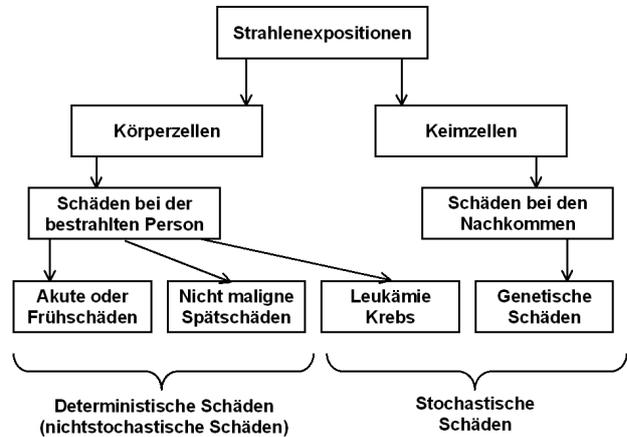


Radioaktive Strahlung können wir mit unseren Sinnesorganen nicht wahrnehmen. Sie kann aber beim menschlichen Körper und auch bei anderen Lebewesen Wirkungen hervorrufen, die man als biologische Wirkungen bezeichnet. Die **Äquivalentdosis** ist ein Maß für die biologische Wirkung radioaktiver Strahlung. In der Äquivalentdosis ist einerseits die übertragene Energiemenge (auch Energiedosis) berücksichtigt, als auch die relative biologische Wirksamkeit der Art der Strahlung.

Radioaktive Strahlung kann zu:

- zu unmittelbaren Schädigungen führen (akute Strahlenschäden)
- Schäden hervorrufen, die sich erst nach Jahren bemerkbar machen (Spätschäden),
- Genetische Schäden (Erbschäden) bewirken, die sich erst bei der Nachkommenschaft zeigen.



Manfred Roettle, Systematik Strahlenschäden.PNG, ©©©30

Alle Veränderungen und Krankheitsbilder, die durch Einwirkung radioaktiver Strahlung zustandekommen, fasst man unter dem Begriff Strahlenkrankheit zusammen.

Geschädigt werden durch radioaktive Strahlung insbesondere die Zellen. Die biologischen Wirkungen auf Organismen hängen unter anderem davon ab,

- wie viel Strahlung der Körper absorbiert / aufnimmt,
- welche Art der Strahlung ( $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ - Strahlung) wirksam wird,
- welche Körperteile bestrahlt werden.
- ob der Körper von außen oder innen (z.B. durch Nahrung) bestrahlt wird

**Äquivalentdosis (H):** Wenn ein Objekt Strahlung ausgesetzt wird, dann überträgt die Strahlung Energie auf dieses Objekt. Das führt dazu, dass das Objekt sich erwärmt und dass einige seiner Atome ionisiert werden. Die übertragene Energiedosis wird als D bezeichnet.

Man kann sie zum Beispiel mit einem Wasserkalorimeter messen. Dabei wird beobachtet, wie sehr sich die Temperatur von Wasser durch die Strahlung ändert.

Ist das bestrahlte Objekt lebendes Gewebe, kann die Strahlung auch zu Veränderungen und Schäden in den Zellen führen. Das können zum Beispiel Brüche in der DNA sein, die die Zelle nur schwer korrigieren kann. Wie schwerwiegend die Schäden bei gleicher Energiedosis sind, hängt natürlich davon ab, welche Körperteile bestrahlt werden, aber auch von der Art der Strahlung. Um die Strahlungsart zu berücksichtigen, wird der Strahlungsgewichtungsfaktor (q) eingeführt.

Die Äquivalentdosis (H) ist die Energiedosis (D) gewichtet mit dem Strahlungsgewichtungsfaktor (q).  $H = q \cdot D$ .

**Die Äquivalentdosis dient dazu, das Risiko von Strahlungsschäden einzuschätzen.  
Die Äquivalentdosis wird in Sievert (S) angegeben.**

### Strahlungswichtungsfaktor q

*Dieser Faktor berücksichtigt die relative biologische Wirkung der verschiedenen Arten von Strahlung. Das ist wichtig, denn für Zellen ist radioaktive Strahlung wie ein andauerndes Bombardement mit winzigen Geschossen. Dabei kann ein schweres  $\alpha$ -Teilchen, das aus zwei Protonen und zwei Neutronen besteht, beim Auftreffen viel mehr Schäden verursachen als zum Beispiel ein einzelnes Neutron. Entsprechend ist Alpha-Strahlung, die aus  $\alpha$ -Teilchen besteht, bei gleicher Energiedosis viel zerstörerischer für eine Zelle als Beta-Strahlung aus Neutronen.*

Text von <https://de.serlo.org/äquivalentdosis>, angepasst von A.Spielhoff, ©©©30

### Strahlung durch natürliche Quellen:

Die gesamte Welt und damit auch die Menschen sind ständig ionisierender Strahlung ausgesetzt. Die Ursache dafür sind natürliche Strahlenquellen, die unabhängig vom Menschen entstanden sind und existieren.

Natürliche Strahlenquellen ist z. B. kosmische Strahlung, die aus dem Weltall zur Erde gelangt. Bei einem einzelnen Flug über den Atlantik nimmt der Körper eine Äquivalentdosis von  $80\mu\text{S}$  auf. Die kosmische Strahlung erreicht allerdings auch die Erdoberfläche und trägt zur natürlichen Strahlenbelastung bei, abhängig von der Höhe.

Die natürliche Strahlenbelastung entsteht auch durch terrestrische Strahlung. Die stammt von winzigen Mengen radioaktiver Elemente im Boden und Gestein. Gestein und andere Rohstoffe können auch als Baumaterial verwendet werden, sodass terrestrische Strahlung auch von Gebäuden ausgeht.

Eine besondere Stellung unter den natürlichen Radionukliden nimmt das Radon ein.  $\text{Rn-222}$  ist ein radioaktives Edelgas, das aus dem Boden stammt und in geringer Konzentration praktisch überall vorkommt.

Je nach Wohnort sind Menschen in Deutschland einer natürlichen Strahlenbelastung zwischen  $1\text{mS}$  und  $10\text{mS}$  jährlich ausgesetzt (siehe Abbildung links). Im Durchschnitt sind es  $2,1\text{mS}$  pro Jahr.

Auch Lebensmittel enthalten natürliche radioaktive Isotope und tragen zur Belastung bei. Aus dem Boden gelangen die natürlichen Radionuklide in Wasser, Pflanzen und Tiere und damit in die Nahrung des Menschen.

Text von <https://de.serlo.org>, äquivalentdosis, Angepasst von A.Spielhoff

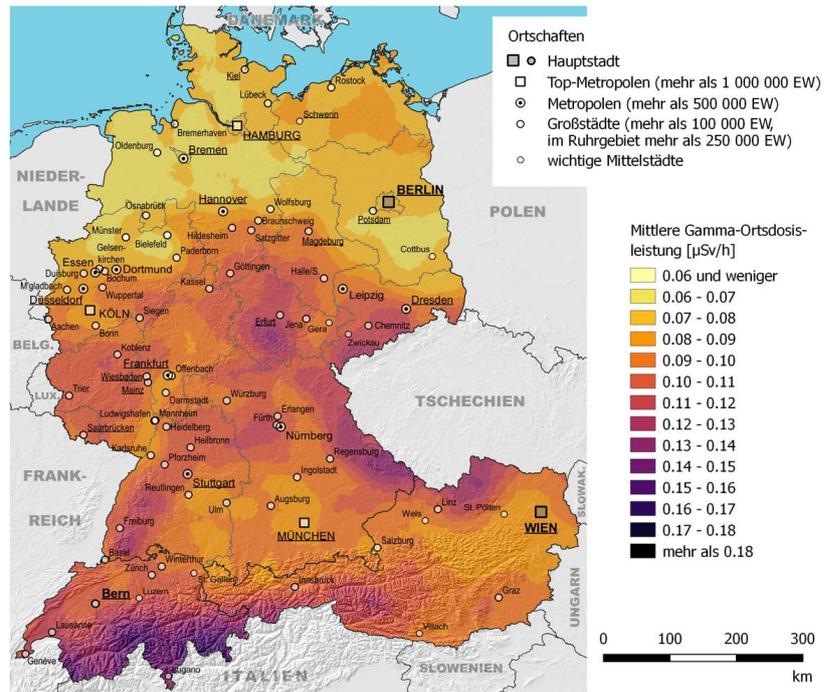
### Strahlung durch künstliche Quellen:

Natürlich gibt es Fälle, in denen Menschen sich direkt und absichtlich radioaktiver Strahlung aussetzen (siehe „Die Nutzung der radioaktiven Strahlung“). So ist das Röntgen des Kiefers beim Zahnarzt mit einer Äquivalentdosis von ca.  $5\mu\text{S}$  verbunden, eine Röntgenaufnahme der Brust können schon  $14\mu\text{S}$  sein. Ein Arbeiter in einem Kernkraftwerk sieht sich jährlich ca.  $180\mu\text{S}$  ausgesetzt.

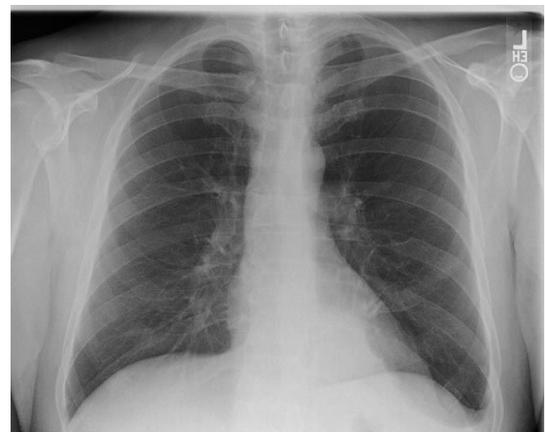
Aber auch überirdische Atomwaffentests oder Reaktorunglücke in einem Kernkraftwerk führen zu einer erhöhten Strahlung.

So kann man bis heute in Deutschland in Pilzen, aber auch bei Wildschweinen eine erhöhte radioaktive Belastung durch das Reaktorunglück in Tschernobyl feststellen.

### Natürliche Strahlenbelastung in Deutschland



[Gretarsson, Strahlenexposition DACHL](#), @@@@30



RadsWiki, [Pulmonary-sequestration-002](#), @@@@30

Ab einer Äquivalentdosis von ca. 1S treten akute Strahlenschäden auf und eine Dosis von 5S kann innerhalb von einem Monat zum Tod führen. Die Energiemenge, die dabei übertragen wird, ist trotz allem extrem gering. Eine tödliche Strahlendosis von 10S erwärmt den Körper nur um ca. 0,0024°C und führt dem Körper weniger Energie zu als eine Tasse Tee.

Dosis	Wirkung
Schwellendosis 0,25 Sv	<b>Erste erfassbare Bestrahlungseffekt:</b> Kurzzeitige Veränderungen im Blutbild, insbesondere Absinken der Lymphozytenzahl
Subletale Dosis 1 Sv	<b>Vorübergehende Strahlenkrankheit:</b> Kopfschmerzen und erhöhtes Infektionsrisiko
Subletale Dosis 1-2 Sv	<b>Leichte Strahlenkrankheit</b> mit: Haarausfall, wunde Rachen, Appetitmangel, Durchfall, Unwohlsein, Mattigkeit, purpurfarbene Hautflecke auf
Mittelletale Dosis 2-4 Sv	<b>Schwere Strahlenkrankheit:</b> Übelkeit und Erbrechen, große Infektionsneigung Zusätzlich: Fieber, innere Blutungen, Sterilität bei Männern, Zyklusstörungen bei Frauen
Stark Letale Dosis 4-6 Sv	<b>Akute Strahlenkrankheit:</b> Der Tod tritt häufig innerhalb von 2 bis 12 Wochen wegen Infektionen und Blutungen ein. Bei fehlenden Therapiemaßnahmen ist bei Dosen über 5 Sv mit etwa 50% Todesfällen zu rechnen
Letale Dosis 6 Sv	<b>Tödliche Strahlenkrankheit:</b> Zerstörung des Knochenmarks, innere Blutungen, totale Zerstörung des Nervensystems. Tod durch Kreislaufversagen.