

Langlebige Radioisotope – sind die gefährlich?

Die Kerntechnik hat sich recht langsam verbreitet, kommt nun aber doch in Gang. Auf der Welt sind 55 Kernkraftwerke im Bau und weitere in der Planung, z. B. in Polen. Der Widerstand bröckelt, nur unsere „Grünen“ bleiben eisern dagegen. Sie behaupten, Argumente zu haben. Kerntechnik sei eine Hochrisikotechnologie. Das ist aus keiner Unfallstatistik zu entnehmen. Fukushima war ein schlimmer Industrieunfall, aber ohne Personenschäden durch Strahlung. Es gibt nur einen zweifelhaften Fall: Ein Arbeiter ist gestorben und wurde als Strahlenopfer anerkannt. Und dann die ungelöste Endlagerfrage. Es wäre so, als ließe man Flugzeuge fliegen, bevor man Landebahnen hat.

Wie beurteilt man die Gefährlichkeit sonst, z. B. die von Löwen, Tigern, Fahrrädern, Autos, Bergwerken? Nach der Anzahl der jährlichen Todesfälle. Wie ist es da mit radioaktiven Abfällen, die es seit über einem halben Jahrhundert in vielen Ländern gibt? Sie stehen meist an der Erdoberfläche und werden hierhin und dorthin transportiert. In allen Ländern und in der ganzen Zeit gab es einen Todesfall, man kann auch sagen zwei. Ein Metaldieb plünderte ein schlecht gesichertes oberirdisches Endlager für mittel- und schwachaktive Abfälle. Eine Quelle mit einer Aktivität im Bereich über 10^{12} Becquerel (Bq, nach der alten Einheit um 50 Curie) nahm er aus ihrer Abschirmung und steckte sie sich in die Tasche. Davon wurde er strahlenkrank und starb, wie auch sein Hund (Tammiku, Estland, 1998).

Zwei Todesfälle, in allen Ländern und all den Jahren! Muss man nicht Krebsfälle dazu rechnen? Aus den Daten von Hiroshima ist bekannt: Merkliche Krebsraten traten nur dort auf, wo die Menschen auch gleich strahlenkrank wurden. Viele haben sich von der akuten Strahlenkrankheit erholt, ohne danach jemals Krebs zu bekommen. Tierversuche zeigen das gleiche.

Wie wird da die heutige und vor allem zukünftige Gefährlichkeit beurteilt? *„Allerdings können wir Aussagen machen zu einer hochgiftigen Strahlung, die noch über viele hunderttausend Jahre so giftig sein wird, dass sie das Menschenleben und das Leben auf dieser Erde in ihrer Existenz bedroht.“* (Ralf Meister, Landesbischof der ev. luth. Landeskirche Hannover, Loccumer Protokoll 25/12)

„Er (der Atommüll) ist da und stellt für die heutige und zukünftige Gesellschaften eine existenzielle Bedrohung dar.“ Sylvia Kotting-Uhl, Kunsthistorikerin, MdB 2005 – 2021, Vorsitzende des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018 – 2021; Loccumer Protokoll 25/12).

„Da die hochradioaktiven Abfälle über einen sehr langen Zeitraum ein hohes Gefährdungspotential besitzen, müssen sie durch ein Endlager für eine Million Jahre von der Umwelt abgeschirmt werden.“ (Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung BASE)

Bei allem Mitgefühl für den Hund von Tammiku, weniger für den Metaldieb, hat sich in einem halben Jahrhundert erwiesen: Alle radioaktiven Abfälle, die über und unter der Erde stehen und oft weit transportiert werden, sind völlig harmlos. Aber in späteren Jahrtausenden werden sie gefährlich und bedrohen die Menschheit in ihrer Existenz? Mit normaler Logik ist das nicht nachzuvollziehen. Auch gelten langlebige radioaktive Stoffe als besonders problematisch, obwohl es doch andersherum ist: Langlebigkeit bedingt geringe Strahlenintensität. Was lange strahlen will, muss mit seiner Energie sehr sparsam umgehen. Ein Schweizer Experte, W. Rüegg: „*Es ist sehr erstaunlich, dass in der Öffentlichkeit das relativ langsame Abklingen als gravierender Nachteil empfunden wird.*“

Was macht man mit radioaktiven Stoffen, deren Aktivität so langsam abklingt, dass auch eine Verwahrung für eine Million Jahre viel zu kurz ist? Gibt es solche Stoffe überhaupt? Aber ja. Unlösbares Problem? Betrachten wir ein Beispiel.



Armband

950 Platin, 35 g. Angeboten aus Delhi, Indien, über E-Bay

Preis 6 000 €

Eine Frau, nennen wir sie Anna, sieht bei Ebay das hier abgebildete Armband. Das will sie haben! Ihr Mann ist entsetzt. 6.000 Euro für ein Armband? Wie redet er ihr das nur aus? Im Internet findet er die Lösung: Platin ist radioaktiv! Anna überzeugt sich, so steht es im Internet wirklich. Nun will sie das Armband nicht mehr haben. Ihr Mann freut sich.

Anna erzählt davon ihrer Freundin Sofie. Die ist Physikalisch-Technische Assistentin. Sie redet Anna zu, das Armband doch zu kaufen. Sofie vermutet, dass die Radioaktivität des Armbandes völlig unbedeutend ist.

Unbedeutende Radioaktivität? Da hat Anna anderes gehört und gelesen. Radioaktive Strahlen wären immer schädlich, denn jedes Strahlenteilchen könne Krebs auslösen. *“Aber du musst das im Verhältnis zu der natürlichen Radioaktivität in deinem Körper sehen“*, sagt Sofie. Radioaktivität in meinem Körper? Das hat Anna noch nie gehört, es wäre ja schrecklich. Soll sie das glauben? Und wenn es tatsächlich so wäre, kann man nichts dagegen tun? *„Ein wenig schon“*, sagt Sofie. Man hat etwa 100 Becquerel pro kg Körpergewicht. Becquerel (Bq) ist ein Maß für Radioaktivität. 1 Bq bedeutet, dass sich ein Atom pro Sekunde in ein anderes umwandelt und dabei Strahlen aussendet. Sofie sagt, wenn Anna 10 kg abnehmen würde, hätte sie damit 1.000 Bq weniger. Jetzt, schätzt Sofie, läufst du mit etwa 8.000 Bq herum, bei 10 kg weniger wären es 7.000. Obwohl Anna weiterhin an der Radioaktivität im Körper zweifelt, nimmt sie sich doch vor, endlich mit ihrer Diät anzufangen.

Sofie sagt, sie könne nicht alle Daten und Zahlen aus dem Ärmel schütteln, sondern müsse erst einiges recherchieren und berechnen. Morgen könne sie genaue Auskunft geben. Sie würde die Radioaktivität des Armbandes ausrechnen. Am nächsten Tag erklärt Sofie: Es gibt etwa 100 Elemente, jedes hat eine Nummer, und diese Nummer ist die Zahl der Protonen im Atomkern. Die Nummer von Platin ist 78. Im Kern sind noch zusätzlich Neutronen, 112, 114, 116, 117, 118 oder 120. So hat man von natürlichem Platin 6 Varianten, Isotope genannt. Um sie zu kennzeichnen, werden die Zahlen der Protonen und Neutronen zusammengezählt und hinter den Elementnamen gesetzt, also z. B. Platin 190. Nur dieses ist radioaktiv. Es hat in natürlichem Platin einen Anteil von 0,014 %. Das Armband wiegt 35 g, daher enthält es $0,95 \cdot 35 \cdot 0,00014 \text{ g} = 0,0047 \text{ g}$ Platin 190. Das sind $1,49 \cdot 10^{19}$ Atome, eine Zahl mit 20 Stellen! So viele Atome in knapp 5 mg? Atome sind eben unglaublich klein. Von diesen wandeln sich einige um in Atome von Osmium, das nicht radioaktiv ist. So eine Umwandlung macht ein Atom nur einmal im Leben und sendet hierbei Strahlen aus. Bei Platin 90 sind das zunächst Alphastrahlen, die sich aber in andere Strahlenarten umwandeln.

Unglaublich lang ist die Halbwertszeit von Platin 190, d. h. die Zeit, in der sich die Hälfte der Atome umgewandelt hat. Es sind 650 Milliarden Jahre! Unsere Erde ist „nur“ 4,5 Milliarden Jahre alt, das Universum etwa 10. Das heißt, seit Beginn der Welt ist der größte Teil von Platin 190 noch vorhanden.

Was kann da in unserer Lebenszeit an Umwandlungen und Strahlung schon sein? Anna schöpft Hoffnung, dass sie das Armband doch tragen kann. Letzte Nacht hat sie davon geträumt. Andererseits ist die Zahl der Atome in der winzigen Menge Platin 190 von 0,0047 g so unvorstellbar groß, dass sich vielleicht doch einige in überschaubareren Zeiten umwandeln. Sofie hat es ausgerechnet. Es sind 0,5 Umwandlungen pro Sekunde, d. h. die Aktivität beträgt 0,5 Bq. Grundrechenarten kann Anna auch. Halbe Teilchen gibt es nicht, aber 0,5 pro s

bedeutet eine Umwandlung in 2 s, also 30 in einer Minute, 1800 pro Stunde. Etwa so viele Strahlenteilchen jede Stunde auf der nackten Haut ihres Armes? Sie will das Armband doch nicht.

Ihr Mann atmet auf. Bestärkt wird Anna auch von ihrem Vater. Der ist Bürgermeister und lehnt entschieden ab, dass Schutt aus dem Abriss des inaktiven Teils von kerntechnischen Anlagen in seiner Gemeinde für Auffüllungen verwendet wird, auch wenn so gut wie keine Radioaktivität künstlicher Isotope zu messen ist. Mit allen anderen Bürgermeistern Deutschlands ist er sich darin einig.

Wie wir gesehen haben, ist auch bei winzigen Strahlendosen, gemessen in Bq, die Zahl der Strahlenteilchen pro Sekunde erstaunlich hoch. Die 7.000 – 8.000 Teilchen, mit denen wir pro Sekunde von innen beschossen werden, führen zu der gänzlich unbedenklichen Strahlenexposition von 0,3 Millisievert (mSv) (Eingeatmetes Radon nicht mitgerechnet). Zusammen mit äußerer Strahleneinwirkung ist unsere Jahresdosis im Flachland 2 mSv, im Bergland erheblich mehr. Damit können wir gut leben.

Aber man bleibt dabei: Geringste Strahlendosen sind gefährlich. Diese Strahlenhysterie stützt auch unser Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung BASE. Das Amt verlangt für ein Endlager den Nachweis, dass keine Einzelperson irgendwann, irgendwo, irgendwie einer höheren Jahresdosis als 0,1 mSv ausgesetzt wird. Das ist ein Zwanzigstel der natürlichen Strahlenexposition.

Ich fragte einen mit der Endlagerung befassten Geologen, ob diese Vorgabe die Endlagersuche nicht sehr erschweren würde. Keineswegs, antwortete er. Für jeden einigermaßen geeigneten Standort ließe sich dieser Nachweis erbringen.

Hannover, den 29.08.2022