig gestellt).

Als 1991 ein Forschungsteam der University of Utah beim sogenannten "[Fly's Eye](#)"-Experiment ein einzelnes Teilchen registrierte, war das Erstaunen groß. Mit einer Energie von $3,2 \times 10^{20}$ Elektronenvolt sprengte der kosmische Besucher alle bis dahin bekannten Maßstäbe.

Die Wissenschaftler taufte ihn das "**Oh-mein-Gott-Teilchen**" – nicht aus PR-Gründen, sondern aus **ehrlicher Fassungslosigkeit**. Nach gängiger Theorie dürfte ein derart energiereiches Teilchen die Erde gar nicht erreichen.

Kosmische Strahlung besteht überwiegend aus Protonen oder Atomkernen, die mit nahezu Lichtgeschwindigkeit durchs All rasen. Ihre Energien übertreffen jene irdischer Teilchenbeschleuniger um das Millionenfache. Doch je höher die Energie, desto unwahrscheinlicher scheint ihre lange Reise: Wechselwirkungen mit der kosmischen Hintergrundstrahlung sollten die Teilchen abbremsen. Das sogenannte [GZK-Limit](#) markiert hier eine theoretische Obergrenze. Das "Oh-mein-Gott-Teilchen" lag deutlich darüber.

Das Ergebnis: Das Teilchen muss nicht aus der scheinbar leeren Region stammen. Berücksichtigt man Magnetfelder und Unsicherheiten in Masse und Ladung des Primärteilchens – es könnte ein Proton, aber auch ein leichter oder schwerer Atomkern gewesen sein –, rücken andere Kandidaten ins Blickfeld. Besonders auffällig ist die nur rund zwölf Millionen Lichtjahre entfernte Galaxie Messier 82 (M82), eine sogenannte Starburst-Galaxie mit intensiver Sternentstehung und starken galaktischen Winden. Solche Umgebungen gelten als plausible Beschleuniger kosmischer Strahlung.

(nach weiteren Erkenntnissen gibt es keinen leeren Raum, es könnte auch dunkle Materie und/oder dunkle Energie die Ursache sein???)



Haufengalaxie Messier 82 (M 82), zwölf Millionen Lichtjahre entfernt, könnte der Ursprung des mysteriösen Teilchens sein. NASA, ESA, CSA, STScI, A. Bolatto (UMD)

Einteilung und Bezeichnungen nach Ursprung

Abhängig vom Ursprung unterteilt man die kosmische Strahlung in Solarstrahlung ([englisch Solar cosmic ray, SCR](#)), galaktische (engl. *galactic cosmic ray, GCR*) und extragalaktische Strahlung.

Sonnenwind

Teilchenstromdichten um $10^7 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, niedrige Energien, vorwiegend Protonen und Alphateilchen. Teilchendichte um 5 cm^{-3} . Ursache des [Polarlichts](#).

Sonnenflares, CME

Kennzeichen: zeitliche Zunahme der Teilchenstromdichte innerhalb weniger Stunden und Tage auf 10^8 bis $10^{10} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, Energien um 10 MeV, Teilchendichte bis 50 cm^{-3} .

Van-Allen-Gürtel

wird manchmal zur kosmischen Strahlung gezählt.

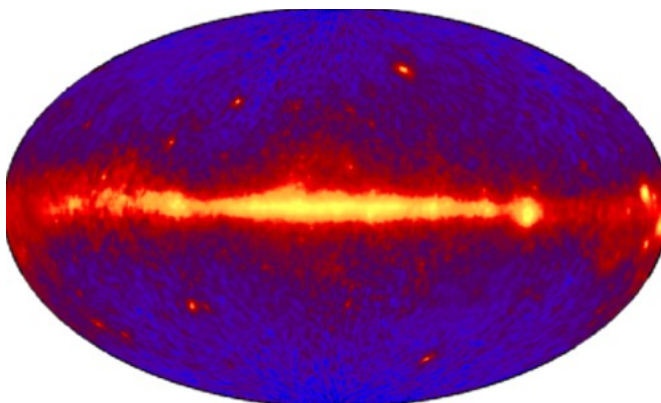
Galaktische kosmische Strahlung (*GCR*)

geringe Teilchenflussdichten, sehr hohe Energien (1 GeV und höher), Anteil schwerer Ionen bis hin zu Eisen. Mit zunehmender Energie verringert sich die Ablenkung durch Magnetfelder und die [Anisotropie](#) der Strahlung nimmt zu.

Anomale kosmische Strahlung (engl. *anomalous cosmic rays, ACR*)

entsteht wahrscheinlich durch Wechselwirkung des Sonnenwinds mit Teilchen aus dem lokalen [interstellaren Medium](#) (LISM) in der [Heliohülle](#), dem äußeren Bereich der [Heliosphäre](#). Kennzeichen: energieärmer als *GCR*, weniger Wasserstoff- und Kohlenstoffionen als Wasserstoff und Kohlenstoff in der LISM.

Extragalaktische kosmische Strahlung



Höchstenergien bis zu einigen 10^{20} eV. Die Flussdichten liegen unterhalb von 10^{-20} Teilchen pro Sekunde und Quadratmeter. Wie die galaktische kosmische Strahlung besteht auch die extragalaktische aus Protonen und schwereren Ionen.

Räumliche Verteilung der Quellen der Kosmischen [Gammastrahlung](#) mit Energien oberhalb 100 MeV.

Ihre Verteilung gibt auch Hinweise auf den Ursprung der Teilchenstrahlung. Das helle Band ist die Milchstraße, mit ihrem Zentrum in der Mitte.

Abhängig vom Ursprung unterteilt man die kosmische Strahlung in Solarstrahlung ([englisch Solar cosmic ray, SCR](#)), galaktische (engl. *galactic cosmic ray, GCR*) und extragalaktische Strahlung.

Mögliche Quellen der galaktischen und extragalaktischen kosmischen Strahlung ließen sich erst in den letzten Jahren identifizieren. Kandidaten dafür sind [Stoßwellen](#) von [Supernova](#)-Explosionen,

[kosmische Jets](#) von [schwarzen Löchern](#)

oder von [Pulsaren](#). Für Teilchenenergien

unter 10^{18} eV (= 1 EeV) wird ein Ursprung innerhalb der [Milchstraße](#) angenommen. Für

höhere Energien, wo man von ultra-

hochenergetischer kosmischer Strahlung

spricht, sind Quellen in anderen [Galaxien](#)

wahrscheinlicher. Kosmische Magnetfelder

lenken die Teilchen ab. Diese scheinen

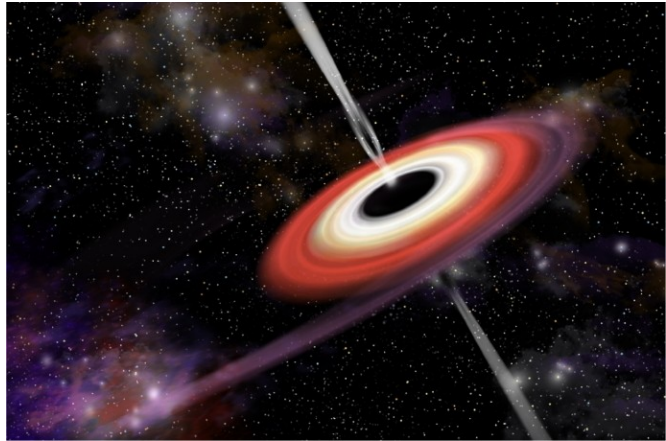
deshalb fast [isotrop](#) auf die Erde einzufallen.

Da aber viele Quellen neben Teilchen auch

[Gammastrahlung](#) aussenden, konnten

zumindest für den Energiebereich unterhalb

von 10^{15} eV bereits mehrere Quellen identifiziert werden.



Die **kosmische Strahlung (Höhenstrahlung)** ist eine sehr energiereiche Strahlung aus dem Weltraum, die zum großen Teil in der oberen Schichten der [Erdatmosphäre](#) absorbiert wird und daher früher nur in höheren Lagen oder mit Ballonexperimenten gemessen werden konnte. Sekundäre Folgeprodukte lassen sich jedoch auch noch in großen Tiefen im Meer sowie in der Erdkruste (in Form von [Myonen](#) und [Neutrinos](#)) nachweisbar sind. Man unterscheidet zwei Arten von kosmischer Strahlung:

- Die **primäre kosmische Strahlung** stößt aus allen Richtungen auf die Erdatmosphäre. Sie besteht zu etwa 85 % aus [Protonen](#), zu 14 % aus Heliumkernen (**Alphateilchen**) sowie aus schwereren Atomkernen, Elektronen, Positronen, Myonen und Neutrinos, außerdem Röntgen- und Gammastrahlung. Ein kleiner Anteil der primären Komponente wird von der Sonne erzeugt, ein weiterer Teil stammt aus unserer Milchstraße (vor allem aus Supernovae), die energiereichste H. kommt von anderen Galaxien und Quasaren. Die Teilchen der primären H. verlieren durch [Ionisation](#) von Luftmolekülen und bei Kernreaktionen Energie; sie gelangen daher maximal bis 20 km Höhe über dem Erdboden.
- Die **sekundäre kosmische Strahlung** geht aus den Wechselwirkungen der primären Strahlungskomponente mit den Luftmolekülen hervor. Es entstehen neue Teilchen (z. B. **Pionen**, Elektron-Positron-Paare), die ihrerseits durch Kernreaktionen und elektromagnetische Wechselwirkung weitere Teilchen produzieren. Es kommt zu einer kaskadenartigen Vervielfachung der Teilchenzahl. Die sekundäre Komponente erhöht zunächst die Strahlungsintensität in der Atmosphäre, nimmt aber zur Erdoberfläche hin infolge von Absorption ab. Auf dem Erdboden wird nur noch sekundäre Strahlung nachgewiesen. Besonders energiereiche Partikel der kosmischen Strahlung erzeugen sog. **Schauer** aus Sekundärteilchen, die ein Gebiet von mehreren Quadratkilometern am Erdboden überdecken können und in speziellen Observatorien detektiert werden.

Die Strahlenbelastung durch die kosmische Strahlung steigt mit zunehmender Höhe über der Erdoberfläche an, was bei Flügen besonders für das Bordpersonal eine Rolle spielt.

Gammastrahlung – auch **γ -Strahlung** geschrieben – ist im *engeren* Sinne eine besonders durchdringende elektromagnetische Strahlung, die bei spontanen Umwandlungen („Zerfall“) der Atomkerne vieler natürlich vorkommender oder künstlich erzeugter radioaktiver Nuklide entsteht.

Im *weiteren* Sinne wird mit Gammastrahlung jede elektromagnetische Strahlung mit Quantenenergien über etwa 200 keV bezeichnet, unabhängig von der Art ihrer Entstehung. Dies entspricht Wellenlängen kürzer als 0,005 nm (5 pm). In diesem allgemeinen Sinn wird die Bezeichnung insbesondere dann verwendet, wenn der Entstehungsprozess der Strahlung nicht bekannt ist (beispielsweise in der Astronomie) oder für die konkrete Aufgabenstellung gleichgültig ist (beispielsweise im Strahlenschutz), jedoch ausgedrückt werden soll, dass höhere Energien als bei Röntgenstrahlung (rund 100 eV bis 300 keV) vorliegen.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2e/EM-spectrum_de.svg/1280px-EM-spectrum_de.svg.png

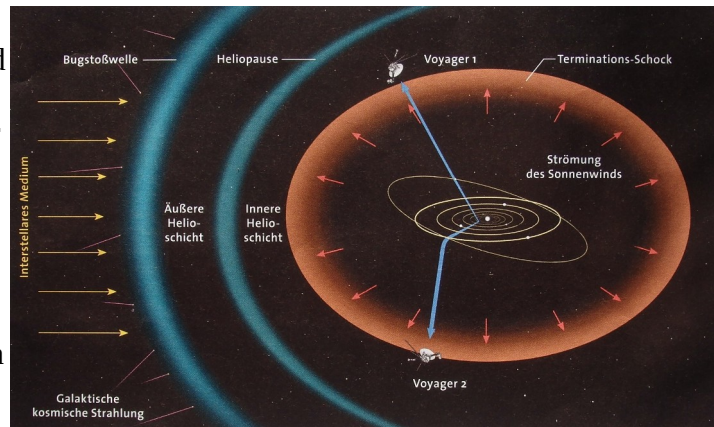
Das Erstaunliche ist jedoch, dass das Sonnensystem eine **Heliosphäre** hat.

Nach <https://www.scinexx.de>:

„Die Heliosphäre umfasst ein Gebiet, das von der Sonne aus etwa doppelt so weit ins All hinausreicht wie die Umlaufbahn des Pluto. Diese vom solaren Magnetfeld und dem Sonnenwind gebildeten Blase schirmt uns vor energiereichen, interstellaren Teilchenströmen ab.“

Danach könnte die Erde eigentlich keine Strahlung von außerhalb des Sonnensystems erreichen. Man weiß aber, dass die kosmische Strahlung nicht (nur) von der Sonne kommt. Über die Form der Blase wird noch heftig diskutiert.

„Daten der NASA-Sonde **Cassini** brachten vor einigen Jahren ein neues Bild zur Form der Heliosphäre. Sie zeigten, dass schnelle, neutrale Atome, die von der Außengrenze der Heliosphäre zurückgeworfen werden, aus allen Richtungen gleich lang unterwegs sind. Dies spricht gegen eine kometenförmige und für eine eher runde Form der Heliosphäre. Gestützt wird dies von Daten der beiden Voyager-Sonden, die die Grenze zum interstellaren Raum in fast dem gleichen Sonnenabstand erreichten – obwohl ihre Flugbahnen um fast 90 Grad auseinanderliegen.“



Oortsche Wolke

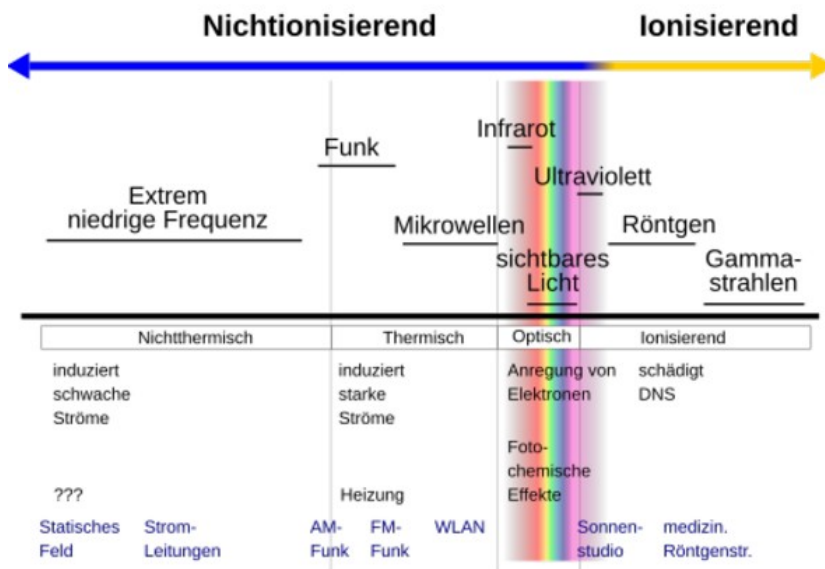
(Kometen-Wolke am Rande des Sonnensystems)

Voyager 1 ist das am weitesten entfernte menschengemachte Objekt, hat die Oortsche Wolke jedoch noch lange nicht erreicht (Momentane Geschwindigkeit: **17km/sec** (61.500 km/h))

Die Sonde befindet sich im interstellaren Raum, wird die innere Grenze der riesigen, kugelförmigen Kometenwolke aber erst in etwa **300 bis 500 Jahren** erreichen und für deren **Durchquerung schätzungsweise 30.000 Jahre benötigen**



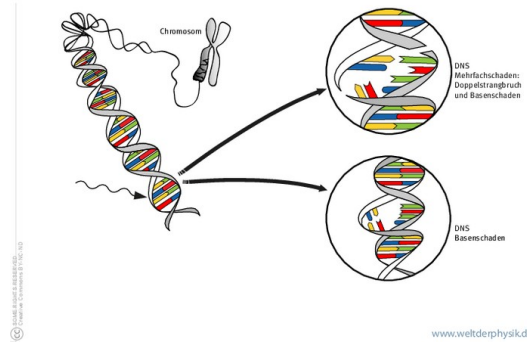
Die heliosphärische Stromschicht (Umdrehung 25 Tage)



Alle Strahlung mit einer Wellenlänge oberhalb des sichtbaren Lichts sind offensichtlich für den menschlichen Organismus gefährlich!

Ionisierende Strahlung schädigt den menschlichen Körper, indem sie Zellen und DNA direkt zerstört oder aggressive Radikale bildet, was zu akuten Schäden (Verbrennungen, Blutbildveränderungen) oder Spätfolgen (Krebs, Mutationen) führen kann. Die Wirkung ist abhängig von Dosis und Dauer, wobei Kinder empfindlicher reagieren. Akute hohe Dosen verursachen die Strahlenkrankheit.

Wenn ionisierende Strahlung auf den menschlichen Körper trifft, können Schäden in einzelnen Zellen oder Geweben entstehen. Das liegt daran, dass die Strahlungsenergie chemische Verbindungen (Moleküle) auseinanderbrechen kann. Auch einzelne Elektronen, also elektrisch geladene Teilchen, können aus Verbindungen herausgeschlagen werden. So kann Strahlung direkt Biomoleküle der Zelle, wie zum Beispiel Proteine oder DNA (Moleküle, die die Erbinformation tragen) schädigen.



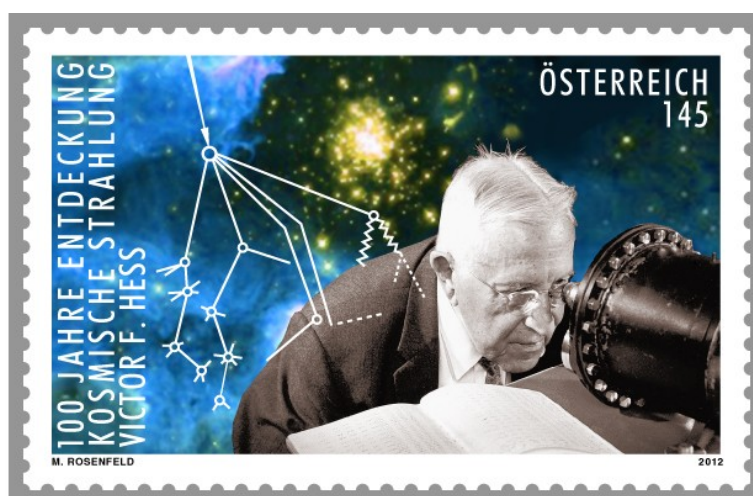
Hiervon betroffen dürfte besonders die Raumfahrt zu sein. Astronauten auf dem Mond berichteten von Lichtblitzen (die aber anderweitig nicht nachgewiesen wurden). Es kann ja sein, dass ein Teilchen der kosmischen Strahlung, was ja nicht durch den Raumanzug abgeschirmt wird, sich durch den Glaskörper des Auges bewegt hat und dort eine Spur hinterlassen hat, die das Sehsystem des Auges erkannt hat?

Auf jeden Fall scheint der Weg zum Mars neben vielen Problemen hier ein weiteres großes Problem zu haben. Abschirmen ließe sich das (nach heutigen Erkenntnissen) nur durch eine Wasserschicht rundherum (um die Rakete) von etwa einem Meter. So ein Teil zum Mars zu transportieren und da zu landen ist fast unmöglich!

Aber in kleinen Dosen und ganz gezielt angewendet, kann defektes und krankes Gewebe im menschlichen Körper auch zerstört und so eine „Heilung“ herbeigeführt werden (Strahlenbehandlung von Krebskrankheiten).

Prof. Hess hat in mehreren Jahren der Erforschung der kosmischen Strahlung selbst Schädigungen an seinem Körper in Kauf nehmen müssen, hat so aber auch die Gefährlichkeit der Strahlung nachgewiesen – auch wenn man nichts sieht oder merkt, sie ist da!

Ab 1931 als Professor an der Universität Innsbruck, leitete er dort das neu entstandene Institut für Strahlenforschung, musste sich dort aber auch aufgrund noch in Wien erlittener Radiumverbrennungen (= lokale starke Einwirkung radioaktiver Strahlung auf Körpergewebe) einer Daumenamputation und einer Operation am Kehlkopf unterziehen.



Radioaktive Strahlung

de.wikipedia.org/wiki/Uranyl-Radium-Reihe

Inhaltsverzeichnis	Nuklid	Zerfall	Halbwertszeit	E (MeV)	Zerfallsprodukt
(Anfang)	²⁴² Pu	α	373300 a	4,984	²³⁸ U
4n+2 Reihe	²³⁸ U	α	4,468 · 10 ⁹ a	4,270	²³⁴ Th
	²³⁴ Th	β ⁻	24,10 d	0,198	^{234m} Pa
	^{234m} Pa	β ⁻ 99,84 % IT 0,16 %	1,17 min	2,271 0,074	²³⁴ U ²³⁴ Pa
	²³⁴ Pa	β ⁻	6,7 h	2,197	²³⁴ U
	²³⁴ U	α	245 500 a	4,859	²³⁰ Th
	²³⁰ Th	α	75 380 a	4,770	²²⁶ Ra
	²²⁶ Ra	α	1602 a	4,871	²²² Rn
	²²² Rn	α	3,8235 d	5,590	²¹⁸ Po
	²¹⁸ Po	α 99,98 % β ⁻ 0,02 %	3,05 min	6,115 0,265	²¹⁴ Pb ²¹⁸ At
	²¹⁸ At	α 99,90 % β ⁻ 0,10 %	1,5 s	6,874	²¹⁴ Bi ²¹⁸ Rn
	²¹⁸ Rn	α	35 ms	7,263	²¹⁴ Po
	²¹⁴ Pb	β ⁻	26,8 min	1,024	²¹⁴ Bi
	²¹⁴ Bi	β ⁻ 99,98 % α 0,02 %	19,9 min	3,272 5,617	²¹⁴ Po ²¹⁰ Tl
	²¹⁴ Po	α	164 μs	7,883	²¹⁰ Pb
	²¹⁰ Tl	β ⁻ 99,9930 % β ⁻ n 0,0070 %	1,30 min	5,484 0,299	²¹⁰ Pb ²⁰⁹ Pb [*]
	²¹⁰ Pb	β ⁻ ≈ 100 % α 1,9 · 10 ⁻⁶ %	22,3 a	0,064 3,792	²¹⁰ Bi ²⁰⁶ Hg
	²¹⁰ Bi	β ⁻ ≈ 100 % α 1,3 · 10 ⁻⁶ %	5,013 d	1,161 5,036	²¹⁰ Po ²⁰⁶ Tl
	²⁰⁶ Hg	β ⁻	8,15 min	1,308	²⁰⁶ Tl
	²¹⁰ Po	α	138,376 d	5,407	²⁰⁶ Pb
	²⁰⁶ Tl	β ⁻	4,199 min	1,533	²⁰⁶ Pb
	²⁰⁶ Pb				stabil

Zerfallsreihen von ²³⁸U: Z ist die Ordnungszahl (Protonenzahl), N die Neutronenzahl der Nuklide. Sehr seltene Zerfälle sind nicht dargestellt.

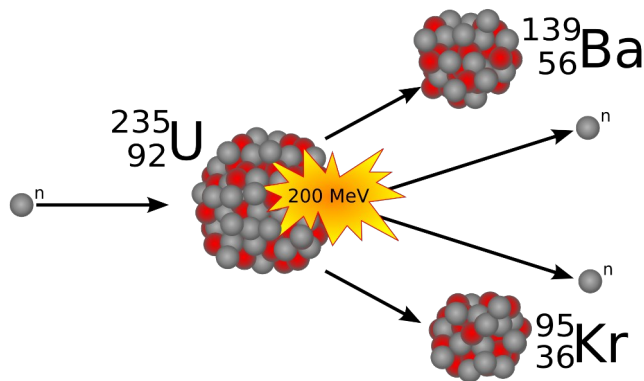
Im Gammaskpektrum von Uranerz sind verschiedene Nuklide ²²⁶Ra, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi aus der Uran-Radium-Reihe zu erkennen.

de.wikipedia.org/wiki/Zerfallsreihe

Lage in der Nuklidkarte

Siehe auch: Nuklidkarte

N	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	
Curium																												
Americium																												
Plutonium																												
Neptunium																												
Uran																												
Protactinium																												
Thorium																												
Actinium																												
Radium																												
Francium																												
Radon																												
Astat																												
Polonium																												
Bismut																												
Blei																												
Thallium																												
Quecksilber																												
N	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	

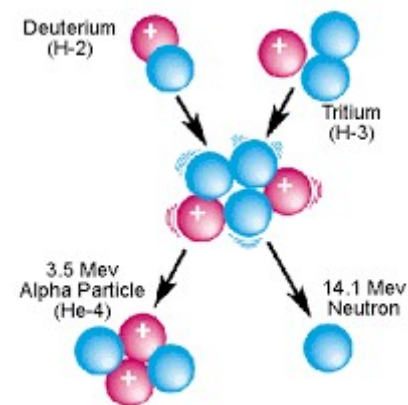


Kernspaltung

Beispiel für eine neutroneninduzierte **Kernspaltung von Uran-235**. Die freiwerdenden (etwa) 200 MeV liegen als kinetische Energie der Spaltprodukte (hier Ba und Kr) vor.

Als **Kernfusion** werden Kernreaktionen bezeichnet, bei denen je zwei Atomkerne zu einem neuen Kern verschmelzen. Kernfusionsreaktionen sind die Ursache dafür, dass die Sonne und alle leuchtenden Sterne Energie abstrahlen.

Die Fusion eines Deuterium- und eines Tritiumkernes zu einem Heliumkern unter Freisetzung eines Neutrons. Dabei wird eine Energie von 17,6 MeV als kinetische Energie des geladenen Heliumkerns und des neutralen Neutrons freigesetzt.



Deuterium-Tritium Fusion Reaction

In internationaler Kooperation wird erforscht, ob und wie sich Fusionsenergie zur Stromerzeugung nutzen lässt. Der erste wirtschaftlich nutzbare Reaktor wird, falls sich die technologischen Hindernisse überwinden lassen und die politische Entscheidung zugunsten der neuen Technologie fallen sollte, aus heutiger Sicht nicht vor 2050 erwartet. Ein großtechnischer Einsatz könnte dann im letzten Viertel des 21. Jahrhunderts erfolgen.

Der Energieeintrag in Materie führt zur Bildung von Ladungsträgern, die direkt oder indirekt gemessen werden können. Da die **ionisierende Strahlung beim radioaktiven Zerfall von Atomkernen ausgesendet wird**, bezeichnet man sie als Kernstrahlung.

