

Natürliche Strahlenbelastung

INHALTSVERZEICHNIS

<i>Natürliche Strahlenexposition</i>	<u>1</u>
<i>Kosmische Strahlung</i>	<u>1</u>
<i>Inkorporierte Strahlung</i>	<u>3</u>
<i>Radon</i>	<u>5</u>
<i>Terrestrische Strahlung</i>	<u>5</u>
<i>Kalium</i>	<u>6</u>

Natürliche Strahlenexposition

Strahlung und Radioaktivität sind natürliche Phänomene unserer Umwelt. Die Erde wird permanent von hochenergetischer Teilchenstrahlung aus dem Weltall bombardiert. Diese kosmische Strahlung wird zwar durch das Erdmagnetfeld geschwächt und durch die Atmosphäre weitgehend abgeschirmt, dennoch trägt sie selbst in Meereshöhe signifikant zur natürlichen Strahlenexposition des Menschen bei.

Unter der natürlichen Strahlenexposition versteht man die aus natürlichen Strahlenquellen herrührende Strahlenbelastung, der die Menschen ausgesetzt sind. Sie wird als effektive Dosis mit der Maßeinheit Sievert bzw. Millisievert (mSv) angegeben. Die effektive Dosis ist eine biologische Einheit, die verschiedene Arten von Strahlung in ihrer Wirkung vergleichbar macht.

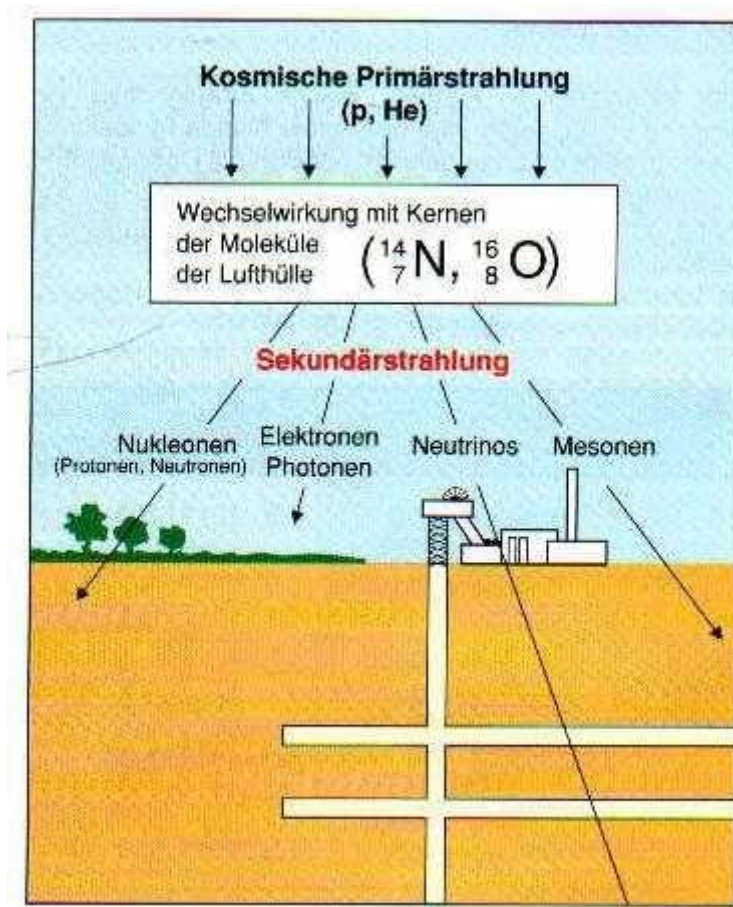
In der Bundesrepublik Deutschland beträgt sie pro Jahr in Meereshöhe im Mittel 2,4 mSv. Mit Ausnahme von einzelnen Regionen der Erde, wo die Strahlenexposition wegen hoher Vorkommen an radioaktiven Substanzen im Boden besonders groß ist, gilt dieser Wert für die meisten Gebiete.

Aufgrund der verschiedenen Bodenbeschaffenheiten in der Bundesrepublik Deutschland schwanken die Werte auch hier, wenn auch in einem geringen Maß. Die gesamte natürliche Strahlenbelastung setzt sich aus der kosmischen Strahlung, der inkorporierten Strahlung und der terrestrische Strahlung zusammen.

Kosmische Strahlung

Bei der Primärstrahlung treffen aus dem Kosmos und der Sonne hochenergetische Teilchen, vor allem Protonen und Alpha-Teilchen, so wie in geringerer Menge Gamma-Strahlung auf die Lufthülle der Erde. Vor allem in den oberen Luftschichten und zwar ab einer Höhe von etwa 25 km finden eine Reihe von Kernreaktionen statt. Beim Zusammenprall mit den Molekülen der Lufthülle werden Atomkerne zertrümmert. Dabei entstehen neue Kerne und Teilchen, die weiterfliegen und z.T. weitere Kerne zertrümmern, bis ihre ursprüngliche Energie aufgebracht ist. Aufgrund derartiger Reaktionen tragen in den oberen Luftschichten die dadurch erzeugten sekundären kosmischen Strahlen in Form von Protonen und Neutronen am meisten zur Strahlenbelastung bei. Auf Meereshöhe ist der Anteil der Neutronen an der Strahlenexposition aufgrund von Kernreaktion auf etwa 10 % gesunken, in einer Höhe von 12

km (Flughöhe) beträgt er noch ca. 50 %. Die gesamte Strahlenbelastung durch die kosmische Strahlung besitzt in Meereshöhe im Mittel einen Wert von 0,3 mSv pro Jahr. Der Anteil der Neutronen beträgt 0,03 mSv pro Jahr.



Das Magnetfeld der Sonne schirmt einen Teil der von außen in die Heliosphäre eindringenden galaktischen kosmischen Strahlung ab. In der Abhängigkeit von der Form des Feldes und dem Abstand zur Sonne wird die Strahlung unterschiedlich abgeschwächt. Die Höhe der Strahlungsintensität hängt also vom Ort ab.

In größeren Höhen steigt die Strahlenbelastung bis zu einer Höhe von etwa 25 km an. In der folgenden Tabelle ist die Strahlenbelastung in einigen Städten mit verschiedenen Höhen dargestellt.

Ort	Einwohner in Millionen	Höhe in m	Effektive Dosis in mSv/a
Berlin (BRD)	3,4	20	0,3
Teheran (Iran)	9,0	1180	0,44
Denver (USA)	1,6	1610	0,57
Nairobi (Kenia)	1,1	1660	0,58
Mexiko City (Mexiko)	20,0	2240	0,82
Quito (Equador)	1,3	2840	1,1
Lhasa (Tibet)	0,4	3600	1,7
La Paz (Bolivien)	1,0	3900	2,0

Inkorporierte Strahlung

Die in der Natur vorkommenden natürlichen Radionuklide, wie zum Beispiel Kalium 40 sowie die Radionuklide der natürlichen Zerfallsreihen, insbesondere das Radon 222, werden in den Körper durch die Luft, das Trinkwasser und die Nahrung aufgenommen und führen zu einer von innen herrührenden Strahlenexposition vom ca. 1,7 mSv pro Jahr. Den Hauptanteil daran hat das Radon 222 und seine Zerfallsprodukte mit rund 1,4 mSv. Radon ist ein Zerfallsprodukt des Radium 226. dieses Radionuklid ist Teil der Uran-Radium-Zerfallsreihe. Radon 222 besitzt eine Halbwertszeit von 3,8 Tagen bei einer Alpha-Strahlen-Energie von 5,49 MeV (Megaelektronenvolt).

Weitere Radionuklide, die in den Körper aufgenommen werden, sind vor allem das C 14, das K 40 sowie das Rb 87. Insgesamt beträgt die körpereigene Aktivität einer Person mit einem Gewicht von 75 kg ca. 9000 Bequerel. Neben dem Rn 222 trägt das K 40 mit 0,18 mSv pro Jahr am stärksten zur inneren Strahlenbelastung des Menschen bei, das Rb 87 dagegen nur mit 0,006 mSv pro Jahr.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die innere Strahlenbelastung aus den folgenden Radionukliden zusammensetzt:

- Den 47 Radionukliden als Teil der drei natürlichen Zerfallsreihen.
- Den 25 Radionukliden, die so hohe Halbwertszeiten besitzen, dass sie vom Anfang der Erdentstehung bis heute existieren. Man bezeichnet sie als primordiale Nuklide. Ein typisches Beispiel ist das bereits erwähnte K 40.
- Den Radionukliden, die aufgrund von Kernreaktionen der kosmischen Strahlung mit den Molekülen der Lufthülle entstanden sind. Ein wichtiger Vertreter ist das bereits erwähnte C 14. Man bezeichnet sie als kosmogene Radionuklide:

Nuklid	Halbwertszeit
H 3	12,3 a
Be 7	53,3 d
Be 10	$1,6 \times 10^6$ a
Na 22	2,6 a
Na 24	15 h
Mg 28	20,9 h
Si 31	2,6 h
Si 32	101 a
P 32	14,3 d
S 35	87,5 d
S 38	2,8 h
Cl 34m	32 min
Cl 36	3×10^5 a
Cl 38	37,2 min
C 14	$5,7 \times 10^3$ a
Ar 39	269 a
Kr 85	17,7 a

Radon

Der Grenzwert der Konzentration des Radons in der Raumluft sollte nach einer EU-Empfehlung in bestehenden Wohnräumen nicht mehr als 400 Bequerel pro m³ und in den Neubauten nicht mehr als 200 Bequerel pro m³ betragen. Im Mittel beträgt sie in der Bundesrepublik Deutschland rund 50 Bequerel pro m³.

Die Hauptsache für das Vorkommen von Radon in Gebäuden ist nicht so sehr in der Freisetzung aus Baumaterialien zu sehen, sondern es entstammt vor allem aus dem Untergrund. In den Regionen der ehemaligen Wismut herrschen auch heutzutage in einigen Wohnungen noch Radonkonzentrationen von teilweise über 10 000 Bequerel pro m³. Man geht davon aus, dass eine Radonkonzentration von 1000 Bequerel pro m³ in der Umgebungsluft das Lungenkrebsrisiko etwa verdoppelt. Die mittlere Strahlenbelastung in der Bundesrepublik Deutschland beträgt aufgrund des Radons und seiner Folgeprodukte ca. 1,4 mSv pro Jahr.

Terrestrische Strahlung

Aufgrund der in der Erde vorkommenden Radionuklide, die sich bei der Entstehung des Sonnensystems bildeten, ist man in der Bundesrepublik im Mittel einer äußeren Strahlenbelastung von ca. 0,4 mSv pro Jahr ausgesetzt. Diese Strahlung enthält nicht die vorher diskutierten inkorporierten Radionuklide, sondern nur die von „außen“ einwirkende Strahlenexposition. Sie rührt im wesentlichen von den Radionukliden der natürlichen Zerfallsreihen sowie von den bereits erwähnten sehr langlebigen primordialen Radionukliden wie dem K 40 mit einer Halbwertszeit von 1,28 Milliarden Jahren her. Es sei erwähnt, dass sich K 40 etwa zu 0,0117 % in jeder Kaliumverbindung befindet. Pro kg Körpergewicht besitzt der Mensch insgesamt ca. 2g Kalium.

Die kosmogen erzeugten Radionuklide spielen für die äußere Strahlenbelastung aber eine untergeordnete Rolle.

Aufgrund starker Vorkommen an Monazitsanden, die sehr thoriumhaltig sind, gibt es in einigen Teilen der Welt, wie erwähnt teilweise erheblich höhere terrestrische Strahlenbelastungen als in der Bundesrepublik Deutschland. In der Tabelle sind die wichtigsten Regionen aufgelistet:

Region	Mittlere Dosis mSv pro Jahr	Max. Dosis mSv pro Jahr (im Freien)
Deutschland	0,4	5
Kerala (Indien)	4,0	55
Esperito Santo (Brasilien)	6,0	175
Ramsar (Iran)	6,0	860

Kalium

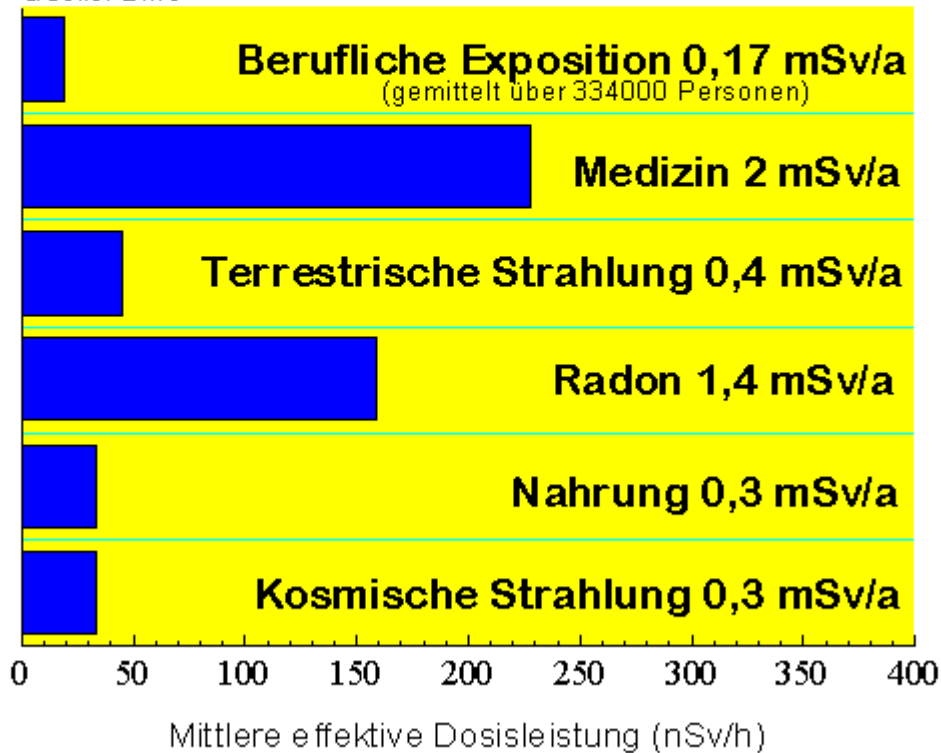
Das Kalium 40 führt neben der erwähnten inneren Bestrahlung von 0,18 mSv pro Jahr zu einer externen, also äußeren, Strahlenbelastung von 0,17 mSv pro Jahr. Aus diesem Grund sei das Zerfallsschema des K 40 kurz erläutert:

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 89 % zerfällt es über einen Beta-Minus-Zerfall in das stabile Ca 40 und mit einer Wahrscheinlichkeit von 11 % über einen K-Einfang in das stabile Ar 40. Die Halbwertszeit des K 40 beträgt $1,28 \times 10^9$ Jahre.

Strahlenbelastung der Bevölkerung

Mittlere effektive Jahresdosis 1999 ca. 4,5 mSv

Quelle: BMU



Ende