Alpha-, Beta- und Gammastrahlung: die Unterschiede einfach erklärt

ATOMKERNE UND STRAHLUNG

Halten Sie ein Blatt Papier vor eine radioaktive Probe, und ein Teil der Strahlung ist verschwunden. Nehmen Sie ein paar Millimeter Aluminium, fehlt noch mehr. Was dann noch durchkommt, schwächt erst eine dicke Schicht Blei. Hinter diesem einfachen Versuch stecken drei völlig verschiedene Arten von Strahlung, die man nach den ersten drei Buchstaben des griechischen Alphabets benannt hat: Alpha, Beta und Gamma.

Wer verstehen will, wie gefährlich Radon im Keller ist, warum ein Rauchmelder Americium enthält oder wie ein Geigerzähler funktioniert, kommt an diesen drei Buchstaben nicht vorbei. Was radioaktiver Zerfall überhaupt ist, erklärt der Artikel über Radioaktivität. Hier geht es um die Unterschiede.

Alle drei auf einen Blick

	Alphastrahlung	Betastrahlung	Gammastrahlung
Was fliegt da?	Heliumkerne aus zwei Protonen und zwei Neutronen	Elektronen, seltener Positronen	energiereiche elektromagnetische Wellen, also Photonen
Ladung	positiv	negativ (Positronen: positiv)	keine
Reichweite in Luft	wenige Zentimeter	einige Zentimeter bis Meter	sehr groß, wird nur allmählich schwächer
Abschirmung	ein Blatt Papier	einige Millimeter Aluminium	Blei oder Beton
Gefahr von außen	gering, dringt nur in die äußeren Hautschichten	mittel, dringt einige Millimeter ein	hoch, dringt tief in den Körper
Gefahr im Körper	sehr hoch	erheblich	hoch

Zusammengestellt nach den Angaben des Bundesamts für Strahlenschutz[1].

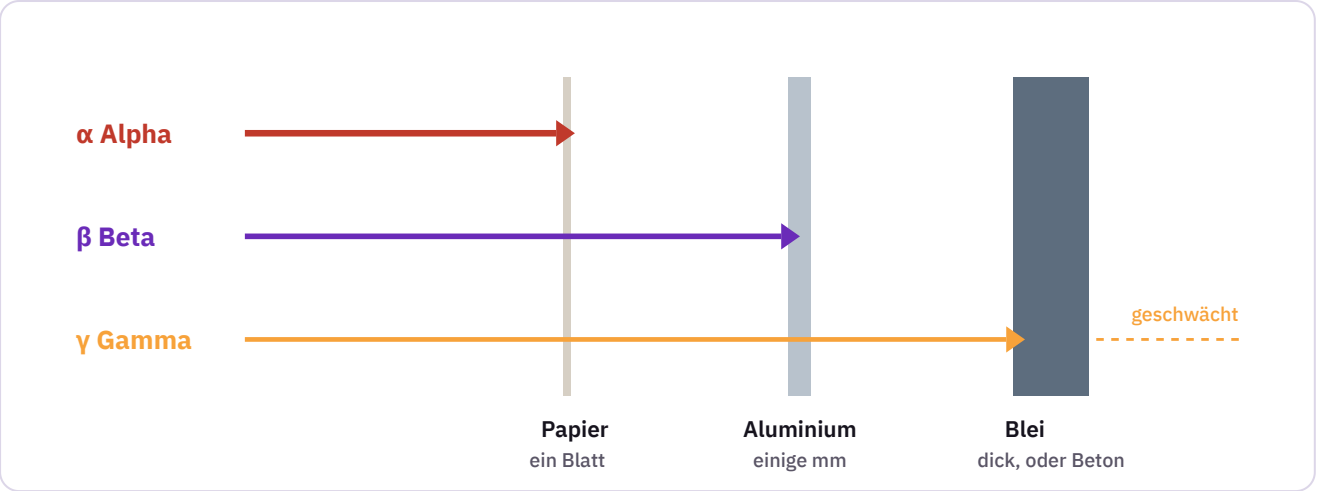

Abb. 1: Womit sich die drei Strahlungsarten abschirmen lassen, schematisch. Eigene Darstellung nach [1].

Alphastrahlung

Ein Alphateilchen ist ein Heliumkern, zwei Protonen und zwei Neutronen, die als Paket aus einem schweren Atomkern herausgeschleudert werden. Weil es schwer und doppelt geladen ist, stößt es auf seinem Weg ständig mit Atomen zusammen und verliert dabei schnell seine Energie. In Luft kommt es nur wenige Zentimeter weit, in Wasser weniger als einen Millimeter, und schon ein Blatt Papier hält es auf [1].

Wie das Alphateilchen überhaupt aus dem Kern kommt, ist ein Stück Quantenphysik. Nach der klassischen Physik hat es gar nicht genug Energie, um die Kraft zu überwinden, die es im Kern festhält. 1928 erklärte George Gamow, dass es quantenmechanisch durch diese Barriere hindurchtunnelt [2]. Mehr dazu im Artikel über den Tunneleffekt.

Von außen ist Alphastrahlung fast harmlos, sie dringt nur in die obersten Hautschichten ein. Gefährlich wird sie, wenn ein Alphastrahler eingeatmet oder geschluckt wird. Dann gibt er seine ganze Energie auf kürzester Strecke an das umliegende Gewebe ab und richtet besonders viel Schaden an [1]. Das wichtigste Beispiel ist das radioaktive Gas Radon, das aus dem Uran in Böden und Gesteinen entsteht und sich in Häusern sammeln kann. Nach Angaben des Bundesamts für Strahlenschutz gehen etwa sechs Prozent der Lungenkrebs-Todesfälle in der Bevölkerung auf Radon und seine Zerfallsprodukte in Gebäuden zurück [3].

Nützlich ist Alphastrahlung in Ionisationsrauchmeldern. Darin sitzt meist eine kleine, fest gebundene Menge Americium-241, deren Strahlung die Luft in einer Messkammer leitfähig macht. Dringt Rauch ein, ändert sich der Strom, und der Melder schlägt Alarm [4].

Betastrahlung

Beim Betazerfall wandelt sich im Kern ein Neutron in ein Proton um, oder umgekehrt ein Proton in ein Neutron. Dabei fliegt ein Elektron heraus, im selteneren zweiten Fall ein Positron, sein Antiteilchen [1]. Zusätzlich entsteht ein fast unmerkliches Teilchen, ein Neutrino, das ohne nennenswerte Wechselwirkung davonfliegt. Wie man ihm auf die Spur kam, erzählt der Artikel über Neutrinos. Positronen aus dem Betazerfall nutzt die Medizin bei der PET-CT.

Betateilchen sind viel leichter als Alphateilchen und kommen deshalb weiter: in Luft einige Zentimeter bis Meter, in Gewebe oder Kunststoff wenige Millimeter bis Zentimeter. Ein Aluminiumblech von einigen Millimetern hält sie auf. Weil sie in die Haut eindringen, können sie auch von außen Schaden anrichten, geben dabei aber auf derselben Strecke weniger Energie ab als Alphastrahlung [1]. Typische Betastrahler sind Kohlenstoff-14, Strontium-90 und Cäsium-137 [5].

Gammastrahlung

Gammastrahlung ist keine Teilchenstrahlung aus Materie, sondern Licht, nur mit sehr viel mehr Energie als das sichtbare. Sie entsteht, wenn ein Atomkern nach einem Alpha- oder Betazerfall noch angeregt ist und die überschüssige Energie als Photon abgibt [1]. Atomkerne haben, ähnlich wie die Elektronenhülle, feste Energiestufen. Deshalb sendet jedes radioaktive Isotop Gammastrahlung mit ganz bestimmten Energien aus, an denen man es erkennen kann. Was ein Photon ist, erklärt der Artikel über das Photon.

Entdeckt hat sie der französische Physiker Paul Villard im Jahr 1900 als eine besonders durchdringende Strahlung aus Radium [6]. Ein Jahr zuvor hatte Ernest Rutherford erkannt, dass die Strahlung des Urans aus mindestens zwei Anteilen besteht, und sie Alpha- und Betastrahlung genannt [7]. Gamma war der nächste Buchstabe.

Weil Gammastrahlung keine Ladung hat, wird sie nicht nach wenigen Zentimetern gestoppt, sondern nur allmählich schwächer. Für die Abschirmung braucht man schwere Materialien wie Blei und Beton. Sie ist von außen wie im Körper schädlich, weil sie tief ins Gewebe dringt, gibt dort aber auf einer bestimmten Strecke weniger Energie ab als Alphastrahlung [1].

Und Röntgen- und Neutronenstrahlung?

Röntgenstrahlung ist physikalisch dasselbe wie Gammastrahlung, elektromagnetische Wellen sehr kurzer Wellenlänge. Der Unterschied liegt in der Herkunft: Gammastrahlung kommt aus dem Atomkern, Röntgenstrahlung entsteht zum Beispiel, wenn schnelle Elektronen in einer Röntgenröhre abgebremst werden [1]. Mehr dazu im Artikel über Röntgenstrahlung.

Neutronenstrahlung entsteht vor allem bei der Kernspaltung, etwa in Reaktoren. Neutronen sind ungeladen und werden von Luft kaum gebremst. Zur Abschirmung bremst man sie zuerst mit wasserstoffreichen Stoffen wie Wasser oder Polyethylen ab und fängt sie dann mit Bor oder Cadmium ein [1].

Wie man Strahlung nachweist

Alle drei Strahlungsarten haben eine Gemeinsamkeit: Sie können Elektronen aus Atomen herausschlagen, sie wirken ionisierend [1]. Genau das nutzen Messgeräte. Im Geigerzähler löst jedes Teilchen, das in die Zählkammer gelangt, einen kleinen Stromstoß aus, der als Knacken zu hören ist. Wie das im Einzelnen funktioniert und welche Strahlung ein Geigerzähler überhaupt erfasst, erklärt der Artikel über den Geigerzähler.

Fragen zu Alpha-, Beta- und Gammastrahlung

Was ist der Unterschied zwischen Alpha-, Beta- und Gammastrahlung?

Alphastrahlung besteht aus Heliumkernen, Betastrahlung aus Elektronen oder Positronen, Gammastrahlung aus energiereichen Photonen. Alpha wird schon von Papier gestoppt, Beta von einigen Millimetern Aluminium, Gamma erst von Blei oder Beton deutlich geschwächt.

Welche Strahlung ist am gefährlichsten?

Das hängt davon ab, wo die Quelle ist. Von außen ist Gammastrahlung am gefährlichsten, weil sie tief in den Körper dringt. Gelangt ein Strahler in den Körper, richtet Alphastrahlung den größten Schaden an, weil sie ihre Energie auf kürzester Strecke abgibt.

Was hält Gammastrahlung auf?

Ganz aufhalten lässt sie sich nicht, nur schwächen. Am besten eignen sich schwere Materialien wie Blei oder dicker Beton. Je dicker die Schicht, desto weniger Strahlung kommt durch.

Was ist der Unterschied zwischen Gamma- und Röntgenstrahlung?

Beide sind elektromagnetische Wellen. Gammastrahlung entsteht im Atomkern, Röntgenstrahlung zum Beispiel beim Abbremsen schneller Elektronen in einer Röntgenröhre.

Ist Alphastrahlung gefährlich?

Von außen kaum, denn sie dringt nur in die äußeren Hautschichten. Wird ein Alphastrahler wie Radon eingeatmet, ist sie dagegen sehr gefährlich. In Deutschland gehen etwa sechs Prozent der Lungenkrebs-Todesfälle auf Radon in Gebäuden zurück.

Quellen

1. Bundesamt für Strahlenschutz: *Was ist ionisierende Strahlung?* bfs.de.
2. G. Gamow: *Zur Quantentheorie des Atomkernes.* In: Zeitschrift für Physik 51 (1928), S. 204–212, doi:10.1007/BF01343196.
3. Bundesamt für Strahlenschutz: *Radon: Einführung.* bfs.de.
4. Bundesamt für Strahlenschutz: *Bauartzulassung von Ionisationsrauchmeldern.* bfs.de.
5. F. G. Kondev, M. Wang, W. J. Huang, S. Naimi, G. Audi: *The NUBASE2020 evaluation of nuclear physics properties.* In: Chinese Physics C 45 (2021), 030001, doi:10.1088/1674-1137/abddae.
6. L. Gerward: *Paul Villard and his Discovery of Gamma Rays.* In: Physics in Perspective 1 (1999), S. 367–383, doi:10.1007/s000160050028.
7. E. Rutherford: *Uranium radiation and the electrical conduction produced by it.* In: Philosophical Magazine 47 (1899), S. 109–163, doi:10.1080/14786449908621245.

Zitiervorschlag

quanten.de: *Alpha-, Beta- und Gammastrahlung: die Unterschiede einfach erklärt.* Stand: November 2026. URL: https://quanten.de/strahlungsarten.html

Texte und Abbildungen © 2026 quanten.de. Nutzung mit Quellenangabe und Link gern, kommerzielle Nutzung nach Absprache: info@quanten.de

Weiterlesen: Radioaktivität · Isotope · Der Tunneleffekt · Halbwertszeit-Rechner