

Glossar zu den Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung

Vorwort

Das vorliegende Glossar ist eine Zusammenfassung von Begriffen, die in den Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung verwendet werden. Sie sollen den Verfassern von Messanleitungen, aber auch den Lesern, eine Hilfestellung geben.

Beim Erstellen des Glossars wurde besonderes Augenmerk darauf gerichtet, nicht nur Begriffsdefinitionen zusammenzustellen, sondern dabei den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Die Begriffsdefinitionen sind in vielen Fällen den aktuellen nationalen oder internationalen Normen angelehnt und berücksichtigen die gültigen Begriffe der Metrologie. Mit dieser Vorgehensweise soll vermieden werden, veraltete Begriffe, die einem früheren Stand von Wissenschaft und Technik entsprachen, oder Laborfachsprache in die Messanleitungen einzubringen. So wurde z. B. der Begriff „Radioaktivität“ früher auch offiziell synonym für „radioaktive Stoffe“ verwendet, während er richtigerweise als die Eigenschaft von Atomkernen, spontan Strahlung zu emittieren, definiert ist; Radioaktivität ist daher kein quantitatives Merkmal und kann nicht gemessen und daher auch nicht überwacht werden. Die Begriffe Aktivität, Aktivitätskonzentration, spezifische Aktivität, Radioaktivität und „Umweltradioaktivität“ werden in Zusammenhang mit Überwachungsaufgaben vielfach gleichbedeutend verwendet, was den Definitionen nach dem heutigen Stand der Wissenschaft und Technik widerspricht und nicht korrekt ist (siehe dazu [ICR 72](#), [ICR 01](#) und [ICR 06](#)). Gleiches gilt auch für andere Begriffe. Beispiele für richtige Formulierungen bei der Erstellung von Messanleitungen finden sich in den Hinweisen zur Erstellung von Messanleitungen.

Die Verfasser des Glossars haben auch großen Wert auf die Wiedergabe von Aktivitäts-, Dosis- und Strahlungsfeldgrößen sowie der zugehörigen Einheiten gelegt. Hierzu sowie zur Erklärung ausgewählter physikalischer Begriffe und Phänomene, die für den Strahlenschutz von Bedeutung sind, wurde auf Standardwerke, z. B. Normen des Deutschen Institutes für Normung (DIN), Lehrbücher von H. Krieger und C. Gerthsen und das Lexikon zur Kernenergie von W. Koelzer, zurückgegriffen. Entsprechende Literaturhinweise sind bei den Begriffen aufgeführt.

Die Erstellung des Glossars oblag dem Redaktionsausschuss der Leitstellen, der auch für die Redaktion und Veröffentlichung der „Messanleitungen“ in Form der Loseblattsammlung bisher zuständig war. Verantwortliche Bearbeiter des Glossars sind die Redaktionsausschussmitglieder: **H. Rühle, G. Kanisch, K. Vogl, H. Keller, F. Bruchertseifer, U.-K. Schkade und H. Wershofen**. Ganz besonderen Dank schuldet der Redaktionsausschuss **Herrn H. Rühle** für die Anregung zur Erstellung des Glossars und **Frau A. Heckel**, die durch ihre fachliche und redaktionelle Mitwirkung ganz wesentlich zur Erstellung des Glossars beigetragen hat. Darüberhinaus bedankt sich der Redaktionsausschuss bei allen Kolleginnen und Kollegen, die Beiträge und Anregungen gegeben haben.

Die Autoren hoffen, mit dem vorliegenden Glossar zum besseren Verständnis der Messanleitungen beizutragen. Der Redaktionsausschuss hat die Absicht, dieses Glossar fortzuschreiben. Für kritische Anmerkungen und weitere Beiträge an die Geschäftsstelle ([Frau A. Heckel](#)) sind die Autoren dankbar.

Der Redaktionsausschuss

Index

A	B	C	D	E	F	G	H	I
J	K	L	M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X	Y	Z	

Hinweise zur Bedienung des Glossars

Ein Klick auf einen Buchstaben im Auswahlmenü führt zum ersten Begriff, der mit diesem Buchstaben beginnt.

Ein Klick auf [Index ►](#) führt zum Auswahlmenü zurück.

Ein Klick auf [zurück ◀](#) führt zum Ausgangspunkt der Verknüpfung zurück.

A

Abfall, radioaktiver

Radioaktive Abfälle sind [radioaktive Stoffe](#), die beseitigt werden sollen oder aus Strahlenschutzgründen geordnet beseitigt werden müssen (siehe auch § 2 Abs. 1 und § 9a des [Atomgesetzes](#) sowie § 3 und §§ 72 bis 79 [StrlSchV](#)).

Radioaktive Abfälle wurden früher in hoch-, mittel- und schwachradioaktive Abfälle unterteilt. Aus endlagerspezifischer Sicht unterscheidet man besser zwischen Wärme entwickelnden Abfällen und Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.

Literatur: [STR 01](#), [ATG 59](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abklinganlage

Als Abklinganlage bezeichnet man einen oder mehrere Behälter, gegebenenfalls Becken, unterschiedlicher Größe, in denen flüssige oder feste [radioaktive Stoffe](#) aufbewahrt werden, bis die [Aktivität](#) durch [radioaktiven Zerfall](#) auf einen gewünschten oder geforderten Wert abgenommen hat.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abklingzeit

Die Abklingzeit ist diejenige Zeitspanne, in der die [Aktivität](#) eines [radioaktiven Stoffes](#) durch [radioaktiven Zerfall](#) auf einen gewünschten oder geforderten Wert abgenommen hat.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ablagerung

Ablagerung (Deposition) ist die Abscheidung von luftgetragenen Stoffen, z. B. von [Aerosolpartikeln](#), Gasen oder Dämpfen, aus der Atmosphäre an oberirdischen Pflanzenteilen (Bewuchs) und auf dem Boden. Dabei ist zwischen der trockenen Ablagerung (Trockendeposition) und der nassen Ablagerung (Nassdeposition) zu unterscheiden. Als trockene Ablagerung wird die Ablagerung von luftgetragenen Stoffen durch Sedimentation bezeichnet. Als nasse Ablagerung bezeichnet man die Abscheidung von luftgetragenen Stoffen auf der Erdoberfläche durch Niederschläge (siehe [Fallout](#), [Rainout](#), [Washout](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ablagerungsgeschwindigkeit

Die Ablagerungsgeschwindigkeit ist das Verhältnis von der pro Zeit- und Flächeneinheit abgelagerten Masse von luftgetragenen Stoffen zur mittleren Massenkonzentration dieser Stoffe in Vegetationshöhe. Die Einheit der Ablagerungsgeschwindigkeit ist $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Bei [Ablagerung](#) von [Aerosolpartikeln](#) ist die Ablagerungsgeschwindigkeit von deren Partikeldurchmesser abhängig.

Literatur: [AVV 05](#), [BON 82](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ableitung

Ableitung ist die Abgabe flüssiger, aerosolpartikelgebundener oder gasförmiger [radioaktiver Stoffe](#) aus [Anlagen und Einrichtungen](#) auf hierfür vorgesehenen Wegen.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ablösearbeit

siehe [Photoeffekt](#), [äußerer](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abluft

Abluft ist die aus Räumen und Anlagenteilen abgeführte Luft.

Literatur: [DIN 99c](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abluftfahne

Die Abluftfahne ist der Bereich in der Luft, den die aus einer [kerntechnischen Anlage](#) abgeleitete [Fortluft](#), vormalig Abluft, einnimmt.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abluftpfad

siehe [Fortluftpfad](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abreicherungs-faktoren

Abreicherungs-faktoren sind Faktoren, mit deren Hilfe bei der Berechnung der Ausbreitung [radioaktiver Stoffe](#) in der Atmosphäre die Abnahme der [Aktivitätskonzentration](#) durch Verdünnung und in Folge von [Fallout](#), [Washout](#) und [radioaktiven Zerfall](#) berücksichtigt wird. In der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 der [StrlSchV](#) werden Gleichungen zur Berechnung der Abreicherungs-faktoren für Fallout, Washout und radioaktiven Zerfall angegeben.

Literatur: [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abscheidegrad

Der Abscheidegrad ist das Verhältnis der [Menge](#) des in einem Abscheider, z. B. [Filter](#), Sieb, Impaktor, abgeschiedenen Stoffes (Abscheidegut) und der Menge des ihm zugeführten Stoffes (Aufgabegut).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abschirmung

Eine Abschirmung ist ein Material oder eine Anordnung von verschiedenen Materialien zwischen einer [Strahlungsquelle](#) und einem Bezugspunkt, um die [Strahlungsintensität](#) am Bezugspunkt den Erfordernissen entsprechend zu verringern.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Absetzanlage

Eine industrielle Absetzanlage (Absetzteich) ist ein Becken zur Deponierung von Rückständen und zur Reinigung wässriger Prozessmedien (auch Abwasser) aus Erzaufbereitungsanlagen, in denen vorher das nutzbare Mineral abgetrennt und verarbeitet wurde.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Absorption, chemisch

Die chemische Absorption ist die Aufnahme von Stoffen, insbesondere von Gasen und Dämpfen, durch feste oder flüssige Materialien (Absorber).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Absorption, physikalisch

Die physikalische Absorption ist die Aufnahme von Energie oder Teilchen in Materie (siehe [Teilchenabsorption](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abstandsgesetz

Das Abstandsgesetz besagt, dass die [Intensität](#) oder die [Dosisleistung](#) einer Photonenstrahlungsquelle mit dem Quadrat des Abstands abnimmt. Dieses Abstandsgesetz ist im praktischen Strahlenschutz von besonderer Bedeutung (siehe [Dosisleistungskonstante](#)).

Literatur: [VOG 04](#), [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abwasser, radioaktiv kontaminiertes

Radioaktiv kontaminiertes Abwasser ist das Abwasser im [Übergabebehälter](#) des Systems zur Ableitung von Abwasser aus dem Kontrollbereich von [kern-technischen Anlagen](#). Nach Durchführung einer Entscheidungsmessung zur Bestimmung der [Aktivitätskonzentration](#) des Abwassers darf es bei Einhaltung vorgegebener [Grenzwerte](#) abgeleitet werden.

Literatur: [KTA 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Abwasserpfad

Als Abwasserpfad wird die Gesamtheit der verschiedenen Wege (Pfade) bezeichnet, auf denen die mit dem [radioaktiv kontaminierten Abwasser](#) aus einer [kerntechnischen Anlage](#) abgeleiteten [radioaktiven Stoffe](#) zum Menschen gelangen und damit zu einer [Strahlenexposition](#) führen können. Bei der Berechnung der Strahlenexposition werden folgende Expositionspfade berücksichtigt:

1. Externe Strahlenexposition durch Aufenthalt auf Ufersediment, Überschwemmungsgebieten und Spülfeldern;
2. Interne Strahlenexposition durch Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Nahrung:
 - 2.1. Trinkwasser;
 - 2.2. Wasser – Fisch;
 - 2.3. Viehtränke – Kuh – Milch;
 - 2.4. Viehtränke – Tier – Fleisch;
 - 2.5. Beregnung – Pflanze;
 - 2.6. Beregnung – Futterpflanze – Kuh – Milch;
 - 2.7. Beregnung – Futterpflanze – Tier – Fleisch;
 - 2.8. Muttermilch.

Literatur: [STR 01](#), [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Adsorption

Adsorption ist die Bindung von Atomen oder [Molekülen](#) durch Molekularkräfte geringer Reichweite an den Oberflächen von Materialien (Adsorber).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Äquivalentdosis/Äquivalentdosisleistung

Die Äquivalentdosis ist das Produkt aus der [Energiedosis](#) für Weichteilgewebe (Körpergewebe) und dem [Qualitätsfaktor](#).

$$H = Q \cdot D$$

Die Äquivalentdosisleistung ist der Quotient der in einer Zeitspanne erzeugten Äquivalentdosis und dieser Zeitspanne.

$$\dot{H} = \frac{dH}{dt}$$

In den Gleichungen bedeuten:

H Äquivalentdosis in Sv;

Q Qualitätsfaktor;

D Energiedosis in Gy;

$\dot{H}$ Äquivalentdosisleistung in $\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Einheit der Äquivalentdosis ist das [Sievert](#) (Sv). Der Zusammenhang mit der alten Einheit [Rem](#) (rem) lautet:

$$1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$$

Die Einheit der Äquivalentdosisleistung ist das Sievert durch Sekunde ($1 \text{ Sv} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$).

In der Praxis der [Umgebungsüberwachung](#) sind für die Äquivalentdosisleistung die Einheiten $\text{nSv} \cdot \text{h}^{-1}$ und $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ gebräuchlich.

Literatur: [ICR 93b](#), [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Äquivalentdosis, effektive

Die früher als effektive Äquivalentdosis bezeichnete Dosisgröße wurde durch die [effektive Dosis](#) ersetzt.

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Aerodynamischer Durchmesser (AED)

Der aerodynamische Durchmesser einer zu betrachtenden [Aerosolpartikel](#) ist der Durchmesser einer kugelförmigen Aerosolpartikel der Dichte $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, die unter selben Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Druck und Feuchte die selbe stationäre Sinkgeschwindigkeit in ruhendem Gas wie die betrachtete Aerosolpartikel aufweist.

Literatur: [DIN 93](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Aerosol

Unter einem Aerosol versteht man eine [Dispersion](#) fester oder flüssiger [Partikeln](#) in Luft oder in anderen Gasen. Der Begriff Aerosol ist vom Begriff Sol abgeleitet, der ein System beschreibt, das aus einer Flüssigkeit mit darin fein verteilten kleinen Partikeln besteht. Die Aerosolpartikeln für sich sind keine Aerosole, wie oft fälschlicherweise angenommen wird.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Aerosolpartikel

Eine Aerosolpartikel ist eine feste oder flüssige Partikel mit einem Durchmesser von einigen nm bis zu $100 \mu\text{m}$. Sie ist Bestandteil eines [Aerosols](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Aerosolpartikelkollektiv

Ein Aerosolpartikelkollektiv ist eine Anzahl von [Aerosolpartikeln](#), die die gleichen physikalischen und chemischen Eigenschaften aufweisen, sich jedoch bezüglich des [aerodynamischen Durchmessers](#) unterscheiden.

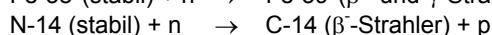
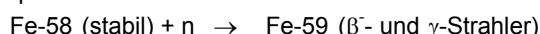
[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Aktivierung

Bei der Aktivierung handelt es sich um einen Vorgang, bei dem durch Kernreaktionen, z. B. mit [Neutronen](#), [Protonen](#) oder anderen Teilchen, aus stabilen Atomkernen [Radionuklide](#) entstehen.

Beispiele:



Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Aktivierungsprodukte

Aktivierungsprodukte sind die bei der Aktivierung gebildeten **Radionuklide**. Typische Aktivierungsprodukte, die beim Betrieb von Kernkraftwerken gebildet werden und in der **Fortluft** und im **Abwasser** vorkommen, sind z. B. C-14, Cr-51, Mn-54, Co-58, Fe-59, Co-60, Zn-65, Ag-110m, Sb-124.

zurück ◀

Index ▶

Aktivität

Die Aktivität einer Menge eines **Radionuklids** in einem bestimmten Energiezustand ist der Quotient $dN^*(t)/dt$, wobei $dN^*(t)$ der **Erwartungswert** für die Anzahl der spontanen Übergänge aus diesem Energiezustand im Zeitintervall dt ist (Begründung des Erwartungswertes siehe **radioaktiver Zerfall**).

Für die Praxis bedeutet dies, dass die Aktivität eines Radionuklids die Anzahl der Kernumwandlungen (Zerfälle) in einem Zeitintervall ist.

$$A(t) = \frac{dN^*(t)}{dt} = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda \cdot N(t)$$

Dabei bedeuten:

$A(t)$ Aktivität des Radionuklids zum Zeitpunkt t in Bq;

$N(t)$ Anzahl der Atome zum Zeitpunkt t ;

λ **Zerfallskonstante** des Radionuklids in s^{-1} .

Die **SI-Einheit** der Aktivität ist das **Becquerel** (Bq).

ANMERKUNG:

Zur Angabe der Aktivität gehört auch die Angabe des betreffenden Radionuklids und des Bezugszeitpunktes. Bei **radioaktiven Zerfallsreihen** wird im Falle des radioaktiven Gleichgewichts in der Regel nur die Aktivität des Mutternuklids angegeben.

Literatur: **DIN 06**

zurück ◀

Index ▶

Aktivität, bezogene

Die bezogene Aktivität (englisch: „activity density“) ist ein Überbegriff für **Aktivitätskonzentration** (englisch: „volume activity density“), **spezifische Aktivität** (englisch: „mass activity density“) oder **flächenbezogene Aktivität** (englisch: „area activity density“). Dieser Begriff vereinfacht die Erstellung von Regeln, bei denen je nach Medium z. B. die Aktivitätskonzentration, die spezifische Aktivität oder die flächenbezogene Aktivität (Flächenaktivität) bestimmt werden sollen.

Literatur: **DIN 94b, ICR 01, ICR 06**

zurück ◀

Index ▶

Aktivität, flächenbezogene

Die flächenbezogene Aktivität eines **radioaktiven Stoffes** oder **Radionuklids** ist der Quotient aus der **Aktivität** des Radionuklids und der Fläche, auf der sich das Radionuklid befindet (oder abgelagert wurde).

$$a_{F,r} = \frac{A_r}{F}$$

Dabei bedeuten:

$a_{F,r}$ flächenbezogene Aktivität des Radionuklids in $Bq \cdot m^{-2}$;

A_r Aktivität des radioaktiven Stoffes oder Radionuklids r in Bq;

F Fläche in m^2 .

zurück ◀

Index ▶

Aktivität, spezifische

Die spezifische Aktivität eines **radioaktiven Stoffes** oder **Radionuklids** ist der Quotient aus der **Aktivität** und der Masse dieses radioaktiven Stoffes.

$$a_r = \frac{A_r}{m}$$

Dabei bedeuten:

a_r spezifische Aktivität in $Bq \cdot kg^{-1}$;

A_r Aktivität des radioaktiven Stoffes oder Radionuklids r in Bq;

m Masse des radioaktiven Stoffes in kg.

Mit der Masse m ist in der Regel die Masse des gesamten radioaktiven Stoffes einschließlich aller nicht radioaktiven Beimengungen gemeint. Im Gegensatz hierzu wurde früher unter spezifischer Aktivität nur das Verhältnis der Aktivität eines Radionuklids zu seiner Masse verstanden.

Literatur: **DIN 06, ENS 07**

zurück ◀

Index ▶

Aktivitätskonzentration

Die Aktivitätskonzentration eines **radioaktiven Stoffes** oder **Radionuklids** ist der Quotient aus der in einem Volumen enthaltenen **Aktivität** und dem Volumen.

$$c_r = \frac{A_r}{V}$$

Dabei bedeuten:

c_r Aktivitätskonzentration des radioaktiven Stoffes oder Radionuklids r in $Bq \cdot m^{-3}$;

A_r Aktivität des radioaktiven Stoffes oder Radionuklids in Bq;

V Volumen in m^3 .

Literatur: **DIN 06, ENS 07**

zurück ◀

Index ▶

Aktivitätszufuhr

Unter der Aktivitätszufuhr versteht man die Aufnahme **offener radioaktiver Stoffe** in den Körper. Diese erfolgt in erster Linie mit der Atemluft (**Inhalation**) und der Nahrung und dem Trinkwasser (**Ingestion**). Diese Wege werden auch nach der StrlSchV und der AVV zu § 47 **StrlSchV** berücksichtigt. Andere Aufnahmewege, wie z. B. Aufnahme über die Haut, können normalerweise vernachlässigt werden.

Literatur: **DIN 01b**

zurück ◀

Index ▶

Alphastrahler

Ein Alphastrahler ist ein **Radionuklid**, das **Alphastrahlung** emittiert.

Literatur: **DIN 06**

zurück ◀

Index ▶

Alphastrahlung

Alphastrahlung ist eine **Korpuskularstrahlung** (**Alpha-Teilchen**), welche beim **Alphazerfall** von Atomkernen emittiert wird. Alphateilchen besitzen diskrete Anfangsenergien. Das Energiespektrum weist diskrete Linien auf, die für das emittierende Radionuklid charakteristisch sind.

Alphastrahlung ist eine **direkt ionisierende Strahlung**. Die Reichweite von Alphastrahlung in Luft liegt bei einigen Zentimetern, in Wasser oder Gewebe bei einigen zehn Mikrometern (siehe **Reichweite**).

Literatur: **DIN 06**

zurück ◀

Index ▶

Alphateilchen

Ein Alphateilchen ist ein beim **Alphazerfall** vom Atomkern ausgesandtes zweifach positiv geladenes

Teilchen, das aus zwei **Neutronen** und zwei **Protonen** (Heliumkern) besteht. Seine Ruhemasse beträgt $6,64424 \cdot 10^{-27}$ kg.

Literatur: **DIN 06**

zurück ◀

Index ▶

Alphazerfall

Der Alphazerfall ist eine radioaktive Umwandlung eines Atomkerns unter Emission eines **Alphateilchens**. Dabei vermindern sich die Protonen- und Neutronenzahl um jeweils 2, d. h. die **Massenzahl** um 4.

Beispiel: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$

Literatur: **DIN 06**

zurück ◀

Index ▶

AMAD

AMAD ist die Abkürzung für **Activity Median Aerodynamic Diameter** und bezeichnet den Median der Verteilungsdichte der **Aktivität** als Funktion des **aerodynamischen Durchmessers** von **Aerosolpartikeln**.

zurück ◀

Index ▶

Analyse

Eine Analyse ist die Bestimmung der Art der Bestandteile (qualitative Analyse) oder der Menge der Bestandteile (quantitative Analyse) eines Stoffes. Die Analyse besteht im Allgemeinen aus einer Probenvorbehandlung, einer chemischen Abtrennung einzelner Bestandteile, der Herstellung eines **Messpräparates** und der **Messung** (siehe auch **Probeentnahme**).

zurück ◀

Index ▶

Analyse, chemisch

Mit chemischer Analyse bezeichnet man, im Unterschied zur instrumentellen Analyse, klassische chemische Verfahren zur Bestimmung der qualitativen oder quantitativen Zusammensetzung eines Stoffes.

zurück ◀

Index ▶

Analytik

Analytik ist die Lehre oder Kunst der **Analyse**. Sie wird auch als die Lehre von der Gewinnung analytischer Informationen und deren Verwendung bezeichnet.

zurück ◀

Index ▶

Analytik, chemisch

Die chemische Analytik ist ein Teilgebiet der Chemie. In der Umgangssprache im Labor wird sie synonym für chemische Analyse verwendet.

zurück ◀

Index ▶

Angeregter Zustand

Der Zustand eines Atoms oder Atomkerns, der eine höhere Energie aufweist, als es seinem energetischen **Grundzustand** entspricht, wird als angeregter Zustand bezeichnet.

Die Energiedifferenz wird beim Übergang in den Grundzustand im Allgemeinen durch Emission von einem oder mehreren **Photonen** (**Gammaquanten**) abgegeben. Beispiel: Ba-137m geht unter Emission eines Gammaquants der Energie 662 keV in den Grundzustand des Ba-137 über.

Alternativ kann die Differenzenergie auch an Teilchen, z. B. **Elektronen** oder Auger-Elektronen, übertragen werden.

Literatur: **KOE 07**

zurück ◀

Index ▶

Anlagen und Einrichtungen

siehe **Kerntechnische Anlage**, **Kerntechnische Einrichtung**

zurück ◀

Index ▶

Annihilationsstrahlung

Beim Aufeinandertreffen eines Teilchens und eines Antiteilchens, z. B. **Elektron** und **Positron**, werden diese als Teilchen „vernichtet“ und die Masse dieser Teilchen in Energie umgewandelt. Elektron und Positron haben eine **Ruhemasse**, die zusammen einer Energie von 1,022 MeV entspricht. Bei der „Vernichtung“ beider Teilchen entstehen im Allgemeinen zwei **Gammaquanten** von je nahezu 0,511 MeV. Diese Strahlung wird als Annihilationsstrahlung bzw. Vernichtungsstrahlung bezeichnet.

Literatur: **KOE 07**, **MAR 69**, **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Anreicherung

Als Anreicherung bezeichnet man im Allgemeinen den Vorgang, durch den der Anteil eines bestimmten Stoffes in einem Stoffgemisch im Vergleich zum ursprünglichen Anteil vergrößert wird.

zurück ◀

Index ▶

Anreicherung, Isotopenanreicherung

Als Isotopenanreicherung bezeichnet man den Vorgang, durch den der Anteil eines bestimmten **Isotops** in einem Element oder Isotopengemisch im Vergleich zum ursprünglichen Anteil vergrößert wird, z. B. Anreicherung des Isotops U-235 in Uran (siehe **Uran**, **angereichertes**).

Literatur: **KOE 07**

zurück ◀

Index ▶

Ansprechvermögen

Als Ansprechvermögen wird für direkt anzeigende Messgeräte, z. B. des praktischen Strahlenschutzes, das Verhältnis des angezeigten Wertes (z. B. **Dosis** oder Dosisleistung) eines Messgerätes zum bekannten Wert der betrachteten **Messgröße** definiert. Das Ansprechvermögen wird für ein **Messverfahren** einschließlich des verwendeten Messgerätes bestimmt. Das Ansprechvermögen stellt keine **Nachweiswahrscheinlichkeit** dar, da es auch größer als eins sein kann; sein Wert wird in der Praxis durch **Justieren** bei Bezugsbedingungen auf nahezu eins eingestellt.

Literatur: **DIN 07**

zurück ◀

Index ▶

Arbeit, physikalische

Im Allgemeinen versteht man unter Arbeit die Bewegung eines Körpers in einem Feld, in dem eine Kraft auf den Körper ausgeübt wird. Durch Arbeit wird die **Energie** in einem physikalischen System geändert. Die **SI-Einheit** der Arbeit ist das Joule ($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$).

zurück ◀

Index ▶

Atomare Masseneinheit

Die atomare Masseneinheit ist gleich einem Zwölftel der absoluten Atommasse des Kohlenstoffisotops C-12. Sie entspricht einer Masse von $1,66054 \cdot 10^{-27}$ kg. Die atomare Masseneinheit entspricht etwa der Masse eines **Protons** bzw. **Neutrons**. Die Größenbezeichnung der atomaren Masseneinheit ist *u*.

zurück ◀

Index ▶

Atomgesetz (AtG)

Das Atomgesetz (AtG) ist das Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren in der Fassung vom 23. Dezember 1959, zuletzt geändert am 12. August 2005. Zweck dieses Gesetzes ist,

- die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet zu beenden und bis zum Zeitpunkt der Beendigung den geordneten Betrieb sicherzustellen,
- Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und durch Kernenergie oder ionisierende Strahlen verursachte Schäden auszugleichen,
- zu verhindern, dass durch Anwendung oder Freiwerden der Kernenergie oder ionisierender Strahlen die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland gefährdet wird,
- die Erfüllung internationaler Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Kernenergie und des Strahlenschutzes zu gewährleisten.

zurück ◀

Index ▶

Atomgewicht

Das Atomgewicht ist die relative Atommasse eines Atoms. Es ist der Quotient aus der absoluten Atommasse und der [atomaren Masseneinheit](#). Die relative Atommasse des C-12-Atoms ist gleich 12. Alle übrigen [Isotope](#) und damit auch Elemente haben gebrochene Zahlen als Atomgewicht bzw. relative Atommasse.

zurück ◀

Index ▶

Aufbaufaktor

Der Aufbaufaktor B berücksichtigt bei breiten Strahlenbündeln die gegenüber dem Schwächungsgesetz (siehe [Schwächungskoeffizient](#), [linear](#)) infolge von Mehrfachwechselwirkungen und Streustrahlungseinflüssen erhöhte Strahlungsintensität unmittelbar hinter endlich breiten und dicken Absorbieren. Das Schwächungsgesetz für diesen Fall lautet:

$$\Phi_P(x) = \Phi_P(0) \cdot B \cdot e^{-\mu_s \cdot x}$$

Dabei bedeuten:

- Φ_P [Photonenflussdichte](#) nach Durchqueren der Schichtdicke x in $\text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;
 $\Phi_P(0)$ [Photonenflussdichte](#) der einfallenden Photonen in $\text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;
 B Aufbaufaktor;
 μ_s linearer Schwächungskoeffizient in m^{-1} ;
 x Schichtdicke in m.

Im praktischen Strahlenschutz werden für bestimmte Bestrahlungsanordnungen mit verschiedenen Absorbiermaterialien empirisch ermittelte Schwächungsfunktionen verwendet.

zurück ◀

Index ▶

Auger-Effekt

Der Auger-Effekt ist ein Alternativprozess zur [charakteristischen Röntgenstrahlung](#). Die Anregungsenergie eines Atoms, die der Energie eines [Photons](#) der charakteristischen Röntgenstrahlung entspricht, wird direkt auf ein [Elektron](#) in weiter außen liegenden Schalen übertragen und dieses mit einer für dieses Element charakteristischen Energie emittiert (Auger-Elektronen).

Literatur: [KRI 04](#)

zurück ◀

Index ▶

Auswertung, Messung

Die Auswertung bei [Messungen](#) im Sinne der Norm DIN 1319 umfasst die funktionale Verknüpfung sowohl von direkten Messwerten physikalischer [Größen](#) als auch von Werten anderer Größen, die Bestimmung von [Unsicherheiten](#) und Vertrauensbereichen sowie die Bestimmung von [Erkennungs-](#) und [Nachweisgrenzen](#). Die Auswertung ist Teil der Messung.

Literatur: [DIN 99a](#)

zurück ◀

Index ▶

Auswertung, Messwertreihen

Die Auswertung von Messwertreihen umfasst die Dokumentation der Messwerte in Form von Tabellen oder graphischen Darstellungen der verschiedensten Art, die Angabe von Messwertbereichen (Minimal- und Maximalwerte) sowie die Angabe von [Nachweis-](#) und [Erkennungsgrenzen](#). Bestandteil der Auswertung von Messwertreihen ist auch die Berechnung statistischer Parameter, wie z. B. [Mittel-](#) bzw. [Medianwerte](#) sowie die zugehörigen [Standardabweichungen](#) bzw. [Quantile](#). Weiterhin gehören dazu die Dokumentation von Einzel- und Mittelwerten in Form von Zeitreihen als Tabellen oder grafische Darstellungen oder Häufigkeitsverteilungen und gegebenenfalls auch Vergleiche mit anderen Werten.

zurück ◀

Index ▶

B

Becquerel

Das Becquerel ist die **SI-Einheit** der **Aktivität**. Das Einheitenzeichen ist Bq.

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$$

Für die Praxis bedeutet dies: Ein **radioaktiver Stoff** hat die Aktivität von 1 Bq, wenn in ihm im Mittel pro Sekunde eine Kernumwandlung stattfindet.

Der Zusammenhang mit der alten Einheit **Curie** (Ci) lautet:

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} \quad \text{bzw.} \quad 1 \text{ Bq} = 27 \text{ pCi}$$

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Unter dem bestimmungsgemäßen Betrieb versteht man den von der zuständigen Behörde genehmigten Betrieb einer **Anlage** gemäß ihrer Auslegung.

Literatur: [KTA 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Betastrahler

Ein Betastrahler ist ein **Radionuklid**, das **Betastrahlung** emittiert.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Betastrahlung

Die Betastrahlung ist eine Korpuskularstrahlung, die aus **Elektronen** (β^- -Strahlung) oder **Positronen** (β^+ -Strahlung) besteht, welche beim **Betazerfall** vom Atomkern emittiert werden. Die Betastrahlung weist ein kontinuierliches Energiespektrum auf, das sich von der Energie Null bis zu einer für das betreffende **Radionuklid** charakteristischen Maximalenergie erstreckt. Die Betastrahlung ist eine **direkt ionisierende Strahlung**. Die **Reichweite** der Betastrahlung beträgt in Abhängigkeit von der Energie in Luft einige Meter, in Wasser oder Gewebe bis etwa 1 cm.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Betasubmersion

Unter Betasubmersion versteht man die **äußere Strahlenexposition** durch **Betastrahlung** von **radioaktiven Stoffen** in der Atmosphäre.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Betateilchen

Ein Betateilchen ist ein negativ geladenes **Elektron** oder ein positiv geladenes **Positron**, das von einem Atomkern beim **Betazerfall** ausgesandt wird.

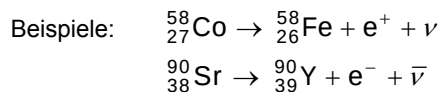
Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Betazerfall

Der Betazerfall ist die radioaktive Umwandlung eines Atomkerns unter Emission eines **Betateilchens** und eines Neutrinos ν oder Antineutrinos $\bar{\nu}$. Dabei wird entweder ein **Elektron** e^- (β^- -Zerfall) oder ein **Positron** e^+ (β^+ -Zerfall) vom Atomkern emittiert, so dass sich die **Ordnungszahl** um 1 erhöht (β^- -Zerfall) bzw. vermindert (β^+ -Zerfall), die **Massenzahl** dagegen unverändert bleibt. Da sich die Zerfallsenergie sowohl auf das Betateilchen als auch auf das Neutrino oder Antineutrino verteilt, weist die Betastrahlung ein kontinuierliches Energiespektrum auf.



Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bilanzierung

Die Bilanzierung ist ein Teil der **Überwachung**. Sie besteht aus der Bestimmung und der Zusammenstellung der mit der **Fortluft** und dem **Abwasser** aus **kern-technischen Anlagen** in einem vorgegebenen Zeitraum abgeleiteten **Aktivitäten** von **Radionukliden** oder Radionuklidgruppen.

Literatur: [KTA 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bindungsenergie, Elektron

siehe **Ionisierungsenergie**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Biologische Halbwertszeit

siehe **Halbwertszeit, biologisch**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Biologische Wirksamkeit

siehe **relative biologische Wirksamkeit**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Blindprobe

siehe **Nulleffektpräparat**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Blindwert

siehe **Nulleffektzählrate**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bodenstrahlung

Bodenstrahlung ist die **Strahlung**, die von **natürlichen Radionukliden** im Boden ausgeht (**terrestrische Strahlung**), und darüber hinaus die Strahlung, die von auf dem Erdboden abgelagerten Radionukliden herrührt.

Literatur: [KOE 07](#), [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bremsstrahlung

Bremsstrahlung ist eine elektromagnetische Strahlung (**Röntgenstrahlung**), die entsteht, wenn ein elektrisch geladenes Teilchen, z. B. Elektron, beschleunigt oder abgebremst wird. Das Spektrum der emittierten Strahlung reicht von der Energie Null bis zu einer Maximalenergie, die durch die kinetische Energie des erzeugenden Teilchens gegeben ist.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bremsvermögen, lineares

Das lineare Bremsvermögen S ist definiert als der Quotient des durch alle Wechselwirkungen bedingten mittleren Energieverlustes eines geladenen Teilchens dE_i und der vom geladenen Teilchen zurückgelegten Wegstrecke dx

$$S = \frac{dE_i}{dx}$$

Übliche Einheiten des linearen Bremsvermögens sind $\text{MeV} \cdot \text{cm}^{-1}$ und $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$. Das lineare Bremsvermögen ist eine Größe für den Energieverlust eines geladenen Teilchens infolge

Wechselwirkung beim Durchlaufen eines bestimmten Materials.

Man unterscheidet das lineare Bremsvermögen durch Kollisionen S_{col} , auch lineares Stoßbremsvermögen genannt, vom linearen Bremsvermögen infolge Bremsstrahlungserzeugung S_{rad} . Das totale lineare Bremsvermögen S_{tot} ist die Summe dieser beiden. Meist wird das von der Dichte des Materials unabhängige Massenbremsvermögen S/ρ angegeben.

$$\frac{S}{\rho} = \frac{dEi}{\rho \cdot dx}$$

Die übliche Einheit des Massenbremsvermögens ist $\text{MeV} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Das Massenbremsvermögen S/ρ und seine Anteile Massen-Stoßbremsvermögen S_{col}/ρ und Massen-Bremsstrahlungsbremsvermögen S_{rad}/ρ werden in der Literatur in Abhängigkeit von der Teilchenenergie in Form von Tabellen oder graphischen Darstellungen angegeben.

siehe [Energieübertragungsvermögen, lineares](#)

Literatur: [HAR 96](#), [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Bruttozählrate

siehe [Zählrate](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

C

Charakteristische Röntgenstrahlung

Die charakteristische Röntgenstrahlung ([Photonenstrahlung](#)) entsteht, wenn ein [Elektron](#) aus einer äußeren Elektronenschale eines Atoms in eine nicht voll besetzte innere Elektronenschale übergeht. Die Differenzenergie der Zustände dient zur Aussendung eines [Photons](#) mit dieser Energie oder wird alternativ auf andere Teilchen übertragen (siehe [Auger-Effekt](#)). Das Energiespektrum ist ein Linienspektrum mit Photonenenergien, die für das betreffende Element charakteristisch sind. Je nachdem auf welche Schale das Elektron übergeht, wird die Strahlung als K-, L- oder M-Strahlung bezeichnet wird.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Čerenkov-Strahlung

Die Čerenkov-Strahlung entsteht durch energiereiche geladene Teilchen in einem Medium, in welchem die Geschwindigkeit der Teilchen höher als die Phasengeschwindigkeit des Lichts ist. Die Schwellenenergie für [Elektronen](#) in Wasser zur Erzeugung von Čerenkov-Strahlung beträgt 263 keV. So erzeugen z. B. die Radionuklide P-32, Sr-89 und Y-90 Čerenkov-Strahlung und können dadurch nachgewiesen werden.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Compton-Effekt

Der Compton-Effekt (Compton-Streuung) tritt bei Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung ([Röntgen](#)-, [Gammastrahlung](#)) mit Materie auf. Man versteht darunter die elastische Streuung eines [Photons](#) an einem freien [Elektron](#) oder quasi-freien Elektron in der Elektronenhülle eines Atoms. Dabei wird ein Teil der Energie des Photons auf das Elektron übertragen. Die Energie des gestreuten Photons entspricht der Differenz der Energie des einfallenden Photons und der des gestreuten Elektrons.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Curie

Das Curie ist die alte Einheit der [Aktivität](#). Das Einheitenzeichen ist Ci. Der Zusammenhang mit der [SI-Einheit](#) Bq lautet:

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

1 g Ra-226 hat nahezu einen Wert der Aktivität von 1 Ci.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

D

Dekontamination

Die Dekontamination ist die Beseitigung oder Verminderung einer [Kontamination](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Delta-Elektronen

Bei Wechselwirkungsprozessen ionisierender Strahlung mit Materie werden durch [Ionisation Elektronen](#) und [Ionen](#) gebildet. Diese [Sekundärelektronen](#) können genügend Energie haben, um weitere Ionenpaare zu bilden. Die dabei entstehenden Elektronen (Elektronen der zweiten Generation) werden Delta-Elektronen genannt.

Literatur: [KRI 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Deposition

siehe [Ablagerung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Detektor, Strahlung

siehe [Strahlungsdetektor](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Diffusion

Unter Diffusion versteht man die selbständige Bewegung von Atomen, [Molekülen](#), [Ionen](#) oder Kolloidteilchen in Folge eines Konzentrationsgradienten ohne Einwirkung äußerer Kräfte. Dies führt zu einer Vermischung von verschiedenen, miteinander in Berührung befindlichen gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen.

Literatur: [RÖM 96](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Direkt ionisierende Strahlung

siehe [Strahlung](#), [direkt ionisierend](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Direktstrahlung

Die Direktstrahlung ist der Anteil der von einer [Strahlungsquelle](#) emittierten [Strahlung](#), der auf direktem Weg ohne wesentliche [Wechselwirkung](#) an einen betrachteten Aufpunkt gelangt.

Literatur: [KOE 07](#), [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Direktstrahlung, Strahlenschutzverordnung

In der [Strahlenschutzverordnung](#) (StrlSchV) wird in § 46 der Begriff Direktstrahlung im Zusammenhang mit [kerntechnischen Anlagen](#) benutzt. Die Direktstrahlung ist hierbei hauptsächlich [Gammastrahlung](#), einschließlich [Streustrahlung](#), die von Brennelementen sowie von Spalt- und Aktivierungsprodukten (z. B. N-16) in der Anlage herrührt. Außerhalb des Betriebsgeländes von Anlagen und Einrichtungen darf nach § 46 StrlSchV die [Strahlenexposition](#) aus Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus [Ableitungen](#) den Wert von 1 mSv für die [effektive Dosis](#) im Jahr nicht überschreiten (siehe [Dosisgrenzwert](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Dispersion, chemisch

Unter Dispersion versteht man ein Stoffgemisch aus mehreren Phasen, von denen eine kontinuierlich (Dispersionsmittel) und mindestens eine weitere fein verteilt ist (disperse Phase), z. B. Emulsion, [Aerosol](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Dosimeter

Als Dosimeter bezeichnet man Geräte zur [Messung](#) verschiedener Dosisgrößen, insbesondere der [Orts-](#) und [Personendosis](#) bzw. der entsprechenden Dosisleistungen.

Detektortypen für aktive Dosis-Messverfahren sind z. B. [Ionisationskammern](#), [Proportional-](#) und [Geiger-Müller-Zählrohre](#), [Halbleiterdetektoren](#) sowie [Szintillationsdetektoren](#); für passive Dosis-Messverfahren werden z. B. Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD), Phosphatglas-Dosimeter und Filmdosimeter, bei hohen Dosen werden auch chemische Dosimeter eingesetzt.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Dosimetrie

Als Dosimetrie bezeichnet man Verfahren zur Bestimmung der durch [ionisierende Strahlung](#) erzeugten [Dosis](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Dosis/Dosisleistung

Allgemein versteht man unter der Dosis eine [Größe](#) zur Charakterisierung der physikalischen und biologischen Wirkungen [ionisierender Strahlung](#).

Die Dosis durch Zeiteinheit heißt Dosisleistung.

ANMERKUNG:

Da die zahlreichen verschiedenen im Strahlenschutz verwendeten Dosisbegriffe miteinander zusammenhängen und einige Begriffe z. T. auf erklärten Begriffen aufbauen, werden hier zum besseren Verständnis die verwendeten Begriffe in der Reihenfolge ihrer physikalisch-dosimetrischen Zusammenhänge aufgelistet; die Begriffe der Liste weisen auf die entsprechenden Stellen des Glossars hin.

- [Energiedosis](#);
- [Kerma](#);
- [Ionendosis](#);
- [Äquivalentdosis](#);
- [Photonen-Äquivalentdosis](#);
- [Ortsdosis](#);
- [Personendosis](#);
- [Körperdosis](#);
- [Organdosis](#);
- [Effektive Dosis](#);
- [Organfolgedosis](#);
- [Effektive Folgedosis](#);
- [Kollektivdosis](#).

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Dosis, effektive

Die effektive Dosis ist die Summe der mit den zugehörigen [Gewebewichtungsfaktoren](#) multiplizierten [Organdosen](#) in relevanten Organen und Geweben.

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

Unter Berücksichtigung der Definition der Organdosis gilt dann:

$$E = \sum_T \sum_R w_T \cdot w_R \cdot D_{T,R}$$

In den Gleichungen bedeuten:

- E effektive Dosis in Sv;
- w_T [Gewebewichtungsfaktor](#);
- H_T Organdosis im Organ oder Gewebe T in Sv;
- w_R [Strahlungswichtungsfaktor](#);
- $D_{T,R}$ Energiedosis im Organ oder Gewebe T für die [Strahlungsqualität](#) R in Gy.

Die Einheit der effektiven Dosis ist das [Sievert](#) (Sv).

Die effektive Dosis ist aufgrund der Risikobewertung einzelner Organe ein mögliches Maß für das gesamte Risiko (stochastisches Strahlenrisiko) nach einer **Strahlenexposition** im niedrigen Dosisbereich. Die effektive Dosis kann bei hohen Dosen mit deterministischen Effekten nicht verwendet werden.

Literatur: DIN 01a, STR 07

zurück ◀

Index ▶

Dosisgrenzwert

Dosisgrenzwerte sind für Zwecke des Strahlenschutzes festgelegte Grenzwerte der **Strahlenexposition** (**Organdosen**, **effektive Dosis**) durch **ionisierende Strahlung** in einem bestimmten Zeitraum, mit dem Ziel, das für Beschäftigte und die Bevölkerung einschließlich der Umwelt resultierende Strahlenrisiko zu begrenzen.

Beispiele für die in der **StrlSchV** festgelegten Grenzwerte sind:

- Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung auf 1 mSv im Kalenderjahr (§ 46);
- Begrenzung der Strahlenexposition infolge der **Ableitung radioaktiver Stoffe** aus **kerntechnischen Anlagen** (§ 47): Danach darf die effektive Dosis der Bevölkerung aufgrund von Ableitungen mit Luft oder Wasser jeweils einen Wert von 0,3 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten, wobei für einzelne Organe zusätzliche Grenzwerte festgelegt sind;
- Begrenzung der beruflichen Strahlenexposition (§ 55): Danach beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis 20 mSv im Kalenderjahr, wobei auch hier zusätzliche Grenzwerte für einzelne Organe gelten.

Literatur: STR 01

zurück ◀

Index ▶

Dosiskoeffizient

Dosiskoeffizienten dienen der Berechnung der **Organdosen** und der **effektiven Dosis**.

Bei der **inneren Strahlenexposition** ist dabei zwischen Dosiskoeffizienten für die **Inhalation** und die **Ingestion** zu unterscheiden. Die Dosiskoeffizienten für die innere Strahlenexposition haben die Einheit $\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$, d. h. sie geben diejenige Strahlenexposition an, die sich aus der Aufnahme einer Aktivität von 1 Bq eines **Radionuklids** ergibt. Entsprechende Zahlenwerte sind für 25 Organe und für die effektive Dosis für 6 Altersklassen festgelegt. Bei Anwendung dieser Dosiskoeffizienten ist für die Inhalation und Ingestion jeweils die 50-Jahre- bzw. 70-Jahre-**Organfolgedosis** oder die **effektive Folgedosis** berechnet.

Bei der **äußeren Strahlenexposition** ist zwischen der Strahlenexposition durch **Beta-** und **Gammasubmersion** sowie durch **Bodenstrahlung** zu unterscheiden. Die Dosiskoeffizienten zur Berechnung der **Dosisleistung**, d. h. die Dosisleistungskoeffizienten, haben für die Strahlenexposition infolge Betasubmersion die Einheit $\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$ pro $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ und für die Strahlenexposition infolge Gammasubmersion und Bodenstrahlung die Einheit $\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$ pro $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}$.

Entsprechende Zahlenwerte bei einzelnen Radionukliden sind für 25 Organe und die effektive Jahresdosis für die Bevölkerungsgruppe „Erwachsene“ (Alter über 17 Jahre) festgelegt (BAnz).

Literatur: AVV 05, BMU 01

zurück ◀

Index ▶

Dosiskonversionsfaktor Radon und Radonfolgeprodukte

Der Zusammenhang zwischen der **Strahlenexposition** infolge **Inhalation** kurzlebiger Radonfolgeprodukte, die in der Einheit $\text{mJ} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ bzw. $\text{MeV} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ oder $\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ angegeben wird (siehe **Potentielle Alpha-Energie-Konzentration (PAEK)** oder **Radonexposition**) und der **effektiven Dosis**, die in der Einheit mSv angegeben wird, ist durch die Dosiskonversionsfaktoren festgelegt. Die von der **ICRP** angegebenen Dosiskonversionsfaktoren für Beschäftigte (am Arbeitsplatz) und die Bevölkerung (im Wohnraum) lauten:

Beschäftigte: $1,4 \text{ mSv} / \text{mJ} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$;

Bevölkerung: $1,1 \text{ mSv} / \text{mJ} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$.

Legt man für den Wohnraum bzw. Innenraum einen **Gleichgewichtsfaktor** von 0,4 zugrunde, ergeben sich für den Zusammenhang zwischen einer gemessenen Radonexposition (angegeben in $\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$) und der effektiven Dosis folgende Dosiskonversionsfaktoren:

Beschäftigte: $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ mSv} / \text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$;

Bevölkerung: $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mSv} / \text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$.

Mit diesen Werten ergibt sich z. B. für die jährliche Strahlenexposition der Bevölkerung in Wohnräumen bei einer mittleren Radonkonzentration von $50 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ und einer Aufenthaltsdauer von 7000 h eine Strahlenexposition von 0,9 mSv.

Literatur: ICR 93a; ETT 02

zurück ◀

Index ▶

Dosisleistungskonstante, Gammastrahlung

Die Dosisleistungskonstante stellt eine Beziehung zwischen der **Dosisleistung** und der **Aktivität** des die Strahlung aussendenden **Radionuklids** her (siehe **Abstandsgesetz**). Für eine als punktförmig anzusehende Gammastrahlungsquelle gilt unter der Voraussetzung, dass die **Gammastrahlung** nicht geschwächt wird, die Beziehung:

$$\dot{D}_r^{\gamma} = \Gamma_r \cdot \frac{A_r}{r^2}$$

Dabei bedeuten:

$\dot{D}_r$ **Energiedosisleistung** in $\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$;

Γ_r Spezifische Gamma-Dosisleistungskonstante des Radionuklids r in $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1}$ (Vielfach wird die Einheit $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$ benutzt. Dabei gilt der Zusammenhang: $1 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1} = 2,8 \cdot 10^{-16} \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1}$);

A_r Aktivität des **radioaktiven Stoffes** oder Radionuklids r in Bq;

r Abstand des Aufpunktes von der **Strahlungsquelle** in m.

Wird in obiger Gleichung $\dot{D}$ durch die **Ortsdosisleistung** $\dot{H}^*(10)$ ersetzt, wird die spezifische Dosisleistungskonstante Γ_H in den Einheiten $\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1}$ bzw. $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$ angegeben.

Die spezifische Gamma-Dosisleistungskonstante hat für verschiedene Gammastrahler unterschiedliche Werte. In der Literatur findet man z. B. für

Co-60: $\Gamma_H = 0,354 \text{ mSv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$;

Cs-137: $\Gamma_H = 0,093 \text{ mSv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$.

Beispielsweise erzeugt eine Co-60-Strahlungsquelle mit einer Aktivität von 3 GBq in 1 m Abstand eine Dosisleistung von etwa $1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$.

Literatur: VOG 04

zurück ◀

Index ▶

Dreißig-Millirem-Konzept

Das so genannte „Dreißig-Millirem-Konzept“ ist das bereits in früheren [Strahlenschutzverordnungen](#) festgelegte Konzept zur Begrenzung der [Strahlenexposition](#) der Bevölkerung auf 30 mrem pro Jahr aufgrund der [Ableitungen radioaktiver Stoffe](#) mit Luft und Wasser aus [Anlagen und Einrichtungen](#), insbesondere aus Kernkraftwerken.

Der Name „Dreißig-Millirem-Konzept“ beruht auf der Verwendung der alten Dosiseinheit „[Rem](#)“ bzw. „Millirem“.

Das Konzept entspricht dem in § 47 StrlSchV festgelegten Konzept zur Begrenzung der Strahlenexposition mit einem Grenzwert von $0,3 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

DSM 11

DSM 11 ist die Abkürzung für **D**ifferenzierendes **S**orptionsmittel. Es basiert auf einem mit Iod beladenen [Molekularsieb](#) und dient zur selektiven Absorption von elementarem Iod.

Durchfluss

Der Durchfluss ist das Verhältnis der [Menge](#) eines Stoffes, die in einer Zeitspanne eine Einrichtung durchströmt, zu dieser Zeitspanne.

Zum Beispiel ist der Luftdurchfluss das Verhältnis der Menge der Luft, die in einer Zeitspanne durch eine Leitung oder Einrichtung strömt, zu dieser Zeitspanne. Der Luftdurchfluss wird als Massenstrom (Masse der Luft pro Zeiteinheit) oder als Volumenstrom (Volumen der Luft pro Zeiteinheit) angegeben. Die Umrechnung zwischen beiden [Größen](#) hängt von Luftdruck und Lufttemperatur ab.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Durchsatz

Der Durchsatz ist die [Menge](#) eines Stoffes, die eine Einrichtung durchströmt hat.

Zum Beispiel ist der Luftdurchsatz die Menge der Luft, die in einem Zeitraum durch eine Leitung oder Einrichtung geströmt ist. Der Luftdurchsatz wird als Masse der Luft oder als Volumen der Luft angegeben. Die Umrechnung zwischen beiden [Größen](#) hängt von Luftdruck und Lufttemperatur ab.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

E

Effektive Äquivalentdosis

siehe [Äquivalentdosis, effektive](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Effektive Dosis

siehe [Dosis, effektive](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Effektive Folgedosis

siehe [Folgedosis, effektive](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Einheit

Die Einheit ist nach DIN 1313 ein vereinbarter positiver [Größenwert](#). Der bestimmte Größenwert einer [Größe](#) ist das Produkt aus einem Zahlenwert und der Einheit. Die Einheit kann daher auch als Größenwert mit dem Zahlenwert 1 verstanden werden. Der Einheit einer Größe ist ein Einheitenname und ein Einheitenzeichen zugeordnet (siehe [SI-Einheiten](#)).

Literatur: [DIN 98a](#), [DIN 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Elektron

Das Elektron (e^-) ist ein [Elementarteilchen](#) mit einer negativen elektrischen [Elementarladung](#) und einer [Ruhemasse](#) von $9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, das entspricht $1/1836$ der Protonenmasse. Elektronen umgeben den positiv geladenen Atomkern und bestimmen die chemischen Eigenschaften des Elements.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Elektroneneinfang

Unter Elektroneneinfang versteht man den Einfang eines [Elektrons](#) aus einer der inneren Schalen der Atomhülle durch den Atomkern. Dabei wird, wie beim β^+ -Zerfall, ein [Proton](#) in ein [Neutron](#) umgewandelt. Das entstehende [Radionuklid](#) hat eine um 1 verminderte Protonenzahl; die [Massenzahl](#) bleibt unverändert. Vorwiegend werden Elektronen aus der K-Schale eingefangen (K-Einfang), wobei [charakteristische Röntgenstrahlung](#) emittiert wird. Radionuklide, die sich durch K-Einfang umwandeln, werden auch als „K-Strahler“ bezeichnet.

Beispiel:
$${}_{26}^{55}\text{Fe} + e^- \rightarrow {}_{25}^{55}\text{Mn}$$

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Elektronenstrahlung

Elektronenstrahlung ist eine aus [Elektronen](#) bestehende [direkt ionisierende Korpuskularstrahlung](#).

ANMERKUNG:

Die von einem Elektronenbeschleuniger (z. B. einem Betatron) erzeugte Elektronenstrahlung ist keine [Betastrahlung](#). Als Betastrahlung wird ausschließlich die Elektronenstrahlung bezeichnet, die beim [Betazerfall](#) des Atomkerns emittiert wird.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Elektronvolt

Das Elektronvolt ist die in der Atom- und Kernphysik gebräuchliche Einheit für die [Energie](#). Ein Elektronenvolt ist definiert als die von einem mit einer [Elementarladung](#) geladenem Teilchen gewonnene

kinetische Energie, wenn es eine Spannungsdifferenz von 1 Volt im Vakuum durchläuft. Das Einheitenzeichen ist eV. $1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Literatur: DIN 00a, DIN 01a

zurück ◀

Index ▶

Elementarladung

Die Elementarladung ist die kleinste beobachtete elektrische Ladung mit einem Wert von $1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (siehe [Elementarteilchen](#)). Die elektrische Ladung tritt nur in ganzzahligen Vielfachen dieser Elementarladung auf. Ein [Elektron](#) besitzt eine negative, ein [Proton](#) eine positive Elementarladung.

Literatur: GER 04

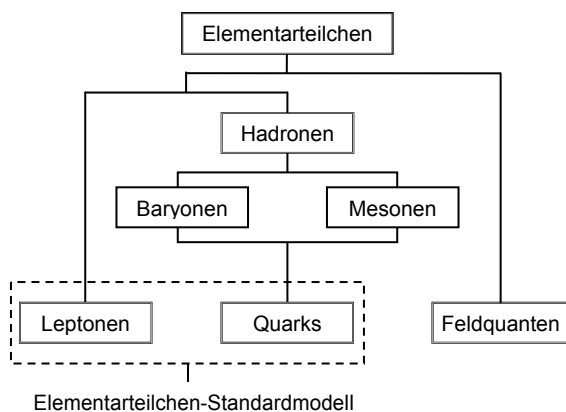
zurück ◀

Index ▶

Elementarteilchen

Als Elementarteilchen werden die bisher beobachteten kleinsten physikalischen Objekte, d. h. Teilchen, die stabil sind oder sich in andere Elementarteilchen umwandeln und als nicht weiter teilbar angesehen werden, bezeichnet. Am experimentellen Nachweis von Elementarteilchen, deren Existenz aufgrund quantentheoretischer Vorstellungen vorhergesagt wird, wird mittels großer Beschleunigeranlagen gearbeitet.

Die Elementarteilchen werden in [Leptonen](#) (leichte Teilchen) und [Hadronen](#) (schwere Teilchen) eingeteilt; letztere unterteilt man in Baryonen und Mesonen. Zu den Leptonen gehören z. B. [Elektronen](#), [Positronen](#) und Neutrinos, zu den Baryonen gehören z. B. [Protonen](#) und [Neutronen](#). Letztere kann man sich aus so genannten „Quarks“ aufgebaut denken, die sich u. a. dadurch auszeichnen, dass sie Bruchteile der Elementarladung tragen. Heute zählt man die Leptonen und Quarks zu den fundamentalen (elementaren) Bausteinen der Materie, wobei das „Standard-Modell“, dessen Grundlage jeweils 6 Leptonen und Quarks mit ebenso vielen Antiteilchen sind, durch Kombination dieser Elementarteilchen ein Aufbauschema für alle zusammengesetzten Teilchen liefert. Zum Elementarteilchen-Standardmodell gehören weiterhin die so genannten Feldquanten, z. B. die [Photonen](#) (siehe Abbildung). Bisher hat man über 200 verschiedene Elementarteilchen nachweisen können. Die wichtigsten Größen, die zur Identifizierung von Elementarteilchen dienen, sind: [Ruhemasse](#), elektrische Ladung, Spin, [mittlere Lebensdauer](#) und die häufigste Zerfallsart.



Einteilung von Elementarteilchen

Literatur: DIN 00a, GER 04,

zurück ◀

Index ▶

Emanation

Unter der Emanation (auch Emanierung) versteht man die Radon-Freisetzung aus dem radium- bzw. thoriumhaltigen Kristallverband der Gesteins- und Bodenmatrix in den Porenraum und die Kluftsysteme des Bodens oder Untergrundes. Der Vorgang der Emanation ist die Ursache der Radon-/Thoron-Konzentration der Bodenluft. Die Radon-/Thoron-Freisetzung aus der Bodenoberfläche in die Atmosphäre wird als [Exhalation](#) bezeichnet. Nur der Anteil des Radons/Thorons, der durch Emanation aus dem mineralischen Korn in das Porenvolumen des Bodens gelangt, trägt zur Exhalation bei.

Als Entemanierung bezeichnet man das Absaugen des emanieren Radons aus einem betrachteten Bodenbereich. Eine Entemanierung des Bodens wird zum Zweck der Verminderung des Eindringens von Radon in Häuser oder Gebäude durchgeführt.

Emanation ist auch die historische Bezeichnung für Radon, die auf E. Rutherford zurückgeht, der bereits zwischen der Thorium-Emanation (Rn-220) und der Radium-Emanation (Rn-222) unterschieden hat.

Literatur: SSK 02, HAR 96

zurück ◀

Index ▶

Emanationsmethode

Unter der Emanationsmethode versteht man in der Wasseranalytik die Bestimmung der Ra-226-Konzentration über die Bestimmung der Rn-222-Konzentration. Zu diesem Zweck wird das Radon, welches durch [radioaktiven Zerfall](#) aus dem im Wasser befindlichen Radium gebildet wird, aus der Wasserprobe mittels Durchblasen von Stickstoff in einem speziellen Gefäß ausgetrieben. Dieser Vorgang wird im Labor auch als „Entemanierung der Probe“ bezeichnet.

zurück ◀

Index ▶

Emission/Emissionsrate

Emission ist die Abgabe von Stoffen in die Umwelt, insbesondere in die Atmosphäre oder in Gewässer.

Die Emissionsrate ist die pro Zeiteinheit abgegebene Menge von Stoffen in die Umwelt, insbesondere in die Atmosphäre oder in Gewässer.

zurück ◀

Index ▶

Emissionsrate, Strahlung

Die Emissionsrate einer [Menge](#) eines [Radionuklids](#) ist der Quotient dN_e/dt , wobei dN_e der [Erwartungswert](#) für die Anzahl der im Zeitintervall dt emittierten Teilchen einer bestimmten Art und [Energie](#) ist (siehe [Aktivität](#)).

Die Emissionsrate eines Radionuklids ist gleich dem Produkt aus Aktivität und der entsprechenden [Emissionswahrscheinlichkeit](#) pro Kernumwandlung (siehe [Quellstärke](#)).

Literatur: DIN 06

zurück ◀

Index ▶

Emissionsüberwachung

Die Emissionsüberwachung ist die [Überwachung](#) der Art und [Menge](#) von Stoffen bei der Abgabe oder [Ableitung](#).

zurück ◀

Index ▶

Emissionswahrscheinlichkeit

Die Emissionswahrscheinlichkeit $p_i(E_i)$ eines [Radionuklids](#) ist die Wahrscheinlichkeit für die Emission eines Teilchens der Art i und der Energie E_i für eine Kernumwandlung. Zur Kennzeichnung der Teilchenart i werden in den [Messanleitungen](#) folgende Indi-

zes benutzt: α (Alphateilchen), β (Betateilchen), x (charakteristische Röntgenstrahlung) und γ (Gammaquanten). Die früher verwendeten Begriffe „Emissionshäufigkeit“, „Emissionsvermögen“, „Quantenausbeute“ und „Intensität“ sollten hierfür nicht mehr gebraucht werden.

Literatur: DIN 06

zurück ◀

Index ▶

Energie, physikalische

Die Energie (griechisch „ενεργεια“ Wirksamkeit oder „ενεργον“ inneres Wirken) ist eine Größe, die den Zustand eines physikalischen Systems beschreibt. Vielfach bezeichnet man damit die in einem physikalischen System gespeicherte Arbeit bzw. die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.

Die Energie eines geschlossenen Systems bleibt erhalten; die Änderung der Energie eines Systems ist gleich der diesem System zugeführten oder vom System geleisteten Arbeit.

Die Energie eines Systems setzt sich in der Mechanik aus den kinetischen und potentiellen Energien zusammen.

Die SI-Einheit der Energie ist das Joule (J):

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

Andere Einheiten der Energie sind z. B. die Wattsekunde (Ws) bzw. Kilowattstunde (kWh), das Elektronvolt (eV) und die Kalorie (cal) bzw. Kilokalorie (kcal). Im Sinne dieses Glossars sind im Zusammenhang mit der ionisierenden Strahlung die Energie eines Teilchens und die der elektromagnetischen Strahlung von Bedeutung (siehe Teilchenenergie). Der Zusammenhang zwischen den Einheiten J und eV lautet:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 6,242 \cdot 10^{18} \text{ eV}$$

Die Leistung ist der Quotient aus Energie und Zeit. Die SI-Einheit der Leistung ist das Watt:

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$$

Als Wirkung wird das Produkt von Energie und Zeit bezeichnet; deren Einheit ist J·s.

Literatur: PTB 04

zurück ◀

Index ▶

Energiedosis / Energiedosisleistung

Unter der Energiedosis D versteht man den Differentialquotienten $\frac{d\bar{E}_i}{dm}$; dabei ist $d\bar{E}_i$ die mittlere Energie,

die durch die ionisierende Strahlung auf das Material in einem Volumenelement dV übertragen wird und $dm = \rho \cdot dV$ die Masse des Materials mit der Dichte ρ in diesem Volumenelement:

$$D = \frac{d\bar{E}_i}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\bar{E}_i}{dV}$$

Die Energiedosisleistung ist der Quotient der in einer Zeitspanne erzeugten Energiedosis und dieser Zeitspanne:

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

In den Gleichungen bedeuten:

D Energiedosis in Gy;

$d\bar{E}_i$ die mittlere in einem Volumenelement dV absorbierte Energie der Strahlenart i in J;

dV Volumenelement in m^3 ;

dm Masse des Materials in diesem Volumenelement dV in kg;

ρ Dichte des Materials in $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

$\dot{D}$ Energiedosisleistung in $\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Einheit der Energiedosis ist das Gray (Gy).

Der Zusammenhang mit der alten Einheit Rad (rd) lautet:

$$1 \text{ rd} = 0,01 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 0,01 \text{ Gy}$$

Die Energiedosis gilt für beliebige ionisierende Strahlungsarten. Die Angabe der Energiedosis schließt die Nennung des Bezugsmaterials ein (z. B. Wasserenergiedosis, Luftenergiedosis).

Die Einheit der Energiedosisleistung ist das Gray durch Sekunde ($\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$), gleichbedeutend mit Watt durch Kilogramm ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$).

ANMERKUNG:

In der Praxis wird auch der Differenzenquotient $\Delta E / \Delta m$ als Energiedosis verstanden. Dabei ist ΔE_i die mittlere Energie, die in einem Volumenelement ΔV mit der Masse Δm absorbiert wird. Die Grenzwertbildung zu beliebig kleinen Massen- bzw. Volumenelementen erlaubt die Ermittlung der Energiedosis für jeden Punkt des Materials. Dies lässt sich sinngemäß auch auf die Definition der Ionendosis und der Kerma übertragen.

Literatur: DIN 06, DIN 01a

zurück ◀

Index ▶

Energieübertragungsvermögen, lineares

Das lineare Energieübertragungsvermögen ist definiert als der Quotient dE_i/ds der durch die geladenen Korpuskeln beim Durchqueren des Materials entlang einer Wegstrecke ds auf das Material übertragenen Energie dE_i und der Wegstrecke ds . Es ist eine Größe, die im Zusammenhang mit der biologischen Wirkung von Strahlung eingeführt wurde, um die räumliche Energieübertragung von geladenen Korpuskeln in einem bestrahlten Material genauer zu beschreiben.

Man unterscheidet zwischen den nachfolgenden Begriffen:

Die Definition des beschränkten linearen Energieübertragungsvermögens $L_{\Delta E}$ lautet:

$$L_{\Delta E} = \left(\frac{dE_i}{ds} \right)_{\Delta E_i}$$

Hierbei ist die Energieübertragung pro Stoß auf einen Wert ΔE beschränkt; ebenso ist der radiale Bahnbereich durch das ionisierende Teilchen beschränkt (Bahnkern-LET).

Das unbeschränkte lineare Energieübertragungsvermögen L_{∞} ist definiert als:

$$L_{\infty} = \left(\frac{dE_i}{ds} \right)_{\infty}$$

Beim unbeschränkten linearen Energieübertragungsvermögen entfällt die Beschränkung der Energieübertragung pro Stoß; über die radiale Ausdehnung der Bahn lässt sich keine Aussage machen.

Das unbeschränkte lineare Energieübertragungsvermögen wird auch als linearer Energietransfer (LET) bezeichnet und ist gleich dem linearen Stoßbremsvermögen S_{col} .

In den obigen Gleichungen bedeuten:

L_{∞} unbeschränktes lineares Energieübertragungsvermögen in $\text{J} \cdot \text{m}^{-1}$;

$L_{\Delta E_i}$ beschränktes lineares Energieübertragungsvermögen in $\text{J} \cdot \text{m}^{-1}$;

dE_i mittlerer Energieverlust in J;

ds Weglänge in m;

ΔE_i maximale Energieübertragung je Stoßprozess in J.

Die Einheit des linearen Energieübertragungsvermögens ist in $\text{J} \cdot \text{m}^{-1}$, in der Praxis wird vor allem die Ein-

heit $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ verwendet (siehe Tabelle [Qualitätsfaktor Q](#)).

Zusammenstellung der LET-Werte einiger Strahlenarten für Wasser ($\rho = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

Strahlenart	LET in $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$
8 MeV- γ -Strahlung	0,2
Co-60- γ -Strahlung	0,3
200 kV-Röntgenstrahlung	2,5
10 keV-Elektronen	2
1 MeV-Elektronen	0,2
340 MeV-Protonen	0,3
2 MeV-Protonen	17
27 MeV- α -Teilchen	25
5 MeV- α -Teilchen	90
3,4 MeV- α -Teilchen	130
100 MeV-Kohlenstoff-Ionen	160
160 MeV-Neon-Ionen	450
330 MeV-Argon-Ionen	1300

Literatur: JUN 03, DIN 00a, SSK 05

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

ENORM

Der Begriff ENORM ist die Abkürzung für **E**nhanced **N**aturally **O**ccurring **R**adioactive **M**aterial und bezeichnet Stoffe, die nur natürlich radioaktive Stoffe, jedoch mit erhöhter spezifischer Aktivität, enthalten (siehe [Radionuklide, natürliche](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Entemanierung

siehe [Emanation](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Entscheidungsmessung

Das im [Übergabebehälter](#) einer [kerntechnischen Anlage](#) gesammelte [radioaktive Abwasser](#) darf nur nach Durchführung einer Entscheidungsmessung abgeleitet werden. Dazu ist an einer für den Behälterinhalt repräsentativen Einliterprobe eine Messung der [Gesamt-Gamma-Aktivität](#) im Energiebereich oberhalb 60 keV durchzuführen. Das Wasser aus dem Übergabebehälter z. B. von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren darf nur dann abgepumpt werden, wenn die gemessene Gesamt-Gamma-Aktivitätskonzentration nicht größer als $2 \cdot 10^7 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ (bezogen auf Cs-137) ist.

Literatur: KTA 07

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

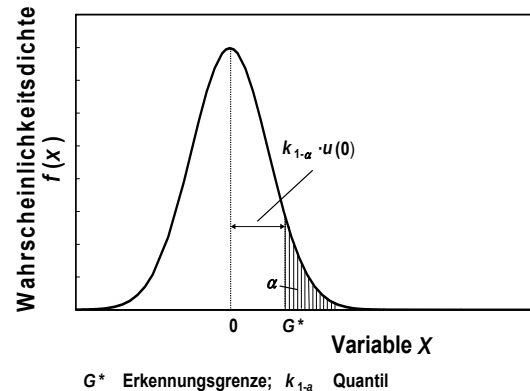
Erkennungsgrenze, Kernstrahlungsmesstechnik

In der Kernstrahlungsmesstechnik ist die Erkennungsgrenze ein spezieller, berechneter Wert einer [Größe](#) (z. B. [Aktivität](#), [Aktivitätskonzentration](#), [spezifische Aktivität](#)), die mit einem Messwert verglichen wird, um zu entscheiden, ob bei dieser [Messung](#) ein Beitrag dieser Größe vorliegt oder lediglich [Nulleffekt](#) gemessen wurde.

Dazu wird ein statistischer Hypothesentest verwendet. Für die [Messgröße](#) wird anhand eines Messwertes die Annahme (Nullhypothese), dass der Wert der Messgröße (siehe [Wert, wahrer](#)) Null ist, gegen die alternative Annahme (Alternativhypothese), dass der

Wert der Messgröße größer Null ist, geprüft. Als Erkennungsgrenze wird der kritische Wert dieses Hypothesentests bezeichnet, bei dessen Überschreitung durch einen Messwert der Messgröße gefolgert wird, dass die Nullhypothese abzulehnen und die Alternativhypothese anzunehmen ist. Trifft die Nullhypothese in Wirklichkeit zu, führt diese Entscheidungsregel höchstens mit einer Wahrscheinlichkeit α zu der dann falschen Entscheidung, der Wert der Messgröße sei größer als Null (Fehler 1. Art).

Angaben zur Berechnung der Erkennungsgrenzen können z. B. den [Messanleitungen der Leitstellen](#) und der Norm DIN 25482-10 entnommen werden.



Schematische Darstellung der Berechnung der Erkennungsgrenze

Literatur: WEI 04, DIN 00b, RÜH 05, KAN 92

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Erwartungswert

Der Erwartungswert ist in der Statistik ein Begriff für einen Parameter, der für eine Verteilung bzw. die Wahrscheinlichkeitsdichte einer Zufallsvariablen eine charakteristische Größe ist.

Der Erwartungswert $E(g(X))$ einer Funktion $g(X)$ einer statistisch verteilten Zufallsvariablen X mit einer kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsdichte $f(X)$ bzw. mit diskreten Wahrscheinlichkeiten p_j wird in der Mathematik definiert als:

kontinuierliche Zufallsvariable X :

$$E(g(X)) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) \cdot f(x) \cdot dx$$

diskrete Zufallsvariable X :

$$E(g(X)) = \sum_j g(x_j) \cdot p_j \quad \text{mit} \quad \sum_j p_j = 1$$

Für $g(X) = X$ ist der spezielle Erwartungswert der Mittelwert der Zufallsvariablen X . Für $g(X) = (X - E(X))^2$ ist der spezielle Erwartungswert die Varianz $\text{VAR}(X)$ der Zufallsvariablen X .

Den Erwartungswert einer statistischen Zufallsvariablen X kann man sich als arithmetischen [Mittelwert](#) der Messwerte von unendlich oft wiederholten [Messungen](#) vorstellen. Es muss zwischen dem Erwartungswert, welcher den [wahren Wert](#) der [Messgröße](#) kennzeichnet, falls keine systematischen Messabweichungen (siehe [Fehler](#)) vorliegen, und dem [Schätzwert](#), der sich aus einer geringen Anzahl von Messwerten als Näherungswert eines Erwartungswertes ergibt, unterschieden werden.

ANMERKUNG:

Ist die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion symmetrisch, wie z. B. bei der Normalverteilung, ist der Erwartungswert gleich dem Mittelwert als Parameter der Verteilung. Mit einer endlichen Anzahl von Messungen kann der Erwartungswert der Normalvertei-

lung durch den arithmetischen Mittelwert der Einzelmessungen geschätzt werden.

Literatur: [WEI 99](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

EURATOM-Grundnormen

Unter EURATOM-Grundnormen versteht man die vom Rat der Europäischen Union, gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (vom 25. März 1957) insbesondere auf die Artikel 31 und 32, erlassene „Richtlinie zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen“. Darin aufgeführte Grundsätze und neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet des Strahlenschutzes, die auf den Empfehlungen der ICRP beruhen, insbesondere [Dosisgrenzwerte](#) zum Schutz von Arbeitskräften und der Bevölkerung, sowie [Strahlungs-](#) und [Gewebewichtungsfaktoren](#), soweit sie Bestandteil der Richtlinie sind, wurden in nationales Recht umgesetzt und sind in der [Strahlenschutzverordnung](#) und in der Röntgenverordnung verankert.

Literatur: [EUR 96](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Exhalation/Exhalationsrate

Allgemein wird mit Exhalation (Ausatmung) die Freisetzung von gasförmigen Stoffen bezeichnet. Im Zusammenhang mit Radon versteht man unter der Exhalationsrate (Radonexhalationsrate) diejenige Radonaktivität, die eine Oberfläche pro Flächeneinheit und Zeiteinheit verlässt. Die Einheit der Exhalationsrate ist $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ (siehe [Emanation](#)).

Literatur: [SSK 92](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Expositionspfad

Als Expositionspfad bezeichnet man einen Weg [radioaktiver Stoffe](#) von der [Ableitung](#) aus einer [Anlage oder Einrichtung](#) über einen Ausbreitungs- oder Transportvorgang bis zum Menschen, z. B. Luft – Futterpflanze – Kuh – Milch – Mensch. Zur Berechnung der [Strahlenexposition](#) des Menschen werden modellmäßige Annahmen über den Transport radioaktiver Stoffe auf dem jeweiligen Weg getroffen (siehe [Abwasserpfad](#), [Fortluftpfad](#)).

Literatur: [BSL 91](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

F

Fallout

Als Fallout bezeichnet man den Vorgang, bei dem radioaktives Material in Form kleinster Teilchen aus der Atmosphäre auf der Erdoberfläche abgelagert wird. Als Beispiel ist der Fallout infolge der in der Atmosphäre durchgeführten Kernwaffenversuche zu nennen (siehe [Ablagerung](#), [Rainout](#), [Washout](#)).

Literatur: [BMU 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Fehler, Messung

Als (Mess-)Fehler wird in der Praxis eine Messabweichung bezeichnet. Unter der Messabweichung versteht man die Differenz zwischen einem Messwert und dem [wahren Wert](#) der [Messgröße](#). Es wird zwischen zufälligen und systematischen Messabweichungen unterschieden.

Da es kaum möglich ist, eine ideale [Messung](#), die den wahren Wert der Messgröße angibt, durchzuführen, ist die Fehler genannte Messabweichung eine unumgängliche, ganz natürliche Erscheinung, die nicht als fehlerhaft angesehen werden kann. Anstelle der Bezeichnung Fehler sollte deshalb die Bezeichnung Messabweichung verwendet werden.

Der früher verwendete Begriff Fehler im Zusammenhang mit der [Standardabweichung](#) wird heute durch den Begriff [Messunsicherheit](#) ersetzt.

Literatur: [WEI 99](#), [DIN 96](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Fehler, statistische Tests

Fehler 1. und 2. Art treten bei statistischen Tests als Folge unvermeidbarer falscher Entscheidungen auf. Zu Fehler 1. Art siehe [Erkennungsgrenze](#), zu Fehler 2. Art siehe [Nachweisgrenze](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Feuchtmasse

Die Feuchtmasse ist diejenige Masse eines Produktes, das nach einem definierten Probeentnahmeverfahren gewonnen wurde, einschließlich seines Wasseranteils.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Filter

Ein Filter ist eine Vorrichtung, mit der einzelne Komponenten eines Gemenges aus diesem entfernt werden. So werden beispielsweise mit [Schwebstofffiltern](#) [Aerosolpartikeln](#) oder mit Aktivkohle einzelne gasförmige Luftbestandteile wie Iodverbindungen aus der Luft abgetrennt.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Filtration

Unter Filtration versteht man das Abtrennen von einzelnen Komponenten eines Gemenges aus diesem mittels eines [Filters](#). Der durch den Filter abgetrennte Stoff wird als Filtrationsrückstand, der durch den Filter tretende Stoff als Filtrat bezeichnet. Beispiele dafür sind das Abtrennen von [Schwebstoffen](#) aus Gasen wie Luft mit Faser- oder Membranfiltern, das Abtrennen von Schwebeteilchen aus Flüssigkeiten mit Membran- oder Faserfiltern oder das Abtrennen von elementarem Iod mit Silbernitrat aus Gasen.

Literatur: [DIN 00a](#), [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Flächenbelegung

Unter Flächenbelegung versteht man im Allgemeinen eine Massenflächenbelegung, d. h. das Verhältnis einer Masse zu einer bestimmten Fläche.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Flüssigkeitsszintillationsspektrometer

Das Flüssigkeitsszintillationsspektrometer (englisch: „Liquid Scintillation Counter“, LSC) ist ein für Beta-Messungen sehr häufig eingesetztes Gerät, da aufgrund des engen Kontaktes des zu messenden **Radionuklids** mit dem Detektor auch bei Radionukliden mit niedrigerenergetischer **Betastrahlung** hohe **Nachweisvermögen** erzielt werden können. Es erlaubt auch die **Messung** von **Alphastrahlern**. Das Flüssigkeitsszintillationsspektrometer liefert mittels eines **Impulshöhenanalysators** ein Impulshöhenspektrum, das bei Anwendung von mathematischen Verfahren die Bestimmung der **Aktivität** einzelner Radionuklide in einem **Messpräparat** ermöglicht.

Das Messpräparat besteht aus einer Mischung des fein verteilten oder flüssigen Materials, das die entsprechenden Radionuklide enthält, einem organischen Lösungsmittel, darin gelösten primären und sekundären **Szintillatoren** sowie Lösungsvermittlern oder Materialien zur Erzielung eines thixotropen Gels. Bisweilen werden auch Festkörperszintillatoren in Pulverform, mit denen das Material vermenget ist, oder als Schmelze, die das Material enthält, verwendet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Flussdichte, spektrale

siehe **Teilchenflussdichte, spektrale**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Folgedosis, effektive

Die effektive Folgedosis ist die aus den **Organfolgedosen** unter Berücksichtigung der **Gewebewichtungsfaktoren** ermittelte **effektive Dosis** nach einmaliger **Inkorporation radioaktiver Stoffe** und Ablauf eines Zeitraums τ .

$$E(\tau) = \sum_T w_T \cdot H_T(\tau)$$

Dabei bedeuten:

$E(\tau)$ effektive Folgedosis in Sv;

w_T Gewebewichtungsfaktor;

$H_T(\tau)$ Organfolgedosis im Organ oder Gewebe T in Sv im Zeitraum τ nach einmaliger Inkorporation radioaktiver Stoffe.

Literatur: **DIN 01b**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Folgeprodukte, kurzlebige

Im Allgemeinen werden die Folgeprodukte von Radionisotopen, insbesondere Rn-222 und Rn-220, als kurzlebige Folgeprodukte bezeichnet.

Literatur: **DIN 01a**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Fortluft

Die Fortluft ist die ins Freie abgeführte **Abluft**.

Literatur: **DIN 99c, KTA 06**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Fortluftfahne

siehe **Abluftfahne**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Fortluftpfad

Als Fortluftpfad wird die Gesamtheit der verschiedenen Wege (Pfade) bezeichnet, auf denen die mit der Fortluft aus einer **kerntechnischen Anlage** abgeleiteten **radioaktiven Stoffe** zum Menschen gelangen und damit zu einer **Strahlenexposition** der Bevölkerung führen können. Bei der Berechnung der Strahlenexposition werden folgende **Expositionspfade** berücksichtigt:

1. Exposition durch **Betastrahlung** innerhalb der Abluftfahne (**Betasubmersion**);
2. Exposition durch **Gammastrahlung** aus der Abluftfahne (**Gammasubmersion**);
3. Exposition durch Gammastrahlung der am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe;
4. Exposition durch Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Nahrung (**Ingestion**) auf dem Weg;
 - 4.1. Luft – Pflanze;
 - 4.2. Luft – Futterpflanze – Kuh – Milch;
 - 4.3. Luft – Futterpflanze – Tier – Fleisch;
 - 4.4. Luft – Muttermilch;
 - 4.5. Luft – Nahrung – Muttermilch;
5. Exposition durch Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Atemluft (**Inhalation**).

Literatur: **STR 01, AVV 05**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Fraktionsabscheidegrad

Der Fraktionsabscheidegrad ist der Abscheidegrad von **Partikeln** bei einem bestimmten Partikeldurchmesser. Als Fraktionsabscheidekurve bezeichnet man die Darstellung des Fraktionsabscheidegrads in Abhängigkeit vom Partikeldurchmesser.

Literatur: **DIN 98b**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Freier Anteil

siehe **Gleichgewichtsfaktor**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Freigrenzen

Freigrenzen sind Werte der **Aktivität** und **spezifischen Aktivität** einzelner **Radionuklide**, die in Anlage III der **StrlSchV** aufgeführt sind. Der Umgang mit **radioaktiven Stoffen**, deren Aktivität oder spezifische Aktivität die Werte der Freigrenzen überschreitet, bedarf der Genehmigung und unterliegt den Bestimmungen der **Überwachung** nach der StrlSchV.

Literatur: **STR 01**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Freisetzung von radioaktiven Stoffen

Die Freisetzung von **radioaktiven Stoffen** ist die Abgabe von radioaktiven Stoffen aus **Anlagen oder Einrichtungen** auf dafür nicht vorgesehenen Wegen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

G

Gammaquant

Das Gammaquant ist das Energiequant (**Photon**) der **Gammastrahlung**. Seine **Ruhemasse** hat den Wert Null.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gammastrahler

Ein Gammastrahler ist ein **Radionuklid** oder ein **radioaktiver Stoff**, von dem als Folge von radioaktiven Umwandlungen der Atomkerne oder von Elementarteilchenprozessen **Gammastrahlung** ausgesandt wird.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gammastrahlung

Die Gammastrahlung ist eine hochenergetische, kurzwellige elektromagnetische Strahlung, die von angeregten Atomkernen ausgesandt wird, wenn sie in einen Zustand geringerer Energie übergehen, oder die bei Elementarteilchenprozessen entsteht. Die Energien der Gammastrahlung der in **Umweltmedien** vorkommenden **natürlichen** und **künstlichen Radionuklide** liegen gewöhnlich zwischen 0,01 MeV und 10 MeV. Im Allgemeinen sind **Alpha-** und **Betazerfälle**, aber immer Kernspaltungsvorgänge, von Gammastrahlung begleitet.

Das Spektrum der Gammastrahlung angeregter Atomkerne ist ein diskretes Linienspektrum mit Photonenenergien, die für den betreffenden Atomkern charakteristisch sind. Die Gammastrahlung ist in erster Linie eine **indirekt ionisierende Strahlung**.

Nach einer Kernumwandlung befindet sich der verbleibende Atomkern meistens in einem angeregten (höherenergetischen) Zustand. Bei dem dann folgenden Übergang in den **Grundzustand** können ein **Gammaquant** oder bei Kaskadenübergängen auch mehrere Gammaquanten emittiert werden, weshalb dieser Vorgang auch als „Gammazerfall“ bezeichnet wird.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gammastrahlung

Unter Gammastrahlung versteht man die **äußere Strahlenexposition** durch **Gammastrahlung** von **radioaktiven Stoffen** in der Luft.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gammazerfall

siehe **Gammastrahlung**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gebäudeeinfluss

Luftströmungen um ein Gebäude sind in der Regel äußerst komplex und werden durch das Bauwerk selbst, aber auch durch die Bebauung in der Umgebung bestimmt. Werden luftfremde Stoffe in dieses Strömungsfeld emittiert, ergibt sich eine rechnerisch nur schwer abschätzbare Verteilung der **Konzentrationen** dieser Stoffe.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gehalt, physikalisch-chemisch

Gehalt ist ein Oberbegriff für den materiellen Anteil eines Stoffes an einem Gemisch, bezogen auf Masse, Volumen oder Stoffmenge.

Werden **Mengen** mit derselben Einheit aufeinander bezogen, spricht man von Mengenanteil; die Dimension des Mengenanteils ist 1. Beispiele von Mengenanteil sind Stoffmengenanteil (mol/mol), Massenmengenanteil (kg/kg) und Volumenmengenanteil (m^3/m^3).

Werden Mengen auf die Masse bezogen, heißt die resultierende **Größe** spezifische Größe, bei Bezug auf das Volumen lautet die Bezeichnung Konzentration oder Dichte. Beispiele sind Massenkonzentration (kg/m^3), Stoffmengenkonzentration (**Molarität**) (mol/l) oder spezifische Stoffmenge (**Molalität**) (mol/kg).

In Anlehnung an diese Bezeichnungen in der physikalischen Chemie wird des Öfteren auch die **bezogene Aktivität** als Gehalt bezeichnet.

Literatur: [IUP 93](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Geiger-Müller-Zählrohr

siehe **Zählrohr**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Geigerzähler

siehe **Zählrohr**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Genehmigungswert

Ein Genehmigungswert ist ein von der zuständigen Landesbehörde im Genehmigungsbescheid festgelegter zulässiger Wert der Aktivitätsableitung, z. B. mit der **Fortluft** oder dem **Abwasser** aus **kerntechnischen Anlagen**.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamtaktivität

Die Gesamtaktivität ist die Summe der **Aktivitäten** der einzelnen **Radionuklide** eines **Radionuklidgemisches**, das z. B. in einem **Messpräparat** oder einer **Probe** enthalten ist. Die Gesamtaktivität ist im Allgemeinen nicht identisch mit der **Gesamt-Alpha-Aktivität**, der **Gesamt-Beta-Aktivität** oder der **Gesamt-Gamma-Aktivität**.

ANMERKUNG:

Zur Angabe der Gesamtaktivität ist auch die Angabe des Bezugszeitpunkts, auf den sich die Gesamtaktivität bezieht, erforderlich.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamt-Alpha-Aktivität

Die Gesamt-Alpha-Aktivität ist die aus der **integralen Messung** von **Alphastrahlung** ermittelte **Aktivität** eines **radioaktiven Stoffes**, die auf ein für das **Kalibrieren** der Messeinrichtung verwendetes Referenznuklid, z. B. Am-241, Pu-238 oder Uran in der natürlichen Isotopenzusammensetzung, bezogen wird. Die Gesamt-Alpha-Aktivität stimmt im Allgemeinen nicht mit der **Gesamtaktivität** der alphastrahlenden **Radionuklide** eines **Radionuklidgemisches** überein.

ANMERKUNG:

In speziellen Fällen, wie z. B. bei der Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität von **Aerosolpartikeln** der Luft, die auf einem **Filter** abgeschieden wurden, unmittelbar nach dem Ende des Abscheidevorganges (Probenentnahme bei Luftuntersuchungen) tragen auch die kurzlebigen Radonfolgeprodukte Po-218 und Po-214 zur Gesamt-Alpha-Aktivität bei. Dabei ist zu beachten, dass sich die Gesamt-Alpha-Aktivität so lange ändert, bis die kurzlebigen Radonfolgeprodukte fast vollständig zerfallen sind.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamt-Beta-Aktivität

Die Gesamt-Beta-Aktivität ist die aus der [integralen Messung](#) von [Betastrahlung](#) ermittelte [Aktivität](#) eines [radioaktiven Stoffes](#), die auf ein für das [Kalibrieren](#) der Messeinrichtung verwendetes Referenznuklid, z. B. Sr-90/Y-90 oder K-40, bezogen wird. Die Gesamt-Beta-Aktivität stimmt im Allgemeinen nicht mit der [Gesamtaktivität](#) der betastrahlenden [Radionuklide](#) eines [Radionuklidgemisches](#) überein.

ANMERKUNG:

In speziellen Fällen, wie z. B. bei der Messung der Gesamt-Beta-Aktivität von [Aerosolpartikeln](#) der Luft, die auf einem [Filter](#) abgeschieden wurden, unmittelbar nach dem Ende des Abscheidevorganges (Probeentnahme bei Luftuntersuchungen) tragen auch die kurzlebigen Radonfolgeprodukte Pb-214 und Bi-214 zur Gesamt-Beta-Aktivität bei. Dabei ist zu beachten, dass sich die Gesamt-Beta-Aktivität so lange ändert, bis die kurzlebigen Radonfolgeprodukte fast vollständig zerfallen sind.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamt-Gamma-Aktivität

Die Gesamt-Gamma-Aktivität ist die aus der [integralen Messung](#) von [Gammastrahlung](#) ermittelte [Aktivität](#) eines [radioaktiven Stoffes](#), die auf ein für das [Kalibrieren](#) der Messeinrichtung verwendetes Referenznuklid, z. B. Cs-137 oder Co-60, bezogen wird. Die Gesamt-Gamma-Aktivität stimmt im Allgemeinen nicht mit der [Gesamtaktivität](#) der gammastrahlenden [Radionuklide](#) eines [Radionuklidgemisches](#) überein.

ANMERKUNG:

Bei der Durchführung der integralen Gammamessung ist der zu erfassende Energiebereich festzulegen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamtnahrung

Die Gesamtnahrung umfasst die Gesamtheit der Nahrungsmittel, die ein Mensch zu sich nimmt. Aufgrund regionaler Unterschiede in den Verzehrgewohnheiten und infolge des Handels mit Nahrungsmitteln kann die Zusammensetzung stark variieren. Trotzdem stellen die [spezifischen Aktivitäten](#) der [radioaktiven Stoffe](#) in der Gesamtnahrung einen geeigneten Indikator für die [interne Strahlenexposition](#) der Bevölkerung dar. Ihre [Überwachung](#) ist Bestandteil des Routine- und Intensivmessprogramms nach der [AVV-IMIS](#). Um einen repräsentativen Wert für das durchschnittliche Aktivitätsniveau der Gesamtnahrung zu gewinnen, werden vollständige Mahlzeiten von Großküchen probiert.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamtschwächungskoeffizient (für Photonenstrahlung)

siehe [Schwächungskoeffizient, linear](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gesamtverlustfaktor

Der Gesamtverlustfaktor für [Aktivität](#) ist das Verhältnis der tatsächlichen Aktivitätsableitung eines [Radionuklids](#), bzw. einer Radionuklidgruppe mit der [Fortluft](#) zur der aus [Messungen](#) bestimmten Aktivitätsableitung.

Einflüsse auf den Gesamtverlustfaktor haben:

- Inhomogene Verteilung von [Aktivitätskonzentration](#) und Strömungsgeschwindigkeit im Fortluftkanal;

- anisokinetische [Probeentnahme](#) aus der Fortluft und der primären Probeentnahmeleitung;
- Verluste an Aktivität infolge von Abscheidung von [Aerosolpartikeln](#) oder Dämpfen an den Wänden der Probeentnahmeleitungen;
- Verluste an Aktivität infolge von Abscheidung von [Aerosolpartikeln](#) oder Dämpfen an den Wänden der Sammeleinrichtungen.

Literatur: [DIN 99c, KTA 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gewebewichtungsfaktor

Der Gewebewichtungsfaktor w_T dient zur Ermittlung der [effektiven Dosis](#) entsprechend den relativen Beiträgen der einzelnen Gewebe und Organe zu den stochastischen Strahlenwirkungen. Damit ist der Gewebewichtungsfaktor ein relatives Maß (Wahrscheinlichkeit) für das Strahlenrisiko einzelner Organe, verglichen mit dem stochastischen Strahlenrisiko des Gesamtorganismus. Die Zahlenwerte von w_T gelten sowohl für Beschäftigte als auch für die Bevölkerung und sind Mittelwerte über alle Altersklassen und beide Geschlechter. Es gilt $\sum w_T = 1$.

Gewebewichtungsfaktoren nach [StrlSchV](#)

Gewebe oder Organ	Gewebewichtungsfaktor w_T
Keimdrüsen	0,20
Knochenmark (rot)	0,12
Dickdarm	0,12
Lunge	0,12
Magen	0,12
Blase	0,05
Brust	0,05
Leber	0,05
Speiseröhre	0,05
Schilddrüse	0,05
Haut	0,01
Knochenoberfläche	0,01
Andere Gewebe und Organe	0,05

Literatur: [DIN 01a, STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gitterionisationskammer

siehe [Ionisationskammer](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gleichgewicht, radioaktives

siehe [radioaktives Gleichgewicht](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gleichgewichtsfaktor

Für Radon in der Luft liegt ein [radioaktives Gleichgewicht](#) zwischen den [kurzlebigen Folgeprodukten](#) des Radons und dem Radon selbst vor, wenn die [Aktivitätskonzentrationen](#) dieser [Radionuklide](#) gleich sind. In der Praxis ist aufgrund von Luftbewegung oder Anlagerung der Folgeprodukte an [Schwebstoffe](#) und deren Ablagerung die Aktivitätskonzentration der Folgeprodukte im Allgemeinen geringer als die des Radons. Die Abweichung vom radioaktiven Gleichgewicht wird durch den Gleichgewichtsfaktor beschrieben, eine Zahl kleiner 1. Im Mittel kann für In-

nenräume und Arbeitsplätze ein Gleichgewichtsfaktor von 0,4 und für die Außenluft von 0,6 angenommen werden. Der Hauptteil der kurzlebigen Radonfolgeprodukte ist in der Luft an [Aerosolpartikeln](#) mit Durchmessern von etwa 0,01 µm bis 5 µm angelagert; er wird auch als „Aerosolanteil“ bezeichnet. Als „Unangelagerten Anteil“ oder „Freien Anteil“ bezeichnet man den Anteil, der nicht an Aerosolpartikeln angelagert ist, sondern an Molekülverbände (Spurengase, Wasserdampf) mit Durchmessern von kleiner als 5 nm. Diese Unterscheidung ist für die Beurteilung der [Strahlenexposition](#) durch die kurzlebigen Folgeprodukte des Radons von Bedeutung.

Literatur: [RÜH 04](#), [ZOC 96](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Gray

Das Gray ist der SI-Einheitenname der [Energiedosis](#). Das Einheitenzeichen ist Gy.

Definition:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Die alte Einheit der Energiedosis ist das [Rad](#) (rd). Für den Zusammenhang zwischen den Einheiten gilt:

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rd}$$

Ebenso gilt für die Energiedosisleistung:

$$1 \text{ Gy} \cdot \text{s}^{-1} = 100 \text{ rd} \cdot \text{s}^{-1}$$

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Grenzwert

Auf dem Gebiet des Rechts ist ein Grenzwert ein Wert, der nicht überschritten werden darf. Nach der [StrlSchV](#) ist die Nichteinhaltung, d. h. die Überschreitung der durch Gesetz oder Rechtsverordnung festgesetzten Grenzwerte, eine rechtswidrige Handlung, die aufsichtsrechtliche Maßnahmen nach sich zieht. Prinzipiell ist auch auf dem Gebiet von Regeln und Richtlinien ein Grenzwert ein Wert, der nicht überschritten werden darf. Jedoch wird bei technischen Regeln, z. B. Regeln des [Kerntechnischen Ausschusses](#), der Grenzwert auch als ein Schwellenwert, bei dem eine spezifische Maßnahme ergriffen werden muss, verstanden.

Literatur: [DIN 94a](#), [STR 01](#), [NEU 03](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Grenzwerte, abgeleitete für die Aktivitätskonzentration

Abgeleitete Grenzwerte für die [Aktivitätskonzentration](#) einzelner [Radionuklide](#) werden aus den Grenzwerten für die [effektive Dosis](#) und [Organdosen](#) unter Verwendung der in Anlage VII der [StrlSchV](#) genannten Expositionsprofile und Lebensgewohnheiten hergeleitet (Tabellen 4 und 6 der Anlage VII zur [StrlSchV](#)).

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Größe

Eine Größe ist ein Merkmal eines Phänomens, eines Körpers oder einer Substanz, das quantifiziert werden kann, d. h. dem Werte zugeordnet werden können. Größen sind die Größen des Internationalen Einheitensystems ([SI-Einheiten](#)), wie z. B. Länge, Zeit und Masse. Im Rahmen der [Messanleitungen](#) häufig verwendete Größen sind beispielsweise [Aktivität](#), [spezifische Aktivität](#), [Aktivitätskonzentration](#), [Strahlungsenergie](#) und [Energiedosis](#). Die [Radioaktivität](#) ist keine Größe oder [Messgröße](#).

Literatur: [DIN 98a](#), [ISO 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Größe, messbare

Eine Größe bezeichnet eine Eigenschaft eines Phänomens, eines Körpers oder einer Substanz, die qualitativ beschrieben und quantitativ ermittelt werden kann.

ANMERKUNG:

Die Benennung „Größe“ kann sich auf eine Größe im allgemeinen Sinn, z. B. Länge, Zeit, Masse, oder auf eine spezielle Größe beziehen, z. B. Länge eines gegebenen Stabes, Stoffmengenkonzentration einer Weinprobe.

Literatur: [DIN 99b](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Größenwert

Der Größenwert ist das Produkt aus einem Zahlenwert und der der [Größe](#) zugeordneten Einheit.

Literatur: [DIN 98a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Grundzustand

Der Grundzustand eines Atoms oder Atomkerns bezeichnet den Zustand mit der kleinsten möglichen Energie. In diesem Zustand ist das Atom oder der Atomkern stabil.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

H

Halbleiterdetektor

Ein Halbleiterdetektor ist ein Detektor zum Nachweis der [Intensität](#) und der Energie von [ionisierender Strahlung](#), der ähnlich wie eine [Ionisationskammer](#) aufgebaut ist, wobei anstelle des Gases ein Halbleitermaterial, z. B. Ge, Si oder CdTe, verwendet wird. Im Halbleitermaterial werden durch ionisierende Strahlung Elektron-Lochpaare gebildet. Die Ladungsträger werden im elektrischen Feld getrennt und die Ladungen an die Elektroden übertragen. Aus den dadurch entstehenden elektrischen Impulsen wird in der Messeinrichtung mittels eines [Impulshöhenanalysators](#) ein Impulshöhenspektrum erzeugt. Aus diesem Impulshöhenspektrum kann die Energieverteilung der Strahlung abgeleitet werden. Halbleiterdetektoren weisen eine gute Energieauflösung von etwa 10 keV für die Halbwertsbreite einer Linie bei der Alphaspektrometrie und weniger als 2 keV für die Halbwertsbreite einer Linie bei der Gammaskpektrometrie sowie ein wesentlich höheres Ansprechvermögen als Gasdetektoren auf.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Halbwertdicke

Die Halbwertdicke oder Halbwertschicht ist die Schichtdicke eines Materials, das die Intensität einer [Strahlung](#) durch [Absorption](#) und Streuung um die Hälfte herabsetzt. Für [Photonen](#) von 1 MeV beträgt der Wert der Halbwertdicke in Wasser 10 cm und in Blei 0,9 cm.

Wird die Strahlungsintensität auf ein Zehntel verringert, spricht man auch von der Zehntelwertdicke oder Zehntelwertschicht. Ihr Wert beträgt für 1 MeV-Photonen in Wasser 33 cm und in Blei 3,0 cm.

Zwischen dem [linearen Schwächungskoeffizienten](#) μ_S eines Materials und der Halbwertdicke $d_{1/2}$ besteht der Zusammenhang:

$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu_S}$$

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Halbwertszeit, biologische

Die biologische Halbwertszeit $t_{\text{biol.}}$ ist die Zeit, in der ein biologisches System, z. B. ein Mensch, die Hälfte einer auf natürlichem Weg aufgenommenen Menge eines [radioaktiven Stoffes](#) in Abhängigkeit von dessen chemischer Beschaffenheit aus dem Körper oder einem speziellen Organ wieder ausscheidet. Die biologische Halbwertszeit beträgt z. B. bei der Aufnahme von tritiiertem Wasser beim Erwachsenen 10 Tage.

Literatur: [KOE 07](#), [PSC 87](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Halbwertszeit, effektive

Die effektive Halbwertszeit t_{eff} ist die Zeit, in der in einem biologischen System die Menge eines [radioaktiven Stoffes](#) auf die Hälfte abnimmt und zwar infolge [radioaktiven Zerfalls](#) und Ausscheidung. Sie wird aus der [physikalischen](#) und [biologischen Halbwertszeit](#) nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_{\text{eff}} = \left[\frac{1}{t_r} + \frac{1}{t_{\text{biol.}}} \right]^{-1}$$

Die effektive Halbwertszeit beträgt z. B. bei der Aufnahme von Cs-137 mit der Nahrung bei einem Erwachsenen 109 Tage (siehe [Zerfallskonstante](#), [effektive](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Halbwertszeit, physikalische

Die Halbwertszeit t_r eines [Radionuklids](#) r ist diejenige Zeitspanne, in der dessen [Aktivität](#) auf die Hälfte abnimmt.

$$t_r = \frac{\ln 2}{\lambda_r}$$

Dabei ist λ_r die [Zerfallskonstante](#) des Radionuklids r . Nach Ablauf von drei Halbwertszeiten sind noch ca. 10 %, nach sieben Halbwertszeiten noch ca. 1 % und nach zehn Halbwertszeiten noch ca. 0,1 % einer Ausgangsaktivität vorhanden.

Die Halbwertszeiten von Radionukliden reichen von weniger als 10^{-12} s bis zu mehr als 10^{12} a.

Literatur: [DIN 06](#), [SCH 00](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Höhenstrahlung

siehe [Strahlung, kosmische](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

I

ICRP

Die Abkürzung ICRP bedeutet **I**nternational **C**ommission on **R**adiological **P**rotection. Die internationale Strahlenschutzkommission ging aus dem im Jahr 1928 anlässlich des 2. Internationalen Röntgenkongresses gegründeten „Internationalen Röntgenstrahlungs- und Radium-Schutzkomitee“ hervor und existiert seit 1950 in ihrer jetzigen Struktur. Der ICRP gehören Wissenschaftler aus zahlreichen Ländern an, die zu allen wichtigen Fragen des Strahlenschutzes auf den verschiedensten Gebieten grundsätzliche Empfehlungen erarbeiten, die in nahezu allen Ländern Grundlagen gesetzlicher Regelungen, Normen und Richtlinien im Strahlenschutz geworden sind.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

ICRU

Die Abkürzung ICRU bedeutet **I**nternational **C**ommission on **R**adiation **U**nits and **M**easurements.

Aufgabe der ICRU ist die Festlegung von [Größen](#) und Einheiten sowie von Methoden zur [Messung](#) dieser Größen und die Zusammenstellung physikalischer Daten.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

IMIS

Das Integrierte Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS) dient zur Erfassung von [Aktivitätskonzentrationen](#) und [spezifischer Aktivitäten radioaktiver Stoffe](#) in der Umwelt und der [Dosis](#) bzw. Dosisleistung infolge externer [Strahlung](#). Es umfasst Messeinrichtungen bei Bund und Ländern. Zu IMIS gehört darüber hinaus ein rechnergestütztes Kommunikationssystem zur Übermittlung und Aufarbeitung der erfassten Daten. In Messprogrammen für den „Normalbetrieb“ (Routine-Messprogramm) und „Intensivbetrieb“ (Intensiv-Messprogramm) sind die Überwachungsaufgaben für Bund und Länder in den einzelnen Umweltbereichen detailliert festgelegt. Rechtsgrundlage für das IMIS ist das [Strahlenschutzvorsorgegesetz](#) (StrVG) vom 19.12.1986.

Literatur: [AVV 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Immission

Unter Immission versteht man die Einwirkung von Umwelteinflüssen, z. B. [ionisierende Strahlung](#), auf Menschen, Tiere und Pflanzen, aber auch auf unbelebte Materie wie Gebäude, Boden oder Wasser.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Impaktion, Aerosolpartikeln

Impaktion ist ein Abscheidemechanismus von [Aerosolpartikeln](#) in Leitungen oder [Schwebstofffiltern](#). Infolge ihrer Massenträgheit können insbesondere größere Aerosolpartikeln mit einem [aerodynamischen Durchmesser \(AED\)](#) von einigen µm den Stromlinien bei Richtungsänderung der Luftströmung nicht folgen und bewegen sich auf die Wandungen der Leitungen oder bei Schwebstofffiltern auf die Fasern oder Kanalwandungen zu und können dort abgeschieden werden.

Literatur: [BSL 91](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Impuls, elektrischer

Ein elektrischer Impuls ist eine zeitlich begrenzte Änderung der Höhe einer Spannung oder eines Stromes.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Impulsrate

Die Impulsrate ist die Anzahl der Impulse pro Zeiteinheit (siehe [Zählrate](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Impulshöhenanalysator

Ein Impulshöhenanalysator ist ein elektronisches Gerät, in dem [elektrische Impulse](#) entsprechend ihrer Höhe oder bisweilen ihrer Dauer einzelnen Spannungsbereichen (Kanälen) linear zugeordnet und gezählt werden. Die Darstellung der Häufigkeit von Impulsen in diesen Kanälen wird Impulshöhenspektrum genannt.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ingestion

Unter Ingestion versteht man die Aufnahme von Stoffen in den Verdauungstrakt mit dem Trinkwasser und der Nahrung (siehe [Inkorporation](#)).

Literatur: [PSC 87](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ingestionsdosis

Als Ingestionsdosis bezeichnet man die [Organdosis](#) oder [effektive Dosis](#) infolge der Aufnahme [radioaktiver Stoffe](#) mit der Nahrung und dem Trinkwasser ([Ingestion](#)); siehe [Inkorporation](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Inhalation

Unter Inhalation versteht man die Aufnahme von Gasen, Dämpfen oder [Schwebstoffen](#) in den Respirationstrakt (siehe [Inkorporation](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Inhalationsdosis

Als Inhalationsdosis bezeichnet man die [Organdosis](#) oder [effektive Dosis](#) infolge der Aufnahme [radioaktiver Stoffe](#) mit der Atemluft ([Inhalation](#)); siehe [Inkorporation](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Inkorporation

Als Inkorporation bezeichnet man die Aufnahme eines Stoffes in den Organismus.

Die Inkorporation von [Radionukliden](#) kann über Atmungsorgane ([Inhalation](#)), den Magen-Darm-Trakt ([Ingestion](#)) und die Haut (perkutane Resorption) erfolgen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Intensität

Unter Intensität wird hier bei [Photonenstrahlung](#) die [Strahlungsenergieflussdichte](#) und bei Korpuskularstrahlung die [Teilchenflussdichte](#) verstanden.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Intensiv-Messprogramm

siehe [IMIS](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Interne Strahlenexposition

siehe [Strahlenexposition, innere bzw. interne](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Iodfilter

Ein Iodfilter ist ein [Filter](#) zur Abtrennung von Iodverbindungen aus der Luft. Als Iodfilter finden z. B. Absorber aus silbernitratimprägniertem Silikagelträger oder [Molekularsiebe](#) Anwendung.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ion(en)

Ionen sind positive oder negativ geladene Atome (Atomionen) oder Atomgruppen (Molekülionen).

Literatur: [BSL 91](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionendosis/Ionendosisleistung

Die Ionendosis ist eine früher in der [Dosimetrie](#) benutzte [Messgröße](#), die auf der [Ionisation](#) von Luft durch [ionisierende Strahlung](#) beruht. Die Ionendosis ist der Quotient aus der erzeugten elektrischen Ladung der [Ionen](#) eines Vorzeichens, die in Luft durch [ionisierende Strahlung](#) gebildet werden, und der Masse der Luft in dem betrachteten Volumen, in welchem die erzeugte elektrische Ladung gemessen wird.

$$I = \frac{dQ}{dm} = \frac{1}{\rho_L} \cdot \frac{dQ}{dV}$$

Die Ionendosisleistung ist der Quotient der in einer Zeitspanne erzeugten Ionendosis und dieser Zeitspanne.

$$\dot{I} = \frac{dI}{dt}$$

In den Gleichungen bedeuten:

I Ionendosis in $C \cdot kg^{-1}$;

dQ der Betrag der durch ionisierende Strahlung in einem Volumenelement dV erzeugten elektrischen Ladung der Ionen eines Vorzeichens in C;

dV Volumenelement in m^3 ;

dm_L Masse der Luft in diesem Volumenelement dV in kg;

ρ Dichte der Luft in $kg \cdot m^{-3}$;

$\dot{I}$ Ionendosisleistung in $A \cdot kg^{-1}$.

Die Einheit der Ionendosis ist das Coulomb durch Kilogramm ($C \cdot kg^{-1}$).

Der Zusammenhang mit der alten Einheit [Röntgen](#) (R) lautet:

$$1 R = 2,58 \cdot 10^{-4} C \cdot kg^{-1} \quad \text{bzw.} \quad 1 C \cdot kg^{-1} = 3876 R$$

Die Einheit der Ionendosisleistung ist das Ampere durch Kilogramm ($A \cdot kg^{-1}$), die alte Einheit ist $R \cdot s^{-1}$.

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionisation

Die Ionisation ist die Aufnahme oder Abgabe von [Elektronen](#) durch Atome oder [Moleküle](#), die dadurch in [Ionen](#) umgewandelt werden. Die zur Entfernung eines Elektrons erforderliche Energie muss größer als seine [Ionisierungsenergie](#) sein.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionisationskammer

Eine Ionisationskammer ist ein Gerät zur [Messung](#) der [Ionendosisleistung](#) und zum Nachweis von [Strahlung](#). Sie besteht aus zwei Elektroden, einer positiven Anode und einer negativen Kathode, an denen elektrische Spannung anliegt, und einem Gas im dadurch begrenzten Volumen. Die ionisierende Strahlung erzeugt im Gas Ladungsträger, die ihre Ladungen auf die Elektroden übertragen und dadurch einen elektrischen Strom oder [Impuls](#) erzeugen. Für die Messung der Ionendosisleistung wird im Allgemeinen der Strom gemessen; die Zählung der Impulse dient der Bestimmung der [Teilchenflussdichte](#).

Eine Ionisationskammer ist im Allgemeinen nicht für die Bestimmung der Energieverteilung der Strahlung geeignet. Eine Ausnahme ist die Gitterionisationskammer (GIK), bei der zwischen Kathode und Anode ein zusätzliches Gitter, an dem eine feste Spannung anliegt, angebracht ist. Die Gitterionisationskammer wird unter anderem für die Alphaspektrometrie von großflächigen [Messpräparaten](#) eingesetzt; die Energieauflösung hierbei beträgt etwa 50 keV für die Halbwertsbreite einer Linie.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionisierungsdichte

Die Ionisierungsdichte Q^* ist der Quotient aus der in einem Volumenelement durch Bestrahlung entstehenden Ladung eines Vorzeichens und dem bestrahlten Volumen:

$$Q^* = \frac{dQ}{dV}$$

Die Ionisierungsdichte hängt von der Energie des Teilchens, seiner Ladung, den Absorbereigenschaften und der [Teilchenfluenz](#) ab. Nach dem Zahlenwert der Ionisierungsdichte unterscheidet man [locker](#) und [dicht ionisierende Strahlungsarten](#).

Literatur: [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionisierungsenergie

Die Ionisierungsenergie eines Atoms oder [Moleküls](#) ist die Energie, die benötigt wird, um ein [Elektron](#) vollständig aus dem Atom oder Molekül zu entfernen ([Ionisation](#)). Sie hat für die einzelnen Elemente in Abhängigkeit von der Elektronenkonfiguration (K-, L-, M-Schale) charakteristische Werte; z. B. beträgt die Ionisierungsenergie des Elektrons in der K-Schale des Wasserstoffatoms 13,6 eV.

Für den Begriff Ionisierungsenergie wird auch die Bezeichnung Bindungsenergie der Elektronen verwendet.

Literatur: [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionisierungskonstante

Die Ionisierungskonstante ist eine [Größe](#), die den mittleren Energieaufwand zur Bildung eines Ionenpaares bezogen auf die [Elementarladung](#) in einem Gas angibt. Sie wird in Volt (V) angegeben. Dieser Energieaufwand ist stets größer als die [Ionisierungsenergie](#) für äußere Elektronen, da ein Teil der Energie (etwa die Hälfte) zur Anregung der Gasmoleküle verbraucht wird. Typische Ionisierungskonstanten sind z. B. 34,6 V für Stickstoff (N_2), 30,8 V für Sauerstoff (O_2) und 34 V für Luft.

Literatur: [KRI 04](#), [JAE 74](#), [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ionisierungsvermögen

Als Ionisierungsvermögen J bezeichnet man die Anzahl der durch ein geladenes Teilchen einer bestimmten Energie bei der Wechselwirkung mit Materie erzeugten Ionenpaare dQ pro Weglänge ds

$$J = \frac{dQ}{ds}$$

Die **SI-Einheit** des linearen Ionisierungsvermögens ist $C \cdot m^{-1}$. Es hängt von der Teilchenart, der Teilchengeschwindigkeit und der Dichte des Mediums ab.

Literatur: [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Isomer, kernphysikalisch

Isomere sind **Nuklide** mit gleicher **Massen-** und **Kernladungszahl**, die sich in unterschiedlichen energetischen Zuständen befinden. Die angeregten Zustände müssen dabei eine längere **mittlere Lebensdauer** besitzen; z. B. bei Ba-137m 2,55 min, bei Tc-99m 6,01 h, bei Ag-110m 250 d.

Literatur: [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Isotop

Isotope sind **Nuklide** mit derselben Protonenzahl Z , aber unterschiedlicher Neutronenzahl und damit unterschiedlicher **Massenzahl**.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Isotopenanreicherung

siehe [Anreicherung](#), [Isotopenanreicherung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Isotopenaustausch

Mit Isotopenaustausch bezeichnet man Transportvorgänge von **Isotopen** eines Elementes, die zu Änderungen der Isotopenzusammensetzung in einem Stoff führen.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

J

Justieren

Justieren (englisch: „adjustment“) ist das Einstellen (Abgleichen) einer Messeinrichtung derart, dass die Abweichung des von der Messeinrichtung angezeigten **Wertes** einer **Größe** vom Wert der Größe, z. B. bei einem **Kalibrier-** oder Prüfpräparat, möglichst klein ist.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

K

K-Einfang

siehe [Elektroneneinfang](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kalibrieren

Kalibrieren (arabisch: „kalib“ Schuhleisten) ist in der ursprünglichen Bedeutung die Feststellung von Abweichungen des angezeigten Messwertes einer Messeinrichtung, die für die [Messung](#) vorbereitet ist, von dem als richtig geltenden [Wert](#) einer speziellen [Größe](#) (DIN 95).

In den [Messanleitungen](#) ist in Übereinstimmung mit der Definition der ISO VIM (ISO 07) das Kalibrieren einer Messeinrichtung die Ermittlung des reproduzierbaren funktionellen Zusammenhangs zwischen zwei speziellen Größen (z. B. Anzeige der Messeinrichtung und Wert einer Größe des [Messpräparates](#)) (siehe [Kalibrierfaktor](#), [Kalibrierfunktion](#)).

Literatur: [DIN 95](#), [KTA 07](#), [ISO 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kalibrierfaktor

Entsprechend der Definition des [Kalibrierens](#) nach DIN 1319 (DIN 95) ist der Kalibrierfaktor der Quotient des vorgegebenen [Wertes](#) einer [Größe](#) und des von der Messeinrichtung angezeigten Wertes einer Größe unter Bezugsbedingungen, z. B. beim Kalibrieren mit einem [Kalibrierpräparat](#); sein Wert sollte idealerweise eins sein.

In den [Messanleitungen](#) ist der Kalibrierfaktor im Allgemeinen bei proportionalen Zusammenhängen das Verhältnis des Wertes der betrachteten Größe (z. B. [Aktivität](#)) und des Messwertes der direkten [Messung](#) (z. B. [Nettozählrate](#)).

Der in den Messanleitungen verwendete aktivitätsbezogene Kalibrierfaktor ist das Verhältnis von Aktivität zu der mit einer Messeinrichtung bestimmten Nettozählrate:

$$\varphi_A = \frac{A}{R_n}$$

In der Gleichung bedeuten:

A Aktivität des [Radionuklids](#) in Bq;

R_n Nettozählrate in s^{-1} ;

φ_A aktivitätsbezogener Kalibrierfaktor in Bq·s.

Der in den Messanleitungen verwendete verfahrensbezogene Kalibrierfaktor ist das Verhältnis der [bezo-genen Aktivität](#) zu der mit einer Messeinrichtung bestimmten Nettozählrate.

Literatur: [DIN 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kalibrierfunktion

Die Kalibrierfunktion ist ein funktionaler Zusammenhang zweier spezieller [Größen](#), von denen eine abhängig und die andere unabhängig ist. Zu ihrer Bestimmung werden Werte der abhängigen Größe zu mehreren Werten der unabhängigen Größe, vorgegeben durch im Allgemeinen auf [Normale](#) zurückzuführende Standards, gemessen. In bestimmten Fällen wird die Umkehrfunktion, auch Analysenfunktion genannt, der zunächst bestimmten Funktion als Kalibrierfunktion verwendet.

Beispiele:

- Energiekalibrierung (Umkehrfunktion): Energie (in keV) abhängig von Impulshöhe (in Volt) bzw. Kanalnummer;

- Bestimmung des aktivitätsbezogenen Kalibrierfaktors $\varphi_A(E_i)$: Verhältnis von Aktivität A (in Bq) und Nettozählrate R_n (in s^{-1}) in einer Linie, die der Energie E_i entspricht, abhängig von der Energie E_i (in keV);
- Bestimmung des verfahrensbezogenen Kalibrierfaktors $\varphi(m)$: Verhältnis von Aktivität A (in Bq), und Nettozählrate R_n (in s^{-1}), abhängig von der Massenflächenbelegung m des [Messpräparats](#) (in $cm^2 \cdot g^{-1}$).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kalibrierpräparat

Kalibrierpräparate bei Kernstrahlungsmessungen dienen zum [Kalibrieren](#) von Messeinrichtungen und enthalten bekannte, meist auf Primärnormale rückführbare, [Aktivitäten](#) der zu messenden [Radionuklide](#). Ein Kalibrierpräparat sollte von derselben Beschaffenheit wie das [Messpräparat](#) sein sowie dieselben Abmessungen aufweisen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kaminfortluft

Die Kaminfortluft ist die aus einem Kamin ins Freie abgeleitete [Abluft](#).

Literatur: [KTA 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kerma/Kermaleistung

Die Kerma K (**K**inetic **e**nergy **r**elased per unit **m**ass) ist der Quotient dE_{kin} durch dm , wobei dE_{kin} die Summe der Anfangswerte der kinetischen [Energien](#) aller geladenen Teilchen (Sekundärteilchen), die von [indirekt ionisierender Strahlung](#) aus dem Material in einem Volumenelement dV freigesetzt werden, und $dm = \rho \cdot dV$ die Masse des Materials mit der Dichte ρ in diesem Volumenelement:

$$K = \frac{dE_{\text{kin}}}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE_{\text{kin}}}{dV}$$

Die Einheit der Kerma ist [Gray](#) (Gy).

Die Angabe der Kerma erfordert die Nennung des Bezugsmaterials, z. B. Luftkerma (siehe [Ionendosis](#)), Wasserkerma.

Die Kermaleistung $\dot{K}$ ist der Quotient dK durch dt , wobei dK die Kerma ist, die in der Zeit dt erzeugt wird:

$$\dot{K} = \frac{dK}{dt}$$

Die Einheit der Kermaleistung ist Gray durch Sekunde ($Gy \cdot s^{-1}$).

ANMERKUNG:

Für [Photonenstrahlung](#) ist die gemessene Luftkerma gleich der [Energiedosis](#) in Luft.

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kernladungszahl

siehe [Ordnungszahl](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kernphotoeffekt

Als Kernphotoeffekt wird der Vorgang bezeichnet, bei dem bei Photonenenergien oberhalb 6 MeV ein [Photon](#) vom Atomkern absorbiert wird und dabei entweder [Neutronen](#), (γ, n) - und $(\gamma, 2n)$ -Reaktionen, oder [Protonen](#), (γ, p) -Reaktion, aus dem Atomkern

emittiert werden. Die dabei gebildeten Kerne sind radioaktiv oder stabil.

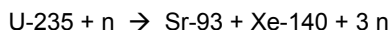
Literatur: [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kernspaltung

Als Kernspaltung bezeichnet man die Spaltung eines (schweren) Atomkerns im Allgemeinen in zwei Teile. Die bei der Spaltung eines U-235-Kerns durch **Neutronen** entstehenden „Bruchstücke“ bezeichnet man als **Spaltprodukte** (auch Spaltfragmente), ebenso als **radioaktiven Zerfall** daraus entstehenden **Radionuklide**. Vorzugsweise werden bei der U-235-Kernspaltung Radionuklide mit den **Massenzahlen** von etwa 90 bis 100 und 130 bis 140 gebildet, entsprechend dem Beispiel:



Die bei der gesteuerten und geregelten Kernspaltung freiwerdende Energie wird in Kernreaktoren zur Stromerzeugung genutzt.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kerntechnische Anlage, Kerntechnische Einrichtung

Kerntechnische Anlagen sind ortsfeste Anlagen zur Erzeugung oder zur Bearbeitung oder Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen oder zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe, die einer Genehmigung nach § 7 **AtG** bedürfen (z. B. Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren, Brennelementfabriken). Zu einer Anlage gehören die Systeme mit Komponenten und deren Bauelementen, einschließlich der zu deren Aufnahme bestimmten Gebäude und Räume.

Kerntechnische Einrichtungen sind Gebäude, Gebäudeteile oder einzelne Räume, in denen nach den §§ 6 oder 9 **AtG** oder nach § 7 **StrlSchV** mit **radioaktiven Stoffen** umgegangen wird.

Vielfach wird die Formulierung Anlagen und Einrichtungen verwendet.

Literatur: [ATG 59](#), [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kernumwandlung

Als Kernumwandlung bezeichnet man die spontane oder durch äußere Einwirkungen ausgelöste Umwandlung von Atomkernen in Atomkerne anderer **Nuklide**. Dies kann auch in mehreren Stufen erfolgen, meist unter Abgabe energiereicher **Strahlung**. Bei diesen Vorgängen entstehen Nuklide, die gegenüber dem Ausgangsnuklid eine andere **Massen-** bzw. **Kernladungszahl** haben (Ausnahme: reine Gammaemission); d. h. es kann ein Element entstehen, das andere Eigenschaften als das Ausgangsnuklid aufweist.

Literatur: [DIN 06](#), [BSL 91](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Körperdosis

Die Körperdosis ist ein Sammelbegriff für **Organdosis** und **effektive Dosis**. Die gesetzlichen **Dosisgrenzwerte** für den Strahlenschutz beziehen sich in der Regel auf die Körperdosen. Sie sind keine **Messgrößen** und werden als Schutzgrößen bezeichnet.

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kollektivdosis

Die Kollektivdosis ist das Maß für die **Strahlenexposition** einer Bevölkerungsgruppe für einen anzugeben-

den Zeitraum. Sie ist definiert als Summe der Produkte aus der mittleren **effektiven Dosis** und der Anzahl der Personen in allen Untergruppen einer Bevölkerung.

$$S = \sum_j \bar{E}_j \cdot N_j$$

Dabei bedeuten:

- j Nummer der Untergruppe;
- S Kollektivdosis in Sv;
- $\bar{E}_j$ mittlere effektive Dosis pro Person in Sv;
- N_j Anzahl der Personen;

Die Einheit der Kollektivdosis ist das **Sievert** (Sv). Häufig wird als Einheit auch das zahlenwertgleiche Personen-Sievert verwendet. Zu Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der Kollektivdosis (insbesondere als Schadensmaß) wird auf die Empfehlung der **SSK** vom 8. November 1984 verwiesen. In rechtlichen Regelungen wird die Kollektivdosis nicht verwendet.

Literatur: [DIN 01b](#), [SSK 85](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kompartiment

Kompartimente sind Teile von Systemen bei deren vereinfachten Modellierung, die z. B. das Verhalten von **Radionukliden** in Ökosystemen beschreiben.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kontamination

Als Kontamination bezeichnet man eine Verunreinigung mit **radioaktiven Stoffen** (Arbeitsflächen, Geräte, Räume, Komponenten, Wasser, Luft, Boden, Bauschutt u. a.).

Unter Oberflächenkontamination versteht man eine Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen, die die nicht festhaftende, die festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene **Aktivität** umfasst. Die Einheit der Oberflächenkontamination ist die **flächenbezogene Aktivität** in $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}$.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Konversionselektron

Ein Konversionselektron ist ein **Elektron** aus einer inneren Schale der Atomhülle, das beim Übergang zwischen zwei Energiezuständen des Atomkerns an Stelle eines **Gammaquants** emittiert wird (innere Konversion). Im Gegensatz zur **Betastrahlung** besitzen Konversionselektronen ein diskretes Energiespektrum. **Gammastrahlung** und Konversionselektronen können bei ein und demselben Übergang konkurrierend miteinander auftreten.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Konzentration

Die Konzentration ist das Verhältnis der **Menge** eines Stoffes zu dem Volumen, in dem dieser Stoff enthalten (im Allgemeinen homogen verteilt) ist.

Unter der Stoffmengenkonzentration c_{mol} (siehe **SI-Einheiten**) versteht man das Verhältnis der Stoffmenge n und dem Volumen V , in dem dieser Stoff enthalten ist:

$$c_{\text{mol}} = \frac{n}{V}$$

Die SI-Einheit der Stoffmengenkonzentration ist $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$. Gebräuchliche Untereinheiten sind $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ und $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Unter der Massenkonzentration c_m versteht man das Verhältnis der Masse m eines Stoffes und dem Volumen V , in dem dieser Stoff enthalten ist:

$$c_m = \frac{m}{V}$$

Die SI-Einheit der Massenkonzentration ist $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Gebräuchliche Untereinheiten sind $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ und $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Zwischen der Massenkonzentration und der Stoffmengenkonzentration gilt der Zusammenhang

$$c_m = M \cdot c_{\text{mol}}$$

wobei M die **molare Masse** eines Stoffes ist.

Literatur: [RIE 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Konzentrationsfaktor

Der Konzentrationsfaktor ist im Gleichgewichtsfall als Verhältnis der masse- bzw. volumenbezogenen Aktivitäten von zwei **Kompartimenten** eines aquatischen Systems definiert. Er wird hier anstelle des Begriffes **Transferfaktor** verwendet.

Für den Transfer „Wasser-Fisch“ wird er als Verhältnis der massebezogenen Aktivität ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ **Feuchtmasse**) und der **Aktivitätskonzentration** im Wasser ($\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$) definiert. Die Einheit ist $\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}$ FM.

Für den Transfer „Wasser-Schwebstoff“ wird er als Verhältnis der massebezogenen Aktivität ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ **Trockenmasse**) und der Aktivitätskonzentration im Wasser ($\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$) definiert. Die Einheit ist $\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}$ TM.

Literatur: [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Korpuskeln

Korpuskeln sind atomare Teilchen oder **Elementarteilchen** mit von Null verschiedener **Ruhemasse** (siehe **Strahlung**). Die wichtigsten Korpuskeln im Zusammenhang mit der **ionisierenden Strahlung** sind: **Alphateilchen**, **Elektronen**, Positronen, Mesonen und Baryonen (wie **Protonen** und **Neutronen**).

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Korpuskularstrahlung

siehe **Strahlung**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Kosmische Strahlung

siehe **Strahlung, kosmische**

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Korrektionsfaktor

Der Korrektionsfaktor ist der Quotient des Anzeigewertes einer **Größe** unter Messbedingungen und des Anzeigewertes derselben Größe unter Kalibrierbedingungen.

In den **Messanleitungen** werden Korrektionsfaktoren auch in einem erweiterten Sinn verwendet. Dazu gehören z. B. Korrekturen des Wertes der **Aktivität** aufgrund des **radioaktiven Zerfalls** zwischen **Probenentnahme** und Messbeginn oder Summationskorrekturen bei gammaspektrometrischen Messungen.

Literatur: [DIN 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

KTA

KTA ist die Abkürzung für **Kerntechnischer Ausschuss**. Der KTA hat die Aufgabe, auf Gebieten der Kerntechnik, bei denen sich aufgrund von Erfahrungen eine einheitliche Meinung von Fachleuten der Hersteller, Ersteller und Betreiber von kerntechnischen Anlagen, der Gutachter und Behörden abzeichnet, für die Aufstellung sicherheitstechnischer Regeln zu sorgen und deren Anwendung zu fördern.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

L

Lebensdauer, mittlere

Die mittlere Lebensdauer τ_r eines [Radionuklids](#) r ist diejenige Zeitspanne, in der die [Aktivität](#) dieses Radionuklids auf den Bruchteil $1/e \approx 0,368$ abnimmt. Sie ist gleich dem Kehrwert der [Zerfallskonstanten](#) λ_r

$$\tau_r = \frac{1}{\lambda_r}$$

und dem 1,443fachen der [Halbwertszeit](#) t_r .

$$\lambda_r = \frac{\ln 2}{t_r} \quad ; \text{ d. h. } \tau_r = \frac{1}{\ln 2} \cdot t_r \approx 1,443 \cdot t_r$$

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Leistung

siehe [Energie, physikalische](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Leptonen

Leptonen sind „leichte“ [Elementarteilchen](#). Zu den Leptonen gehören die Elementarteilchen, die nur der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung unterliegen, wie z. B. Neutrinos, [Elektronen](#) und [Myonen](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Lichtquant

siehe [Photon](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Lineares Bremsvermögen

siehe [Energieübertragungsvermögen, lineares](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Lineares Energieübertragungsvermögen (LET)

siehe [Energieübertragungsvermögen, lineares](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

LNT-Hypothese

LNT ist die Abkürzung für **L**inear **N**o **T**hreshold und bezeichnet die Hypothese, dass die Wirkung [ionisierender Strahlung](#) linear mit der [Dosis](#) zunimmt und dass kein Schwellenwert für [stochastische Strahlenwirkungen](#) existiert. Diese ausschließlich für Strahlenschutz Zwecke aufgestellte Hypothese ermöglicht es, unter Zugrundlegung eines bestimmten Risikowertes, der als akzeptabel und gesundheitlich unbedenklich angesehen wird, [Dosisgrenzwerte](#) für beruflich strahlenexponierte Personen und die Bevölkerung festzulegen.

Literatur: [HAR 08](#), [BRE 07](#), [MÜL 09](#), [SSK 08](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Löslichkeitskoeffizient

Der Löslichkeitskoeffizient nach Ostwald ist das Verhältnis der Konzentration eines Gases in der Flüssigkeit und derjenigen in der Gasphase.

Literatur: [RÖM 96](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Luftdurchfluss

siehe [Durchfluss](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Luftdurchsatz

siehe [Durchsatz](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

M

Massenbelegung

Die Massenbelegung ist das Verhältnis der Masse eines Stoffes zu der Fläche. Die Einheit ist z. B. $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$.

zurück ◀

Index ▶

Massen-Bremsvermögen

siehe [Bremsvermögen, lineares](#)

zurück ◀

Index ▶

Massen-Stoßbremsvermögen

siehe [Bremsvermögen, lineares](#).

zurück ◀

Index ▶

Masseneinheit, atomare

siehe [atomare Masseneinheit](#)

zurück ◀

Index ▶

Massenkonzentration

siehe [Konzentration](#)

zurück ◀

Index ▶

Massenschwächungskoeffizient

siehe [Schwächungskoeffizient, linear](#)

zurück ◀

Index ▶

Massenzahl

Die Massenzahl M eines [Nuklids](#) – auch Nukleonenzahl – ist die Summe aus der Anzahl der [Neutronen](#) N und der [Protonen](#) Z im Atomkern des Nuklids.

$$M = Z + N$$

zurück ◀

Index ▶

Medianwert

Den Medianwert x_M , auch Median oder Zentralwert genannt, erhält man, wenn man die Werte einer Stichprobe vom Umfang n der Größe nach ordnet und diese mit x_i ($i = 1, \dots, n$) bezeichnet. Dann gilt:

$$x_M = x_{(n+1)/2} \quad \text{falls } n \text{ ungerade}$$

$$x_M = \frac{1}{2} \cdot [x_{n/2} + x_{(n+2)/2}] \quad \text{falls } n \text{ gerade}$$

zurück ◀

Index ▶

Medium

Unter einem Medium wird in der Physik und Chemie ein einheitlicher Stoff verstanden. In der [REI](#) wird zwischen den Primärmedien Luft, Wasser und Boden und Medien aus ökologischen Ketten, z. B. Trinkwasser und Nahrungsmittel, unterschieden. In [IMIS](#) gibt es eine umfangreiche Liste von Medien, die durch Deskriptoren spezifiziert sind.

Literatur: [AVV 06](#)

zurück ◀

Index ▶

Menge

Die Menge wird in der technischen Literatur als Überbegriff für [Größen](#) verwendet (siehe [Mengenart](#)).

Literatur: [DIN 87b](#)

zurück ◀

Index ▶

Mengenart

Die Mengenart ist eine [Größe](#), die zur Kennzeichnung eines Mengeninhaltes dient, z. B. Anzahl, Länge, Fläche, Volumen, Masse.

Literatur: [DIN 87b](#)

zurück ◀

Index ▶

Messanleitungen, Leitstellen

Im Zusammenhang mit der Überwachung der [bezogenen Aktivität radioaktiver Stoffe](#) in verschiedenen [Umweltmedien](#) versteht man unter dem Begriff „Messanleitungen“ oder „Messanleitungen der Leitstellen“ eine Loseblattsammlung mit dem neuen Titel „Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung“, früher „Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen“. Herausgeber der Messanleitungen ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Die Messanleitungen enthalten detailliert beschriebene Verfahren zur Ermittlung der bezogenen Aktivitäten radioaktiver Stoffe, oft auch als [Gehalt](#) bezeichnet, in den Umweltmedien, u. a.:

- Luft, Niederschlag,
- Oberflächenwasser,
- Trink- und Grundwasser,
- Abwasser und
- Klärschlamm sowie Reststoffe und Abfälle,
- Boden,
- Lebensmittel tierischer und pflanzlicher Herkunft

sowie zur Bestimmung der Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der [Fortluft](#) und dem [Abwasser](#) aus [kerntechnischen Anlagen](#).

Darüber hinaus enthalten die Messanleitungen in allgemeinen Kapiteln Ausführungen zu grundlegenden Aspekten der Messtechnik. Dazu gehören unter anderem

- die Grundlagen der Alpha- und Gammaspektrometrie,
- Grundlagen der Messung von Betastrahlern,
- Grundlagen und Hinweise zur Messung von Ortsdosis und Ortsdosisleistung,
- Erläuterungen zu Nachweis- und Erkennungsgrenzen,
- Tabellen mit kernphysikalischen Daten und
- Empfehlungen zur Dokumentation von Messwerten.

Mit der Erstellung der Messanleitungen durch die Leitstellen des Bundes ist sichergestellt, dass die gesetzlich geforderten Aufgaben zur Überwachung der bezogenen Aktivitäten radioaktiver Stoffe in den Umweltmedien nach dem [Strahlenschutzvorsorgegesetz](#), nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, nach der Richtlinie zur Emission- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten und nach den Sicherheitstechnischen Regeln des [Kern-technischen Ausschusses](#) für Fortluft und Abwasser durchgeführt werden können.

zurück ◀

Index ▶

Messdauer

Die Messdauer ist der Zeitraum der [Messung](#). Der oft gebrauchte Ausdruck Messzeit sollte vermieden werden, da dies einen Zeitpunkt (in der Regel der Beginn der Messung) bezeichnet.

zurück ◀

Index ▶

Messgröße

Eine Messgröße ist eine physikalische [Größe](#), die Gegenstand einer [Messung](#) ist. Die Messgröße als Ziel der [Auswertung von Messungen](#) wird auch als Ergebnisgröße bezeichnet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messmethode

Eine Messmethode ist die allgemeine Beschreibung der logischen Abfolge von Handlungen zur Durchführung von [Messungen](#).

Literatur: [DIN 99b](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messpräparat

Ein Messpräparat ist ein Präparat, in dem der Wert der gesuchten physikalischen [Größe](#) messtechnisch ermittelt werden kann. Zur Herstellung eines Messpräparates ist in der Regel eine physikalische oder chemische Aufarbeitung erforderlich. Im Labor wird das Messpräparat bisweilen auch mit dem nicht treffenden Ausdruck „Probe“ bezeichnet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messprinzip

Ein Messprinzip ist die physikalische oder technische Grundlage eines [Messverfahrens](#).

Literatur: [DIN 99b](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messung

Ziel der Messung einer [Messgröße](#) ist es, deren (wahren) Wert zu ermitteln. Messen ist der experimentelle Vorgang, durch den ein spezieller Wert einer physikalischen [Größe](#) als Vielfaches einer Einheit oder eines Bezugswertes ermittelt wird („Messen“ heißt „Vergleichen“). Messen im allgemeineren Sinn umfasst die direkten Messungen der Werte einer oder mehrerer physikalischen Größen, die Verknüpfung dieser und anderweitig gewonnener Größen mit Hilfe mathematischer Gleichungen und die Bestimmung von [Erkennungsgrenzen](#), Unsicherheiten und Bereichen und die Angabe des Messergebnisses ([Auswertung](#)).

Literatur: [DIN 95](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messung, integrale

Bei integralen Messungen werden alle von einem [Radionuklid](#) oder [Radionuklidgemisch](#) emittierten Teilchen (Korpuskeln oder [Photonen](#)) erfasst, deren Energie innerhalb eines vorgegebenen oder gerätespezifisch festgelegten Energiebereichs liegt. Informationen über die Energieverteilung der Teilchen werden dabei nicht erhalten. Daher kann der Beitrag eines einzelnen Radionuklids in einem Radionuklidgemisch nicht ermittelt werden.

Ist bei [Messungen](#) mit spektrometrischen Messeinrichtungen kein Energiebereich durch Regeln festgelegt, ist darauf zu achten, dass dieser so eingestellt wird, dass die [Strahlung](#) aller Radionuklide, die in dem zu untersuchenden Radionuklidgemisch erwartet oder vermutet wird, bei der integralen Messung vollständig erfasst wird.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messung, nuklidspezifische

Eine Messung wird bei den [Messanleitungen](#) als nuklidspezifische Messung bezeichnet, wenn aus dem Messwert der direkten Messung, z. B. einer [Zählrate](#)

oder einer Peakfläche die [bezogene Aktivität](#) des betrachteten [Radionuklids](#) ermitteln lässt.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messunsicherheit

Die Messunsicherheit ist ein Maß für die Ungenauigkeit der [Messung](#) einer [Messgröße](#). Die seit 1993 international vereinbarte Definition der Messunsicherheit lautet (DIN V ENV 13005, „GUM“):

Die Messunsicherheit einer Messgröße ist ein Parameter, der dem Messergebnis beigeordnet ist und der die Streuung derjenigen [Schätzwerte](#) kennzeichnet, die der Messgröße auf der Basis vorliegender Information vernünftigerweise zugewiesen werden können.

Die Messunsicherheit, oft auch Unsicherheit genannt, kann auch ganz allgemein eine bei der [Auswertung von Messungen](#) beteiligte Größe betreffen, ohne dass diese eine Messgröße zu sein braucht. Sie kennzeichnet eine Streuung und ist deshalb im Unterschied zur Messabweichung immer positiv.

Die Bezeichnung Standardmessunsicherheit, auch Standardunsicherheit genannt, wird verwendet, wenn herausgestellt werden soll, dass die Messunsicherheit durch eine [Standardabweichung](#) ausgedrückt wird. Zur Angabe eines Messwertes gehört stets auch die Angabe der Messunsicherheit.

Der weit verbreitete Gebrauch des Begriffes „Fehler“ statt „Messunsicherheit“ sollte unterbleiben. Messergebnisse sind nicht innerhalb eines Bereiches falsch, sondern lediglich unsicher.

In der oben genannten Norm wird unterschieden zwischen Messunsicherheiten, die mit „statistischen Verfahren“ (Typ A) errechnet werden, die auf vorliegenden oder angenommenen Häufigkeitsverteilungen vorkommender Werte beruhen, und solchen, bei denen das mit „anderen Mitteln“ (Typ B) geschieht. Mit einer „Bayes'schen Theorie der Messunsicherheit“ und dem „Prinzip der maximalen Entropie“ können beide Typen der Messunsicherheit vereinheitlicht werden, wonach zwischen ihnen nicht mehr unterschieden werden braucht.

Literatur: [DIN 96](#), [DIN 99a](#), [DIN 99b](#), [WEI 99](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Messverfahren

Ein Messverfahren ist die Gesamtheit der genau beschriebenen Tätigkeiten, wie sie bei der Ausführung spezieller [Messungen](#) entsprechend einer vorgegebenen [Messmethode](#) angewendet werden.

Literatur: [DIN 99b](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Metrologie

Die Metrologie ist die Wissenschaft vom [Messen](#) (griechisch: „μετρον“ Maß).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Mittelwert, Messreihe

Der arithmetische Mittelwert einer ausreißerfreien Messreihe ist definiert als:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

Dabei bedeuten:

n Anzahl der einzelnen Messungen;

x_i Messwert bei der Messung i ;

$\bar{x}$ arithmetische Mittelwert.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Molare Masse

Die molare Masse M eines Stoffes ist der Quotient aus der Masse m zu der Stoffmenge n dieses Stoffes:

$$M = \frac{m}{n}$$

Die [SI-Einheit](#) der molaren Masse ist $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, eine in der Praxis gebräuchliche Untereinheit ist $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Für die molare Masse wird auch der Begriff Molmasse verwendet. Die relative Atommasse und die relative Molekülmasse eines Stoffes, angegeben in Gramm (g), entsprechen einem Mol dieses Stoffes (siehe [Atomgewicht](#), [Molekulargewicht](#)).

Literatur: [RIE 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Molarität

Unter Molarität versteht man das Verhältnis der Menge einer Komponente eines Gemenges in mol und dem Volumen des Gemenges. Die Einheit ist $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Molalität

Unter Molalität versteht man das Verhältnis der Menge einer Komponente eines Gemenges und der Masse des Gemenges. Die Einheit ist $\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Molekül

Ein Molekül ist eine aus zwei oder mehr Atomen bestehende chemische Verbindung.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Molekulargewicht

Das Molekulargewicht ist die Summe der relativen Atommassen ([Atomgewichte](#)) der in einem Molekül enthaltenen Atome bzw. die relative Molekülmasse.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Molekularsieb

Molekularsiebe sind natürliche oder künstliche Zeolithe (Silikatminerale). Sie sind porös, wobei die sehr gleichmäßig vorliegenden Porendurchmesser je nach Molekularsiebtyp in der Größenordnung von Zehntel nm bis einige nm liegen. Molekularsiebe weisen ein starkes Absorptionsvermögen für Gase, Dämpfe und gelöste Stoffe auf. Die selektive Absorption beruht darauf, dass nur solche Moleküle in die Molekularsiebe eindringen können, deren Ionenradius kleiner als der Porendurchmesser ist. Die absorbierten Moleküle werden durch Erhitzen der Molekularsiebe auf 350 °C bis 400 °C entfernt, Temperaturen, bei denen die Porenstruktur der Molekularsiebe noch erhalten bleibt.

Literatur: [RÖM 96](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Monitor

Ein Monitor ist eine Einrichtung zur Überwachung einer physikalischen [Größe](#), wie z. B. der [Aktivitätskonzentration radioaktiver Stoffe](#) in der Luft.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Mutternuklid

siehe [radioaktive Zerfallsreihe](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Myonen

Myonen sind [Elementarteilchen](#), die entweder eine positive oder negative [Elementarladung](#) tragen und ähnliche Eigenschaften wie [Elektronen](#) und [Positronen](#) besitzen (Gruppe der [Leptonen](#)). Die [Ruhemasse](#) der Myonen beträgt etwa das 207fache der Ruhemasse der Elektronen. Die Teilchen sind instabil und haben eine [mittlere Lebensdauer](#) von $2\cdot 10^{-6}$ s. Myonen sind der wesentliche Bestandteil der direkt ionisierenden Komponente der [kosmischen Strahlung](#) in Meereshöhe.

[zurück](#) ◀

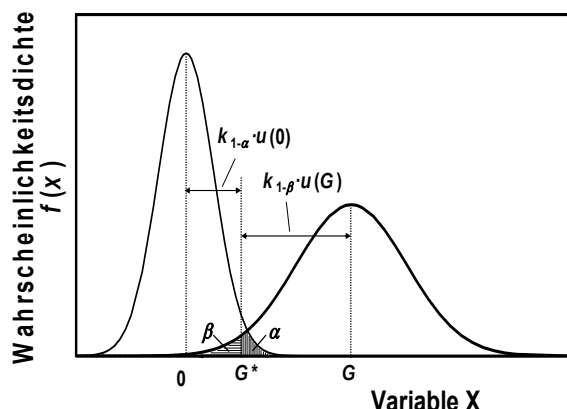
[Index](#) ▶

N

Nachweisgrenze

In der Kernstrahlungsmesstechnik ist die Nachweisgrenze ein spezieller, berechneter Wert einer **Größe** (z. B. **Aktivität**, **Aktivitätskonzentration**, **spezifische Aktivität**), der mit einem vorgegebenen **Richtwert** (zum Teil als geforderte Nachweisgrenze bezeichnet) verglichen werden soll, um zu entscheiden, ob ein **Messverfahren** für einen bestimmten Messzweck geeignet ist.

Im Sinne der Statistik heißt das, dass für eine **Messgröße** die Nachweisgrenze der kleinste Wert der Messgröße (siehe **Wert**, **wahrer**) ist, für den bei Anwendung der bei der **Erkennungsgrenze** dargestellten Entscheidungsregel die Wahrscheinlichkeit dafür, irrtümlich anzunehmen, der **Erwartungswert** sei Null, höchstens β beträgt (Fehler 2. Art). Sie kennzeichnet also den kleinsten Wert der Messgröße, zu dem die möglichen Messwerte höchstens mit einer Wahrscheinlichkeit β unterhalb des Wertes der Erkennungsgrenze liegen. Dieser kleinste Wert der Messgröße kann somit mit dem gewählten Messverfahren mit einer statistischen Sicherheit von $1-\beta$ nachgewiesen werden.



G^* Erkennungsgrenze; G Nachweisgrenze; $k_{1-\alpha}$, $k_{1-\beta}$ Quantile

Schematische Darstellung der Berechnung der Nachweisgrenze

Literatur: DIN 89, WEI 04, RÜH 05

zurück ◀

Index ▶

Nachweisvermögen

Das Nachweisvermögen ist bei Kernstrahlungsmessungen als das Verhältnis der bei der Kalibrierung erhaltenen **Zählrate** (in s^{-1}) zur bekannten **Aktivität** eines **Radionuklides** (in s^{-1}) im **Kalibrierpräparat** definiert. Es ist abhängig vom Detektorwirkungsgrad, der Messanordnung (Messgeometrie) sowie den Abmessungen und Eigenschaften des Kalibrier- und **Messpräparates**. Der Kehrwert des Nachweisvermögens ist der aktivitätsbezogene **Kalibrierfaktor**, wie er in den **Messanleitungen** verwendet wird.

ANMERKUNG:

In der Literatur wird zwischen dem Nachweisvermögen und der **Nachweiswahrscheinlichkeit** bislang nicht konsequent unterschieden.

zurück ◀

Index ▶

Nachweiswahrscheinlichkeit

Die Nachweiswahrscheinlichkeit (englisch: „efficiency“) ist als das Verhältnis der bei der Kalibrierung erhaltenen **Zählrate** (in s^{-1}), die durch **Strahlung** einer bestimmten Art und **Energie** hervorgerufen wird, und der bekannten Emissionsrate (in s^{-1}) dieser Strahlung aus dem **Kalibrierpräparat** definiert. Der Wert der Nachweiswahrscheinlichkeit ist gleich oder kleiner eins. Sie ist abhängig vom Detektorwirkungsgrad, der Messanordnung (Messgeometrie) sowie den Abmessungen und Eigenschaften des Kalibrier- und **Messpräparates**. Bei alpha- und gammaspektrometrischen Bestimmungen müssen, abhängig vom verwendeten Kalibriernuklid, zu ihrer Ermittlung auch Korrekturen für bei der Kalibrierung auftretende Koinzidenzeffekte (Photon/Photon, Alphateilchen/Elektron) berücksichtigt werden.

Literatur: DIN 05

zurück ◀

Index ▶

Natürliche Radioaktivität

„Natürliche Radioaktivität“ ist ein häufig verwendeter Ausdruck für den richtigen Begriff „natürlich radioaktive Stoffe“ (siehe **Radionuklide**, **natürliche**).

zurück ◀

Index ▶

Natürliche Strahlenexposition

siehe **Strahlenexposition**, **natürliche**

zurück ◀

Index ▶

Natürliche Strahlungsquellen

siehe **Strahlungsquellen**

zurück ◀

Index ▶

Nettozählrate

siehe **Zählrate**

zurück ◀

Index ▶

Neutron

Das Neutron ist ein ungeladenes **Elementarteilchen** mit einer Masse von $1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg und damit geringfügig größerer Masse als die des **Protons**. Das freie Neutron ist instabil und zerfällt mit einer **Halbwertszeit** von 10,2 Minuten in ein Proton und **Elektron** sowie ein Antineutrino.

Die Neutronen werden üblicherweise nach ihrer kinetischen **Energie** klassifiziert, wobei in der Literatur leicht unterschiedliche Bereichsgrenzen verwendet werden.

Klassifizierung der Neutronen nach Paul-Scherrer-Institut

Neutronen	Energiebereich
kalt	0,5 meV – 2 meV
thermisch	2 meV – 100 meV
epithermisch	100 meV – 1 eV
mittelschnell	1 eV – 800 keV
schnell	> 800 keV

Neutronen, die bei der Kernspaltung freigesetzt werden, werden als Spaltneutronen bezeichnet. Dabei unterscheidet man prompte und verzögerte Neutronen: Prompte Neutronen werden innerhalb von etwa 10^{-14} s bei der Kernspaltung emittiert und machen mehr als 99 % der Spaltneutronen aus. Ihre mittlere Energie beträgt etwa 2 MeV.

Verzögerte Neutronen entstehen bei der Kernspaltung nicht unmittelbar, sondern als Folge einer radioaktiven Umwandlung von **Spaltprodukten** verspätet; sie machen weniger als 1 % der bei der Spaltung auftretenden Neutronen aus. Ihre mittlere Energie beträgt etwa 0,4 MeV.

Literatur: [KOE 07](#), [PSI 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Neutronenquellen

Neutronenquellen sind Einrichtungen zur Erzeugung freier **Neutronen**. Dazu zählen u. a. Kernreaktoren, Spallations-Neutronenquellen, Neutronenquellen unter Ausnützung von Kernreaktionen mit **Alphateilchen** (z. B. Am-241, Be-7), spontan spaltende **Radionuklide** (z. B. Cf-252) und Teilchenbeschleuniger.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Neutronenstrahlung

Neutronenstrahlung ist eine Korpuskularstrahlung, die aus **Neutronen** besteht. Sie ist eine **indirekt ionisierende Strahlung**. Neutronenstrahlung ist z. B. eine Komponente der **kosmischen Strahlung**, wobei Neutronen im Energiebereich von weniger als 0,01 eV bis zu mehr als 1 GeV auftreten.

Literatur: [DIN 01a](#), [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

NORM

Der Begriff NORM ist die Abkürzung für **Naturally Occurring Radioactive Material** und bezeichnet Stoffe, die nur natürlich radioaktive Stoffe enthalten (siehe **Radionuklide**, **natürliche**).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Normal

Ein Normal ist die auf fundamentalen physikalischen Konstanten beruhende Darstellung einer **SI-Einheit**. Normale zum Einsatz bei Aktivitätsmessungen sind Festkörper, Gasgemische oder Flüssigkeiten, die **Radionuklide** mit bekannten **Aktivitäten**, **spezifischen Aktivitäten** oder **Aktivitätskonzentrationen** enthalten und von nationalen Einrichtungen zur Bewahrung und Herstellung von Standards, z. B. die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Deutschland oder das National Institute for Standards and Technology (NIST) in den Vereinigten Staaten von Amerika, hergestellt und zertifiziert sind.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Nukleonen

Der Begriff Nukleonen umfasst sowohl **Neutronen** als auch **Protonen**.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Nuklid

Ein Nuklid ist eine Atomart mit einer bestimmten Protonenzahl (**Kernladungszahl**) Z und Neutronenzahl N des Atomkerns. Nuklide sind entweder stabil oder radioaktiv (siehe **Radionuklid**). Zur Kennzeichnung eines Nuklids wird im Allgemeinen der Name des Elements und die dazugehörige **Massenzahl** ($M = Z + N$) angegeben, wie z. B. C-12 und Sr-90.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

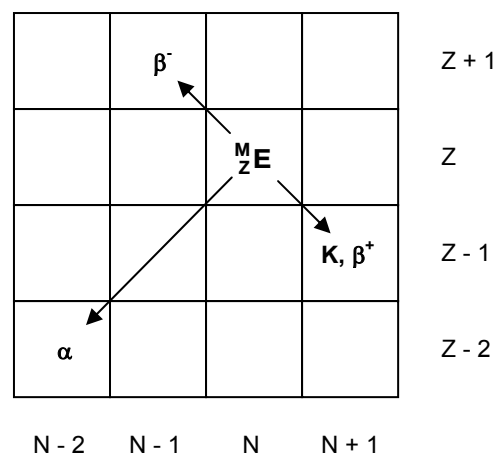
[Index](#) ▶

Nuklidkarte

Die Nuklidkarte ist eine graphische Darstellung, in der sämtliche stabilen und radioaktiven **Nuklide** in der Anordnung eines Koordinatensystems enthalten sind, wobei auf der Ordinate die Kernladungszahl und auf der Abszisse die Neutronenzahl der Atomkerne aufgetragen sind. Die Kästchen mit den einzelnen Nukliden sind farblich gekennzeichnet, wobei die Farben die Art des **radioaktiven Zerfalls** charakterisieren; die stabilen Nuklide sind schwarz gekennzeichnet. Darüber hinaus enthalten die Kästchen neben dem Elementsymbol und der **Massenzahl** weitere Angaben zur **Halbwertszeit** und zur Art und Energie der **Strahlung**.

Die Nuklide einer Zeile der Nuklidkarte sind Isotope (gleiche Kernladungszahl), die Nuklide einer Spalte werden als Isotone (gleiche Neutronenzahl) und die Nuklide mit ein und derselben Massenzahl werden als Isobare bezeichnet.

Die Abbildung enthält die wichtigsten Zerfallsarten, wobei die jeweils beim radioaktiven Zerfall entstehenden Folgenuklide abgelesen werden können.



Erläuterungen der Symbole:

- E Elementsymbol
- M Massenzahl
- Z Kernladungszahl
- N Neutronenzahl
- α **Alphazerfall**
- β^- **β^- -Zerfall**
- β^+ **β^+ -Zerfall**
- K **Elektroneneinfang** (K-Einfang)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Nulleffekt

Der Nulleffekt bei der Aktivitätsbestimmung ist derjenige Beitrag zum Messergebnis, der nicht von der **Aktivität** der relevanten **Radionuklide** herrührt. Er besteht aus zwei Anteilen, einem Detektorbeitrag und einem Beitrag des **Messpräparates**, charakterisierbar durch eine **Blindprobe**. Anstelle von Nulleffekt wird auch der Begriff Untergrund in Anlehnung an den englischen Begriff „background“ verwendet.

Der Nulleffekt bei der Dosismessung ist derjenige Beitrag zum Messergebnis, der nicht von der zu messenden **Dosis** herrührt. Ursache kann eine natürliche oder künstliche Umgebungsstrahlung sein oder Strahlung, die aus dem Messgerät selbst stammt.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Nulleffektzählrate

siehe [Zählrate](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Nulleffektpräparat

Das Nulleffektpräparat dient zur Bestimmung der [Nulleffektzählrate](#). Es hat dieselben Abmessungen und dieselbe Zusammensetzung wie das [Messpräparat](#) und ist wie dieses nach demselben Verfahren hergestellt, enthält aber keine zu messenden [Radionuklide](#).

Anstelle des Begriffs Nulleffektpräparat wird auch der Begriff Blindprobe (englisch: „blank“) verwendet. Dabei werden zwei Arten von Blindproben unterschieden:

REAGENZIENBLINDPROBEN: Dies sind Präparate, die alle in dem Verfahren zur Probenaufbereitung beschriebenen Reagenzien, aber keinen Anteil der Probe, beinhalten.

PROBENBLINDPROBEN: Diese Blindproben beinhalten nicht nur die Reagenzien nach dem Verfahren, sondern auch die Probenmatrix ohne die zu bestimmende(n) Komponente(n). Die Probenblindprobe stellt die optimale Blindprobe dar, sie steht aber für die Analyse nicht immer zur Verfügung. Deswegen wird häufig die Reagenzienblindprobe herangezogen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

O

Ordnungszahl

Die Ordnungszahl Z , auch Kernladungszahl genannt, ist die Anzahl der [Protonen](#) in einem Atomkern.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Organdosis

Die Organdosis $H_{T,R}$ bei externer und interner Exposition für die [Strahlungsqualität](#) R ist das Produkt aus der mittleren [Energiedosis](#) und dem [Strahlungswichtungsfaktor](#) in einem Organ:

$$H_{T,R} = w_R \cdot D_{T,R}$$

Wirken mehrere Strahlungsqualitäten zusammen, so ist die gesamte Organdosis H_T die Summe der Organdosen, die von den einzelnen Strahlungsqualitäten herrühren:

$$H_T = \sum_R H_{T,R} = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

In den Gleichungen bedeuten:

$H_{T,R}$ Organdosis im Organ oder Gewebe T für die Strahlungsqualität R in Sv;

w_R Strahlungswichtungsfaktor;

$D_{T,R}$ Energiedosis für ein Organ oder Gewebe T für die Strahlungsqualität R in Gy;

H_T Organdosis im Organ oder Gewebe T in Sv.

Die Einheit der Organdosis ist das [Sievert](#) (Sv).

In den [EURATOM-Grundnormen](#) wird H_T als [Äquivalentdosis](#) bezeichnet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Organfolgedosis

Die Organfolgedosis ist definiert als das Zeitintegral der Organdosisleistung im Gewebe oder Organ T , die eine Einzelperson im Zeitraum τ nach einmaliger [Inkorporation radioaktiver Stoffe](#) zum Zeitpunkt t_0 erhält:

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{H}_T^*(t) dt$$

Dabei bedeuten:

$H_T(\tau)$ Organfolgedosis im Organ oder Gewebe T in der Zeitspanne τ in Sv;

$\dot{H}_T^*(t)$ Organdosisleistung im Organ oder Gewebe T in $\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$.

Wird für τ kein Wert angegeben, ist für Erwachsene (Alter über 17 Jahre) ein Zeitraum von 50 Jahren und für Kleinkinder (Alter unter einem Jahr) ein Zeitraum von 70 Jahren zugrunde zu legen.

Literatur: [DIN 01b, AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ortsdosis/Ortsdosisleistung

Die an einem bestimmten Ort gemessene [Äquivalentdosis](#) heißt Ortsdosis. Dabei wird zwischen der [Dosis](#) infolge [durchdringender Strahlung](#), d. h. der Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$, und der Dosis durch [Strahlung mit geringer Eindringtiefe](#), d. h. der Richtungs-Äquivalentdosis $H'(0,07)$, unterschieden. Die Ortsdosisleistung ist der Quotient aus der Ortsdosis und der Zeit ($\dot{H}^*(10)$ und $\dot{H}'(0,07)$).

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

P

Paarbildung

Unter Paarbildung versteht man die Erzeugung eines **Elektron-Positron**-Paares. Sie tritt bei der **Wechselwirkung** von elektromagnetischer Strahlung mit einer Energie größer als 1,022 MeV, äquivalent der doppelten **Ruhemasse** eines Elektrons, mit Materie auf. Bei der Energie von über 4 MeV ist die Paarbildung der vorherrschende Wechselwirkungsprozess von **Gammastrahlung** mit Materie.

zurück ◀

Index ▶

Partikel, Aerosolphysik

Unter Partikel in der Aerosolphysik versteht man feste oder flüssige Aggregationen von **Molekülen** im Größenbereich von einigen Moleküldurchmessern bis zu einigen hundert Mikrometern.

Literatur: **DIN 99c**

zurück ◀

Index ▶

Periode

Eine Periode ist eine gleich bleibende Zeitdauer zwischen zwei regelmäßig wiederkehrenden Zeitpunkten.

zurück ◀

Index ▶

Personendosis/Personendosisleistung

Die an einer repräsentativen Stelle der Körperoberfläche gemessene **Äquivalentdosis** heißt Personendosis. Dabei wird unterschieden zwischen der Dosis infolge **durchdringender Strahlung** $H_p(10)$, d. h. der Tiefen-Personendosis in 10 mm Tiefe im Körper an der Tragstelle des Personendosimeters, und der Dosis durch **Strahlung mit geringer Eindringtiefe** $H_p(0,07)$, d. h. der Oberflächen-Personendosis in 0,07 mm Tiefe im Körper an der Tragstelle des Personendosimeters.

Die Tiefen-Personendosis stellt bei Ganzkörperexposition einen konservativen Schätzwert für die **effektive Dosis** und die **Organdosen** tieferliegender Organe dar. Die Oberflächen-Personendosis ist bei der Ganz- oder Teilkörperexposition ein konservativer Schätzwert für die lokale Hautdosis und die Organdosis der Augenlinse.

Die Personendosisleistung ist der Quotient aus der Personendosis und der Zeit ($H_p(10)$ bzw. $H_p(0,07)$).

Literatur: **DIN 01a**

zurück ◀

Index ▶

Photoeffekt, äußerer Photoeffekt

Der äußere Photoeffekt (lichtelektrischer Effekt) ist das Ablösen von **Elektronen** aus Oberflächen, meist aus Metall, durch energiereiche **Photonen**, deren Energie die Ablösearbeit übersteigt. Die Ablösearbeit, auch Austrittsarbeit genannt, ist bei Metallen etwa halb so groß wie die entsprechende Bindungs- oder Ionisationsenergie zur Ablösung eines Elektrons aus der Elektronenhülle eines freien Atoms.

zurück ◀

Index ▶

Photoeffekt, innerer Photoeffekt

Als inneren Photoeffekt bezeichnet man den Vorgang, bei dem hinreichend energiereiche elektromagnetische Strahlung **Elektronen** aus der Elektronenhülle eines Atoms oder **Moleküls** entfernen. Dabei überträgt das betreffende **Photon** seine gesamte Energie an ein Elektron. Der Photoeffekt findet vor allem bei den Elektronen der innersten Schalen, also

der K- oder L-Schale statt. Dabei muss die Photonenenergie größer als die **Bindungsenergie** des entfernten Elektrons sein.

zurück ◀

Index ▶

Photoeffekt, Kernphotoeffekt

siehe **Kernphotoeffekt**

zurück ◀

Index ▶

Photon

Photonen sind Feldquanten der elektromagnetischen Strahlung mit der Energie $h \cdot \nu$, wobei h die Plancksche Konstante und ν die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung ist.

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Photonen-Äquivalentdosis/Photonen-Äquivalentdosisleistung

Für **Photonenstrahlung** mit einer Maximalenergie von 3 MeV gilt:

Die Photonen-Äquivalentdosis H_x ist das Produkt aus der **Standard-Ionendosis** I und dem Faktor $0,01 \text{ Sv} \cdot \text{R}^{-1}$, d. h. $H_x = 0,01 I$. Die Einheit der Photonen-Äquivalentdosis ist das **Sievert** (Sv).

Die Photonen-Äquivalentdosisleistung ist der Quotient aus der Photonen-Äquivalentdosis und der Zeit. Die Einheit der Photonen-Äquivalentdosisleistung ist das Sievert durch Sekunde ($\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$).

Die Photonen-Äquivalentdosis darf nur noch bis zum Jahr 2011 benutzt werden.

ANMERKUNG:

Die gemessene Photonen-Äquivalentdosis kann als Schätzwert für die **effektive Dosis** verwendet werden.

Literatur: **DIN 01a**

zurück ◀

Index ▶

Photonenflussdichte

Die Photonenflussdichte Φ_p ist der Differentialquotient $d^2n \cdot (dF \cdot dt)^{-1}$, wobei d^2n die Anzahl der **Photonen** ist, die im Zeitintervall dt in eine Kugel mit der Querschnittsfläche dF eintreten (siehe **Teilchenflussdichte**).

$$\Phi_p = \frac{d^2n}{dF \cdot dt}$$

Die Einheit der Photonenflussdichte ist $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

zurück ◀

Index ▶

Photonenstrahlung

Die Photonenstrahlung ist eine Strahlung, die aus **Photonen** besteht. Sie ist für den Bereich ionisierender Strahlung ein Sammelbegriff für **Röntgenstrahlung** und **Gammastrahlung**, umfasst auch **charakteristische Röntgenstrahlung**, **Vernichtungsstrahlung**, **Bremsstrahlung** und Synchrotronstrahlung.

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Physikalische Größe

siehe **Größe**

zurück ◀

Index ▶

Pore

Poren sind Hohlräume in Materialien, die mit Luft oder anderen den Materialien fremden Stoffen gefüllt sind. Offene Poren stehen mit dem das Material umgebenden Medium in Verbindung, geschlossene Poren lassen keinen weiteren Stoff eindringen. Die

Poren können auch miteinander verbunden sein und so Kanäle bilden, die in das Innere des Materials reichen, z. B. bei [Molekularsieben](#) oder Aktivkohle, oder sogar von einer Oberfläche des Materials zu einer anderen reichen, z. B. bei [Membranschwebstofffiltern](#). Poren bezeichnet man bei einem Durchmesser von weniger als 20 µm als Feinporen, davon unter 2 nm als Mikroporen, zwischen 2 nm bis 50 nm als Mesoporen und zwischen 50 nm und 20 µm als Makroporen, und bei einem Durchmesser über 20 µm als Grobporen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Porenvolumen

Das Porenvolumen ist der von allen [Poren](#) in einem Material eingenommene Raum.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Porosität

Unter Porosität versteht man die Eigenschaft eines Materials mit [Poren](#) versehen zu sein.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Porositätsgrad

Der Porositätsgrad, auch relatives [Porenvolumen](#) genannt, ist das Verhältnis des Porenvolumens in einem Volumen eines Materials zu diesem Volumen. Der Porositätsgrad wird meist in Prozent angegeben.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Positron

Das Positron (e^+) ist ein [Elementarteilchen](#) mit einer positiven elektrischen [Elementarladung](#) und einer [Ruhemasse](#) von $9,1094 \cdot 10^{-31}$ kg, das entspricht 1/1836 der Protonenmasse. Es ist das Antiteilchen zum [Elektron](#).

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Positronenstrahlung

Die Positronenstrahlung ist eine aus [Positronen](#) bestehende Korpuskularstrahlung. Sie wird beim β^+ -Zerfall ausgesandt und entsteht auch bei der [Paarbildung](#). Positronen emittierende [Radionuklide](#) finden z. B. in der Medizin in der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) Anwendung.

Literatur: [DIN 00a](#), [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Potenzielle Alpha-Energie

Unter der Potenziellen Alpha-Energie eines Rn-222- bzw. Rn-220-Folgeproduktknuklides versteht man die Summe der Energien aller [Alphateilchen](#), die beim Zerfall dieses Folgeproduktes bis hin zum Pb-210 bzw. Pb-208 entstehen. Die Potenzielle Alpha-Energie ist eine spezielle Größe zur Charakterisierung der kurzlebigen Folgeprodukte des Radons, die sich in der Atemluft in unterschiedlichen Konzentrationen befinden. Die in der Praxis gebräuchliche Einheit der Potenziellen Alpha-Energie ist MeV, die entsprechende [SI-Einheit](#) ist das Joule (J).

Literatur: [RAD 04](#), [SSK 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Potenzielle Alpha-Energie-Konzentration (PAEK)

Unter der Potenziellen Alpha-Energie-Konzentration (PAEK) versteht man die Potenzielle Alpha-Energie aller [Radionuklide](#) der kurzlebigen Radonzerfallsprodukte durch das eingenommene Volumen. Damit ist

die PAEK ein Maß für die [Aktivitätskonzentration](#) der kurzlebigen Radonzerfallsprodukte. Die in der Praxis gebräuchliche Einheit des PAEK ist $\text{MeV} \cdot \text{m}^{-3}$, die entsprechende [SI-Einheit](#) ist das Joule pro Kubikmeter ($\text{J} \cdot \text{m}^{-3}$). Die alte Einheit der PAEK ist das „Working Level (WL)“.

Literatur: [RÜH 04](#), [SSK 02](#), [ETT 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Probe

Die Probe ist eine Teilmenge eines [Mediums](#), z. B. Luft, Wasser, Boden oder Lebensmittel, in dem eine [Größe](#), z. B. [spezifische Aktivität](#) oder [Aktivitätskonzentration](#), bestimmt werden soll.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Probe, repräsentative

Eine repräsentative Probe ist eine [Probe](#) aus einem [Medium](#) der Art, dass der Wert der aus der Probe bestimmten [Größe](#) mit dem Wert der Größe im Medium übereinstimmt. Eine repräsentative Probe kann z. B. durch hinreichende Homogenisierung des Mediums oder durch Entnahme von mehreren Teilproben an geeigneten Stellen gewonnen werden.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Probeentnahme

Eine Probeentnahme ist die Entnahme einer [Probe](#) aus einem [Medium](#). Je nach Medium oder Umweltbereich kann die Probeentnahme ein aufwändiger Vorgang sein. Hierzu gibt es in den [Messanleitungen](#) für die einzelnen Umweltbereiche detaillierte Vorschriften.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Probeentnahme, isokinetische

Die Probeentnahme eines Teilluftstromes aus Luftströmen wird als isokinetisch bezeichnet, wenn die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft in die Eintrittsöffnung der Probeentnahmesonde der Strömungsgeschwindigkeit der Luftströmung in der Nähe der Probeentnahmesonde entspricht. Bei isokinetischer Probeentnahme ändert sich die Aerosolpartikelgrößenverteilung nicht.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Probenaufbereitung

Die Probenaufbereitung ist eine physikalische Zerkleinerung oder chemische Auflösung einer [Probe](#) mit dem Ziel, die interessierenden Stoffe aus dem sonstigen Probenmaterial abzutrennen und ein [Messpräparat](#) herzustellen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Probenvorbehandlung

Die Probenvorbehandlung ist die Behandlung einer [Probe](#) mit dem Zweck, eine Veränderung der Probe bis zu einer später oder an einem anderen Ort stattfindenden [Probenaufbereitung](#) oder [Messung](#) zu verhindern. Beispiele von Probenvorbehandlungen sind Ansäuern von Wässern in Probenbehältern oder Trocknung von Pflanzenproben.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Proportionalzählrohr

siehe [Zählrohr](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Proton

Das Proton ist ein [Elementarteilchen](#) mit einer positiven elektrischen [Elementarladung](#) und einer Masse von $1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg. Protonen und [Neutronen](#) bilden zusammen den Atomkern. Die Anzahl der Protonen im Atomkern entspricht der [Ordnungszahl](#) des betreffenden Atoms.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Protonenstrahlung

Protonenstrahlung ist eine Korpuskularstrahlung, die aus [Protonen](#) besteht und zu den [direkt ionisierenden Strahlungsarten](#) gehört.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Q

Qualitätsfaktor

Der Qualitätsfaktor Q dient zur Ermittlung der [Äquivalentdosis](#) H . Damit werden die Einflüsse der Strahlungsart und -energie (Strahlungsqualität) auf die unterschiedliche biologische Wirksamkeit der verschiedenen Arten [ionisierender Strahlung](#) berücksichtigt. Die Strahlungsqualität wird bei der Festlegung von Zahlenwerten für Q durch das unbeschränkte [lineare Energieübertragungsvermögen](#), mit L oder LET bezeichnet, in Wasser gekennzeichnet. $Q(L)$ beschreibt die Abhängigkeit des Qualitätsfaktors von L bzw. LET .

Für [Photonen](#) und [Elektronen](#) aller Energien gilt:

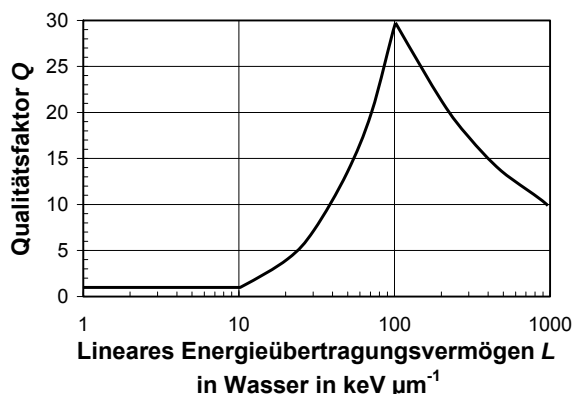
$$Q = 1 \quad (\text{siehe } \text{Strahlungswichtungsfaktor})$$

Zahlenwerte des Qualitätsfaktors $Q(L)$ in Wasser

L in $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$	$Q(L)$
< 10	1
$10 - 100$	$0,32 L - 2,2$
> 100	$300 L^{-0,5}$

Der Qualitätsfaktor Q ist nur für die Dosis-Messgrößen [Orts-](#) und [Personendosis](#) (Äquivalentdosen) bei [stochastischen Strahlenwirkungen](#) definiert; er entspricht dem Strahlungswichtungsfaktor w_R bei den [Körperdosisgrößen](#).

Der mittlere Qualitätsfaktor wird mit $\bar{Q}$ bezeichnet.



Qualitätsfaktor in Abhängigkeit vom linearen Energieübertragungsvermögen

Literatur: [DIN 01a](#), [AMB 03](#), [SSK 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Quanten

Das Wort Quant bezeichnet, abgeleitet von Quantum (lateinisch: „quantus“ wie viel), eine kleine Menge. In der Physik wird dieser Terminus verwendet, wenn eine makroskopisch kontinuierlich erscheinende physikalische [Größe](#) nur in bestimmten, nicht weiter unterteilbaren [Mengen](#) auftritt. Es existieren Größen, die nur in ganzzahligen Vielfachen einer bestimmten kleinsten Menge, dem Quant, auftreten. Zugleich wird durch den Begriff Quant der Teilchencharakter der betrachteten Größe impliziert. In diesem Sinne wird der Begriff [Gammaquant](#) verstanden.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Quantenstrahlung

siehe [Photonenstrahlung](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Quantil

Quantile sind Werte, die insbesondere bei Konfidenzintervallen und statistischen Tests gebraucht werden. Ein Quantil k_α ist definiert als derjenige Wert einer Zufallsvariablen X , unterhalb dessen in ihrem Definitionsbereich Werte von X mit einer Wahrscheinlichkeit auftreten können, die gleich einem vorgegebenen Wert α ist.

Das α -te Quantil wird aus folgender Gleichung durch Auflösung nach k_α berechnet

$$\alpha = \int_{-\infty}^{k_\alpha} f(x) dx$$

mit

$f(x)$ Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion von X .

Ist die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion stetig (Beispiel: Normalverteilung), können Werte der Quantile aus Tabellenwerken entnommen werden.

Ist hingegen die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion nicht bekannt und es liegt nur eine Reihe von n Messwerten x_i ($i = 1 \dots n$) vor, können Quantile verteilungsfrei z. B. wie folgt ermittelt werden. Die Messwerte werden zunächst aufsteigend geordnet, der i -te Werte der geordneten Reihe sei dabei mit $x_{(i)}$ bezeichnet. Abhängig davon, ob die Zahl m ganzzahlig ist oder nicht, ergibt sich für das gesuchte Quantil k_α :

$$\text{m ganzzahlig: } k_\alpha = \frac{1}{2} \cdot (x_{(k)} + x_{(k+1)})$$

$$\text{m nicht ganzzahlig: } k_\alpha = x_{(\text{int}(k)+1)}$$

Hierin ist $\text{int}(k)$ die größte ganze Zahl kleiner oder gleich k .

Für folgende spezielle Werten von α sind folgende Bezeichnungen der Quantile üblich:

$\alpha = 0,5$ [Medianwert](#);

$\alpha = 0,25$ oder $0,75$ [Quartile](#).

Einseitige Quantile der Normalverteilung

Fehlerwahrscheinlichkeiten		Wert für
α oder β	$1-\alpha$ oder $1-\beta$	$k_{1-\alpha}$ oder $k_{1-\beta}$
16,00 %	84,00 %	1,000
5,00 %	95,00 %	1,645
1,00 %	99,00 %	2,326
0,14 %	99,86 %	3,000

ANMERKUNGEN:

- Für das Quantil ist auch der Begriff Perzentil üblich.
- Im Zusammenhang mit [Erkennungs-](#) und [Nachweisgrenzen](#) in den [Messanleitungen](#) werden für die Quantile die Symbole k_α bzw. $k_{1-\alpha}$ verwendet.
- Bei sogenannten zweiseitigen Betrachtungen (Konfidenzintervalle) werden zwei Quantile betrachtet, ein unteres und ein oberes, so dass mögliche Werte mit einer Wahrscheinlichkeit von jeweils $0,5 \cdot \alpha$ unterhalb von $k_{\alpha/2}$ (unteres) und oberhalb von $k_{1-\alpha/2}$ (oberes) liegen.

Literatur: [BÜN 94](#), [LOR 88](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Quelle, radioaktive

Unter einer radioaktiven Quelle wird einmal eine [Strahlungsquelle](#) verstanden; zum Anderen wird damit ein Ort bezeichnet, von dem aus [radioaktive Stoffe](#) in die Umgebung austreten.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Quellstärke

Die Quellstärke einer [radioaktiven Quelle](#) ist der Quotient dN_a/dt , wobei dN_a der [Erwartungswert](#) für die Anzahl der im Zeitintervall dt aus der Quelle emittierten Korpuskeln einer bestimmten Art oder [Photonen](#) einer bestimmten Energie ist (siehe [Aktivität](#)).

In der Praxis ist die Quellstärke einer radioaktiven Quelle, eines radioaktiven Präparates oder einer [Probe](#) der Quotient aus der Anzahl der aus der Quelle, dem Präparat oder der [Probe](#) pro Zeitintervall austretenden Strahlungsteilchen und diesem Zeitintervall.

Die Einheit der Quellstärke ist s^{-1} . Da die Quellstärke im Allgemeinen nicht mit der [Aktivität](#) identisch ist, kann sie nicht in der Einheit Bq angegeben werden (siehe [Teilchenfluss](#)).

Literatur: [DIN 06](#), [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

R

Rad

Das Rad (radiation absorbed dose) ist die frühere Einheit der **Energiedosis**. Das Einheitenzeichen ist rd.

Definition: $1 \text{ rd} = 100 \text{ erg} \cdot \text{g}^{-1} = 0,01 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

zurück ◀

Index ▶

Radioaktive Zerfallsreihe

Als radioaktive Zerfallsreihe bezeichnet man die Folge von **Radionukliden**, die durch radioaktive Umwandlung auseinander hervorgehen. Das erste Glied der Zerfallsreihe heißt Mutternuklid, die folgenden Glieder werden Tochternuklide genannt. Für letztere wird auch der Begriff Folgeprodukte oder Folgenuklide benutzt. U-238, U-235 und Th-232 sind die Mutternuklide der bekannten natürlichen Zerfallsreihen.

ANMERKUNG:

In der **StrlSchV** werden in Anlage III die Radionuklidbezeichnungen für Mutternuklide, die sich im Gleichgewicht mit den Tochternukliden befinden, durch die Symbole "+", "++" oder "sec" ergänzt.

Literatur: **DIN 06, STR 01**

zurück ◀

Index ▶

Radioaktiver Stoff

Unter einem radioaktiven Stoff wird jeder Stoff verstanden, der ein oder mehrere **Radionuklide** enthält, und dessen **spezifische Aktivität** im Zusammenhang mit dem Strahlenschutz und gesetzlichen Regelungen nicht außer Acht gelassen werden kann. Rechtliche Bestimmungen hierzu sind im **AtG** und in der **StrlSchV** festgelegt (siehe **Freigrenze**).

Literatur: **ATG 59, STR 01**

zurück ◀

Index ▶

Radioaktiver Zerfall

Als radioaktiver Zerfall wird der Vorgang der spontanen Kernumwandlung von **Radionukliden** bezeichnet. Die Gleichung des radioaktiven Zerfalls (Zerfallsgesetz) lautet, Falls keine gleichzeitige Neubildung erfolgt:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{bzw.} \\ A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{mit} \quad \lambda_r = \frac{\ln 2}{t_r}$$

Dabei bedeuten:

$N(t)$ Anzahl der zum Zeitpunkt t vorhandenen Atome eines Radionuklids (**Erwartungswert**);

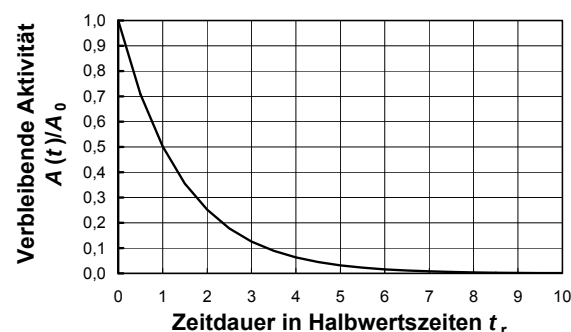
N_0 Anzahl der Atome zum Zeitpunkt $t = 0$

$A(t)$ **Aktivität** des Radionuklids zum Zeitpunkt t in Bq (**Erwartungswert**);

A_0 Aktivität des Radionuklids zum Zeitpunkt $t = 0$ in Bq;

λ_r **Zerfallskonstante** des Radionuklids r in s^{-1} ;

t_r **Halbwertszeit** des Radionuklids r in s.



Zeitlicher Verlauf der Aktivität beim radioaktiven Zerfall

Im Fall von **radioaktiven Zerfallsreihen** gelten je nach Anzahl der Tochternuklide entsprechend erweiterte Gleichungen.

ANMERKUNG:

Das Zerfallsgesetz kann mit einem rein statistischen Konzept begründet werden, welches auf zwei fundamentalen Annahmen beruht:

- I) der Zerfall eines einzelnen radioaktiven Atomkerns ist unabhängig von dessen Vergangenheit, d. h. Atomkerne altern nicht, und
- II) für beliebige zwei Atomkerne eines Radionuklids genügen die Zeiten bis zum Zerfall exakt derselben Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Aus Annahme I kann mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung für einen einzelnen Atomkern die Wahrscheinlichkeit $P(t)$ hergeleitet werden, dass dieser nach der Zeitdauer t noch nicht zerfallen ist:

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t}.$$

Nach Annahme II ist $P(t)$ für alle Atomkerne dieses Radionuklids gleich.

Es gilt weiter, dass für eine beliebige Anzahl N_0 , auch eine sehr kleine, eine Binomialverteilung (diskrete Verteilung) die Wahrscheinlichkeit dafür beschreibt, dass nach der Zeitdauer t von ursprünglich N_0 Atomkernen eine Anzahl n noch nicht zerfallen ist. Die Bestimmung des Erwartungswertes $\mu(n)$ dieser Binomialverteilung führt zum Zerfallsgesetz:

$$\mu(n) = N_0 \cdot P(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = N(t);$$

Damit sind auch $N(t)$ und dessen zeitliche Ableitung dN/dt , d. h. die Aktivität, Erwartungswerte.

Zur aktivitätsbezogenen Schreibweise des Zerfallsgesetzes: siehe **Aktivität**.

Auch bei den in der Praxis des Strahlenschutzes und der Überwachung von radioaktiven Stoffen vorkommenden sehr kleinen Werten der Aktivität ist die dann vorliegende Atomanzahl noch sehr groß, so dass sie extrem gering vom Erwartungswert abweicht.

Literatur: **DIN 06, HUE 02**

zurück ◀

Index ▶

Radioaktives Gleichgewicht

Als radioaktives Gleichgewicht bezeichnet man den Zustand, der sich bei einer **radioaktiven Zerfallsreihe**, für welche die **Halbwertszeit** des Mutternuklids größer ist als die Halbwertszeiten der Tochternuklide, dann einstellt, wenn eine Zeit vergangen ist, die groß gegenüber der größten Halbwertszeit der Tochternuklide ist. Die Aktivitätsverhältnisse der Glieder der Zerfallsreihe sind dann zeitlich konstant. Diesen Zustand bezeichnet man als laufendes oder transientes Gleichgewicht. Ist die Halbwertszeit des Mutternuklids sehr groß gegenüber der aller Tochternuklide (z. B. U-238- und Th-232-Zerfallsreihe), sind die **Aktivitäten** der Tochternuklide dann nahezu gleich groß (stationäres Gleichgewicht).

Die Gleichgewichtseinstellung ist nach einer Zeitspanne von 10 Halbwertszeiten des kurzlebigen Tochternuklids nahezu vollständig (99,9 %).

Literatur: **DIN 06**

zurück ◀

Index ▶

Radioaktivität

Als Radioaktivität bezeichnet man die Eigenschaft bestimmter **Nuklide** (**Radionuklide**), spontan Teilchen- oder **Gammastrahlung** aus dem Atomkern zu emittieren oder nach Einfang eines Hüllelektrons durch den Kern Röntgenstrahlung aus der Hülle zu emittieren (siehe **Kernumwandlung**).

Radioaktivität ist eine Eigenschaft, d. h. sie ist einer quantitativen Bestimmung (**Messung**) nicht zugänglich.

lich und daher keine [Messgröße](#). Sie darf nicht mit der [Aktivität](#) verwechselt werden, die ein Maß für die Menge eines Radionuklids und eine Messgröße ist.

Literatur: [DIN 06](#), [IAE 00](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radioaktivität, künstliche

siehe [Radionuklide, künstliche](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radioaktivität, natürliche

siehe [Radionuklide, natürliche](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radioisotop

Der Begriff Radioisotop oder radioaktives Isotop ist ein Synonym für den Begriff [Radionuklid](#).

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radiologie

Die Radiologie ist ein medizinisches Fach- bzw. Forschungsgebiet, das sich mit den Wirkungen [ionisierender Strahlung](#) auf den menschlichen Organismus befasst und diese nutzt. Dazu gehören z. B. Röntgendiagnostik, Strahlentherapie, Nuklearmedizin.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklid

Als Radionuklid bezeichnet man ein radioaktives [Nuklid](#) im Grundzustand oder metastabilen Zustand. Es wird durch die Angabe des Elementsymbols sowie der zugehörigen [Massenzahl](#) gekennzeichnet, z. B. Sr-90, Tc-99m.

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklide, kosmogen

siehe [Radionuklide, natürliche](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklide, künstliche

Künstliche Radionuklide sind vom Menschen durch Kernreaktionen erzeugte [Radionuklide](#). Dazu gehören z. B. die beim Betrieb von Kernkraftwerken aufgrund der Kernspaltung entstehenden Spalt- und Aktivierungsprodukte (z. B. H-3, C-14, Fe-59, Co-60, Sr-90, I-131, Cs-137) sowie die in Beschleunigern hergestellten Radionuklide, die in Medizin, Forschung und Technik zur Anwendung kommen (z. B. F-18, Se-75, Tc-99m, I-123, I-131, Tl-201).

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklide, kurzlebige

Ein [Radionuklid](#) wird als kurzlebig bezeichnet, wenn seine Halbwertszeit kleiner als 100 Tage ist.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklide, langlebige

Ein [Radionuklid](#) wird als langlebig bezeichnet, wenn seine Halbwertszeit größer als 100 Tage ist.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklide, natürliche

Natürliche Radionuklide sind in der Natur vorkommende [Radionuklide](#), die nicht durch menschliche Tätigkeiten erzeugt und in die Umwelt eingebracht wurden. Dazu gehören die seit der Entstehung der Erde noch vorhandenen Radionuklide (primordiale Radionuklide) und die durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre gebildeten Radionuklide (kosmogene Radionuklide). Die bekanntesten Vertreter der primordialen Radionuklide sind K-40, Rb-87 sowie die Radionuklide der [natürlichen Zerfallsreihen](#) (U-238-, U-235-, Th-232-Zerfallsreihe). Vertreter der kosmogenen Radionuklide sind z. B. H-3, Be-7 und C-14.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklide, primordiale

siehe [Radionuklide, natürliche](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radionuklidgemisch

Ein Radionuklidgemisch ist ein [radioaktiver Stoff](#), der verschiedene [Radionuklide](#) in unterschiedlichen Anteilen enthält. Im Kernreaktor entsteht bei der Kernspaltung z. B. ein Radionuklidgemisch, dessen Zusammensetzung sich aufgrund der sehr unterschiedlichen [Halbwertszeiten](#) der einzelnen Radionuklide mit der Zeit ändert. Beispielsweise werden mit der [Fortluft](#) und dem [Abwasser](#) aus [kerntechnischen Anlagen](#) Radionuklidgemische abgeleitet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radioökologie

Die Radioökologie befasst sich als Teilgebiet der Ökologie mit den komplexen Wechselwirkungen und mit dem dynamischen Verhalten von [Radionukliden](#) in der gesamten Umwelt. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Ermittlung der [Strahlenexposition](#) des Menschen und der belebten Natur, wobei die Identifizierung relevanter [Expositionspfade](#) sowie Kenntnisse von Transport-, Transfer- und Anreicherungsprozessen von Radionukliden in der Umwelt von besonderer Bedeutung sind. Radioökologische Kenntnisse sind die Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen von Radionukliden, die z. B. aus [kerntechnischen Anlagen](#) in die Umwelt gelangen, sowie für Prognosen und Maßnahmen im Falle unfallbedingter Freisetzungen von Radionukliden.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radiotoxizität

Als Radiotoxizität wird der Grad der Gefährdung des Menschen durch die von inkorporierten [Radionukliden](#) ausgehende [Strahlenexposition](#) bezeichnet. Die zur Berechnung dieser [internen Strahlenexposition](#) verwendeten [Dosiskoeffizienten](#) sind für die einzelnen Radionuklide ein quantitatives Maß für den Gefährdungsgrad.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Radonexposition

Die Exposition durch Radon wird als das Zeitintegral der [Aktivitätskonzentration](#) angegeben, d. h. das Produkt aus mittlerer Aktivitätskonzentration und der Expositionszeit:

$$E_{\text{Rn}} = \int c_{\text{Rn}}(t) dt = \bar{c}_{\text{Rn}} \cdot t$$

Dabei bedeuten:

- E_{Rn} Exposition durch Radon in $Bq \cdot h \cdot m^{-3}$;
 C_{Rn} Aktivitätskonzentration von Radon in $Bq \cdot m^{-3}$;
 $\bar{C}_{Rn}$ mittlere Aktivitätskonzentration von Radon in $Bq \cdot m^{-3}$;
 t Expositionszeit in h.

Die Radonexposition wird in der Einheit $Bq \cdot h \cdot m^{-3}$ angegeben.

Bei bekanntem oder vorgegebenem Gleichgewichtsfaktor kann aus der Radonexposition die **effektive Dosis** durch Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte berechnet werden (siehe **Dosiskonversionsfaktor**).

Literatur: **SSK 02**

zurück ◀

Index ▶

Rainout

Als Rainout bezeichnet man den Vorgang, bei dem **Schwebstoffe** in der Atmosphäre als Kondensationskerne bei der Niederschlagsbildung dienen und somit der Erdoberfläche zugeführt werden (Teil der Nassdeposition).

zurück ◀

Index ▶

REI

REI ist die Abkürzung für **Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen**. Die REI bestimmt die bei **kerntechnischen Anlagen** zu überwachenden **Medien** und **Radionuklide**, stellt Anforderungen an die Analysenverfahren und Bilanzierungsverfahren und verweist auf relevante **KTA-Regeln**.

Literatur: **REI 06**

zurück ◀

Index ▶

Reichweite

Die Reichweite eines geladenen Teilchens in einem Absorber ist die Schichtdicke, die das Teilchen bei senkrechtem Auffall auf die Schicht gerade nicht mehr zu durchdringen vermag.

Die Reichweite von **Alphastrahlung** beträgt in Luft nur wenige cm; in weichem Gewebe / Wasser beträgt sie etwa 6 μm , 40 μm und 100 μm für Energien von 1 MeV, 5 MeV und 10 MeV.

Die maximale Reichweite von **Betastrahlung** liegt in Luft etwa zwischen 10 cm und 8 m für Maximalenergien zwischen 0,1 MeV und 2 MeV. In weichem Gewebe/Wasser liegt sie für den gleichen Bereich der Maximalenergien zwischen 0,01 cm und 1 cm.

Literatur: **JAE 74**

zurück ◀

Index ▶

Relative Atommasse

Die relative Atommasse eines Atoms ist eine dimensionslose Zahl, die das Verhältnis der Atommasse zu einer Bezugsmasse (Atommassenkonstante) bezeichnet. Als Bezugsmasse wird die **atomare Masseneinheit** verwendet (siehe **Atomgewicht**).

Literatur: **VOG 04**

zurück ◀

Index ▶

Relative biologische Wirksamkeit (RBW)

Die relative biologische Wirksamkeit ist das Verhältnis der **Energiedosis** D_R einer Referenzstrahlung zur Energiedosis einer zu untersuchenden und zu bewertenden **Strahlung** D_T , die in einem lebenden Organismus die gleiche biologische Wirkung erzeugt wie die Referenzstrahlung.

$$RBW = \frac{D_R}{D_T}$$

Als Referenzstrahlung ist einvernehmlich Photonenstrahlung festgelegt, allerdings ohne einheitliche Spezifizierung der Energie. Die „klassische“ Referenzstrahlung ist die Röntgenstrahlung einer Röntgenröhre mit 250 kV Röhrenspannung. Als Referenzstrahlung wird auch die **Gammastrahlung** von Co-60 benutzt.

RBW-Werte werden in Tierversuchen oder in Versuchen mit menschlichen und tierischen Zellen bzw. Zellverbänden ermittelt, wobei zusätzlich die physikalischen Verhältnisse im menschlichen Körper, insbesondere die Entstehung von Streu- und Sekundärstrahlung, berücksichtigt werden.

Die RBW ist für einen bestimmten beobachteten Effekt im Allgemeinen von der Dosis und vom **LET** der Strahlung abhängig. Im praktischen Strahlenschutz werden aus Gründen der Vereinfachung anstatt der RBW in der Regel die **Strahlungswichtungsfaktoren** w_R oder die **Qualitätsfaktoren** Q verwendet.

Literatur: **SSK 05, HAR 96**

zurück ◀

Index ▶

Rem

Das Rem (roentgen equivalent man) ist die frühere Einheit der **Äquivalentdosis**. Das Einheitenzeichen ist rem.

Definition: $1 \text{ rem} = 100 \text{ erg} \cdot \text{g}^{-1} = 0,01 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

zurück ◀

Index ▶

Repräsentative Probe

Eine repräsentative Probe ist eine **Probe**, deren Analyse die Bestimmung der Art und der **Menge** des untersuchten Stoffes in der Gesamtheit des **Mediums** erlaubt.

Literatur: **KTA 02**

zurück ◀

Index ▶

Rest-Beta-Aktivität

Die Rest-Beta-Aktivität ist die Differenz aus der **Gesamt-Beta-Aktivität** eines **radioaktiven Stoffes** oder **Radionuklidgemisches** und der **Aktivität** des in diesem Radionuklidgemisch enthaltenen **Radionuklids** K-40 als Bestandteil des Elementes Kalium. Die Aktivität von K-40 einer Probe kann z. B. mittels Gammaspektrometrie bestimmt werden, sie kann aber auch über die Bestimmung des Kaliumgehaltes mittels eines nicht-radiometrischen Verfahrens, wie z. B. Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) oder Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), erfolgen.

zurück ◀

Index ▶

Reststoff/Abfall

Unter Reststoffen versteht man diejenigen Stoffe, die bei den verschiedensten Produktionsprozessen in Industrie und Gewerbe einschließlich Landwirtschaft neben den eigentlichen Produkten als Rückstände anfallen. Abfälle entstehen bei der Herstellung und Verwendung von Produkten im industriellen und sonstigen gewerblichen sowie im häuslichen Bereich. Dabei wird zwischen verwertbaren Abfällen (Wertstoffe) und nicht verwertbaren Abfällen, die der geordneten Entsorgung zugeführt werden, unterschieden. Diese Reststoffe und Abfälle sind nach dem **Strahlenschutzvorsorgegesetz** (StrVG) im Rahmen des **IMIS** durch die Länder zu überwachen. Radioaktive Reststoffe und Abfälle gehören nicht zu den in diesem Sinne definierten Reststoffen und Abfällen aus „konventionellen Bereichen“.

zurück ◀

Index ▶

Resuspension

Unter Resuspension versteht man im Zusammenhang mit der Überwachung von **radioaktiven Stoffen** in der Umwelt den Anteil von radioaktiven Stoffen in der bodennahen Atmosphäre, der von auf dem Boden abgelagerten **Radionukliden** stammt, die mit Bodenpartikeln durch starken Wind und Niederschläge aufgewirbelt werden und auf Pflanzenteilen abgelagert werden können.

Literatur: [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Richtungs-Äquivalentdosis/Richtungs-Äquivalentdosisleistung

siehe [Ortsdosis/Ortsdosisleistung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Richtwert

Im Strahlenschutz wird ein Richtwert – ebenso wie ein **Grenzwert** – mit dem Ziel festgelegt, die **Strahlenexposition** des Menschen zu begrenzen. Allerdings ist ein Richtwert gegenüber einem Grenzwert ein Wert mit anderen Rechtsfolgen. Während die Überschreitung eines Grenzwertes untersagt ist oder unmittelbare Handlungsmaßnahmen erfordert, sind bei Überschreitung von Richtwerten weitere Umstände oder Sachverhalte zu prüfen, ob bestimmte Maßnahmen einzuleiten oder vorzunehmen sind. Zu berücksichtigende Sachverhalte können z. B. soziale, ökonomische sowie gesundheitliche Aspekte sein. In diesem Zusammenhang wird auch der Begriff **Maßnahmenwert** verwendet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ringvergleich

siehe [Vergleichsanalyse](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ringversuch

siehe [Vergleichsanalyse](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Risikokoeffizienten

siehe [Strahlenrisiko](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Rohrfaktor für Aktivität

Der Rohrfaktor für **Aktivität** bei luftgetragenen **radioaktiven Stoffen** ist das Verhältnis der **Aktivitätskonzentration** eines **Radionuklids** oder eines **Radionuklidgemisches** an der Eintrittsöffnung der Probeentnahmesonde zur Aktivitätskonzentration dieses Radionuklids oder dieses Radionuklidgemisches am Anschluss der Sammeleinrichtung oder des Messgerätes an die Probeentnahmeinrichtung.

Literatur: [KTA 02](#), [KTA 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Röntgen

Das Röntgen ist der frühere Einheitenname für die **Ionendosis**. Das Einheitenzeichen ist R.

Eine Ionendosis von 1 R durch Röntgen- oder **Gammastrahlung** ist diejenige, die in 1 cm³ Luft unter Normalbedingungen (1,293 mg Luft) eine Ionenmenge von 1 ESE (elektrostatische Ladungseinheit) erzeugt, was der Bildung von 2,08·10⁹ Ionenpaaren in 1 cm³ Luft entspricht. Der Zusammenhang der Einheit R mit der Einheit „Coulomb durch Kilogramm“ lautet:

$$1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \quad \text{bzw.}$$

$$1 \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} = 3876 \text{ R}$$

3876 R ist demnach diejenige Ionendosis, die bei der Erzeugung von Ionen eines Vorzeichens mit der elektrischen Ladung von 1 C in Luft der Masse 1 kg ($\rho = 1,293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) durch **ionisierende Strahlung** entsteht.

Entsprechend gilt für die Ionendosisleistung:

$$1 \text{ R} \cdot \text{s}^{-1} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ A} \cdot \text{kg}^{-1} \quad \text{bzw.}$$

$$1 \text{ A} \cdot \text{kg}^{-1} = 3876 \text{ R} \cdot \text{s}^{-1} \quad (1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s})$$

In Luft gilt zwischen der alten Einheit R und der **Energiedosis** der Zusammenhang:

$$1 \text{ R} = 0,877 \text{ rd} \quad \text{bzw.} \quad 1 \text{ rd} = 1,14 \text{ R}$$

Für Wasser und Weichteilgewebe gilt:

$$1 \text{ R} = 0,97 \text{ rd}$$

Für die Praxis gilt mit ausreichender Genauigkeit :

$$1 \text{ R} = 1 \text{ rd} = 1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Gy} = 0,01 \text{ Sv}$$

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Röntgenstrahlung, charakteristische

siehe [charakteristische Röntgenstrahlung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Routine-Messprogramm

siehe [IMIS](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Rückhalterfaktor

Der Rückhalterfaktor eines Abscheiders oder **Filters** ist das Verhältnis der **Menge** des abgeschiedenen Stoffes zur Menge des eintretenden Stoffes (Aufgabet).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Rückstoßkern

Die beim **radioaktiven Zerfall** von Atomkernen emittierten Teilchen haben eine bestimmte kinetische **Energie** und damit auch einen bestimmten **Impuls**. Der beim radioaktiven Zerfall entstehende Restkern erhält einen Rückstoß, der sich aus dem Impulserhaltungssatz ergibt. Bei der Emission von **Alphateilchen** mit einer Energie von einigen MeV ist die Energie des Rückstoßkernes so groß, dass dieser Ionisationsprozesse auslösen kann. Bei der Emission von **Betateilchen** und **Gammaquanten** ist die auf den Rückstoßkern übertragene Energie wesentlich kleiner.

Bei der elastischen Streuung von **Neutronen** an Atomkernen erhält der „angestoßene“ Atomkern einen Teil der kinetischen Energie des Neutrons. Dieser als Rückstoßkern bezeichnete Atomkern gibt die kinetische Energie durch Ionisations- und Anregungsprozesse ab. Bei Wasserstoffatomen werden die Rückstoßkerne als Rückstoßprotonen bezeichnet. Die vorwiegend durch elastische Streuungen verursachte Verminderung der Neutronenenergie wird als **Moderation** bezeichnet.

Literatur: [GER 04](#), [VOG 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Rückstreuung

siehe [Streustrahlung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ruheenergie

Die Ruheenergie E_0 ist das Energieäquivalent eines ruhenden, d. h. nicht bewegten Teilchens, entsprechend der Beziehung $E_0 = m_0 \cdot c^2$. Dabei ist m_0 die **Ruhemasse** des Teilchens und c die Lichtgeschwin-

digkeit im Vakuum. Beispielsweise beträgt die Ruheenergie eines [Protons](#) 938 MeV und die eines [Elektrons](#) 0,511 MeV.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Ruhemasse

Die Ruhemasse ist die Masse m_0 eines Teilchens, das sich in Ruhe befindet. Nach der Relativitätstheorie nimmt die Masse m eines Teilchens mit der Teilchengeschwindigkeit v zu. Dabei gilt:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist. [Photonen](#) bzw. [Gammaquanten](#) haben eine Ruhemasse $m_0 = 0$.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

S

Schätzwert

Die bei jeder durchgeführten [Messung](#) einer [Messgröße](#) erhaltenen Messwerte, seien es ein oder mehrere Einzelmesswerte derselben Messgröße oder ein Ergebniswert einer [Auswertung](#) mit mehreren beteiligten Messgrößen, werden in der Statistik als Schätzwerte bezeichnet. Bei der Messung, die dem Ziel dient, den Wert der Messgröße (siehe [Wert, wahrer](#)) zu ermitteln, treten wegen der dabei wirkenden Einflüsse unvermeidlich Messabweichungen auf. Diese sind der Grund, warum es nicht möglich ist, exakt die (wahren) Werte der Messgrößen zu finden.

Literatur: [WEI 99](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Schwächungskoeffizient, linearer

Der lineare Schwächungskoeffizient μ_s kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit, mit der ein [Gammaquant](#) je Zentimeter Absorberdicke mit den Atomen des Absorbermaterials reagiert. Er wird zur Berechnung der [Photonenflussdichte](#) nach Durchqueren einer bestimmten Schichtdicke infolge von [Wechselwirkung](#) der [Photonenstrahlung](#) mit Materie gemäß der folgenden Gleichung (lineares Schwächungsgesetz) verwendet:

$$\Phi_P = \Phi_P(0) \cdot e^{-\mu_s \cdot x}$$

Darin bedeuten:

Φ_P Photonenflussdichte nach Durchqueren der Schichtdicke x in $\text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;

$\Phi_P(0)$ Photonenflussdichte der einfallenden Photonen in $\text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;

μ_s linearer Schwächungskoeffizient in m^{-1} ;

x Schichtdicke in m.

Der lineare Schwächungskoeffizient wird in der Einheit m^{-1} oder cm^{-1} angegeben.

Da der lineare Schwächungskoeffizient proportional zur Dichte eines Materials ist, wird meist der auf die Dichte ρ des Materials bezogene Massenschwächungskoeffizient $\mu \cdot \rho^{-1}$ angegeben; in der Praxis wird meist die Einheit $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ verwendet (siehe [Wirkungsquerschnitt](#)).

Der Gesamtschwächungskoeffizient ist die Summe der jeweils entsprechend definierten Schwächungskoeffizienten für die Verminderung der Photonenflussdichte durch Wechselwirkung der Strahlung mit Materie (Absorption und Streuung) durch den [Photoeffekt](#), die kohärente Rayleigh-Streuung und die inkohärente [Compton-Streuung](#) sowie den Effekt der [Paarbildung](#).

Das lineare Schwächungsgesetz für Photonen gilt näherungsweise auch für [Neutronen](#).

Literatur: [SCH 74](#), [KRI 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Schwebstoffe

Schwebstoffe sind in einem Gas oder Gasgemisch, z. B. Luft, suspendierte feste oder flüssige [Partikeln](#). In einer Flüssigkeit sind Schwebstoffe feste Partikel.

Literatur: [KTA 02](#), [SSK 88](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Schwebstofffilter

Ein Schwebstofffilter ist ein Filter zur Abscheidung von festen [Aerosolpartikeln](#) aus Gasen oder Gasgemischen.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Sediment

Sediment bezeichnet die insbesondere am Grund und am Ufer von Gewässern abgelagerten [Schwebstoffe](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Sekundärelektronen

Bei der [Wechselwirkung](#) von Röntgen- und [Gammastrahlung](#) (siehe [indirekt ionisierende Strahlung](#)) mit Materie übertragen Röntgen- oder [Gammaquanten](#) ihre Energie teilweise oder ganz durch [Photoeffekt](#), [Compton-Effekt](#) und [Paarbildung](#) auf [Elektronen](#) von Atomen und [Molekülen](#) der Materie. Diese Elektronen, die in Abhängigkeit von ihrer Energie Anregungs- und Ionisationsprozesse weiterer Atome und Moleküle verursachen können, werden Sekundärelektronen genannt, die entsprechende Strahlung heißt Sekundärstrahlung. Bei der Einwirkung von Röntgen- oder Gammastrahlung auf biologisches Gewebe rühren die verursachten Wirkungen fast ausschließlich von den Sekundärelektronen her. [Photonen](#) haben aus diesem Grund den gleichen [Strahlungswichtungsfaktor](#) wie Elektronen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Sekundärelektronengleichgewicht

Ein Sekundärelektronengleichgewicht besteht an einem Punkt innerhalb eines Materials, wenn die Summe der kinetischen [Energien](#) der von einer [indirekt ionisierenden Strahlung](#) erzeugten [Sekundärelektronen](#), die in ein Volumenelement eintreten, das diesen Punkt enthält, gleich der Summe der kinetischen Energien der Sekundärelektronen, die aus diesem Volumenelement heraustreten, ist. Für Strahlungen indirekt ionisierender Teilchen spielt der Zustand des Sekundärelektronengleichgewichts bei der Ermittlung der [Energiedosis](#) eine wichtige Rolle. Sekundärelektronengleichgewicht kann bei gerichteten Strahlenbündeln, wie sie beim Umgang mit Strahlenquellen oft auftreten, nur näherungsweise erreicht werden.

Literatur: [JAE 74](#), [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Sekundärstrahlung

siehe [Sekundärelektronen](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Selbstabsorption

Die Selbstabsorption ist die Absorption einer [Strahlung](#) in der strahlenemittierenden Substanz selbst.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Seston

Unter Seston versteht man die Gesamtheit aller im Wasser suspendierten festen Bestandteile.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Sievert

Das Sievert ist die [SI-Einheit](#) der [Äquivalentdosis](#), der [Organdosis](#) und der [effektiven Dosis](#). Das Einheitenzeichen ist Sv.

Definition: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Die alte Einheit der Äquivalentdosis ist das [Rem](#) (rem). Für den Zusammenhang zwischen den Einheiten gilt:

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$$

Ebenso gilt für die Äquivalentdosisleistung:

$$1 \text{ Sv} \cdot \text{s}^{-1} = 100 \text{ rem} \cdot \text{s}^{-1}$$

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

SI-Einheiten

SI-Einheiten sind die SI-Basiseinheiten (siehe Tabelle) und die abgeleiteten SI-Einheiten, die durch die 11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht (CGPM), 1960, festgelegt wurden. Sie sind in den Ländern der EU verbindlich vorgeschrieben.

Das Kurzzeichen SI steht für den Namen „Système International d'Unités“ (Internationales Einheitensystem).

SI-Basiseinheiten

Größe	SI-Basiseinheit	
	Name	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	Ampere	A
Thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Die SI-Einheiten können auch mit Vorsatzzeichen für dezimale Teile und Vielfache verwendet werden.

Abgeleitete SI-Einheiten sind Produkte, Quotienten oder Potenzprodukte der SI-Basiseinheiten, wie z. B. das Volumen mit dem Einheitenzeichen m^3 oder die Geschwindigkeit mit dem Einheitenzeichen $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Abgeleitete SI-Einheiten, die einen besonderen Namen haben, sind z. B. :

[Becquerel](#): $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$;

[Sievert](#): $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$.

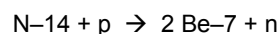
Literatur: [DIN 02](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Spallation

Als Spallation bezeichnet man eine Kernumwandlung, bei der ein energiereiches Teilchen aus einem Atomkern zahlreiche Nukleonen ($p+n$) oder Nukleonengruppen herausschlägt. In der Natur werden z. B. [kosmogene Radionuklide](#) durch Spallation von N-14- oder O-16-Atomkernen durch energiereiche Partikel der kosmischen Strahlung gebildet, z. B. Be-7 aufgrund der Kernreaktion



Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Spaltprodukt

Spaltprodukte sind [Nuklide](#), die durch Spaltung von Nukliden entstanden sind; auch die Folgeprodukte dieser primären Spaltprodukte werden als Spaltprodukte bezeichnet. Beispiele sind Kr-85, Sr-90 und Cs-137.

Literatur: [KOE 07](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Spezifische Aktivität

siehe [Aktivität](#), [spezifische](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

SSK

Die **Strahlenschutzkommission (SSK)** ist ein Beratungsgremium im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Es berät das Bundesministerium in allen Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung. Die Kommission besteht in der Regel aus 14 Mitgliedern, die durch das Bundesministerium für die Dauer von drei Kalenderjahren berufen werden. In ihr sollen die Fachgebiete vertreten sein, die für die sachverständige Beratung des Bundesministeriums erforderlich sind. Dies sind insbesondere die Fachgebiete Strahlenmedizin, [Radioökologie](#), Strahlenbiologie, Strahlenrisiko, Strahlenschutztechnik, Notfallschutz und Nichtionisierende Strahlen. Die Mitglieder sind unabhängig und nicht an Weisungen gebunden.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Standard, radioaktiv

(Radioaktive) Standards sind Feststoffe, Gasgemische oder Flüssigkeiten, die [Radionuklide](#) mit bekannter [Aktivität](#), [spezifischer Aktivität](#) oder [Aktivitätskonzentration](#) enthalten. Üblicherweise werden Standards von speziellen Herstellern oder im Labor durch Behandlung von [Normalen](#), z. B. Verdünnen von Normalen aliquots, hergestellt. Die Unsicherheiten der Aktivität, der spezifischen Aktivität oder der Aktivitätskonzentration sollten weniger als einige Prozent betragen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Standardabweichung

Die Standardabweichung einer ausreißerfreien Messreihe ist definiert als:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dabei bedeuten:

- s Standardabweichung;
- n Anzahl der einzelnen Messungen;
- x_i Messwert bei der Messung i;
- $\bar{x}$ arithmetischer [Mittelwert](#).

Das Quadrat der Standardabweichung wird als Varianz bezeichnet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Standard-Ionendosis

Die Standard-Ionendosis an einem Punkt in einem beliebigen Material ist diejenige [Ionendosis](#), die von der dort vorhandenen [Photonenstrahlung](#) gegebener [spektraler Teilchenflussdichte](#) bei [Sekundärelektronengleichgewicht](#) in Luft erzeugt würde.

Sekundärelektronengleichgewicht wird in der Praxis in guter Näherung erreicht, wenn das Umgebungsmaterial ebenfalls Luft ist (Frei-Luft-Messung).

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Standardmessunsicherheit

siehe [Messunsicherheit](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Stoffe, radioaktiv

siehe [Radioaktive Stoffe](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Stoffe, offene radioaktive, umschlossene radioaktive

[Radioaktive Stoffe](#), die ständig von einer allseitig dichten, festen inaktiven Hülle umschlossen oder in festen inaktiven Stoffen ständig so eingebettet sind, dass bei üblicher betriebsmäßiger Beanspruchung ein Austritt radioaktiver Stoffe mit Sicherheit verhindert wird, werden als umschlossene radioaktive Stoffe bezeichnet. Eine Abmessung muss dabei mindestens 0,2 cm betragen. Alle anderen radioaktiven Stoffe bezeichnet man als offene radioaktive Stoffe.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Stoffmengenkonzentration

Die Stoffmengenkonzentration ist das Verhältnis der [Menge](#) einer Komponente eines Gemenges und dem Volumen des Gemenges. Die Einheit ist z. B. Mol durch Liter ($\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Störfall

Ein Störfall ist ein Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Strahlenexposition

Als Strahlenexposition bezeichnet man im Allgemeinen die Einwirkung von [Strahlung](#) auf den menschlichen Körper. Im Strahlenschutz wird beim Umgang mit oder bei der Anwendung von [radioaktiven Stoffen](#) die Einwirkung [ionisierender Strahlung](#) betrachtet.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Strahlenexposition, äußere bzw. externe

Eine Strahlenexposition, die durch Strahlungsquellen außerhalb des menschlichen Körpers hervorgerufen wird, bezeichnet man als äußere bzw. externe Strahlenexposition.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Strahlenexposition, innere bzw. interne

Eine Strahlenexposition, die durch Strahlungsquellen innerhalb des menschlichen Körpers hervorgerufen wird, wird als innere bzw. interne Strahlenexposition bezeichnet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Strahlenexposition, natürliche

Die Strahlenexposition des Menschen durch natürliche Strahlungsquellen, d. h. durch die [kosmische Strahlung](#) und die Strahlung, die von [natürlichen Radionukliden](#) in den verschiedenen [Umweltmedien](#) ausgeht, wird als natürliche Strahlenexposition bezeichnet. Dabei ist zwischen der [externen Strahlenexposition](#) durch die kosmische und [terrestrische Strahlung](#) und der internen Strahlenexposition durch die [Inhalation](#) von Radon und Radonfolgeprodukten und die [Ingestion](#) von natürlichen Radionukliden mit Nahrungsmitteln und Trinkwasser zu unterscheiden. Mittlere Beiträge der einzelnen Komponenten der natürlichen Strahlenexposition des Menschen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Jährliche effektive Dosis der natürlichen Strahlenexposition

Strahlungsquelle	Jährliche effektive Dosis in mSv
Externe Strahlenexposition	
Kosmische Strahlung in Meereshöhe	0,30
Terrestrische Strahlung	0,40
Aufenthalt im Freien (ca. 5 Stunden pro Tag)	0,10
Aufenthalt in Häusern (ca. 19 Stunden pro Tag)	0,30 ⁽¹⁾
Interne Strahlenexposition	
Inhalation von Radon und kurzlebigen Radonfolgeprodukten	1,10
Aufenthalt im Freien (ca. 5 Stunden pro Tag)	0,20
Aufenthalt in Häusern (ca. 19 Stunden pro Tag) ⁽¹⁾	0,90
Ingestion von natürlichen Radionukliden	0,30
Kosmogene Radionuklide	0,02
Kalium-40	0,17
Zerfallsreihe U-238	0,10
Zerfallsreihe Th-232	0,02
Summe	ca. 2,1
Schwankungsbereich	ca. 1 bis 10 ⁽²⁾
⁽¹⁾ in Gebäuden ist die terrestrische Strahlung aus dem Boden weitgehend abgeschirmt; die Strahlenexposition wird in erster Linie durch die in den Baumaterialien enthaltenen natürlichen Radionuklide verursacht.	
⁽²⁾ in Einzelfällen auch mehr als 10 mSv·a ⁻¹	

Literatur: [BMU 04, DIN 01b](#)

zurück ◀

[Index ▶](#)**Strahlenexposition, zivilisatorische**

Eine Strahlenexposition durch zivilisatorische Strahlungsquellen wird als zivilisatorische Strahlenexposition bezeichnet. Dabei ist zwischen der beruflichen Strahlenexposition und der Strahlenexposition der Bevölkerung zu unterscheiden. Zur zivilisatorischen Strahlenexposition der Bevölkerung trägt in erster Linie die Strahlenexposition aufgrund der Anwendung ionisierender Strahlung in der Medizin bei. Weitere Quellen sind z. B. die Strahlenexposition der Bevölkerung durch den radioaktiven [Fallout](#) infolge der in der Atmosphäre durchgeführten Kernwaffenversuche und infolge des Betriebes von [kerntechnischen Anlagen](#). Die wichtigsten Beiträge zur zivilisatorischen Strahlenexposition sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Dazu können erhöhte Expositionen durch natürliche [Strahlungsquellen](#) kommen, z. B. untertägige Bergwerke, Radon-Heilbäder und -Heilstollen, Wasserwerke sowie Langstreckenflüge in großen Höhen.

Jährliche effektive Dosis der zivilisatorischen Strahlenexposition

Strahlungsquelle	Jährliche effektive Dosis in mSv
Zivilisatorische Strahlenexposition	
1. durch kerntechnische Anlagen	< 0,01
2. durch Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in der Medizin	ca. 2
3. durch Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in Forschung, Technik und Haushalt (ohne 4.)	< 0,01
3.1. Industrieerzeugnisse	< 0,01
3.2. technische Strahlungsquellen	< 0,01
3.3. Störstrahler	< 0,01
4. durch berufliche Strahlenexposition (Beitrag zur mittleren Strahlenexposition der Bevölkerung)	< 0,01
5. durch Fallout von Kernwaffenversuchen	< 0,01
5.1. von außen im Freien	< 0,01
5.2. durch inkorporierte radioaktive Stoffe	< 0,01
6. Strahlenexposition durch den Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl	< 0,015
Summe	ca. 2

Literatur: [BMU 04](#)

zurück ◀

[Index ▶](#)**Strahlenrisiko**

Als Strahlenrisiko wird die Eintrittswahrscheinlichkeit für einen durch [Strahlung](#) verursachten stochastischen Effekt bezeichnet. Häufig bezieht man sich hierbei auf Krebs als Folgeerkrankung. Die ICRP gibt in ihren Empfehlungen einen mittleren Wert für das individuelle zusätzliche Lebenszeit-Krebsmortalitätsrisiko von 0,05 Sv⁻¹ an. Dieser ist die Summe der Risikoeffizienten für einzelne Organe, die die Grundlage für die zur Berechnung der [effektiven Dosis](#) erforderlichen [Gewebewichtungsfaktoren](#) bilden.

Literatur: [GRU 09, ICR 07, JUN 03, STR 07](#)

zurück ◀

[Index ▶](#)**Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)**

Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) ist die Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen in der Fassung vom 20. Juli 2001. Zweck dieser Verordnung ist es, zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädlichen Wirkung [ionisierender Strahlung](#) Grundsätze und Anforderungen für Vorsorge- und Schutzmaßnahmen zu regeln, die bei der Nutzung und Einwirkung [radioaktiver Stoffe](#) und ionisierender Strahlung zivilisatorischen und natürlichen Ursprungs Anwendung finden.

zurück ◀

[Index ▶](#)

Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG)

Das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) ist das Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung in der Fassung vom 19.12.1986, zuletzt geändert am 31.10.2006.

Der Inhalt des StrVG ist zum Schutz der Bevölkerung

- die Radioaktivität in der Umwelt zu überwachen,
- die Strahlenexposition der Menschen und die radioaktive Kontamination der Umwelt im Falle von Ereignissen mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen unter Beachtung des Standes der Wissenschaft und unter Berücksichtigung aller Umstände durch angemessene Maßnahmen so gering wie möglich zu halten.

zurück ◀

Index ▶

Strahlenwirkung, allgemein

Wenn **ionisierende Strahlung** auf Materie trifft, kommt es zu Wechselwirkungsprozessen mit den Atomen oder **Molekülen**, wobei die **Energie** der **Strahlung** auf die jeweilige Materie übertragen wird. Handelt es sich um lebende Materie bzw. biologische Systeme, folgt den rein physikalischen **Wechselwirkungen** (Ionisations- und Anregungsprozesse) eine chemische und biologische Wirkungsphase mit sehr unterschiedlichen Zeitspannen. Es wird zwischen **deterministischen** und **stochastischen Strahlenwirkungen** unterschieden.

Die Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Organismus ist der wesentliche Grund für die Festlegung von **Dosisgrenzwerten** für beruflich strahlenexponierte Personen sowie für die Bevölkerung und die Konzeption sämtlicher Programme zur Überwachung der Umwelt auf **radioaktive Stoffe**.

Literatur: **HAR 96, JUN 03, KRI 04**

zurück ◀

Index ▶

Strahlenwirkung, deterministische

Deterministische Strahlenwirkungen sind solche, bei denen die Schwere des Schadens mit der **Dosis** zunimmt. Für den Eintritt des Schadens besteht im Allgemeinen ein Schwellenwert, z. B. für Hautrötung oder Augenlinsentrübung. Deterministische Strahlenwirkungen werden auch als nicht-stochastische Strahlenwirkungen bezeichnet.

Literatur: **BMU 04**

zurück ◀

Index ▶

Strahlenwirkung, stochastische

Stochastische Strahlenwirkungen sind solche, bei denen die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens von der Dosis abhängt, nicht jedoch ihr Schweregrad. Zu den stochastischen Effekten infolge einer Strahlenexposition gehören Tumorfälle und Erbkrankheiten.

Literatur: **BMU 04**

zurück ◀

Index ▶

Strahler, radioaktiver

Ein radioaktiver Strahler ist ein radioaktiver Stoff, der ionisierende Strahlung aussendet.

zurück ◀

Index ▶

Strahlung

Als Strahlung wird allgemein die Emission und Ausbreitung von Teilchen oder Wellen durch Vakuum oder ein materielles Medium bezeichnet.

TEILCHEN: Teilchen in diesem Sinne ist die zusammenfassende Bezeichnung für Korpuskel (Teilchen mit einer von Null verschiedenen Ruhemasse, d. h. Elementarteilchen und aus Elementarteilchen zusammengesetzte Teilchen) und Photonen. In diesem

Sinne spricht man von Korpuskularstrahlung und Photonenstrahlung.

WELLEN: Wellen in diesem Sinne sind elektromagnetische Wellen einschließlich des Wellenbereichs des sichtbaren Lichtes, Infrarotstrahlung, Röntgenstrahlung, Gammastrahlung u. a..

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, durchdringende

Als durchdringende Strahlung bezeichnet man **Photonenstrahlung** mit mittleren Photonenenergien oberhalb 15 keV sowie **Neutronenstrahlung**.

Literatur: **DIN 01a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, geringer Eindringtiefe

Als Strahlungen geringer Eindringtiefe bezeichnet man **Photonenstrahlung** mit mittleren Photonenenergien unterhalb 15 keV sowie **Betastrahlung**.

Literatur: **DIN 01a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, ionisierende

Strahlung, die aus ionisierenden Teilchen besteht, d. h. **Korpuskel** oder **Photonen**, deren Teilchenenergie so hoch ist, dass sie Materie zu ionisieren vermögen, wird als ionisierende Strahlung bezeichnet.

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, direkt ionisierende

Strahlung, die aus elektrisch geladenen Teilchen (z. B. **Elektronen**, **Positronen**, **Alphateilchen**) besteht, die unmittelbar (direkt) durch Stoß zu ionisieren vermögen, wird als direkt ionisierende Strahlung bezeichnet.

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, indirekt ionisierende

Strahlung, die aus elektrisch ungeladenen Teilchen (z. B. **Photonen**, **Neutronen**) besteht, die Energie auf direkt ionisierende Teilchen übertragen können, wird als indirekt ionisierende Strahlung bezeichnet.

Die direkte Ionisation durch Photonen ist gegenüber den Ionisationsprozessen durch freigesetzte **Sekundärelektronen** zu vernachlässigen.

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, dicht ionisierende

Strahlung, deren Teilchen eine hohe **Ionisierungsdichte** mit **LET-Werten** größer als $10 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ haben, z. B. **Alphateilchen** oder **Neutronen**, wird als dicht ionisierende Strahlung bezeichnet. Dicht ionisierende Strahlung ist bei gleicher Energie biologisch wirksamer als **locker ionisierende Strahlung**, was bei der Angabe der **Äquivalentdosis** und **Organdosis** durch unterschiedliche Werte der **Strahlungswichtungs-** und **Qualitätsfaktoren** berücksichtigt wird.

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, locker ionisierende

Strahlung, deren Teilchen eine geringe **Ionisierungsdichte** mit **LET-Werten** kleiner als $10 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ haben, z. B. **Elektronen**, wird als locker ionisierende Strahlung bezeichnet.

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, kosmische

Kosmische Strahlung ist eine Strahlung, die direkt oder indirekt (Sekundärstrahlung) aus Quellen außerhalb der Erde herrührt. Sie wird auch als Höhenstrahlung bezeichnet. Außerhalb der Erdatmosphäre besteht sie hauptsächlich aus geladenen Teilchen, davon ca. 86 % hochenergetischen **Protonen** und ca. 13 % **Alphateilchen**. **Photonen** und **Elektronen** tragen nur ca. 1 % bei, der Anteil schwerer Kerne ist vernachlässigbar. Der Energiebereich der Teilchen erstreckt sich über mehrere Größenordnungen bis zu mehreren TeV. Das Maximum der auf die Masseneinheit bezogenen Energieverteilung liegt im Bereich von 300 MeV/u bis 500 MeV/u. Innerhalb der Erdatmosphäre setzt sich die Höhenstrahlung infolge von Wechselwirkungsprozessen der primären kosmischen Strahlung mit den **Molekülen** der Atmosphäre hauptsächlich aus Photonen, Elektronen, **Neutronen**, Protonen sowie **Myonen** und Pionen zusammen. Die Intensität der Höhenstrahlung ist abhängig von der Höhe über dem Meeresspiegel, wobei sich auch der Anteil der Strahlungskomponenten an der **Strahlenexposition** ändert. In Meereshöhe besteht das kosmische Strahlungsfeld aus **direkt ionisierender Strahlung** (Myonen, Elektronen) und einer Neutronenkomponente. Die effektive Jahresdosis beträgt dort ca. 0,3 mSv, wobei Myonen den Hauptbeitrag hierzu liefern. In einer Höhe von 1000 m beträgt die effektive Jahresdosis ca. 0,5 mSv. In großen Flughöhen von etwa 10 km ist die **Ortsdosisleistung** etwa einen Faktor 100 höher als auf Meereshöhe. Bei 45° Nördlicher Breite treten dabei Werte zwischen $5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ und $7 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ auf.

Literatur: **AMB 03**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, Photonenstrahlung

siehe **Photonenstrahlung**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, terrestrische

Als terrestrische Strahlung bezeichnet man die Strahlung, die von **natürlichen Radionukliden** im Boden ausgeht. Diese sind im Wesentlichen K-40 und die Radionuklide der **Zerfallsreihen** von U-238 und Th-232. Die **Dosisleistung** infolge des Anteils der **Gammastrahlung** an der terrestrischen Strahlung beträgt im Mittel im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland $57 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$; das entspricht bei einer Aufenthaltszeit von 2000 h im Jahr einer **effektiven Dosis** von ca. 0,1 mSv. Höhere Werte der Gamma-Ortsdosisleistung, lokal über $200 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$, wurden in Regionen mit Granitböden wie z. B. im Erzgebirge, Fichtelgebirge, Bayerischen Wald und Schwarzwald gemessen.

Literatur: **BMU 02**

zurück ◀

Index ▶

Strahlung, harte/weiche

Röntgen- und **Gammastrahlung** (**Photonenstrahlung**) werden in Abhängigkeit von der Energie folgendermaßen klassifiziert.

Einteilung von Photonenstrahlung

Bezeichnung	Energiebereich		
extrem weich	0,004	–	4 keV
weich	4	–	20 keV
mittel	20	–	100 keV
hart	100	–	400 keV
extrem hart	400	–	$2\cdot 10^7$ keV

Literatur: **KRI 04**

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsdetektoren

Strahlungsdetektoren sind Materialien, in denen Effekte, die durch **ionisierende Strahlung** ausgelöst werden, zum Nachweis oder zur Messung der Strahlung verwendet werden. Solche Effekte sind z. B. die Erzeugung von elektrischen Ladungen (Ionisationsprozesse), Anregungen, denen das Aussenden von Licht folgen kann, (Szintillation) oder Veränderungen der Materialeigenschaften, etwa Spuren in Kunststofffolien. Die **elektrischen Impulse**, das ausgesandte Licht oder die Veränderungen der Materialeigenschaften können quantitativ bestimmt werden und erlauben die Bestimmung der Intensität der Strahlung (Zähler), bei geeigneter Ausführung des Materials, der Anordnung und des Messgerätes bisweilen auch der spektralen Zusammensetzung der Strahlung (Spektrometer).

Strahlungsdetektoren sind z. B.:

- Ionisationsdetektoren (**Ionisationskammern**, **Geiger-Müller-Zählrohre**, **Proportionalzählrohre** und **Halbleiterdetektoren**, Nebel- und Blaskammern und Funkenstrecken),
- Anregungsdetektoren (**Szintillationsdetektoren**, **Flüssigkeitsszintillationsspektrometer**, Thermolumineszenzmaterialien),
- chemische Detektoren,
- Kernspurmaterial (Kunststofffolien),
- Aktivierungsdetektoren.

Im allgemeinen Sprachgebrauch versteht man fälschlicherweise unter Detektoren meist nicht nur das oben genannte Material, sondern auch das gesamte **Strahlungsmessgerät**.

Literatur: **KOE 07**

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsenergie

Die Strahlungsenergie E_S ist die Summe der Teilchenenergien eines **Strahlungsfeldes**, die emittiert, übertragen oder absorbiert werden. Der Begriff „Übertragung“ ist im Sinne der Transporttheorie zu verstehen, d. h. als Transport durch Konvektion, Streuprozesse und Erzeugung von Sekundärteilchen. Die Strahlungsenergie ist daher von der Energie eines einzelnen Teilchens (**Teilchenenergie**) zu unterscheiden.

Die Einheiten der Strahlungsenergie sind J bzw. eV.

ANMERKUNG:

Im Fall der Korpuskularstrahlung wird die Strahlungsenergie in Form kinetischer **Energie** aller Teilchen eines Strahlungsfeldes transportiert. Bei Photonenstrahlungsfeldern besteht die transportierte Strahlungsenergie aus elektromagnetischer Feldenergie.

Literatur: **DIN 00a, KRI 04**

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsenergiefluenz

Die Strahlungsenergiefluenz ψ_F ist der Quotient dE_S durch dF , wobei dE_S die Strahlungsenergie der Teilchen ist, die in eine Kugel mit der Querschnittsfläche dF eintreten.

$$\psi_F = \frac{dE_S}{dF}$$

Die Einheit der Strahlungsenergiefluenz ist $\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$ bzw. $\text{eV}\cdot\text{m}^{-2}$.

Literatur: **DIN 00a**

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsenergiefluss

Der Strahlungsenergiefluss ist $\dot{E}_S$ der Quotient dE_S durch dt , wobei dE_S die Änderung der Strahlungsenergie E_S im Zeitintervall dt ist.

$$\dot{E}_S = \frac{dE_S}{dt}$$

Die Einheit des Strahlungsenergieflusses ist das Watt: $1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} = 6,242 \cdot 10^{12} \text{ MeV} \cdot \text{s}^{-1}$

Literatur: DIN 00a

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsenergieflussdichte

Die Strahlungsenergieflussdichte ist ψ_D ist der Differentialquotient $\frac{d^2 E_S}{dF \cdot dt}$, wobei $d^2 E_S$ die Summe der Energien der Teilchen ist, die im Zeitintervall dt in eine Kugel mit der Querschnittsfläche dF eintreten.

$$\psi_D = \frac{d^2 E_S}{dF \cdot dt} \quad (\text{siehe Teilchenflussdichte})$$

Die Einheit der Strahlungsenergieflussdichte ist $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} = \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ bzw. $\text{eV} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Strahlungsenergieflussdichte wird auch als Strahlungsintensität bezeichnet.

Als Beispiel kann die Strahlungsenergieflussdichte der Sonnenstrahlung angegeben werden. Die Intensität der **Photonenstrahlung** der Sonne beträgt an der Erdoberfläche etwa $1400 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ bzw. $1400 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ oder $8,7 \cdot 10^{15} \text{ MeV} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Bei einer durchschnittlichen Photonenenergie von 3 eV entspricht dies einer **Teilchenflussdichte** von etwa $3 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Strahlungsenergieflussdichte wird bisweilen auch als Intensität bezeichnet.

Literatur: DIN 00a

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsenergiefluenz, spektrale

Die spektrale Strahlungsenergiefluenz $\psi_E(E_i)$ ist die Verteilung der **Strahlungsenergiefluenz** ψ_E in Bezug auf die Energie E_i :

$$\psi_E(E_i) = \frac{d\psi_E(E_i)}{dE_i}$$

Dabei ist $d\psi_E(E_i)$ die Strahlungsenergiefluenz, deren Energie im Intervall $[E_i, E_i + dE_i]$ liegt. Die spektrale Strahlungsenergiefluenz ist eine Funktion der Energie. Sie hat die Einheit m^{-2} .

Literatur: DIN 00a

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsenergieflussdichte, spektrale

Die spektrale Strahlungsenergieflussdichte $\psi_G(E_i)$ ist die Verteilung der **Strahlungsenergieflussdichte** ψ_D in Bezug auf die Energie E_i :

$$\psi_G(E_i) = \frac{d\psi_D(E_i)}{dE_i}$$

Dabei ist $d\psi_D(E_i)$ die Strahlungsenergieflussdichte, deren Energie im Intervall $[E_i, E_i + dE_i]$ liegt. Die spektrale Strahlungsenergieflussdichte ist eine Funktion der Energie.

Sie hat die Einheit $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Literatur: DIN 00a

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsfeld

Die von einer **Strahlungsquelle** emittierten Teilchen (Korpuskeln oder **Photonen**) bilden ein Strahlungsfeld. Dabei ist zwischen einem divergierenden Strahlen-

bündel, wie es z. B. von einer Punktquelle ausgeht, und einem parallelen Strahlenbündel zu unterscheiden.

Literatur: KRI 04

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsfeldgrößen

Zur vollständigen Beschreibung eines **Strahlungsfeldes**, sind neben Art und Energie der Teilchen weitere Strahlungsfeldgrößen erforderlich. Diese sind von der Teilchenanzahl oder von der Strahlungsenergie abgeleitete **Größen**.

ANMERKUNG:

Da die verschiedenen Strahlungsfeldgrößen miteinander zusammenhängen und einige dieser Größen auf anderen bereits erklärten Größen aufbauen, werden zum besseren Verständnis die wichtigsten Strahlungsfeldgrößen aufgelistet; die Begriffe der Liste weisen auf die entsprechenden Stellen des Glossars hin.

a) Korpuskeln:

- **Teilchenfluss**;
- **Teilchenfluenz**;
- **Teilchenflussdichte**;
- **Spektrale Teilchenfluenz**;
- **Spektrale Teilchenflussdichte**.

b) Strahlungsenergie:

- **Strahlungsenergiefluss**;
- **Strahlungsenergiefluenz**;
- **Strahlungsenergieflussdichte**;
- **Spektrale Strahlungsenergiefluenz**;
- **Spektrale Strahlungsenergieflussdichte**.

Literatur: KRI 04, DIN 00a

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsmessgeräte

Strahlungsmessgeräte dienen zum Nachweis oder der **Messung** von **ionisierender Strahlung**. Sie bestehen im Allgemeinen aus einem **Strahlungsdetektor**, einem Umwandler in **elektrische Impulse**, einem Verstärker, einer Anzeigeeinheit und der benötigten Stromversorgung sowie der Versorgung mit Betriebsmaterialien.

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsqualität

Unter dem Begriff Strahlungsqualität wird der Einfluss von Strahlungsart und **Strahlungsenergie** auf die biologische Wirksamkeit zusammengefasst (siehe **Strahlungswichtungsfaktor**).

Literatur: DIN 01a

zurück ◀

Index ▶

Strahlungsquellen

Unter Strahlungsquellen versteht man **offene und umschlossene radioaktive Stoffe** sowie Anlagen zur Erzeugung oder Nutzung ionisierender Strahlung.

zurück ◀

Index ▶

Strahlungswichtungsfaktor

Der Strahlungswichtungsfaktor w_R dient zur Berücksichtigung des Einflusses der Strahlungsqualität R (Strahlungsart und -energie) bei der Ermittlung der Körperdosen (**Organdosis** und **effektive Dosis**). Das Konzept der Strahlungswichtungsfaktoren bezieht sich auf **stochastische Strahlenwirkungen** und bewertet die biologische Wirksamkeit der Strahlung relativ zur **Photonenstrahlung** (siehe **relative biologische Wirksamkeit**).

Strahlungswichtungsfaktor für verschiedene Strahlungsarten

Strahlungsart und Energiebereich	Strahlungswichtungsfaktor w_R
Photonen, alle Energien	1
Elektronen und Myonen, alle Energien	1
Neutronen, Energie:	
< 10 keV	5
10 keV – 100 keV	10
> 100 keV – 2 MeV	20
> 2 MeV – 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protonen, außer Rückstoßprotonen, Energie > 2 MeV	5
Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne	20

Für die Berechnung von Organdosen und der effektiven Dosis für Neutronenstrahlung wird die stetige Funktion $w_R = 5 + 17 \exp[-(\ln(2E_n))^2/6]$ benutzt, wobei E_n der Zahlenwert der Neutronenenergie in MeV ist.

Für Strahlungsarten und -energien, die in obiger Tabelle nicht aufgeführt sind, kann der mittlere **Qualitätsfaktor** $\bar{Q}$ für den Strahlungswichtungsfaktor verwendet werden.

Literatur: DIN 01a, STR 01, SSK 05

zurück ◀

Index ▶

Streustrahlung

Streustrahlung ist derjenige Teil **ionisierender Strahlung**, der infolge von **Wechselwirkungen** mit Materie seine Richtung ändert.

Im Strahlenschutz ist der Einfluss dieser Streustrahlung, z. B. bei der Abschirmung einer **Strahlungsquelle**, zu beachten (siehe **Aufbaufaktor**), was insbesondere beim Betrieb von Röntgengeräten von Bedeutung ist. In der Messtechnik spielt die Streustrahlung vor allem bei der **Messung** der **Aktivität** von **Alpha-** oder **Betastrahlern** eine Rolle (Rückstreueffekt und Rückstreuvermögen).

zurück ◀

Index ▶

Summenformel

Die Summenformel ist folgende mathematische Bedingung, die erfüllt sein muss, wenn ein **Radionuklidgemisch** bekannter Zusammensetzung in Hinblick auf die Einhaltung von **Grenzwerten** im Strahlenschutz oder bei der **Ableitung** beurteilt werden soll.

$$\sum_i \frac{\bar{c}_i}{c_{g,i}} \leq 1$$

Dabei bedeuten:

$\bar{c}_i$ die ermittelte, mittlere jährliche **Aktivitätskonzentration** des i-ten **Radionuklids** in Luft oder Wasser in $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$;

$c_{g,i}$ der **Grenzwert** der Aktivitätskonzentration des i-ten Radionuklids für die **Ableitung** nach Anlage VII, Teil D, der **StrlSchV** in $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$.

Sinngemäß ist die Summenformel auch auf andere Fälle anzuwenden, z. B. auf die in Anlage III der StrlSchV festgelegten **Freigrenzen**, Freigabewerte und Werte der Oberflächenkontamination.

Literatur: STR 01

zurück ◀

Index ▶

Szintillationsdetektor

Ein Szintillationsdetektor ist ein Messgerät (siehe **Strahlungsdetektoren**) für **ionisierende Strahlung**, bei dem **Szintillatoren** durch ionisierende Strahlung angeregt werden und das von ihnen emittierte Licht in **elektrische Impulse** umgewandelt wird. Szintillationsdetektoren eignen sich zur Bestimmung der Energieverteilung der Strahlung.

Literatur: KOE 07

zurück ◀

Index ▶

Szintillatoren

Szintillatoren sind kristalline anorganische und organische Substanzen, flüssige organische Lösungen sowie Edelgase unter Druck, die durch **ionisierende Strahlung** angeregt werden und in Folge Licht ausstrahlen.

zurück ◀

Index ▶

T

Teilchen

siehe [Strahlung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenabsorption

Teilchenabsorption ist eine Atom- oder Kernwechselwirkung, bei der das einfallende Teilchen als freies Teilchen verschwindet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenenergie

Als Teilchenenergie bezeichnet man im Strahlenschutz die Energie eines Teilchens ausschließlich der [Ruheenergie](#). Die Einheit der Teilchenenergie ist das [Elektronvolt](#). Beispiele sind Elektronenenergie, Neutronenenergie, Photonenenergie.

ANMERKUNG:

Zwischen der Photonenenergie bzw. der Energie von [Gammaquanten](#) E_γ , der Frequenz ν und der Wellenlänge λ der elektromagnetischen Wellen besteht die Beziehung

$$E_\gamma = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c_0}{\lambda}$$

Dabei ist c_0 die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und h die Plancksche Konstante.

So hat z. B. sichtbares Licht mit der Wellenlänge $\lambda = 500 \text{ nm}$ eine Photonenenergie von 2,5 eV; ein Gammaquant von 1 MeV hat eine Wellenlänge von $1,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}$.

Literatur: [DIN 00a](#), [GER 04](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenfluenz

Die Teilchenfluenz Φ_F ist der Quotient dn durch dF , wobei dn die Anzahl der Teilchen ist, die in eine Kugel mit der Querschnittsfläche dF eintreten.

$$\Phi_F = \frac{dn}{dF}$$

Die Einheit der Teilchenfluenz ist m^{-2} .

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenfluenz, spektrale

Die spektrale Teilchenfluenz $\Phi_E(E_i)$ ist die Verteilung der [Teilchenfluenz](#) Φ_F in Bezug auf die Energie E_i der Teilchen:

$$\Phi_E(E_i) = \frac{d\Phi_F(E_i)}{dE_i}$$

Dabei ist $d\Phi_F(E_i)$ die Fluenz aller Teilchen, deren Energie im Intervall $[E_i, E_i + dE_i]$ liegt. Die spektrale Teilchenfluenz ist eine Funktion der Energie. Sie hat die Einheit $\text{m}^{-2} \cdot \text{eV}^{-1}$ bzw. $\text{m}^{-2} \cdot \text{MeV}^{-1}$.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenfluss

Der Teilchenfluss $\mathcal{K}$ ist der Quotient dn durch dt , wobei dn die Anzahl der Teilchen ist, die im Zeitintervall dt transportiert werden.

$$\mathcal{K} = \frac{dn}{dt}$$

Die Einheit des Teilchenflusses ist s^{-1} .

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenflussdichte

Die Teilchenflussdichte Φ_D ist der Differentialquotient $d^2n \cdot (dF \cdot dt)^{-1}$, wobei d^2n die Anzahl der Teilchen ist, die im Zeitintervall dt in eine Kugel mit der Querschnittsfläche dF eintreten.

$$\Phi_D = \frac{d^2n}{dF \cdot dt}$$

Die Einheit der Teilchenflussdichte ist $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Teilchenflussdichte wird bisweilen auch als Intensität bezeichnet.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilchenflussdichte, spektrale

Die spektrale Teilchenflussdichte $\Phi_G(E_i)$ ist die Verteilung der [Teilchenflussdichte](#) in Bezug auf die Energie E_i der Teilchen

$$\Phi_G(E_i) = \frac{d\Phi_D(E_i)}{dE_i}$$

Dabei ist $d\Phi_D(E_i)$ die Flussdichte aller Teilchen, deren Energie im Intervall $[E_i, E_i + dE_i]$ liegt. Die spektrale Teilchenflussdichte ist eine Funktion der Energie. Sie hat die Einheit $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{eV}^{-1}$ bzw. $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{MeV}^{-1}$.

Literatur: [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Teilluftstrom

Ein Teilluftstrom ist ein aus einem Abluft- oder Fortluftstrom entnommener Luftstrom mit einem meist wesentlich kleineren Volumenstrom als dem des Luftstromes, aus dem er entnommen wurde.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

TENORM

Der Begriff TENORM ist die Abkürzung für Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material und bezeichnet Stoffe, die nur natürlich radioaktive Stoffe, jedoch mit einer aufgrund technischer Prozesse erhöhten spezifischen Aktivität, enthalten (siehe [Radionuklide](#), [natürliche](#)).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Tochternuklid

siehe [Radioaktive Zerfallsreihe](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Tracer

Tracer sind ursprünglich in der [Probe](#) nicht enthaltene [Radionuklide](#), die der Probe mit bekannter [Aktivität](#) zugesetzt werden, den gesamten Analysegang durchlaufen und zur Berechnung der chemischen Ausbeute dienen.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Transferfaktor

Der Transferfaktor ist im Gleichgewichtsfall das Verhältnis der masse- oder volumenbezogenen [Aktivitäten](#) von zwei [Kompartimenten](#). Möglicherweise dazwischen liegende Kompartimente werden nicht direkt berücksichtigt, was in der Regel einer starken Vereinfachung entspricht. Der berechnete Transferfaktor für die Transferarten „Boden–pflanzliche Produkte“ und „Boden–Weidepflanzen“ wird in der Einheit $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ [Feuchtmasse](#) im Nutzkompartment (pflanzliche Produkte, Weidepflanzen) durch $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ [Trockenmasse](#) im Ausgangskompartment Boden angegeben.

Der Transferfaktor wird unterschiedlich definiert, wenn für das Ausgangskompartiment eine Aktivitätszufuhr (in $\text{Bq}\cdot\text{d}^{-1}$) anstelle einer massebezogenen Aktivität verwendet wird. In diesem Fall wird der Transferfaktor in der Literatur auch als Transferkoeffizient bezeichnet und in der Einheit $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ Feuchtmasse im Nutzkompartiment durch $\text{Bq}\cdot\text{d}^{-1}$ im Ausgangskompartiment angegeben. Dieser Begriff des Transferfaktors wird bei den Transferarten „Wasser–Milch“, „Wasser–Fleisch“, „Futter–Milch“, „Futter–Fleisch“, „Lebensmittel–Muttermilch“ und „Atemluft–Muttermilch“ verwendet. Die Aktivitätszufuhr wird dabei als Produkt der masse- oder volumenbezogenen Aktivität ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ bzw. $\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$) des Ausgangskompartiments Wasser, Futter, Lebensmittel oder Atemluft und seiner täglichen Zufuhr ($\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ bzw. $\text{l}\cdot\text{d}^{-1}$) dargestellt.

Für die Transferart „Wasser–Fisch“ oder „Wasser–Schwebstoff“ wird der Begriff **Konzentrationsfaktor** verwendet.

Transferfaktoren und Konzentrationsfaktoren für verschiedene Elemente werden in der AVV zu § 47 **StriSchV** angegeben.

Literatur: [SMI 05](#), [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Transferrate

Bei der radioökologischen Modellierung wird die Transferrate definiert als der Quotient der **Aktivität**, die von einem **Kompartiment** während einer Zeitdauer auf ein anderes Kompartiment übertragen wird, durch die Zeitdauer. Die Einheit der Transferrate ist $\text{Bq}\cdot\text{s}^{-1}$.

Literatur: [ICR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Transurane

Transurane sind Elemente, deren **Ordnungszahl** größer als die des Urans ($Z = 92$) ist.

Literatur: [PSC 87](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Trockenmasse

Unter Trockenmasse versteht man die Masse eines Produkts unmittelbar nach Beendigung eines für dieses Produkt üblichen Trocknungsverfahrens.

Literatur: [RAD](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Turbulenter Diffusionskoeffizient

Der turbulente Diffusionskoeffizient ist der Diffusionskoeffizient für **Aerosolpartikeln** in turbulenten Strömungen. Er hängt vom Durchmesser und der Dichte der Aerosolpartikeln, der Reynolds-Zahl und der Viskosität der Luft ab.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

U

Übergabebehälter

Der Übergabebehälter ist ein Sammelbehälter, aus dem **radioaktiv kontaminiertes Abwasser** erst nach der **Entscheidungsmessung** in den Vorfluter oder die Kanalisation abgeleitet wird. Die Größe von Übergabebehältern reicht von etwa 1 m^3 in Laboratorien bis zu 80 m^3 in Kernkraftwerken.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Überwachung

Die Überwachung ist die **Messung** des **Wertes** einer physikalischen **Größe** einschließlich des Vergleiches mit einem vorgegebenen Wert. Die Messung erfolgt im Allgemeinen kontinuierlich oder in regelmäßigen Zeitabständen, um die Änderungen des Wertes der physikalischen Größe zu erfassen.

Gemäß DIN umfasst die Überwachung von Strahlungsbereichen die Überwachung der **Ortsdosis**, Ortsdosisleistung, der Kontamination des Arbeitsplatzes sowie der **Aktivitätskonzentration** und der **spezifischen Aktivität** z. B. in Wasser, Luft und anderen **Umweltmedien**. Sie ermöglicht die Feststellung, ob die Grenzwerte der **Körperdosen**, Kontaminationsaktivitäten und Aktivitätskonzentrationen nicht überschritten werden, und gibt Hinweise auf fehlerhaftes Verhalten und technische Mängel sowie für die Festlegung der Grenzen der Strahlungsbereiche. Zur Überwachung der **natürlichen** und **zivilisatorischen Strahlenexposition** der Bevölkerung werden die Bevölkerungsdosen infolge medizinischer Strahlenexposition und infolge der Strahlenexposition durch Umgebungsstrahlung sowie die Aktivitätskonzentrationen oder spezifischen Aktivitäten **radioaktiver Stoffe** in Umweltmedien ermittelt.

Literatur: [DIN 01b](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt

siehe [Überwachung der Umweltradioaktivität](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Überwachung der Umweltradioaktivität

Die „Überwachung der **Umweltradioaktivität**“ bedeutet hier die Überwachung von Aktivitätskonzentrationen, **spezifischen Aktivitäten** und **flächen-bezogenen Aktivitäten** von **Radionukliden** in **Umweltmedien** sowie die Überwachung von **Ortsdosis** und Ortsdosisleistung.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Umgebungs-Äquivalentdosis/Umgebungs-Äquivalentdosisleistung

siehe [Ortsdosis/Ortsdosisleistung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Umgebungsüberwachung

Als Umgebungsüberwachung wird die Überwachung von **Aktivitätskonzentrationen** oder **spezifischen Aktivitäten** von **Radionukliden** in **Umweltmedien** sowie die Überwachung der **Ortsdosis** und Ortsdosisleistung in der Umgebung von **kerntechnischen Anlagen** bezeichnet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Umweltradioaktivität

Als Umweltradioaktivität wird umgangssprachlich das Vorkommen von [Radionukliden](#) in [Umweltmedien](#) bezeichnet. Die Umweltradioaktivität kann nicht gemessen werden; [Messgrößen](#) sind die [Aktivitätskonzentration](#) oder [spezifische Aktivität](#) sowie die [Ortsdosis](#) und [Ortsdosisleistung](#).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Umweltmedien

Umweltmedien sind Teile der Umwelt mit ähnlichen Eigenschaften, z. B. Luft, Niederschlag, Wasser, Sediment, Boden, Bewuchs und Nahrungsmittel.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Unfall

Ein Unfall im Sinne des [Atomgesetzes](#) (AtG) und der [Strahlenschutzverordnung](#) (StrlSchV) ist ein Ereignisablauf, der für eine oder mehrere Personen eine [effektive Dosis](#) von mehr als 50 mSv zur Folge haben kann.

Literatur: [STR 01](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Unsicherheit

siehe [Messunsicherheit](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Untergrund

siehe [Nulleffekt](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Untergrundzählrate

siehe [Nulleffektzählrate](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Uran, abgereichertes bzw. angereichertes

Uran ist ein radioaktives Element mit den natürlich vorkommenden [Isotopen](#) U-238, U-235 und U-234. Natururan enthält die Isotope mit folgenden Massenanteilen:

U-238 – 99,2836 %
U-235 – 0,7110 %
U-234 – 0,0054 %

ANGEREICHERTES URAN: Uran, bei dem der Prozentsatz des spaltbaren Isotops U-235 über dem Gehalt des Natururans hinaus gesteigert ist, wird als angereichertes Uran bezeichnet. Das in Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktor (SWR) und Druckwasserreaktor (DWR) eingesetzte U-235 ist bis zu einem Massenanteil von 4 % angereichert; hoch angereichertes U-235 mit einem Massenanteil von bis zu 85 % wird in Forschungsreaktoren eingesetzt.

ABGEREICHERTES URAN: Uran mit einem geringeren Prozentsatz des spaltbaren Isotops U-235 als dem im Natururan vorliegendem Anteil wird als abgereichertes Uran bezeichnet. Es fällt bei dem Prozess der Uranisotopentrennung an.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

V

Varianz

siehe [Erwartungswert](#) und [Standardabweichung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Vergleichsanalyse

Unter Vergleichsanalyse werden [Messungen](#) des Wertes einer [Messgröße](#) an einem Objekt oder mehreren gleichwertigen Objekten durch verschiedene Experimentatoren oder Labore unter festgelegten Bedingungen verstanden; die Auswertung der Messergebnisse erfolgt nach festgelegten Verfahren, z. B. der Norm DIN 38402. Der Wert der Messgröße kann bekannt sein, z. B. bei einem [Normal](#), oder aus den Messergebnissen geschätzt werden.

RINGVERGLEICH: Der Ringvergleich ist eine Vergleichsanalyse an einem Objekt, wobei die Messungen zu verschiedenen Zeiten und an unterschiedlichen Orten durchgeführt werden können. Beispiel: Vergleichsanalysen von Ganzkörperzählern mit einem Phantom.

RINGVERSUCH: Der Ringversuch ist eine Vergleichsanalyse an gleichartigen Objekten. Beispiel: Vergleichsanalyse an Gebrauchsnormen, die an die einzelnen Labore gesandt werden. Diese Gebrauchsnormen sind auf Aktivitätsnormale und diese wiederum auf nationale Primärnormale, z. B. der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), rückführbar.

Literatur: [DIN 87c](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Vernichtungsstrahlung

siehe [Annihilationsstrahlung](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Verteilungskoeffizient

Der Verteilungskoeffizient eines in zwei Phasen vorliegenden Stoffes ist das Verhältnis der Konzentration des Stoffes in der einen Phase und der Konzentration des Stoffes in der anderen Phase. Der Verteilungskoeffizient ist die Gleichgewichtskonstante eines Verteilungsgleichgewichtes und abhängig von der Art der Phasen und der Temperatur.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Volumenstrom

Der Volumenstrom ist das Verhältnis des in einem Zeitraum durch eine Leitung oder Einrichtung geströmten Volumens und dieses Zeitraums. Die Einheit ist $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Bei Luft hängt die pro Zeiteinheit durchgeströmte Masse von Luftdruck und Lufttemperatur ab (siehe [Luftdurchfluss](#)).

Literatur: [SSK 88](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

W

Washout

Als Washout bezeichnet man den Vorgang, bei dem [Schwebstoffe](#) oder gasförmige luftgetragene Stoffe in der Atmosphäre, z. B. Wasserdampf oder elementares Iod, durch den Niederschlag ausgewaschen und so der Erdoberfläche zugeführt werden (Teil der Nassdeposition).

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Washoutkoeffizient

Der Washoutkoeffizient ist das Verhältnis der Bodenkontaminationsrate durch Niederschlag und des Integrals der Konzentration als Funktion der Höhe über dem Boden.

Literatur: [AVV 05](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Wechselwirkung

Unter Wechselwirkung wird hier die Wechselwirkung verschiedener Strahlungsarten, z. B. [Photonen](#), [Neutronen](#) und geladenen Teilchen, mit Materie verstanden. Für die quantitative Beschreibung der Wechselwirkung mit den Atomen oder Atomkernen werden z. B. für Korpustularstrahlung [Wirkungsquerschnitte](#) oder das [lineare Bremsvermögen](#) und für [Photonenstrahlung](#) [Gesamtschwächungskoeffizienten](#) verwendet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Weglänge, mittlere freie

Die mittlere freie Weglänge $\bar{l}$ ist die durchschnittliche Weglänge, die ein Teilchen ohne [Wechselwirkung](#) in einem [Medium](#) zurücklegt. Für Korpuskeln lässt sie sich mit Hilfe der Dichte der Atomkerne n und dem [Wirkungsquerschnitt](#) σ darstellen als:

$$\bar{l} = \frac{1}{n \cdot \sigma}$$

Für [Photonen](#) wird sie als der Kehrwert des [linearen Schwächungskoeffizienten](#) μ des [Mediums](#) definiert. Das bedeutet, dass die Anzahl der primären Photonen nach Zurücklegen der mittleren freien Weglänge gerade auf den Wert $1/e \approx 0,37$ abgenommen hat.

Literatur: [JAE 74](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Weichteilgewebe

Das [ICRU-Weichteilgewebe](#) ist ein gewebeähnliches Material der Dichte $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ und hat folgende Zusammensetzung:

76,2 % O₂
11,1 % C
10,1 % H₂
2,6 % N₂

Synthetisch hergestelltes gewebeäquivalentes Kunststoffmaterial in dieser Zusammensetzung wird in Form sogenannter Phantome z. B. beim [Kalibrieren](#) von Personendosimetern eingesetzt.

Literatur: [DIN 01a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Wert, wahrer

Der wahre Wert ist definiert als tatsächlicher Wert einer [Messgröße](#) unter den bei der Ermittlung herrschenden Bedingungen. Er ist der Messgröße zugewiesen, unabhängig davon, ob er bekannt oder unbekannt ist. Wahrer Wert und [Erwartungswert](#) fallen nicht notwendigerweise zusammen.

Der wahre Wert ist kein Begriff der mathematischen Statistik, sondern der Messtechnik ([Metrologie](#)). Nach DIN V ENV 13005 wird das Wort „wahr“ in „wahrer Wert der Messgröße“ als überflüssig bezeichnet, so dass nur noch die Bezeichnung „Wert der Messgröße“ verwendet wird. Der „Wert der Messgröße“ darf allerdings nicht mit einem „Messwert der Messgröße“ verwechselt werden; letzterer ist ein [Schätzwert](#).

Literatur: [DIN 87a](#), [SCH 05](#), [MIC 99](#), [DIN 99b](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Wirkung

siehe [Energie, physikalische](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Wirkungsquerschnitt

Der atomare Wirkungsquerschnitt ist ein Maß für die Wahrscheinlichkeit für [Wechselwirkungen](#) eines bestimmten Prozesses pro Atom, wenn Materie mit einer [Strahlung](#) bestimmter [Teilchenfluenz](#) bestrahlt wird. Der Wirkungsquerschnitt kann als ein anschauliches Maß für die „Trefferfläche“, die ein Zielkern einem ankommenden Teilchen bietet, angesehen werden.

Die [SI-Einheit](#) des Wirkungsquerschnittes ist Quadratmeter (m²), die atomphysikalische Einheit ist Barn: $1 \text{ Barn} = 10^{-28} \text{ m}^2 = 10^{-24} \text{ cm}^2$.

1 Barn entspricht der Querschnittsfläche eines mittelschweren Atomkerns.

Neben dem „mikroskopischen“ Wirkungsquerschnitt wird auch der „makroskopische“ (auf die Anzahl der Atome pro Masseneinheit bezogene) angegeben. Die makroskopische Schwächung von Strahlung bei Wechselwirkung mit Materie wird aber besser durch den [linearen Schwächungskoeffizienten](#) μ_s beschrieben. Zwischen μ_s und dem atomaren Wirkungsquerschnitt σ_q besteht folgender Zusammenhang:

$$\mu_s = \frac{\sigma_q \cdot \rho \cdot N_A}{M}$$

Dabei bedeuten:

ρ Dichte des Materials in $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$,
 N_A Avogadrokonstante ($6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$);
 M [molare Masse](#) in $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Der Massenschwächungskoeffizient hat dann die Einheit cm^{-1} .

Literatur: [KOE 07](#), [KRI 04](#), [DIN 00a](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Z

Zählrate

Die Zählrate ist der Quotient der Anzahl der registrierten Ereignisse oder der [elektrischen Impulse](#) einer Zählrichtung oder eines Bereiches eines Vielkanalanalysators in einer Zeitspanne und dieser Zeitspanne.

BRUTTOZÄHLRATE: Die Bruttozählrate ist im Allgemeinen diejenige Zählrate, welche direkt gemessen werden kann. Sie umfasst neben dem Beitrag der [Aktivität](#) der [Probe](#) auch den [Nulleffekt](#), der aus den Komponenten des Detektorbeitrags und des Beitrags des [Messpräparats](#) besteht. Wird vor Beginn der Analyse der Probe Aktivität eines [Tracernuklids](#) zugegeben, kann sich die Bruttozählrate um die Komponente einer Verunreinigung der Tracerlösung mit dem zu bestimmenden [Radionuklid](#) erhöhen; dieser Zählratenbeitrag kann im Allgemeinen berechnet werden.

NETTOZÄHLRATE: Die Nettozählrate ist diejenige Zählrate, die den Probenbeitrag repräsentiert. Im Allgemeinen ist sie zur Aktivität der gemessenen Probe direkt proportional.

ANMERKUNG:

In der Praxis wird die Nettozählrate oftmals als einfache Differenz aus Brutto- und Nulleffektzählrate berechnet. Bei der exakten Berechnung der Nettozählrate müssen von der Bruttozählrate alle anderen Beiträge abgezogen werden, die nicht von einem zu analysierenden Radionuklid in der Probe stammen. Zu berücksichtigen sind gegebenenfalls zusätzliche Beiträge, die z. B. aus einer zugesetzten Tracerlösung herühren, von Reagenzien- oder Geräteblindwerten stammen oder durch Interferenz mit anderen Radionukliden entstehen.

ANMERKUNG:

Für die korrekte Berechnung der Messunsicherheit, [Erkennungs-](#) und [Nachweisgrenze](#) ist die möglichst komplette Darstellung der Nettozählrate von besonderer Bedeutung.

NULLEFFEKTZÄHLRATE: Die Nulleffektzählrate ist die Zählrate bei Messung mit einem [Nulleffektpräparat](#). Anstelle von Nulleffektzählrate werden synonym auch die Begriffe Untergrundzählrate oder Blindwert verwendet.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

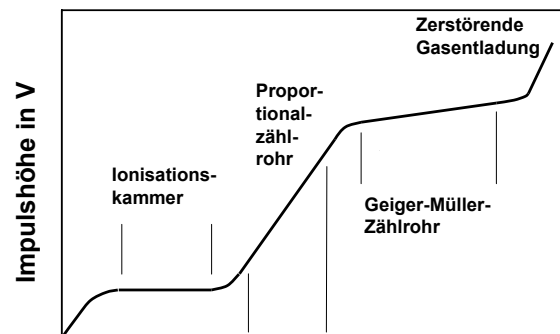
Zählrohr, Geiger-Müller-Zählrohr, Proportionalzählrohr

ZÄHLROHRE: Zählrohre sind Geräte zum Nachweis von [ionisierender Strahlung](#). Sie bestehen aus zwei voneinander isolierten Elektroden, einer positiven Anode und einer negativen Kathode, an denen elektrische Spannung anliegt, und einem Gas im dadurch begrenzten Volumen. Meist ist die Anode als Zylinder ausgeführt, die Kathode besteht aus einem mittigen oder axialen dünnen Draht. Ionisierende Strahlung erzeugt im Gas [Elektron-Ionen-Paare](#). Aufgrund des geringen Krümmungsradius des Kathodendrahtes ist die Feldstärke in der Umgebung der Kathode so hoch, dass erzeugte Elektronen eine große kinetische [Energie](#) erhalten und deshalb durch Stöße weitere Gasmoleküle ionisieren können (Stoßionisation). Im Gegensatz zu [Ionisationskammern](#) findet bei Zählrohren eine innere Verstärkung statt. Im von den Elektroden erzeugten elektrischen Feld werden die Ladungsträger vor einer Rekombination getrennt und bewegen sich auf die Elektroden zu. Dort werden die Ladungen auf die Elektroden übertragen und erzeugen dadurch einen [elektrischen Impuls](#).

GEIGER-MÜLLER-ZÄHLROHR: Geiger-Müller-Zählrohre bestehen meist aus einem abgeschlossenen Zylinder als Anode und einem axial angeordneten Draht als Kathode. Der Krümmungsradius des Drahtes ist so klein und die angelegte Spannung so hoch, dass primär durch die ionisierende Strahlung erzeugte Elektronen durch Stoßionisation eine elektrische Entladung erzeugen, die zu elektrischen Impulsen von mehreren zehntel Volt führen können. Die elektrische Entladung wird durch dem Gas zugemischte Substanzen oder durch elektronische Vorrichtungen gelöscht. Das Geiger-Müller-Zählrohr ist ein empfindliches Nachweisgerät für ionisierende Strahlung; es ermöglicht aber weder die Bestimmung der Art der Strahlung noch deren Energieverteilung. Die maximal erreichbare Zählrate beträgt etwa 10^3 s^{-1} .

PROPORTIONALZÄHLROHR: Bei Proportionalzählrohren ist die Anode oft als Zylinder ausgebildet, die Kathode besteht aus einem mittig oder axial angeordneten dünnen Draht. Die anliegende elektrische Spannung ist so gewählt, dass keine elektrische Entladung auftritt, aber durch Stoßionisation die Anzahl der Elektronen-Ionen-Paare ein Vielfaches der primär durch die ionisierende Strahlung gebildeten Elektronen ist. Der entstehende elektrische Impuls ist der absorbierten Energie der Strahlung proportional. Dies erlaubt eine Unterscheidung der Strahlungsart, z. B. von [Beta-](#) und [Alphastrahlung](#). Die [Impulsrate](#) ist ein Maß für die [Teilchenflussdichte](#). Die Impulse können nach Verstärkung einem [Impulshöhenanalysator](#) zugeführt werden, aus dessen Impulshöhenspektrum die Energieverteilung der Strahlung bestimmt werden kann. Die relative Energieauflösung eines Proportionalzählrohrs beträgt einige Prozent, die erreichbare maximale Zählrate liegt bei etwa 10^6 s^{-1} .

Zählrohre, die mit bestimmten Stoffen, aus denen [Neutronen](#) durch Stoß oder Kernumwandlung ionisierende Strahlung erzeugen können, ausgekleidet sind bzw. diese Stoffe gasförmig enthalten, können zum Nachweis von Neutronen verwendet werden.



Am Zählrohr angelegte Spannung in V

Abhängigkeit der Impulshöhen von der an einem Zählrohr angelegten Spannung und die damit verbundenen Zählrohrtypen

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfall, radioaktiver

siehe [radioaktiver Zerfall](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfallsenergie, radioaktiv

Die Zerfallsenergie ist die Energie, die beim [radioaktiven Zerfall](#) eines instabilen Atomkerns frei wird. Sie wird als kinetische [Energie](#) auf die Zerfallsprodukte und den [Rückstoßkern](#) übertragen, in Form von [Gam](#)

[maquanten](#) emittiert (siehe [Gammastrahlung](#)), und/oder als Anregungsenergie in der Elektronenhülle des verbleibenden Kerns gespeichert.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfallsgesetz

siehe [radioaktiver Zerfall](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfallskonstante, effektive

Die effektive Zerfallskonstante $\lambda_{k, \text{eff}}$ für ein [Kompartiment](#) k ist die Summe der Eliminationsraten λ_{ki} und der [physikalischen Zerfallskonstanten](#) λ_r :

$$\lambda_{k, \text{eff}} = \lambda_r + \sum_i \lambda_{ki}$$

Die Einheit der effektiven Zerfallskonstanten ist s^{-1} . In terrestrischen und aquatischen Systemen kann die [Aktivität](#) eines [Radionuklids](#) in einem Kompartiment k durch stofflichen Transfer zu verschiedenen benachbarten Kompartimenten i abnehmen. Ein in diesem Zusammenhang oft verwendetes Beispiel ist die in einem Organismus zu beobachtende Eliminationsrate eines Radionuklids, die umgekehrt proportional zur [biologischen Halbwertszeit](#) ist.

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfallskonstante, physikalische

Die Zerfallskonstante λ_r ist der reziproke Wert der [mittleren Lebensdauer](#) τ eines [Radionuklids](#) r und eine für jedes Radionuklid charakteristische Größe (siehe [radioaktiver Zerfall](#)).

$$\lambda_r = \frac{1}{\tau_r} = \frac{\ln 2}{t_r}$$

Die Einheit der Zerfallskonstante ist s^{-1} .

Literatur: [DIN 06](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfallsreihen, natürliche

siehe [Radioaktive Zerfallsreihe](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Zerfallsreihen, radioaktive

siehe [Radioaktive Zerfallsreihe](#)

[zurück](#) ◀

[Index](#) ▶

Literatur

- AMB 03 Ambrosi, P. (Hrsg.): Einheitliche Dosis-Messgrößen durch die Umsetzung der Richtlinie 96/29/EURATOM; Auswirkungen auf die Darstellung und die Weitergabe der Einheit Sievert für die Messgrößen, auf die Messtechnik und auf Bauartprüfungen. PTB-DOS-45, Braunschweig, 2003
zurück ◀
- ATG 59 Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23.12.1959 in der Fassung der Bekanntmachung vom 15.07.1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Artikel 161 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)
zurück ◀
- AVV 05 Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV, Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen, Entwurf vom 13.05.2005
zurück ◀
- AVV 06 Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS), Bundesanzeiger Nr. 244a vom 29.12.2006
zurück ◀
- BMU 01 Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Bekanntmachung der Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition. Bundesanzeiger Nr. 160a und b vom 28.08.2001
zurück ◀
- BMU 02 Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltpolitik – Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2002
zurück ◀
- BMU 04 Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltpolitik – Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2004
zurück ◀
- BON 82 Bonka, H.: Strahlenexposition durch radioaktive Emissionen aus kerntechnischen Anlagen im Normalbetrieb. Köln: TÜV Rheinland, 1982
zurück ◀
- BRE 06 Breckow, J.: Gültigkeits- und Anwendungsgrenzen der LNT-Hypothese – Verein RADIZ-Schlema e.V. (Hrsg.): 4. Biophysikalische Arbeitstagung, 22. – 24. Sept. 2006, Bad Schlema, Tagungsband
zurück ◀
- BSL 91 Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Strahlenschutz – Radioaktivität und Gesundheit. Rosenheim: Oberbayerisches Volksblatt, 1991
zurück ◀
- BÜN 94 Büning H., Trenkler, G., Nichtparametrische statistische Methoden, Berlin: Walter de Gruyter, 1994
zurück ◀
- DIN 87a Norm DIN 55350 Teil 13 Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe zur Genauigkeit von Ermittlungsverfahren und Ermittlungsergebnissen. 1987-07
zurück ◀
- DIN 87b Norm DIN 66142 Teil 1 Darstellung und Kennzeichnung von Trennungen disperser Güter; Grundlagen. 1987-07
zurück ◀
- DIN 87c Norm DIN 38402 Teil 1 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben. 1987-03
zurück ◀
- DIN 89 Norm DIN 25482 Teil 1 Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen; Zählende Messungen ohne Berücksichtigung des Probenbehandlungseinflusses. 1989-04
zurück ◀
- DIN 93 Norm DIN EN 481 Arbeitsplatzatmosphäre; Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel. 1993-09
zurück ◀
- DIN 94a Norm DIN EN 482 Arbeitsplatzatmosphäre; Allgemeine Anforderungen an Verfahren für die Messung von chemischen Arbeitsstoffen. 1994-09
zurück ◀
- DIN 94b Norm DIN 1304 Teil 1 Formelzeichen; Allgemeine Formelzeichen. 1994-03
zurück ◀
- DIN 95 Norm DIN 1319 Teil 1 Grundlagen der Messtechnik; Grundbegriffe. 1995-01
zurück ◀
- DIN 96 Norm DIN 1319 Teil 3 Grundlagen der Messtechnik; Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße, Messunsicherheit. 1996-05
zurück ◀

DIN 98a	Norm DIN 1313 Größen. 1998-12 zurück ◀
DIN 98b	Norm DIN EN 1822 Teil 1 Schwebstofffilter (HEPA und ULPA); Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung. 1998-07 zurück ◀
DIN 99a	Norm DIN 1319 Teil 4 Grundlagen der Messtechnik; Auswertung von Messungen, Messunsicherheit. 1999-02 zurück ◀
DIN 99b	Norm DIN V ENV 13005 Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005. 1999-06 zurück ◀
DIN 99c	Norm DIN 25423 Teil 1 Probeentnahme bei der Radioaktivitätsüberwachung der Luft; Allgemeine Anforderungen. 1999-12 zurück ◀
DIN 00a	Norm DIN 6814 Teil 2 Begriffe in der radiologischen Technik; Strahlungsphysik. 2000-07 zurück ◀
DIN 00b	Norm DIN 25482 Teil 10 Nachweisgrenzen bei Kernstrahlungs- und Radioaktivitätsmessungen; Allgemeine Anwendungen. 2000-05 zurück ◀
DIN 01a	Norm DIN 6814 Teil 3 Begriffe in der radiologischen Technik; Dosisgrößen und Dosiseinheiten. 2001-01 zurück ◀
DIN 01b	Norm DIN 6814 Teil 5 Begriffe in der radiologischen Technik; Strahlenschutz. 2001-03 zurück ◀
DIN 02	Norm DIN 1301 Teil 1 Einheiten; Einheitenennamen, Einheitenzeichen. 2002-10 zurück ◀
DIN 05	Norm DIN 1319 Teil 2 Grundlagen der Messtechnik; Begriffe für die Anwendung von Messgeräten. 2005-10 zurück ◀
DIN 06	Norm DIN 6814 Teil 4 Begriffe in der radiologischen Technik; Radioaktivität. 2006-10 zurück ◀
DIN 07	Normenentwurf DIN VDE 0493 Beiblatt Strahlenschutzinstrumentierung - Unsicherheit beim Messen. 2007-06 zurück ◀
ENS 07	Koelzer, W.: Glossary of nuclear terms, European Nuclear Society, 2007 zurück ◀
ETT 02	Ettenhuber, E., Heinrich, T., Preuße, W., Schwedt, J.: Was Sie schon immer über Radon wissen wollten. StrahlenschutzPRAXIS, 2002, Nr. 4 zurück ◀
EUR 96	Richtlinie 96/29/EURATOM des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundrechtlichen Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen (ABl. Nr. L 159 vom 29. Juni 1996, S.1) zurück ◀
GER 04	Gerthsen, C.: Physik – Die ganze Physik zum 21. Jahrhundert. Hrsg: D. Meschede. Berlin: Springer Verlag, 22. Auflage, 2004 zurück ◀
GRU 09	Grunewald, W. A., Harder, D., Jöckel, H., Kaul, A., Lind-Albrecht, G., von Philipsborn, H., Rühle, H.: Grundlagen, Heilerfolge und mögliche Nebenwirkungen der Radontherapie, RADIZ-Information Nr. 29, 2009, Hrsg.: Verein RADIZ-Schlema e.V. zurück ◀
HAR 96	Harder, D.: Strahleninduziertes Krebsrisiko bei niedrigen Dosen und Dosisleistungen? Zeitschrift Strahlenschutz-PRAXIS, Heft 2, 2008, Verlag TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland-Group, Köln zurück ◀
HAR 08	Harder, D.: Strahlenphysik und Strahlenbiologie. In: Siehl, A. (Hrsg.): Umweltradioaktivität. Berlin: Ernst und Sohn, 1996 zurück ◀
HUE 02	Huestis, S. P.: Understanding the origin and meaning of the radioactive decay equation, J. Geoscience Education 50 (5), 2002, S. 524-527 zurück ◀
IAE 00	Safety glossary. Departement of Nuclear Safety, IAEA, 2000 zurück ◀
ICR 72	International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU): Measurement of Low-Level Radioactivity, ICRU Report 22, ICRU Publications, 1972 zurück ◀

- ICR 93a International Commission Radiological Protection (ICRP): Protection against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65, Annuals of the ICRP, 1993, Vol. 23, Nr. 2
zurück ◀
- ICR 93b International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU): Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, ICRU Report 51, ICRU Publications, 1993
zurück ◀
- ICR 01 International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU): Quantities, Units and Terms in Radioecology, ICRU Report 65, J. of the IRCU, 2001, Vol. 1, Nr. 2
zurück ◀
- ICR 06 International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU): Sampling of Radionuclides in the Environment, ICRU Report 75, IRCU Publication, 2006
zurück ◀
- ICR 07 International Commission Radiological Protection (ICRP): The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP-Publ. 103
zurück ◀
- ISO 07 ISO International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM) – Third edition, Entwurf 2007
zurück ◀
- IUP 93 International Union of Pure and Applied Chemistry, Physical Chemistry Division-II: Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry, 1993
zurück ◀
- JAE 74 Jaeger, R. G., Hübner, W.: Dosimetrie und Strahlenschutz. Stuttgart: Thieme Verlag, 1974
zurück ◀
- JUN 03 Jung, H.: Strahlenrisiken und Strahlenschutz. In: Buchert, G., Czarwinski, R., Martini, E., Rühle, H., Wust, P. (Hrsg.): Strahlenschutz – Kompendium der 13. Sommerschule für Strahlenschutz. Berlin: H. Hoffmann Verlag, 2003
zurück ◀
- KAN 92 Kanisch, G., Rühle, H.: Nachweis- und Erkennungsgrenzen verschiedener Meßmethoden. In: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Meßanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen, Loseblattsammlung. München: Urban Fischer, 1992
zurück ◀
- KOE 07 Koelzer, W.: Lexikon der Kernenergie, Internet-Ausgabe 2007-02
zurück ◀
- KRI 01 Krieger, H., Petzold, W.: Strahlenphysik, Dosimetrie und Strahlenschutz, Bd. 2. Stuttgart: Teubner Verlag, 2001
zurück ◀
- KRI 04 Krieger, H.: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. Stuttgart: Teubner Verlag, 2004
zurück ◀
- KTA 07 Sicherheitstechnische Regel des Kerntechnischen Ausschusses KTA 1504: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser (Fassung 11/07). Köln: Carl Heymanns Verlag, 2007
zurück ◀
- KTA 02 Sicherheitstechnische Regel des Kerntechnischen Ausschusses KTA 1503.1: Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe; Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb (Fassung 6/02). Köln: Carl Heymanns Verlag, 2002
zurück ◀
- KTA 06 KTA-Handbuch, KTA-Geschäftsstelle, Salzgitter, 2006
zurück ◀
- LOR 88 Lorenz 1988
zurück ◀
- MAR 69 Marmier, P., Sheldon, E.: Physics of nuclei and particles. New York: Academic press, 1969
zurück ◀
- MIC 99 Michel, R., Kirchhoff, K.: Nachweis-, Erkennungs- und Vertrauensgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen, Publikationsreihe FORTSCHRITTE IM STRAHLENSCHUTZ des Fachverbandes für Strahlenschutz, FS-99-108-AKSigma, Köln: TÜV Rheinland-Verlag, 1999
zurück ◀
- MÜL 09 Müller, W. U.: Strahlenbiologische Mechanismen im niedrigen Dosisbereich. In: Buchert, G., Gay, J., Kirchner, G., Michel, R., Niggemann, G., Wust, P., Stolze, B., Martini, E. (Hrsg.): Strahlenschutz – Wissenschaftliche Grundlagen, rechtliche Regelungen, praktische Anwendungen, Kompendium der 16. Sommerschule für Strahlenschutz, Juni 2009, Berlin, LPS Eigenverlag
zurück ◀
- NEU 03 Neu. A.: Radioaktivität und Strahlung – Grenzwerte und Richtwerte. FS-03-124-AKU. Köln: TÜV-Verlag GmbH, 2003
zurück ◀

- PSC 87 Pschyrembel Wörterbuch, Radioaktivität, Strahlenwirkung, Strahlenschutz, 2. Auflage, Berlin: Walter de Gruyter, 1987
zurück ◀
- PSI 01 Paul-Scherrer-Institut Schweiz, Internet, <http://neutra.web.psi.ch/What/d/physic.html>, 2001-05-18
- PTB 04 Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Die gesetzlichen Einheiten in Deutschland, 2004
zurück ◀
- REI 06 Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Aufgaben (REI), GMBI. vom 23.03.2006, Nr. 14-17, S. 53
zurück ◀
- RIE 02 Riedel, E.: Anorganische Chemie, Berlin: Walter de Gruyter, 2002
zurück ◀
- RÖM 96 Römpps Chemie-Lexikon, 10. Auflage. Stuttgart: Thieme Verlag, 1996
zurück ◀
- RÜH 04 Rühle, H.: Radon – Verschiedene Einheiten für den Gehalt in Luft und Wasser sowie für die Strahlenexposition; Aktuelle Daten, RADIZ-Information 23/04, 2004
zurück ◀
- RÜH 05 Rühle, H.: Nachweis- und Erkennungsgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen. In: Buchert, G., Czarwinski, R., Kraus, W., Martini, E., Rühle, H., Stolze, B., Wust, P. (Hrsg.): Strahlenschutz – Kompendium der 14. Sommerschule für Strahlenschutz. Berlin: Eigenverlag LPS, 2005
zurück ◀
- SCH 00 Schötzig, U., Schrader, H., Halbwertszeiten und Photonen-Emissionswahrscheinlichkeiten von häufig verwendeten Radionukliden, PTB-Ra-16/5, Braunschweig, 2000.
zurück ◀
- SCH 05 Schmidt, H.: Von der Zufallsvariablen zum Schätzwert – Statistische Begriffe in der Messtechnik, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), Heft 3, 2005, S.104 - 109
zurück ◀
- SCH 74 Schröder, E. (Hrsg.): Strahlung und Strahlungsmeßtechnik in Kernkraftwerken. Berlin: Elitera, 1974
zurück ◀
- SMI 05 Smith, J. T., Beresford, N. A.: Chernobyl - Catastrophe and Consequences. Berlin: Springer Verlag, 2005
zurück ◀
- SSK 85 Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission (SSK): Empfehlungen der Strahlenschutzkommission zu speziellen Fragen des Strahlenschutzes in den Jahren 1974-1984, Band 1, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1985
zurück ◀
- SSK 88 Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission (SSK): Radionuklide in Wasser-Schwebstoff-Sediment-Systemen und Abschätzung der Strahlenexposition, Band 9, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1988
zurück ◀
- SSK 92 Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission (SSK): Die Exposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland und deren Bewertung, Band 19, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1992
zurück ◀
- SSK 02 Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission (SSK): Leitfaden zur Messung von Radon, Thoron und ihren Zerfallsprodukten, Band 47, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). München: Urban & Fischer Verlag, 2002
zurück ◀
- SSK 05 Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission (SSK): Vergleichende Bewertung der biologischen Wirksamkeit verschiedener ionisierender Strahlungen, Band 53, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, München: Urban & Fischer Verlag, 2005
zurück ◀
- SSK 08 Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission (SSK): Einfluss der natürlichen Strahlenexposition auf die Krebsentstehung in Deutschland, Band 62, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, München: Urban & Fischer Verlag, 2005
zurück ◀
- STR 01 Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20.07.2001 (BGBl. I S. 1714 (2002, 1459)), zuletzt geändert durch Artikel 2 § 3 Abs. 31 des Gesetzes vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2618)
zurück ◀
- STR 07 Streffer, C.: ICRP Grundsatz-Empfehlungen. In: Buchert, G., Czarwinski, R., Martini, E., Niggemann, G., Rühle, H., Stolze, B., Wust, P. (Hrsg.): Strahlenschutz – Kompendium der 15. Sommerschule für Strahlenschutz. Berlin: Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung, 2007
zurück ◀

- VOG 04 Vogt, H.-G., Schultz, H.: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, Hanser Verlag, 2004
zurück ◀
- WEI 99 Weise, K., Wöger, W.: Messunsicherheit und Messdatenauswertung, Weinheim: Wiley-VCH, 1999
zurück ◀
- WEI 04 Weise, K., Hübel, K., Michel, R., Rose, E., Schläger, M., Schrammel, D., Täschner, M.: Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen, Spezielle Anwendungen, Vorschlag für eine Norm, Publikationsreihe FORTSCHRITTE IM STRAHLENSCHUTZ des Fachverbandes für Strahlenschutz, FS-04-127-AKSigma. Köln: TÜV-Rheinland Verlag, 2004
zurück ◀
- ZOC 96 Zock, C., Porstendörfer, J.: Radondosimetrie: Dosisrelevante Größen und Dosismodelle in Umweltradioaktivität. In Siehl, A. (Hrsg.): Umweltradioaktivität. Berlin: Ernst und Sohn, 1996
zurück ◀