



Messen von ionisierender Strahlung

Energiereiche Strahlung z.B. aus radioaktiven Zerfällen (Alpha-, Beta, Gamma-Strahlung) oder aus Röntgenanlagen wird als „ionisierende Strahlung“ bezeichnet. Auch wenn wir ionisierende Strahlung nicht mit unseren Sinnen wahrnehmen können, so verfügen wir doch über eine Vielzahl spezieller Geräte, um diese höchst empfindlich zu messen. Für die verschiedenen Strahlenarten eignen sich jeweils unterschiedliche Arten von Detektoren. Um mit einem Messgerät vertrauenswürdige Messergebnisse zu erhalten, ist es wichtig, das Gerät nur dafür zu nutzen, wofür es entwickelt worden ist.

Das Messprinzip

Trifft ionisierende Strahlung auf ein Detektormaterial, so ionisiert sie Atome oder Moleküle entlang ihres Ausbreitungsweges und erzeugt dadurch elektrische Ladungsträger. In den meisten Messgeräten werden Detektoren aus Materialien genutzt, in denen sich diese Ladungsträger durch elektrische Felder sammeln und als Signal (z.B. eine Spannung) messen lassen, so etwa in einem **Geiger-Müller-Zählrohr (GMZ)** oder einem **Halbleiterdetektor (HD)**. Daneben gibt es Detektoren aus Materialien, die Licht aussenden, wenn sie von ionisierender Strahlung getroffen werden, sogenannte **Szintillatoren**. Dieses Licht wird dann mit lichtempfindlichen Sensoren nachgewiesen.

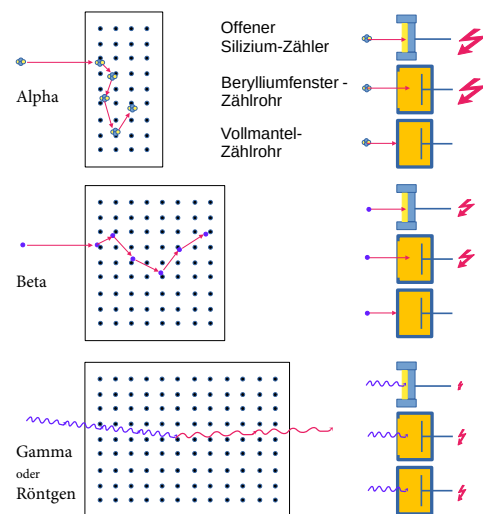
Strahlenarten

Alpha-, Beta- oder Gamma-Strahlung entsteht, wenn radioaktive Atomkerne zerfallen. Diese Strahlenarten werden als **Kernstrahlung** bezeichnet.

Röntgenstrahlung entsteht nicht im **Atomkern**, sondern in der **Atomhülle**.

Die Wirkungen und Reichweiten der verschiedenen Strahlenarten sind sehr unterschiedlich. Dies muss bei der Wahl eines Strahlungsdetektors berücksichtigt werden.

der Detektortypen leicht durchdringen. Bei Beta- und besonders bei Alpha-Strahlung ist das anders, da sie nicht so tief in Materie eindringen. Deshalb benötigen Detektoren, die empfindlich für diese Strahlungsarten sein sollen, spezielle extrem dünne Eintrittsfenster (vgl. Abb.1). Die unterschiedliche Eindringtiefe beeinflusst auch die Konstruktion der Detektoren: Für die durchdringende Gamma- und Röntgenstrahlung sind große Detektoren am effizientesten. Hingegen werden für Alpha-Strahlung, die nur wenige Mikrometer in Festkörper eindringen kann, beispielsweise dünne Halbleiterdetektoren verwendet.



Auswahl des Detektors nach Art der Strahlung

GMZ und HD sind grundsätzlich geeignet, um Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung sowie auch Röntgenstrahlung zu messen. Gamma- und Röntgenstrahlung kann die gängigen Gehäuse bei-

Abb. 1: Stärke der Messsignale (symbolisiert durch die Größe der „Blitze“) verschiedener Detektortypen für unterschiedliche Strahlenarten. Als Beispiele sind ein Halbleiterdetektor (Silizium-Zähler) mit offenem Eintrittsfenster (oben, Alpha-Strahlung), ein Geiger-Müller-Zählrohr (GMZ) mit dünnem Berylliumfenster (Mitte, Beta-Strahlung) und ein geschlossener GMZ (unten, Gamma- oder Röntgenstrahlung) gezeigt.

Auswahl des Detektors nach der Strahlungsintensität

Das Messgerät muss an die Strahlungsintensität (**Dosisleistung**) angepasst sein. Die natürliche Hintergrundstrahlung bewegt sich im Bereich von 0,1 – 10 $\mu\text{Sv/h}$. Im technischen Bereich können 1 Million mal höhere Dosisleistungen und mehr auftreten. Ist man unsicher, welche Strahlenarten und welche Dosisleistungen vorliegen, beginnt man häufig mit einem Geiger-Müller Zählrohr mit dünnem Eintrittsfenster, das alle Strahlenarten erfasst, wenn auch mit sehr unterschiedlicher Effizienz. Danach führt man spezifischere Messungen durch. Ist die Dosisleistung nicht bekannt, beginnt man mit einem Gerät im obersten Messbereich. Dabei hält man soweit wie möglich Abstand zur Quelle und bleibt möglichst hinter einer Abschirmung.

Die Effektive Dosis ist ein Maß für die Strahlengefährlichkeit. Die Maßeinheit ist **Millisievert (mSv)**. Mit der Effektiven Dosis lassen sich die Wirkungen verschiedener Strahlenarten und Strahlungsquellen vergleichen: Gleiche Werte in mSv bedeuten gleiches Strahlenrisiko.

Die **Dosis pro Zeit** wird als Dosisleistung bezeichnet. Sie hat die Einheit **Mikrosievert pro Stunde ($\mu\text{Sv/h}$)**.

Die Empfindlichkeit eines Strahlungsmessgerätes hängt in der Regel von der Richtung ab, aus der die Strahlung einfällt. Daher ist es wichtig, das Messgerät in unterschiedliche Richtungen zu halten, so dass ein Maximalwert gefunden wird. Dazu besitzen viele Messgeräte am Gehäuse eine kleine Markierung, die den Ort des Detektors im Gehäuse anzeigt – hier sollte die empfindlichste Stelle liegen. Somit ist diese Markierung auf die Strahlungsquelle auszurichten.

Strahlungshintergrund

Der natürliche Strahlungshintergrund sorgt dafür, dass ein Messgerät ständig von Strahlung getroffen wird (siehe Kompakt Nr. 12-02/21). Daher zeigt das Gerät auch ohne zusätzliche Strahlungsquelle Messwerte größer Null an. Diese Messwerte stellen den sogenannten Nulleffekt dar. Vor jeder Messung ist die Bestimmung des Nulleffekts erforderlich. Dafür wird für ein festgelegtes Zeitintervall die Anzahl der Messereignisse ohne Probe bestimmt. Dabei führen statistische Schwankungen dazu, dass die Messwerte bei wiederholten Messungen variieren können, auch wenn sich die Strahlungsumgebung nicht geändert hat.

Probenmessung

Nach Messung des Nulleffekts wird eine zweite Messung mit der Probe am gleichen Ort durchgeführt. Der durch die Probe selbst verursachte Netto-Messwert ergibt sich anschließend aus der Differenz der beiden Messwerte.

Verlässlichkeit der Messwerte

Aufgrund der statistischen Natur des radioaktiven Zerfalls, aber auch auch, weil kein Messgerät beliebig genau messen kann, sollte stets eine Aussage darüber gemacht werden, wie verlässlich ein Messwert ist. Das geschieht durch die Angabe der sogenannten Messunsicherheit. Je kleiner diese ausfällt, desto verlässlicher ist der Messwert. Unsicherheiten, z.B. bei der Strahlungsmessung in der Umwelt mit einfachen Geräten, von 20 bis 30 % sind durchaus üblich. Zeigt ein Messgerät beispielsweise einen Wert von 120 ± 30 cps an, so liegt der wahrscheinliche Bereich für den Wert zwischen 90 und 150 Ereignissen pro Sekunde. Das wäre vergleichbar mit einer Personenwaage, die nur auf einige 10 kg genau messen kann. Mit teuren Geräten und unter Laborbedingungen geht es deutlich präziser. Wirklich verlässliche Ergebnisse erhält man, wenn man ein kalibriertes Gerät verwendet.

Zählrate

Ein Messgerät detektiert **Ladungsträger**, die durch ionisierende Strahlung im Detektormaterial erzeugt werden. Die **Anzahl solcher Ereignisse pro Zeit** ist ein Maß für die Strahlungsintensität und wird in „counts per second“ (**cps**) angegeben.

Im Allgemeinen umfasst eine Messunsicherheit einen Anteil aus durchgeführten Wiederholungsmessungen (Typ A-Unsicherheit) und aus Beiträgen, die andere, z.B. gerätespezifische Ursachen haben (Typ B-Unsicherheiten). Insbesondere für die Abschätzung letzterer gibt das Handbuch des Messgerätes Auskunft.

Dieses Blatt darf kostenlos vervielfältigt und verteilt werden. Spenden sind willkommen. Damit helfen sie unserer Öffentlichkeitsarbeit.



Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Mit fundiertem Fachwissen setzen wir uns beständig ein für den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Nutzung von Strahlung in Medizin, Forschung, Industrie und bei natürlichen Strahlenquellen. Auch bei Not- und Unfällen berät und informiert der Fachverband die Öffentlichkeit – unabhängig und kompetent.

Kontakte:

FS-Pressesprecher:
Dr. Norbert Zoubek
presse@fs-ev.org

Redaktion:
Prof. Dr. Joachim Breckow
Prof. Dr. Clemens Walther
kompakt@fs-ev.org