

Ordnungszahl 43 oder Die Medizin und die Bombe



Als Dimitri Iwanovitsch Mendelejew (1834–1907) alle 61 damals bekannten Elemente in seinem Periodensystem ordnete, musste er darin mehrere Lücken offenlassen. Das von ihm vorausgesagte Element mit der Ordnungszahl 43 wurde 1937 in einer mit Deuterium-Kernen bestrahlten Molybdänprobe gefunden. Als erstes künstlich erzeugtes Element erhielt es den Namen Technetium.

In der Natur kommt Technetium nur in kleinsten Mengen in Uranerzen vor. Das silbergraue, metastabile Schwermetall Tc-99m entsteht durch den Zerfall von Molybdän (Mo-99), einem Spaltprodukt aus uranbetriebenen Kernreaktoren, mit einer Halbwertszeit von 66 Tagen. Der metastabile Tc-99m Kern zerfällt mit einer Halbwertszeit von 6 Stunden zu Tc-99. Die dabei frei werdende Gamma-Strahlung ist aus der Nuklearmedizin nicht mehr wegzudenken. Technetium deckt weltweit rund 80% der Untersuchungen mit Radiopharmazeutika ab. Es ermöglicht Szintigraphien zahlreicher Organe und neuerdings auch Funktionsdiagnostik am Herzen. Gewonnen wird es seit 1960 durch Auswaschen mit physiologischer Kochsalzlösung aus tragbaren Molybdän-/Technetium-Generatoren, die verschiedene Anbieter in die Klinik liefern. Transport und klinische Anwendung sind gut eingespielte Routine. Die Probleme liegen in der Herstellung.

95% des globalen Verbrauchs stammen aus sieben Reaktoren. Die Hälfte kommt aus Kanada, der Rest aus den Niederlanden, Belgien, Südafrika und Frankreich. Da alle Hersteller hoch angereichertes Spaltmaterial HEU (High Enriched Uranium) von 90% oder mehr verwenden, ist die Medizin mitverantwortlich für die potentielle Herstellung von Atomwaffen. Gemäss der internationalen Kontrollbehörde IAEA ist angereichertes Uran-235 ab 20% waffenfähig. Die Produktion von Molybdän verbraucht nur 3% der jährlich verwendeten 85 kg U-235. Der Rest wird nicht rezykliert, sondern in grossen Mengen, in oft schlecht gesicherten Zwischenlagern, gestapelt. HEU ist viel leichter zu handhaben als das hochgiftige, radioaktivere und damit leichter nachweisbare Plutonium. Mit 15–20 kg HEU lässt sich eine Atombombe, wie sie in Hiroshima und Nagasaki eingesetzt wurde, herstellen. Da 60 kg HEU in einem 5-Liter-Container Platz finden, ist der illegale Verkehr kaum zu unterbinden. Seit 1993 registrierte die IAEA mehr als 1000 Fälle von Diebstahl und Schmuggel, so im April 2006, als die russische Polizei einen Vorarbeiter und dessen Komplizen verhaftete, denen es gelungen war, 22 kg HEU auf die Seite zu schaffen. Am gefährlichsten sind Staaten, die illegal Atomtechnologie weitergeben. Überläufer haben 2009 bestätigt, dass die Regierung von Burma mit Hilfe Nordkoreas

für zwei Reaktoren waffenfähiges Uran anreichert. Prompt wurde der Verdacht mit Hinweisen auf Forschungs- und nuklearmedizinische Nutzungszwecke offiziell dementiert.

Technisch ist es möglich, mit niedrig angereichertem Uran LEU (Low Enriched Uran), das heisst mit weniger als 20% U-235, Isotope für die Nuklearmedizin zu produzieren. Kleinere Hersteller in Argentinien, Indonesien und Australien tun dies bereits. Gemäss einer Studie aus den USA, die vom «Nuklearforum Schweiz» im Januar 2009 zitiert wurde, wäre eine Umrüstung technisch und wirtschaftlich machbar. Da alle Molybdän produzierenden Reaktoren 40 bis 50 Betriebsjahre hinter sich haben, ist ihre Abschaltung absehbar, und damit auch mögliche Engpässe in der Versorgung. Neue Reaktoren mit niedrig angereichertem Uran würden zudem helfen, die zivile Verwendung von HEU-Stoffen massiv zu senken. Da die grossen Hersteller hohe Umrüstungskosten vermeiden wollen, bleibt nur der Druck der Nachfrager und der Politik. Für die Mediziner zeichnen sich zwei Wege ab: erstens die Einflussnahme auf die Lieferanten nach dem Max-Havelaar-Prinzip: Nur wer mit nicht-waffenfähigem Uran produziert, soll im Markt erfolgreich sein. Als Zweites bieten sich Isotope an, die aus Zyklotronen stammen, wie Thallium (Tl-201 für kardiale Funktionen, Fluor-18 für PET-Scanner oder Indium-111 für spezielle diagnostische Studien). Erweiterte Technologien wie die Positronen-Emissions-Tomographie PET, MRI, CT und Ultraschall können dazu beitragen, das «Arbeitspferd» Technetium allmählich zu verdrängen.

Eine weitere HEU-Produktion ist für zivile Zwecke überflüssig. Global sind davon 1400–2000 Tonnen vorrätig. Am Helsinki Kongress 2006 haben die Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW) alle nuklearmedizinisch tätigen Kolleginnen und Kollegen dazu aufgefordert, sich aktiv für neue, ungefährlichere Produktionsmethoden einzusetzen.

Erhard Taverna

Weiterführende Literatur

- Ruff TA. Medicine. Conflict and Survival: Proliferation dangers associated with nuclear medicine. 2007; Bill Williams & Tilmann.
- Williams B, Ruff TA. Getting nuclear-bomb fuel out of radiopharmaceuticals. Lancet. 2008;371(9615):795–7.
- Brice J. Isotope supply crash drives push for new moly sources. Diagnostic Imaging. 2008.
- Deutscher Bundestag. Antwort der Regierung betreffend Forschung mit hoch angereichertem Material im Forschungsreaktor FRM-II der TU München. März 2009.

erhard.taverna@saez.ch