

Auf Spurensuche

Alle elektrisch geladenen Teilchen der ionisierenden Strahlung (z.B. Alpha-Teilchen, Elektronen, Protonen, Myonen) erzeugen in der Nebelkammer sichtbare Spuren. Es ist den Spuren aber nicht immer anzusehen, von welcher Art von Teilchen sie erzeugt wurden. Einige typische Spuren können jedoch gut voneinander unterschieden werden.



Am auffälligsten sind die Spuren der Alphastrahlung: die Alpha-Teilchen erzeugen Ionen in sehr kurzen Abständen (dicht ionisierende Strahlung), so dass sie ihre Energie schon nach wenigen Zentimetern Flugbahn verloren haben: ihre Nebelspuren sind kurz, aber dick.

Betastrahlung (Elektronen und Positronen) erzeugt Ionen in größeren Abständen (locker ionisierende Strahlung), so dass nur dünne Spuren sichtbar werden. Dafür ist ihre Reichweite deutlich länger als die der Alphastrahlung. Myonen und energiereiche Elektronen erzeugen eher gerade Spuren, während die Spuren der niederenergetischen Elektronen oft stärker gekrümmt sind.



Protonen (welche von der kosmischen Strahlung in die Nebelkammer gelangen) können ähnlich dicke Spuren wie die Alpha-Teilchen erzeugen, jedoch ist ihre Reichweite deutlich größer: solche dicken,



langen Spuren lassen sich in der Nebelkammer etwa alle paar Minuten beobachten.

Ungeladene Teilchen (Neutronen) und Photonen (Gamma- und Röntgenstrahlung) erzeugen selbst keine langen Ionenspuren, sondern geben ihre Energie bei einzelnen Wechselwirkungs-Prozessen an Sekundärteilchen ab, die ihrerseits in der Nebelkammer sichtbare Spuren erzeugen. Bei ihren Wechselwirkungen geben z.B. Gamma- und Röntgenstrahlung ihre Energie an Elektronen ab (sog. Photo- und Compton-Elektronen), welche sehr ähnliche Spuren wie die Betastrahlung erzeugen.

Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
Institut für Strahlenschutz
Arbeitsgruppe Fortbildung

Ingolstädter Landstr. 1
85764 Neuherberg

Tel. (089) 3187 4040

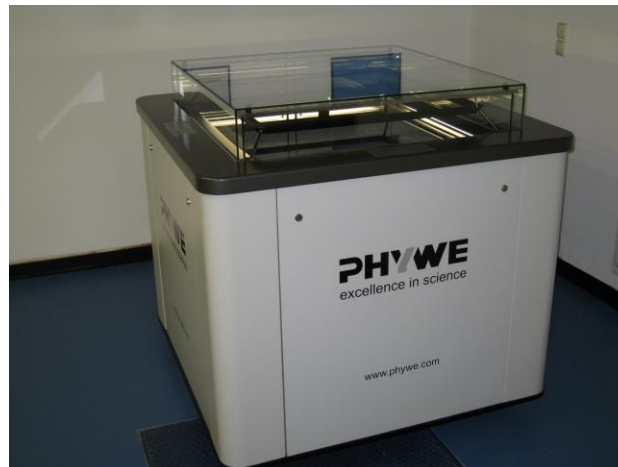
Fax (089) 3187 1684

E-Mail:

strahlenschutzkurse@helmholtz-muenchen.de

Web:

<http://www.helmholtz-muenchen.de/kurse>



HelmholtzZentrum münchen

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt



Die Nebelkammer

Institut für Strahlenschutz

Wofür eine Nebelkammer gut ist

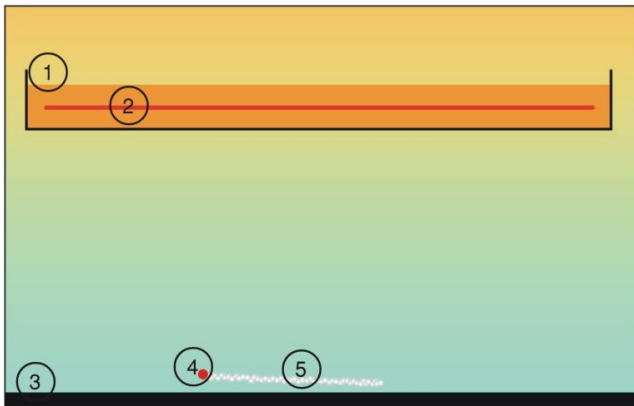
Strahlung, die von radioaktiven Stoffen ausgesandt wird (es gibt da z.B. Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung), aber auch Röntgenstrahlung, wird als ionisierende Strahlung bezeichnet. Sie heißt so, weil sie soviel Energie besitzt, dass sie in der Lage ist, Elektronen aus Atomen herauszuschlagen, also Ionen zu erzeugen. Wenn ionisierende Strahlung sich durch Materie (z.B. durch die Luft) ausbreitet und mit ihr wechselwirkt, hinterlässt sie deswegen Spuren: bei manchen Strahlenarten sind dies dicht hintereinander liegende Ionen längs des Weges der Strahlung.

Der Mensch hat kein Sinnesorgan, mit dem er die ionisierende Strahlung oder die davon erzeugten Ionen wahrnehmen kann: nicht durch Sehen, Hören, Riechen oder Fühlen. In einer Nebelkammer jedoch kann man die von der Strahlung erzeugten Ionspuren sichtbar machen und so die Eigenschaften der Strahlenarten anschaulich demonstrieren.

In der Nebelkammer sind ständig Spuren von ionisierender Strahlung zu sehen, weil die so genannte natürliche Umgebungsstrahlung immer und überall vorhanden ist.

So funktioniert die Nebelkammer

In einem Glaskasten befindet sich eine Rinne (1) mit Alkohol. Ein Heizdraht (2) verdunstet den Alkohol, so dass die Luft in dem Kasten mit Alkoholdampf gesättigt ist. Die Bodenplatte (3) wird auf etwa -40°C



gekühlt. Dadurch stellt sich ein großes Temperaturgefälle in der Kammer ein und die unterste Luftschicht ist mit Alkoholdampf übersättigt: der Alkohol kondensiert zu kleinen Tröpfchen. Befindet sich in der Kammer ein radioaktives Teilchen (4), welches Strahlung aussendet, so erzeugt die Strahlung eine Spur von Ionen (5). Diese wirken als Kondensationskeime, so dass die sich darum bildenden Alkoholtröpfchen als Nebelspur – ähnlich wie Kondensationsstreifen hinter Flugzeugen – sichtbar werden.

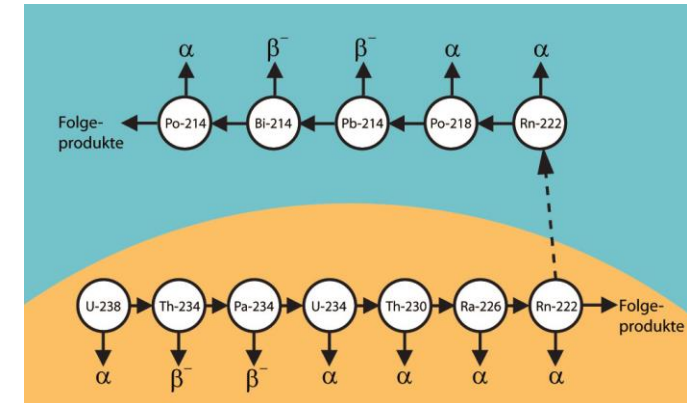
Woher kommt die Strahlung?

In unserer Umwelt – und so auch in der Nebelkammer – ist praktisch überall ionisierende Strahlung vorhanden. Seit die Erde besteht, gibt es Strahlung aus verschiedenen natürlichen Quellen, dazu kommt noch Strahlung durch Quellen, die durch menschliche Tätigkeiten geschaffen wurden. Meist besteht das vorhandene Strahlungsfeld zum allergrößten Teil aus der natürlichen Umgebungsstrahlung.

Ein wesentlicher Teil der in der Nebelkammer sichtbaren Spuren ionisierender Strahlung wird von radioaktiven Stoffen erzeugt, welche natürlicherweise überall auf der Erde vorhanden sind – man nennt dies die **terrestrische Strahlung**. Seit der Entstehung der Erde gibt es radioaktive Stoffe, welche ständig Strahlung aussenden. Manche dieser Radionuklide zerfallen so langsam, dass sie heute (etwa 4,6 Milliarden Jahre nach der Erdentstehung) noch in unserer Umwelt vorhanden sind. Man nennt sie primordiale Radionuklide. Ein wichtiges Beispiel ist das Kalium-40, welches eine Halbwertszeit von rund 1,3 Milliarden Jahren hat: Überall auf der Erde, wo Kalium vorhanden ist (also z.B. in Böden, Pflanzen, Tieren) besteht ein bestimmter Anteil der Atome aus diesem radioaktiven Kalium-40.

Drei der primordialen Radionuklide wandeln sich bei ihrer Kernumwandlung in wiederum radioaktive Kerne um, welche weiter in radioaktive Kerne zerfallen usw.: es entstehen dadurch Zerfallsreihen, in denen ständig neue radioaktive Stoffe mit z.T. kurzen Halbwertszeiten gebildet werden. Besonders wichtig ist hierbei das Edelgas **Radon**. Da es keine

chemischen Bindungen eingeht, kann es von seinem Ursprungsort (z.B. aus dem Boden oder aus Baustoffen) in die Atmosphäre diffundieren, wo es weitere radioaktive Stoffe produziert. Diese können durch Einatmen in unsere Lungen transportiert werden und uns bestrahlen – oder sie können in die Nebelkammer gelangen und dort ionisierende Strahlung und damit Nebelspuren erzeugen.



Eine andere natürliche Quelle ionisierender Strahlung in unserer Umwelt ist die so genannte **kosmische Strahlung** – auch **Höhenstrahlung** genannt. Aus den Tiefen des Weltraums, zum Teil auch von der Sonne, trifft ständig die kosmische Primärstrahlung auf die Atmosphäre der Erde: sie besteht vor allem (zu etwa 90%) aus Protonen (Kerne von Wasserstoffatomen) und Alpha-Teilchen (Kerne von Heliumatomen), nur knapp ein Prozent sind schwerere Atomkerne, Elektronen und Photonen. Diese sehr energiereiche Strahlung trifft in der Atmosphäre auf Stickstoff- und Sauerstoffmoleküle und reagiert mit deren Atomkernen. Dabei entsteht eine Reihe von neuen Atomkernen und zum Teil sehr kurzlebigen Elementarteilchen, so dass die Strahlung, der wir an der Erdoberfläche ausgesetzt sind (die sekundäre kosmische Strahlung), eine ganz andere Zusammensetzung als die Primärstrahlung aufweist: hier tragen vor allem Myonen und Neutronen zur Strahlendosis bei. In den hohen Schichten der Atmosphäre werden durch die kosmische Strahlung auch ständig radioaktive Stoffe neu gebildet, welche mit der Luftbewegung in die bodennahen Schichten transportiert werden und dort Strahlung aussenden.