

Gefährdungsbeurteilung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen in Schulen – Blatt 2: offene radioaktive Stoffe

1. Einleitung

Dieses Blatt bezieht sich auf den Umgang mit radioaktiven Materialien, bei denen eine Inkorporation zwar unwahrscheinlich, aber nicht vollkommen ausgeschlossen ist. Dazu gehört die Verwendung eines Cs/Ba-Isotopengenerators, eines Thoron-Emanators oder der Umgang mit Präparaten mit natürlicher Radioaktivität.

2. Der Cs/Ba-Isotopengenerator

Diese Isotopengeneratoren waren früher mit einer BAZ, die vor dem 01.08.2001 erteilt wurde, erhältlich (z.B. Nds. 151-90). Diese Generatoren dürfen unter den Bedingungen, zu denen sie erworben worden sind, weiterverwendet werden. Insbesondere sind die Vorschriften der BAZ zu beachten. Heute sind diese Isotopengeneratoren bei den Lehrmittelherstellern ohne BAZ erhältlich, so dass der Umgang genehmigungspflichtig ist. In diesem Fall sind die Auflagen aus der Umgangsgenehmigung ebenfalls zu beachten!

Im Isotopengenerator befindet sich die Muttersubstanz Cs-137 an einen schwerlöslichen Komplex gebunden. Das beim β -Zerfall des Cs-137 entstehenden metastabile Isotop Ba-137m wird zu Versuchsbeginn mit einer angesäuerten Kochsalzlösung aus dem Isotopengenerator gespült (eluiert). Das Eluat stellt dann eine kurzlebige Strahlungsquelle mit einer Halbwertszeit von 2,55 Minuten dar. Die Aktivität des Mutternuklids (Cs-137) beträgt ca. 370 kBq.

Aufgrund der Gammastrahlung des Ba-137m mit einer Energie von 661,6 keV erzeugt der Generator eine zusätzliche Ortsdosisleistung von ca. 34 nSv/h in 1m Entfernung. Bei einer 90-minütigen Bestrahlung einer Schülerin würde dies zu einer zusätzlichen Dosis in Höhen von ca. 50 nSv führen. Diese Dosis ist vernachlässigbar klein im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition.

Eine Inkorporation des Eluats kann sicher vermieden werden. Es ist darauf zu achten, dass bei der Elution Laborhandschuhe getragen werden, um eine Kontamination der Haut mit dem Eluat sicher zu verhindern. Mit einer Halbwertszeit von 2,55 Minuten hat sich nach 25 Minuten die Aktivität des Eluats auf ein Tausendstel, nach ca. 50 Minuten auf ein Millionstel der ursprünglichen Aktivität reduziert.

3. Der Thoron-Emanator (NW 6/65)

In diesen Präparaten liegt aus Monazit gewonnenes natürliches Thorium in Form von ca. 15 g Thoriumoxid (ca. 110 kBq) vor. Dieses befindet sich in Watte eingerollt und in einen Moltonbeutel eingenäht in einer Kunststoffflasche, deren Schraubverschluss verplombt ist. Im Schraubdeckel eingelassen ist eine Schlauchtülle, durch die radonhaltige (Rn-220, auch Thoron genannt) Luft entnommen werden kann. Zur Vorrichtung gehört eine Gummikappe, mit der die Schlauchtülle bei Nichtgebrauch verschlossen werden kann. Auch hier sind Vorschriften aus der BAZ zu beachten.

Diese Präparate konnten früher mit der BAZ NW 6/65 erworben und können auch nach Ablauf der BAZ an Schulen weiter verwendet werden. Eine Neuanschaffung wäre heute genehmigungspflichtig,

da die Aktivität des Thoriums oberhalb der Freigrenze liegt. Momentan (2015) bietet allerdings kein Lehrmittelhersteller dieses Präparat zum Verkauf an.

Übliche Experimente sind die Bestimmung der Halbwertszeit von Rn-220 mit Hilfe einer Ionisationskammer und die Demonstration der Bahnen von Alpha-Teilchen in einer Wilson-Kammer. In beiden Fällen wird das Thoron aus der Kunststoffflasche direkt in die Messapparate geleitet, so dass eine Inhalation unwahrscheinlich ist. Direkt an der Flasche kann eine Ortsdosisleistung von ca. 5 $\mu\text{Sv/h}$ gemessen werden. In 1m Abstand zur Flasche ist keine gegenüber dem Untergrund erhöhte Strahlenexposition mehr feststellbar. Selbst eine vollständige Ingestion des gesamten Thoriumoxids (was eine vollkommen unrealistische Annahme darstellt) würde zu einer effektiven 50-Jahre-Folgedosis von ca. 25 mSv führen und damit nur knapp über dem Jahresgrenzwert von 20 mSv für eine beruflich strahlenexponierte Person liegen.

Potentielle Undichtheiten aufgrund der möglichen Versprödung des Kunststoffs der Verschlusskappe bzw. der Flasche können auch aufgrund des Alters der Präparate nicht ausgeschlossen werden. In diesem Falle ist Kontakt mit der zuständigen Behörde aufzunehmen. Unter Umständen kann der Hersteller (z.B. LD Didactics) mit Ersatzteilen (neue Verschlusskappe) aushelfen.

4. Präparate mit natürlicher Radioaktivität

4.1. Pottasche

Mit empfindlichen Zählrohren kann der Nachweis von K-40 in Pottasche geführt werden. Da die Aktivität von K-40 in Pottasche (Kaliumcarbonat) unterhalb der Freigrenzen liegt, diese als Backpulver für Lebkuchengebäck frei im Handel erhältlich ist und damit zum Verzehr (Inkorporation) vorgesehen ist, sind hier keine weiteren Schutzmaßnahmen zu beachten.

4.2. Philionplatte und Wasserfilter

Im elektrischen Feld der Philionplatte, einer durch Reibung elektrostatisch aufgeladenen Kunststoffplatte, können sich Radonfolgeprodukte ablagern. Mit empfindlichen Zählrohren kann damit der Nachweis geführt werden, dass radioaktive Substanzen natürlicherweise in der Atemluft vorliegen. Besondere Schutzmaßnahmen müssen hier aufgrund der geringen Aktivität nicht berücksichtigt werden. Gleiches gilt für Glasfaserfilter, auf denen Radonzerfallsprodukte aus Trinkwasser zurückgehalten werden oder durch Reiben elektro-statisch aufgeladene Luftballone, die ebenfalls Radonfolgeprodukte sammeln können.

4.3. Radioaktive Gesteine

Werden radioaktive Gesteine, wie Columbit oder Pechblende (Uranerz) im Unterricht verwendet, so ist darauf zu achten, dass diese Erze nur in einer verschlossenen Dosen oder in Epoxidharz eingegossen den Schülern und Schülerinnen in die Hände gegeben werden, um eine direkte Kontamination sicher zu verhindern. Bei unbekannter Aktivität ist die zuständige Behörde (in Niedersachsen die Gewerbeaufsicht) zu informieren, wenn das Dosisleistungskriterium von 1 $\mu\text{Sv/h}$ in 10 cm Abstand von der berührbaren Oberfläche überschritten wird. Wird dies eingehalten und ist das radioaktive Gestein so verpackt, dass eine innere Exposition mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, ist der Umgang damit anzeige- und genehmigungsfrei.

4.4. Radioaktive Gläser und Keramiken

Mit Uran gefärbte Gläser oder Keramiken sind so zu verwenden, dass keine Kontamination möglich ist. Da das Uran im Regelfall als Farbstoff fest mit dem Glas oder der Keramik verbunden ist, ist diese Vorgabe in der Regel erfüllt. In den meisten Fällen ist aufgrund der geringen Aktivität auch die Dosisleistung gering. Bei unbekannter Aktivität und dem Verdacht auf deutlich erhöhte Dosisleistungen ist die zuständige Behörde zu kontaktieren. Wenn das Dosisleistungskriterium von maximal $1 \mu\text{Sv/h}$ in 10 cm Abstand von der berührbaren Oberfläche eingehalten wird, ist der Umgang anzeige- und genehmigungsfrei.

4.5. Uhren oder andere Geräte mit radioaktiven Leuchtziffern

Geräte (Uhren, Wecker, Anzeigergeräte aus Cockpits, ...), bei denen radioaktive Leuchtziffern verwendet wurden, können anzeige- und genehmigungsfrei verwendet werden, wenn eine innere Exposition ausgeschlossen und die Dosisleistung in 10 cm Abstand kleiner ist als $1 \mu\text{Sv/h}$. Besonders zu beachten ist der Umgang mit Uhren mit radiumhaltigen Leuchtzifferblättern, die von der Übergangsvorschrift in Anlage III Absatz 5 der StrlSchV von 1989 bewusst ausgenommen wurden.