

# Natürliche Radioaktivität

Im Alltag und an Arbeitsplätzen

## Luft

Radon-222: 20 Bq/m<sup>3</sup>

Uran-238: 1 · 10<sup>-5</sup> Bq/m<sup>3</sup>

Radium-226: 1 · 10<sup>-5</sup> Bq/m<sup>3</sup>

## Boden

Uran-238: 50 Bq/kg

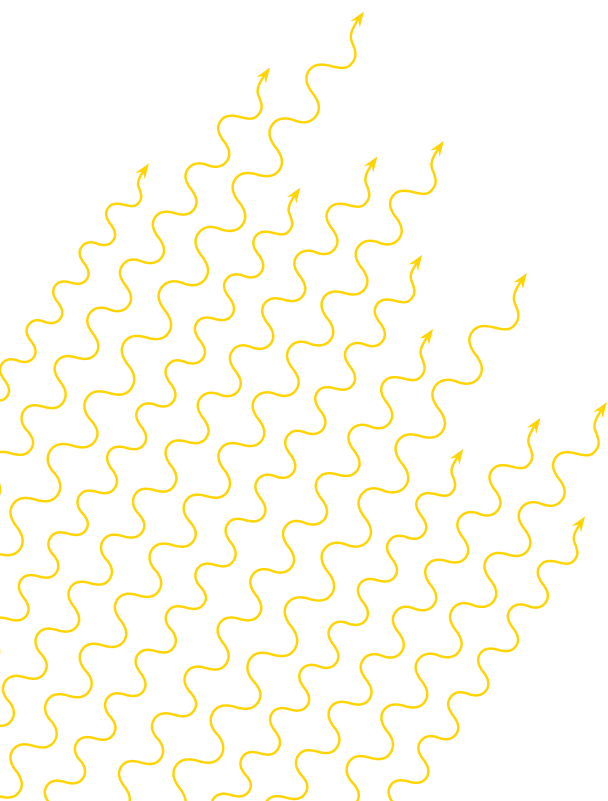
Radium-226: 50 Bq/kg

ODL: 120 nSv/h

## Oberflächenwasser

Uran-238: 0,02 Bq/l

Radium-226: 0,02 Bq/l



# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Was ist natürliche Radioaktivität? .....  | 4  |
| Wo treten natürliche Strahlenquellen auf? .....   | 6  |
| Wie wirken natürliche Strahlenquellen auf die<br>Gesundheit des Menschen? .....                               | 15 |
| Wann ist der Strahlenschutz bei<br>natürlicher Radioaktivität zu beachten? .....                              | 17 |
| Wann ist der Strahlenschutz beim Umgang<br>mit Bauprodukten zu beachten? .....                                | 22 |
| Wie kann man sich vor erhöhten Expositionen<br>durch natürliche Strahlenquellen schützen? .....               | 23 |
| Welche Pflichten sind bei erhöhter natürlicher<br>Radioaktivität zu beachten? .....                           | 25 |
| Wie wird die Strahlenexposition bei Tätigkeiten<br>unter erhöhter natürlicher Radioaktivität überwacht? ..... | 31 |
| Weitere Informationen und Ansprechpartner .....   | 33 |
| Begriffe .....  | 35 |

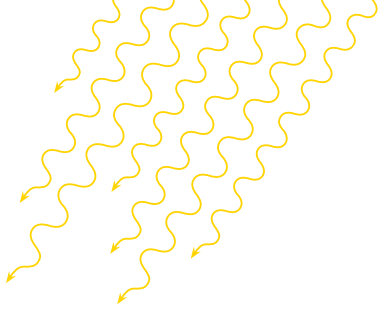
## Was ist natürliche Radioaktivität?

Der Mensch ist seit jeher radioaktiver Strahlung aus dem Kosmos, den Gesteinen und Böden der Erde ausgesetzt. Einen Lebensraum ohne diese natürliche Radioaktivität gibt es auf der Erde nicht. Die Gesteine und Böden der Erdkruste beinhalten seit ihrer Entstehung das Radionuklid Kalium-40 und die Radionuklide der Zerfallsketten von Uran-238, Uran-235 und Thorium-232.

**Radioaktivität** ist die Eigenschaft bestimmter Atomkerne, sich ohne äußere Einwirkung in andere Atomkerne umzuwandeln. Beim Zerfall der Atomkerne wird energiereiche Strahlung in Form von Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung frei. Wenn diese Strahlung auf Materie trifft, erzeugt sie Ionen. Sie wird daher als ionisierende Strahlung bezeichnet. Die Radioaktivität eines Stoffes wird in Becquerel angegeben. 1 Becquerel (Bq) entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde.

Die kosmische Strahlung und die terrestrische Strahlung bewirken eine **äußere Exposition** des Menschen. Mit der Nahrung, dem Trinkwasser und der Atmung gelangen natürliche radioaktive Stoffe in den Körper und verursachen eine **innere Exposition**. Durch die Einlagerung natürlicher Radionuklide in die Knochen- substanz und Organe (hauptsächlich Kalium-40) enthält der menschliche Körper radioaktive Stoffe, deren Aktivität für eine Person mit 75 Kilogramm Körpergewicht im Mittel bei ca. 9.000 Becquerel (Bq) liegt.

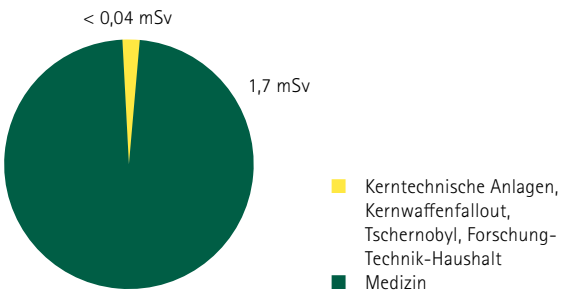
Die **Wirkung** der ionisierenden Strahlung auf den menschlichen Körper wird mit der Größe der effektiven Dosis beschrieben. Die Einheit ist Millisievert (mSv).



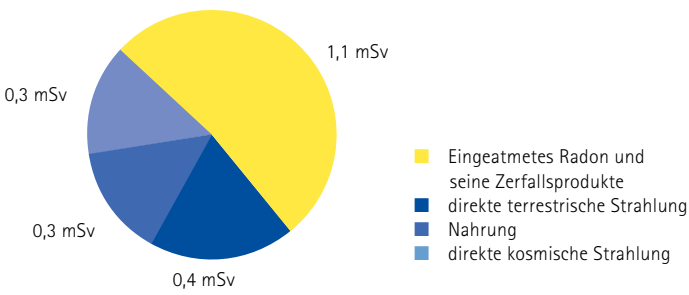
Die effektive Dosis für die Bevölkerung, die durch natürliche Radionuklide in der Umwelt bewirkt wird, beträgt in Deutschland im Mittel 2,1 Millisievert pro Jahr (mSv/a). Dieser Wert ist vergleichbar mit der Exposition durch künstliche Strahlenquellen, die hauptsächlich aus der medizinischen Anwendung herrührt (siehe Grafik).

Zusammensetzung der mittleren effektiven Jahresdosis durch ionisierende Strahlung in Deutschland im Jahr 2015<sup>4)</sup>

**Künstliche Radioaktivität (insgesamt 1,74 mSv/Jahr)**



**Natürliche Radioaktivität (insgesamt 2,1 mSv/Jahr)**



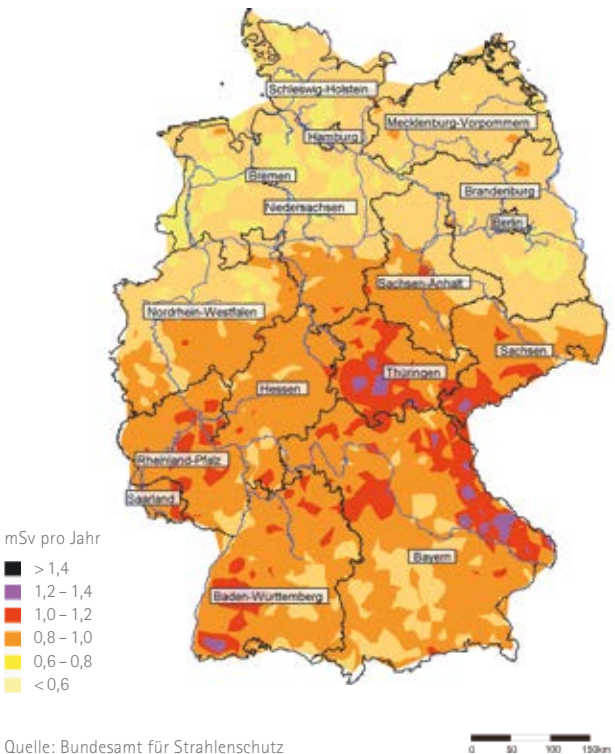
<sup>4)</sup> Quelle: Daten aus dem Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit an den Bundestag über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2015“ [doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2017072814312/1/Parlamentsbericht\\_2015.pdf](https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2017072814312/1/Parlamentsbericht_2015.pdf)

# Wo treten natürliche Strahlenquellen auf?

Die in der Erdkruste vorhandenen natürlichen Radionuklide haben sich mit der Luft, dem Wasser sowie über Pflanzen und Tiere in unserer Umwelt verbreitet.

Natürliche Radioaktivität ist dementsprechend in allen Umweltmedien, in Baumaterialien, aber auch in Rohstoffen vorhanden.

Mittlere externe Strahlenexposition in Deutschland in Bodennähe im Freien



**Die Gesteine und Böden** der Erde haben je nach geologischer Herkunft und Zusammensetzung unterschiedliche Radionuklidgehalte. Dementsprechend unterscheidet sich die natürliche Exposition in den verschiedenen Regionen Deutschlands.



Straßenpflaster – natürliches Baumaterial, das seit Jahrtausenden Verwendung findet

Natürliche **Baumaterialien** enthalten je nach Art und Herkunft unterschiedlich hohe Gehalte an Radionukliden der natürlichen Uran- und Thorium-Zerfallsketten und Kalium-40. Die Radionuklidgehalte ausgewählter Baumaterialien sind in der Übersicht auf Seite 8 angegeben.

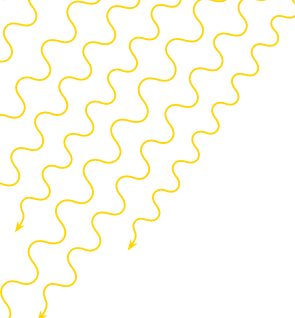
Die geringe Strahlenexposition, die von der Radioaktivität in natürlichen Baumaterialien ausgeht, kann in der Regel vernachlässigt werden. In den vergangenen Jahrhunderten wurden jedoch vereinzelt industrielle oder bergbauliche Rückstände, die erhöhte Radionuklidgehalte aufweisen können, auch in Bauwerken verwendet. Beispielsweise wurden in den Regionen des ehemaligen Uranerzbergbaus zum Teil sandige radiumhaltige Rückstände aus der Uranaufbereitung zum Hausbau genutzt. Auch uranhaltige Steinkohleschlacken wurden als Dämmmaterial eingebaut.

## Radionuklidgehalte ausgewählter Baumaterialien

| Material                                 | Radionuklidgehalt in Bq pro kg<br>von – bis (Mittelwert) |                   |                        |
|--|--|-------------------|------------------------|
|  | Radium-226   | Thorium-232       | Kalium-40              |
| Granit                                   | 30 – 500<br>(100)  | 17 – 311<br>(120) | 600 – 4.000<br>(1.000) |
| Gneis                                    | 50 – 157<br>(75)   |                   |                        |
| Diabas                                   | 10 – 25<br>(16)  |                   |                        |
| Basalt                                   | 6 – 36<br>(26)   | 9 – 37<br>(29)    | 190 – 380<br>(270)     |
| Granulit                                 | 4 – 16<br>(10)   |                   |                        |
| Kies, Sand, Kiessand                     | 1 – 39<br>(15)   |                   |                        |
| Natürlicher Gips,<br>Anhydrit            | 2 – 70<br>(10)   | 2 – 100<br>(<5)   | 7 – 200<br>(60)        |
| Tuff, Bims                               | < 20 – 200<br>(100)                                      |                   |                        |
| Ton, Lehm                                | < 20 – 90<br>(< 40)                                      | 18 – 200<br>(60)  | 300 – 2.000<br>(1.000) |
| Ziegel, Klinker                          | 10 – 200<br>(50)   | 12 – 200<br>(52)  | 100 – 2.000<br>(700)   |
| Beton                                    | 7 – 92<br>(30)   | 4 – 71            | 50 – 1.300             |
| Kalksandstein,<br>Porenbeton             | 6 – 80<br>(15)   | 1 – 60<br>(10)    | 40 – 800<br>(200)      |
| Kupferschlacke                           | 860 – 2.100<br>(1.500)                                   |                   |                        |
| Gips aus der Rauchgas-<br>entschwefelung | < 20 – 70<br>(20)  |                   |                        |
| Braunkohlenfilterasche                   | 4 – 200<br>(82)  |                   |                        |

Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien und die daraus resultierende Strahlenexposition, Quelle: <http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/baustoffe/radionuklide/radionuklide.html>





Haldenmaterialien wurden im Straßen- und Landschaftsbau eingesetzt. Eine mögliche Belastung durch diese Materialien ist mittels geeigneter Messungen nachweisbar.

Den Hauptbeitrag zur Strahlenbelastung aus natürlichen Quellen liefert das radioaktive Edelgas **Radon**-222 und dessen Zerfallsprodukte. Radon-222 ist ein Glied der Zerfallskette des natürlichen Urans-238 und entsteht aus dem Zerfall von Radium-226. Ein erhöhtes Radonpotenzial ist deshalb in Regionen mit höheren Uran- und Radiumgehalten im Boden zu finden.

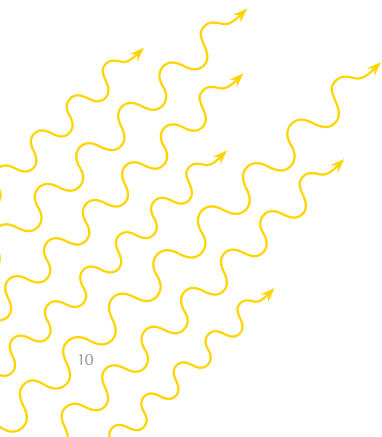
Das radioaktive Radongas dringt durch Undichtigkeiten, wie Fußboden- und Mauerrisse oder schlecht abgedichtete Durchbrüche, aus dem Boden in Gebäude ein. Auch aus Baumaterialien und Trinkwasser kann Radon in die Raumluft gelangen. Der Anteil aus diesen Quellen ist jedoch gegenüber dem Beitrag aus dem Gebäudeuntergrund meistens gering. Im Gebäudeinneren kann sich das Radongas bei geringem Luftwechsel ansammeln.



Radoneintrittspfade an unzureichend abgedichteten Leitungsdurchführungen

Die durchschnittliche Radonkonzentration in Wohnungen beträgt in Deutschland etwa  $50 \text{ Bq/m}^3$ . Bei hohen Radonkonzentrationen in der Bodenluft und Undichtigkeiten des Gebäudes gegenüber dem Untergrund kann die Radonkonzentration in Innenräumen jedoch bis auf einige Tausend  $\text{Bq/m}^3$  ansteigen. Eine Verbindung zu unterirdischen bergbaulichen Hohlräumen oder Haldenaufschüttungen im Gebäudeuntergrund bzw. in der Nähe können diesen Effekt noch verstärken. In den Kellern solcher Häuser wurden Spitzenwerte von einigen zehntausend  $\text{Bq/m}^3$  gemessen. Weitere Informationen hierzu enthält auch die Veröffentlichung „Radon – Vorkommen – Wirkung – Schutz“ ([www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11631](http://www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11631))

Bei der Be- und Verarbeitung natürlicher radioaktiver Stoffe kann es durch bestimmte Betriebsprozesse zur Erhöhung der Radioaktivität in Zwischen- und Endprodukten oder **Rückständen** kommen. Diese kann zu Strahlenexpositionen für die Beschäftigten führen, die nicht zu vernachlässigen sind. Bei einer weiteren Verwendung oder Entsorgung solcher Rückstände können Strahlenexpositionen für die Bevölkerung auftreten, die ebenfalls nicht vernachlässigbar sind. Das aktuelle Strahlenschutzgesetz (2017) enthält Regelungen zu Tätigkeiten im Zusammenhang mit natürlich vorkommender Radioaktivität. Dazu gehört auch der Umgang mit Rückständen bzw. deren Entlassung aus der Strahlenschutzüberwachung.





Uranglasur und Uranglas

Auch **Konsumgüter** können erhöhte Gehalte an natürlichen Radionukliden enthalten, um bestimmte gewünschte Eigenschaften zu erreichen. Die Verwendung von radioaktiven Stoffen in Konsumgütern wurde jedoch immer stärker durch nichtradioaktive Ersatzstoffe verdrängt, so dass dieser Bereich keine Bedeutung mehr besitzt. Heute ist der Zusatz radioaktiver Stoffe oder eine Aktivierung durch Bestrahlung bei der Herstellung von Lebensmitteln, Spielwaren, Futtermitteln, persönlichen Schmuckgegenständen und kosmetischen Erzeugnissen untersagt.

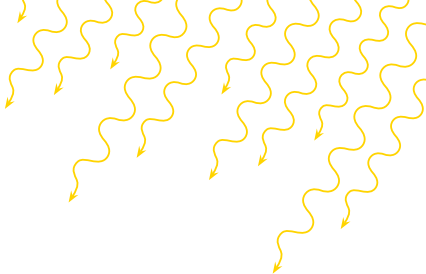
In alten Schmuckgegenständen oder Haushaltgeräten können jedoch durchaus noch Materialien mit erhöhter natürlicher Radioaktivität angetroffen werden. Beispielsweise wurde Uran als Farbstoff für die Einfärbung von Gläsern sowie zur Dekoration von Porzellan und Keramik verwendet. Thoriumhaltige Glühstrümpfe in Gaslaternen und Campingleuchten dienten der Erhöhung der Lichtausbeute und mechanischen Stabilisierung des Glühstrumpfes. Radium wurde in Leuchtfarben von Uhren eingesetzt.



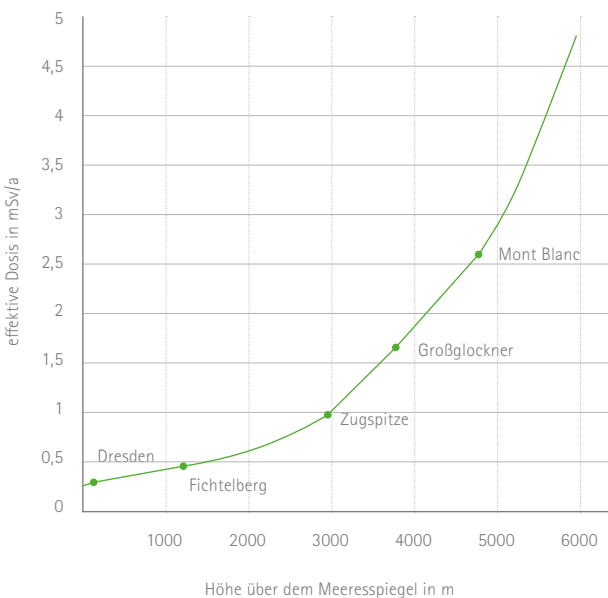
Sanierungsmaßnahme an einem Altstandort des Uranbergbaus.

Bei einem sachgerechten Gebrauch dieser Gegenstände besteht jedoch in der Regel keine Notwendigkeit, Schutzmaßnahmen zu treffen.

Erhöhte Strahlenexpositionen können auch von **radioaktiven Altlasten** aus früheren Produktionsprozessen ausgehen. Solche Altlasten sind beispielsweise Bergbaugruben, Halden, kontaminierte Betriebsflächen und Schlammbecken mit Rückständen aus dem ehemaligen Uranerzbergbau. Für Bewohner im näheren Umfeld von radioaktiven Altlasten können Strahlendosen von mehreren Millisievert pro Jahr auftreten. Um die Strahlenexposition durch diese Objekte auf ein unbedenkliches Maß zu reduzieren, wurden – vor allem im Rahmen der Sanierung der Standorte der Wismut GmbH und der des Verwaltungsabkommens über die Wismut-Altstandorte – in den letzten Jahrzehnten umfangreiche technische Maßnahmen durchgeführt. Eine Vielzahl dieser Maßnahmen konnte bereits abgeschlossen werden, andere dauern noch an bzw. sind noch aufzunehmen. Ziel der Sanierungen ist es, den Referenzwert von 1 mSv/a für die Bevölkerung zu unterschreiten und die Strahlenexposition langfristig möglichst gering zu halten.



## Effektive Dosis durch die kosmische Strahlung in Abhängigkeit von der Höhe über dem Meeresspiegel bei einem ganzjährigen Aufenthalt



Die ionisierende Strahlung aus dem **Kosmos**, die unsere Erdatmosphäre durchdringt, bewirkt in Meeresspiegelhöhe eine effektive Dosis von ca. 0,3 mSv/a. Auf Grund der Abschirmwirkung der Erdatmosphäre und des Einflusses des Magnetfeldes der Erde hängt die Dosis von der Höhe über dem Meeresspiegel und dem geografischen Breitengrad ab. Mit steigender Höhe nimmt die Strahlungsintensität zu. Am Äquator ist die Intensität der kosmischen Strahlung geringer als an den Polen.

So sind Reisende bei Flügen durch den Aufenthalt in großen Höhen und in Abhängigkeit vom Breitengrad einer höheren Strahlenexposition durch die kosmische Strahlung ausgesetzt als am Boden. Für typische Flughöhen von 10 bis 12 Kilometern ist die effektive Dosis im Vergleich zur Erdoberfläche am Äquator etwa 30-mal, an den Polen etwa 100-mal höher.

Bei wenigen Flügen im Jahr ist diese Exposition gegenüber der Jahresdosis durch natürliche Radionuklide von 2,1 mSv/a im Allgemeinen bedeutungslos. Für Piloten und flugbegleitendes Personal können jedoch relevante Strahlendosen erreicht werden, die im Bereich von einigen Millisievert pro Jahr liegen können.

### Effektive Dosis durch die kosmische Strahlung bei Flügen

| Flug                      | effektive Dosis pro Flug in mSv |
|---------------------------|---------------------------------|
| Frankfurt – New York      | 0,032 – 0,075                   |
| Frankfurt – Rom           | 0,003 – 0,006                   |
| Frankfurt – San Francisco | 0,045 – 0,110                   |
| Frankfurt – Johannesburg  | 0,018 – 0,030                   |



Vor allem bei Übersee-flügen ist der Einfluss kosmischer Strahlung erhöht.

# Wie wirken natürliche Strahlenquellen auf die Gesundheit des Menschen?

Die Wirkung natürlicher Radioaktivität auf den menschlichen Organismus unterscheidet sich nicht von der Wirkung künstlicher radioaktiver Strahlenquellen.

Wird der Mensch ionisierenden Strahlen ausgesetzt, treten in den einzelnen Zellen physikalische und unter Umständen in der Folge auch chemische und biologische Veränderungen auf.

Strahlenschäden an Molekülen oder Zellen können jedoch mit Hilfe einer Vielzahl von körpereigenen Mechanismen repariert werden oder über den Stoffwechsel aus der Zelle bzw. dem Körper entfernt werden. Versagt das Abwehr- bzw. Reparatursystem oder wird es überfordert, kommt es zu einem Strahlenschaden.

Es wird zwischen deterministischen und stochastischen Strahlenschäden unterschieden.

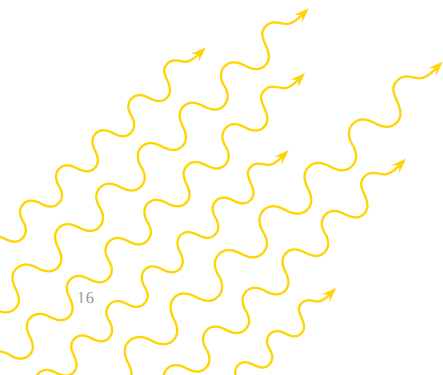
**Deterministische Strahlenschäden** können direkt auf eine bestimmte Exposition zurückgeführt werden und treten innerhalb kurzer Zeit nach der Exposition (sofort bis wenige Wochen) auf. Sie stellen sich erst oberhalb einer bestimmten Schwellendosis ein. Diese liegt bei einer einmaligen Bestrahlung des ganzen Körpers bei rund 500 mSv. Je höher die Strahlendosis war, umso stärker sind die Schäden. Betroffen sind meist die Blutbildungsorgane, die Schleimhäute des Magen-Darm-Traktes und der Luftwege sowie die Keimdrüsen und die Augenlinse.

Bei natürlichen radioaktiven Stoffen sind in der Regel keine deterministischen Schäden zu erwarten, da die Schwellendosiswerte nicht überschritten werden.

**Stochastische Strahlenschäden** unterliegen dem Zufall. Die Folgen einer Strahlenexposition treten mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ein. Die Wahrscheinlichkeit des Schadeneintritts steigt mit der Höhe der Exposition. Sie treten meist erst Jahre oder Jahrzehnte nach der Strahleneinwirkung auf. Sie können z.B. Leukämie oder Krebserkrankungen verursachen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand geht man davon aus, dass es für stochastische Wirkungen keine Schwelle gibt. Das bedeutet, dass auch sehr kleine Dosen Schäden bewirken können; die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines solchen Schadens ist jedoch sehr gering. Mit steigender Dosis steigt die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung, jedoch nicht die Schwere der Erkrankung. Das bedeutet, dass mit steigender Dosis die Wahrscheinlichkeit an Krebs zu erkranken ansteigt, die Schwere der Krebserkrankung hängt jedoch nicht von der Dosis ab.

**Das Maß für das Strahlenrisiko** eines Menschen ist die effektive Dosis, welche aus der vom Körper aufgenommenen Strahlungsenergie unter Berücksichtigung der Strahlungsart und der unterschiedlichen Empfindlichkeit der Organe und Körpergewebe bestimmt wird. Die Maßeinheit für die effektive Dosis ist **1 Millisievert**.





# Wann ist der Strahlenschutz bei natürlicher Radioaktivität zu beachten?

Strahlenschutzmaßnahmen für den Bereich der natürlichen Radioaktivität setzen ab dem **Referenzwert von 1 mSv/a** ein. Im Strahlenschutzgesetz (2017) sind in Anlage 3 für diejenigen Bereiche mit natürlicher Radioaktivität Regelungen getroffen worden, in denen dieser Referenzwert überschritten werden könnte. Danach ist bei folgenden Tätigkeitsfeldern der Strahlenschutz zu beachten:

- Schleifen thoriierter Schweißelektroden und Wechselstromschweißen mit thorierten Schweißelektroden,
- Handhabung und Lagerung thorierten Gasglühstrümpfe,
- Handhabung und Lagerung thoriumhaltiger Optikbauteile,
- Verwendung von Thorium oder Uran in der natürlichen Isotopenzusammensetzung einschließlich der daraus jeweils hervorgehenden Tochternuklide, sofern vorhanden, zu chemisch-analytischen oder chemisch-präparativen Zwecken,
- Handhabung von Produkten aus thorierten Legierungen, insbesondere Montage, Demontage, Bearbeiten und Untersuchen solcher Produkte,
- Gewinnung, Verwendung und Verarbeitung von Pyrochlorerzen,



Schweißen mit thoriumhaltigen Schweißelektroden



Gaslampe

- Verwendung und Verarbeitung von Schlacke aus der Verhüttung von Kupferschiefererzen,
- Aufarbeitung von Niob- und Tantalern,
- Handhabung, insbesondere bei Wartungs- oder Reinigungstätigkeiten, von Schlämmen und Ablagerungen bei der Gewinnung, Verarbeitung und Aufbereitung von Erdöl und Erdgas sowie in der Tiefengeothermie,
- Verarbeitung zirkonhaltiger Stoffe bei der Herstellung feuerfester Werkstoffe,
- Wartung von Klinkeröfen in der Zementproduktion und Heizkesseln in Kohlekraftwerken,
- Lagerung überwachungsbedürftiger Rückstände und Entfernung von Kontaminationen von Grundstücken nach § 64.



oben: Filterhalle Coschütz; unten: Besucherbergwerk

Als Orte, an denen erhöhte Radonexpositionen auftreten können unterliegen seit 2001 Arbeitsplätze in folgenden untertägigen und übertägigen Anlagen dem Strahlenschutz:

- Bergwerke, Schächte und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerke,
- Radon-Heilbäder und -Heilstollen,
- Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung.

Das Strahlenschutzgesetz (2017) enthält verpflichtende Regelungen zum Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen in bestimmten Gebieten, in denen aufgrund der Geologie oder anderer Sachverhalte (z. B. Gruben- hohlräume, Karst) mit erhöhten Radonkonzentrationen zu rechnen ist. In solchen Gebieten muss die Radonkonzentration an allen Arbeits- plätzen im Keller und im Erdgeschoss von Gebäuden bestimmt werden. Überschreitet die Radonkonzentration den Referenzwert von  $300 \text{ Bq/m}^3$  im Jahresmittel so sind Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkon- zentration zu ergreifen. Sofern diese Maßnahmen nicht greifen und eine Dosis von  $6 \text{ mSv/a}$  überschritten wird, unterliegen die betroffenen Arbeitnehmer der Strahlenschutzüberwachung. Auch für Wohngebäude gilt ein Referenzwert von  $300 \text{ Bq/m}^3$  im Jahresmittel.



Radonbad

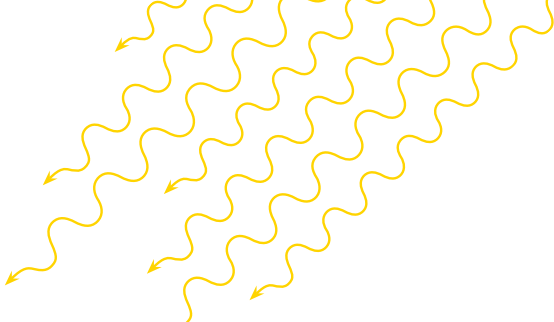
## Strahlenschutzrechtlich relevante Rückstände mit erhöhter natürlicher Radioaktivität

| Rückstände*  | Herkunft  |
|--|---|
| Schlämme, Ablagerungen   | Gewinnung von Erdöl-, Erdgas  |
| Schlämme, Stäube, Phosphorgipse, Schlacken   | Verarbeitung von Rohphosphat (Phosphorit), Phosphorgipse  |
| Nebengestein, Schlämme, Sande, Schlacken, Stäube, Mineralien, die den Rohstoffen entsprechen | Gewinnung und Aufbereitung von Bauxit, Columbit, Pyrochlor, Mikrolith, Euxenit, Kupferschiefer-, Zinn-, seltenen Erden-, Uranerzen; Weiterverarbeitung von Konzentraten und Rückständen, die dabei anfallen |
| Stäube, Schlämme   | Rauchgasreinigung bei der Primärverhüttung in der Roheisen- und Nichteisenmetallurgie   |
| Kiese, Sande, Harze und Kornaktivkohle   | Rückstände aus der Grundwasseraufbereitung  |

\* Relevant sind auch Formstücke aus den aufgeführten Materialien sowie Bodenaushub oder Bauschutt, wenn diese die aufgeführten Rückstände enthalten und nach Beendigung der Arbeiten vom Grundstück entfernt werden.

Zum Schutz der Bevölkerung sind in Anlage 1 des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG 2017) diejenigen **Rückstände mit erhöhter natürlicher Radioaktivität** aufgeführt, bei deren Lagerung, Verwendung oder Beseitigung der Strahlenschutz zu beachten ist. Die dort aufgeführten Rückstände sind überwachungsbedürftig, wenn ihre spezifische Aktivität die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Überwachungsgrenzen überschreitet.

Bei Sanierungsmaßnahmen an **radioaktiven Altlasten** sind strahlenschutzrechtliche Regelungen zu beachten, wenn die spezifische Aktivität des Materials, mit dem umgegangen wird, größer 0,2 Bq/g ist.



Sanierung einer Halde des ehemaligen Uranerzbergbaus

Die Anforderungen an die Sanierung richten sich nach Teil IV, Kapitel 4 des neuen Strahlenschutzgesetzes. Demnach kann die zuständige Behörde einen für die radioaktive Altlast Verantwortlichen verpflichten, einen Sanierungsplan vorzulegen, an den gemäß StrlSchG definierte Anforderungen festgeschrieben wurden. Der Sanierungsplan wird nach Zustimmung durch die Strahlenschutzbehörde verbindlich und ist vom Verantwortlichen umzusetzen.

Für die Sanierung der radioaktiven Altlasten des Uranerzbergbaus durch die Wismut GmbH ist nach Vorgabe des neuen Strahlenschutzgesetzes weiterhin eine strahlenschutzrechtliche Genehmigung erforderlich.

Die Überwachung der Beschäftigten bei Sanierungen an radioaktiven Altlasten richtet sich für die Stilllegungs- und Sanierungsmaßnahmen an den radioaktiven Altlasten des Uranerzbergbaus durch die Wismut GmbH wie auch für die Uranerzbergbau-Altstandorte nach Teil II des Strahlenschutzgesetzes, d.h. es sind die gleichen Regelungen wie für Beschäftigte bei geplanten Expositionssituationen zu beachten.

# Wann ist der Strahlenschutz beim Umgang mit Bauprodukten zu beachten?

Entsprechend dem Strahlenschutzgesetz (2017) darf durch Bauprodukte, die natürliche Radionuklide enthalten, keine Dosisbelastung für die Bevölkerung entstehen, die 1 mSv/a überschreitet.

Deshalb müssen Verpflichtete, die Bauprodukte mit den untenstehenden Primärrohstoffen oder Rückständen in Verkehr bringen wollen, deren spezifische Aktivität bestimmen.

Radiologisch relevante mineralische Primärrohstoffe für die Herstellung von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen (entsprechend Anlage 18 der neuen Strahlenschutzverordnung [Stand Mai 2018]):

1. Saure **magmatische Gesteine**, sowie daraus entstandene metamorphe und sedimentäre Gesteine,
2. **Sedimentgesteine** mit hohem organischem Anteil wie Öl-, Kupfer- und Alaunschiefer
3. **Travertin**

# Wie kann man sich vor erhöhten Expositionen durch natürliche Strahlenquellen schützen?

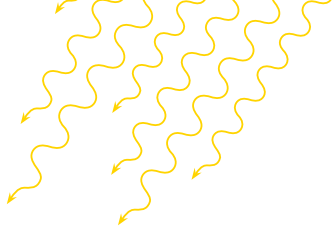
Zum Schutz des Menschen vor der Wirkung ionisierender Strahlung gelten generell folgende **Grundregeln**:

1. Beschränkung der **Aufenthaltsdauer** in einem Strahlungsfeld.
2. **Abschirmung** der Strahlung durch geeignete Materialien.
3. Verwendung möglichst geringer **Aktivitäten**.
4. Einhaltung eines möglichst großen Abstandes zur Strahlenquelle, da die Dosis mit dem Quadrat des **Abstandes** abnimmt.

Diese Grundsätze gelten auch für den Schutz vor erhöhter natürlicher Radioaktivität.



Verpackte industrielle Rückstände aus der Erdgasgewinnung



Für Maßnahmen an Arbeitsplätzen mit erhöhten Radon-222-Expositionen in Innenräumen bedeutet das beispielsweise:

- Lüftung zur Reduzierung der Aktivität in der Raumluft,
- Verkürzung der Aufenthaltszeiten,
- Optimierung der Technologie und der Arbeitsorganisation.
- bauliche Maßnahmen an Gebäuden

Bei Arbeitsfeldern mit erhöhten Expositionen durch Uran und Thorium sowie deren Zerfallsprodukte können auf Grund der Verschiedenartigkeit der technologischen Prozesse und der zum Einsatz kommenden Materialien die Strahlenschutzmaßnahmen sehr unterschiedlich sein. Sie sind daher für den jeweiligen Einzelfall zu prüfen. Die Maßnahmen umfassen im Wesentlichen:

- Vermeidung bzw. Minderung des Anfalls von radioaktiven Stäuben,
- Abschirmung der natürlichen Strahlenquellen,
- Erhöhung des Abstandes zwischen dem Menschen und den Strahlenquellen,
- Reduzierung der Aufenthaltszeiten in der Nähe der Quellen,

Schutzmaßnahmen können beispielsweise eine geeignete Verpackung und Lagerung der Rückstände oder eine optimierte Gestaltung der Produktionsprozesse sein.

Bei der Sanierung von radioaktiven Altlasten ergeben sich erhöhte Expositionen vorrangig durch die Inhalation von Staub und Radon sowie durch die äußere Exposition. Zur Reduzierung der Strahlenbelastung wird deshalb hauptsächlich der Staubentwicklung entgegengewirkt und der Arbeitsablauf so optimiert, dass die Aufenthaltszeit auf bzw. in der Nähe der radioaktiven Altlasten möglichst gering ist. Darüber hinaus ist eine Verschleppung von radioaktiven Böden oder Gesteinen, z. B. durch Lkw-Reifen oder Transportverluste, zu vermeiden.



# Welche Pflichten sind bei erhöhter natürlicher Radioaktivität zu beachten?

Für die im Strahlenschutzgesetz geregelten Arbeitsfelder und überwachungsbedürftigen Rückstände hat der Betreiber bestimmte Pflichten einzuhalten.

## Allgemeiner Grundsatz: Dosisreduzierung

Es sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls die Strahlenexposition so gering wie möglich zu halten.



Arbeitsplätze mit natürlicher Radioaktivität



Anlagen der Wassergewinnung und -aufbereitung

## Pflichten für Arbeitsplätze

- Durchführung einer Abschätzung der Körperdosis bzw. der Radon-222-Exposition.
- Anmeldung des Arbeitsplatzes gemäß § 129 StrISchG bei der Strahlenschutzbehörde, wenn die Abschätzung ergibt, dass die der Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft von 300 Becquerel je Kubikmeter überschritten werden kann. Für diese Arbeitsplätze sind die Radon-222-Exposition und die Körperdosis zu ermitteln.
- Einhaltung der festgelegten Grenzwerte für die Beschäftigten.
- Messung, Aufzeichnung, Meldung und Aufbewahrung der ermittelten Radon-222-Exposition und der Körperdosis.
- Beantragung und Führung eines Strahlenpasses bei Arbeiten in fremden Betriebsstätten.

## Pflichten bei überwachungsbedürftigen Rückständen

- Vor einer Verwertung oder Beseitigung ist die Entlassung der überwachungsbedürftigen Rückstände aus der strahlenschutzrechtlichen Überwachung zu beantragen.
- Voraussetzung für eine Entlassung ist die Einhaltung einer effektiven Dosis von 1 mSv/a für Einzelpersonen der Bevölkerung bei der vorgesehenen Verwertung oder Beseitigung.
- Erfassungs- und Mitteilungspflichten (siehe Tabelle).

Ein häufiger Entsorgungsweg ist die Deponierung auf einer Abfalldeponie zusammen mit anderen Abfällen. Hierfür ist ein vereinfachtes Bewertungsverfahren möglich, wenn bestimmte Kriterien in Abhängigkeit von den Eigenschaften der zu entsorgenden Rückstände und der Deponie eingehalten sind. Details sind im Strahlenschutzgesetz enthalten bzw. können beim Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie erfragt werden.



Entsorgungsweg Deponie

## Erfassungs- und Mitteilungspflichten

|         | Mitteilungs-<br>pflicht   | Rückstands-<br>konzept   | Rückstandsbilanz  |
|---------|---|--|---|
| Wer?    | Betreiber von Betriebsstätten, bei denen mehr als 2000 t/Jahr Rückstände anfallen |  |   |
| An Wen? | Strahlenschutzbe-<br>hörde zu Beginn<br>des Kalenderjahres                        | bleibt beim Betreiber, ist nur auf<br>Verlangen der Behörde vorzulegen   |   |
| Zweck   | Information der<br>Behörde, Aufsicht  | Internes Planungs-<br>instrument   | Bilanzierung  |
| Inhalt  | Art und Menge<br>der anfallenden<br>Rückstände                                    | Art, Masse, spezi-<br>fische Aktivität<br>und Verbleib der<br>Rückstände<br><br>Schätzung der<br>in den nächsten<br>5 Jahren anfal-<br>lenden Rückstände<br><br>getroffene und<br>für die nächsten<br>5 Jahre geplante<br>Beseitigungs- und<br>Verwertungsmaß-<br>nahmen | Art, Masse, spe-<br>zifische Aktivität<br>und Verbleib der<br>Rückstände für<br>das letzte Jahr |



Anlage zur Quecksilbergewinnung aus Rückständen der Erdgasindustrie

## Pflichten bei der Sanierung von radioaktiven Altlasten bzw. beim Umgang mit natürlichen radioaktiven Stoffen aus radioaktiven Altlasten

Liegen Anhaltspunkte für das Vorliegen einer radioaktiven Altlast vor, so sind diese zukünftig unverzüglich der zuständigen Behörde zu melden.

In Anlehnung an die Bundesbodenschutz-Gesetzgebung wurde im Strahlenschutzgesetz eine Eingreifregelung verankert, um bei Verdacht für das Vorliegen einer radioaktiven Altlast und bei einer tatsächlich vorliegenden radiologischen Altlastsituationen angemessen handeln zu können.

Hierzu bekommt die Behörde eine Reihe von Anordnungsbefugnissen an die Hand, um

- im Verdachtsfall erforderliche Untersuchungen durchführen zu lassen,
- Untersuchungen zum Sanierungsbedarf einer radioaktiven Altlast zu veranlassen,
- bestimmte Sanierungsmaßnahmen bzw. andere Maßnahmen zur Verhinderung oder Verminderung der Exposition sowie Nachsorgemaßnahmen anzuordnen,
- die Exposition der Bevölkerung infolge der Sanierungsarbeiten zu überwachen sowie
- den Erfolg von durchgeführten Maßnahmen zu kontrollieren und
- ggf. weitere notwendige Maßnahmen zur Sicherung des Ziels von Sanierungs- oder sonstigen Maßnahmen zu veranlassen.

Bei radioaktiven Altlasten, bei denen wegen der Komplexität der Situation ein abgestimmtes Vorgehen bei den erforderlichen Maßnahmen ein notwendig ist, kann die Erarbeitung eines Sanierungsplans erforderlich sein. Dazu kann die zuständige Behörde einen für die radioaktive Altlast Verantwortlichen verpflichten. Die zuständige Behörde kann diesen Sanierungsplan auch selbst erstellen oder ergänzen oder durch einen Sachverständigen erstellen oder ergänzen lassen.

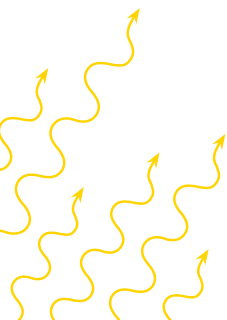
## Wie wird die Strahlenexposition bei Tätigkeiten unter erhöhter natürlicher Radioaktivität überwacht?

Ist zu erwarten, dass die Exposition am Arbeitsplatz eine bestimmte effektive Dosis überschreiten kann, ist durch den Betreiber die Körperdosis der Beschäftigten zu überwachen. Bei Tätigkeiten mit einer Exposition durch natürliche radioaktive Stoffe sind entsprechende Maßnahmen ab einer effektiven Dosis von 1 mSv/a vorgesehen. Zum Schutz vor Radon an Arbeitsplätzen werden ab einer effektiven Dosis von 6 mSv/a die Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes erforderlich. Die zum Einsatz kommenden Messmethoden hängen von der Art der Strahlenbelastung ab. In Frage kommen dabei die Messung

- der Ortsdosis bzw. Ortsdosisleistung,
- der Konzentration der radioaktiven Stoffe in der Luft,
- der Kontamination des Arbeitsplatzes,
- der Personendosis,
- der Körperaktivität oder der Aktivität der Ausscheidungen der Beschäftigten.

Die Messgeräte können von entsprechenden Messstellen bezogen werden. Informationen zu den Messstellen geben die sächsischen Strahlenschutzbehörden.

Die erhobenen Expositions- bzw. Dosiswerte werden zentral für alle beruflich strahlenexponierten Personen beim Bundesamt für Strahlenschutz geführt.



Mit Hilfe des Strahlenschutzregisters wird kontrolliert, dass die Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen eingehalten werden.

Führen Beschäftigte in fremden Einrichtungen anzeigepflichtige Arbeiten durch, müssen sie Inhaber eines Strahlenpasses sein. In diesem werden alle beruflich erhaltenen Strahlendosen registriert.

Die Strahlendosis des Flugpersonals ist zu überwachen, wenn die effektive Dosis von 1 mSv/a durch die Tätigkeit überschritten werden kann. Die ermittelten Strahlendosen werden vom Betreiber an das Luftfahrt-Bundesamt oder einer von diesem Amt bestimmten Stelle zur Weiterleitung an das Strahlenschutzregister gemeldet.



Flugpersonal unterliegt unter bestimmten Bedingungen dem Strahlenschutz.



## Weitere Informationen und Ansprechpartner

### Weiterführende Literatur

Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) geändert durch Art. 2 G zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966)

Grundsätze und Methoden zur Berücksichtigung von statistischen Unsicherheiten für die Ermittlung repräsentativer Werte der spezifischen Aktivität von Rückständen Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK), 16./17.12.2004

[https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2005/2005-07-01\\_Werte\\_spezifischenAktivitaet\\_Rueckstaende.html](https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2005/2005-07-01_Werte_spezifischenAktivitaet_Rueckstaende.html)

Erläuterung zur Empfehlung und zur ihrer Anwendbarkeit  
Stellungnahme der SSK, 30.06./01.07.2005

[https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse\\_PDF/2005/Werte\\_spezifischenAktivitaet\\_Rueckstaende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2005/Werte_spezifischenAktivitaet_Rueckstaende.pdf?__blob=publicationFile)

Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürliche Radionuklide  
Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Berichte der SSK,  
Heft 10, Gustav Fischer Verlag, 1997

„Empfehlungen für die Durchführung von Titel VII der Europäischen Grundnormenrichtlinie über eine erheblich erhöhte Exposition durch natürliche Strahlenquellen“, Europäische Gemeinschaften 1997, Luxemburg, ISBN 92-827-5335-2

„Radon – Vorkommen, Wirkung, Schutz“

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft,  
Broschüre, November 2017, Bürgertelefon: 0351 5646814

[www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11631](http://www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11631)

„Radioaktivität und Strahlenschutz – Normalität oder Risiko?“  
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft,  
Broschüre, 3. überarbeitete Auflage, 30.09.2014,  
Bürgertelefon: 0351 5646814  
[www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/10776](http://www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/10776)

## Ansprechpartner

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft  
Referat 54 (Kerntechnik und Strahlenschutz)  
Wilhelm-Buck-Str. 2, 01097 Dresden  
Bürgertelefon: 0351 5646814  
[www.strahlenschutz.sachsen.de](http://www.strahlenschutz.sachsen.de)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Referat 53, Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: 0351 26125300, Fax: 0351 26125399  
[www.lfulg.sachsen.de](http://www.lfulg.sachsen.de)

Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft  
Geschäftsbereich 2 (Umweltradioaktivität)  
Altwahnsdorf 12, 01445 Radebeul,  
Telefon: 0351 8312634, Fax: 0351 8312623  
[www.bful.sachsen.de](http://www.bful.sachsen.de)

Bundesamt für Strahlenschutz  
Köpenicker Allee 129 – 130, 10318 Berlin  
Telefon: 01888 3334200, Fax: 01888 3334205  
[www.bfs.de](http://www.bfs.de)

# Begriffe

## Aktivität

Aktivität bezeichnet die Anzahl der je Sekunde in einem radioaktiven Stoff zerfallenden Atomkerne. Maßeinheit: 1 Becquerel (1 Bq)

## Aktivität, spezifische

Verhältnis der Aktivität eines radioaktiven Stoffes (Radionuklids) zur Masse des Materials, in dem das Radionuklid verteilt ist.

Maßeinheit: 1 Becquerel pro Gramm (Bq/g).

## Alphastrahlung

besteht aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Alphastrahlen haben extrem kurze Reichweiten, in Luft nur wenige Zentimeter und in fester Materie nur Bruchteile von Millimetern. Da sie auf diesem kurzen Weg ihre Energie vollständig verlieren, ist ihre Schädigungswirkung im Vergleich zu den anderen Strahlungsarten jedoch sehr groß.

## Arbeiten

Handlungen, die bei natürlich vorkommender Radioaktivität die Strahlenexposition oder Kontamination erhöhen können, ohne dass die Eigenschaft der Radioaktivität genutzt wird.

## Becquerel (Bq)

Maßeinheit für die Radioaktivität eines Stoffes. Das Becquerel gibt die Anzahl der Atome an, die in einer Sekunde zerfallen.

## Betastrahlung

besteht aus Elektronen oder Positronen. Betastrahlen haben eine nicht zu vernachlässigende Reichweite. In der Luft beträgt diese je nach Energie der Betastrahlen einige Zentimeter bis wenige Meter. Betastrahlen werden jedoch schon durch dünne Metallbleche aufgehalten.

### Dosis, effektive

Die effektive Dosis ist das Maß für die Strahlenbelastung eines Menschen und entspricht der Summe der Dosen über alle Organe des Menschen. Dabei werden die unterschiedliche Empfindlichkeit der Organe und die unterschiedliche biologische Wirksamkeit der Strahlungsarten berücksichtigt. Meist erfolgt die Dosisangabe pro Jahr (Millisievert pro Jahr = mSv/a).

### Dosisleistung

In einem bestimmten Zeitintervall erhaltene Dosis.

Maßeinheit: Nano-Sievert pro Stunde (nSv/h), (nano =  $10^{-9}$ )

### Exposition/Strahlenexposition

Bezeichnet die Einwirkung einer Strahlung auf Lebewesen über einen bestimmten Zeitraum.

### Gammastrahlung

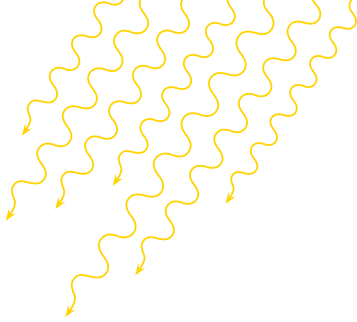
ist eine elektromagnetische Wellenstrahlung mit großer Reichweite. Es ist nicht möglich, Gammastrahlung vollständig abzuschirmen, sie kann aber deutlich reduziert werden. Zur Abschirmung wird z. B. Blei verwendet.

### Ionisierende Strahlung

Hochenergetische Strahlung, die Ladungsträger aus den getroffenen Atomen oder Molekülen herauslösen kann oder an diese abgibt und diese dadurch ionisiert.

### Körperdosis

Sammelbegriff für Organdosis und effektive Dosis. Die Körperdosis für einen Bezugszeitraum (z. B. Kalenderjahr, Monat) ist die Summe aus der durch äußere Strahlenexposition während dieses Bezugszeitraums erhaltenen Dosis und Folgedosis.



### Millisievert (mSv)

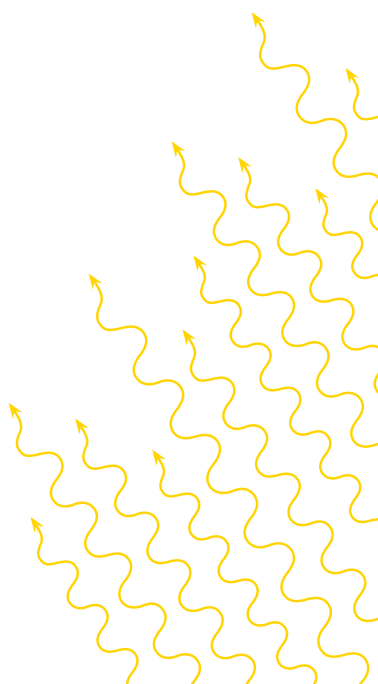
Einheit für die Äquivalentdosis, welche ein Maß für die biologische Wirkung der Strahlung im Körpergewebe ist.

### Radionuklid

Instabiler Atomkern (Nuklid), der spontan ohne äußere Einwirkung zerfällt und dabei ionisierende Strahlung aussendet. Bekannt sind über 2.500 natürliche und künstliche Radionuklide.

### Zerfallsreihe

Das bei einer Atomkernumwandlung entstehende Tochternuklid ist wiederum instabil und wandelt sich unter Aussendung ionisierender Strahlung weiter um. Dieser Prozess wiederholt sich so lange, bis ein stabiles Nuklid entsteht. Die Gesamtheit der Umwandlungsprozesse wird als Zerfallskette bezeichnet.





**Herausgeber:**

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und  
Landwirtschaft (SMUL)

Postfach 10 05 10, 01076 Dresden

Bürgertelefon: +49 351 564-6814

Telefax: +49 351 564-2059

E-Mail: [info@smul.sachsen.de](mailto:info@smul.sachsen.de)

[www.smul.sachsen.de](http://www.smul.sachsen.de)

Diese Veröffentlichung wird mitfinanziert mit Steuermitteln  
auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen  
Landtags beschlossenen Haushaltes.

**Redaktion:**

SMUL, Strahlenschutz, Gentechnik, Chemikalien,  
Stephanie Hurst

**Gestaltung und Satz:**

Heimrich & Hannot GmbH | genese Werbeagentur GmbH

**Fotos:**

[www.fotolia.de](http://www.fotolia.de): czibo (Titel, 40), dell (14), likstudio (27);

LfULG (7, 18, 21, 25, 26); BfUL (9, 18); „Uranfarben, Uran-

gläser, Uranglasuren – radiometrisch, technisch, historisch –“

H. von Philipsborn, R. Geipel, Bergbau- und Industriemuseum

Ostbayern DWA LV Sachsen-Thüringen e.V. (11); SMUL (12,

17); Kurgesellschaft Schlema mbH (19); GMR Gesellschaft

für Metallrecycling mbH (23, 29); k & k visuelle gestaltung,  
bern (32)

**Druck:**

Decker Offset Druck GmbH

**Redaktionsschluss:**

28. Juni 2018

**Auflagenhöhe:**

3.000 Exemplare; 3. Auflage, aktualisiert

**Papier:**

Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier

**Bezug:**

Diese Druckschrift kann kostenfrei bezogen werden bei:

Zentraler Broschürenversand der

Sächsischen Staatsregierung

Hammerweg 30, 01127 Dresden

Telefon: +49 351 2103671

Telefax: +49 351 2103681

E-Mail: [publikationen@sachsen.de](mailto:publikationen@sachsen.de)

[www.publikationen.sachsen.de](http://www.publikationen.sachsen.de)

**Verteilerhinweis:**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsre-  
gierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung  
zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie  
darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder  
Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum  
Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für  
alle Wahlen.