Bei einem Verdacht, dass Knochen von Metastasen befallen sind oder die Nierenfunktion gestört ist, wird Ihr Arzt sie zu einem Spezialisten schicken, der mit Hilfe einer Spezialkamera erkennen kann, ob der Verdacht begründet ist oder nicht. Würden Sie sich weigern, diesen Spezialisten aufzusuchen, weil der Spezialist Sie nur mit Hilfe radioaktiver Substanzen zuverlässig untersuchen kann? Ginge es nach den Grünen, könnten lebensrettende Untersuchungen zumindest in Deutschland bald der Vergangenheit angehören. Aber die Bemühungen zur Sicherstellung der Versorgung mit Mo-99 und Tc-99m, Radionukleide, die für eine zuverlässige Diagnose und Therapie gebraucht werden, werden trotz grüner Störmanöver fortgeführt.

Jedes Jahr werden in Deutschland 3 Millionen, weltweit über 30 Millionen Untersuchungen der Schilddrüsen, der Lunge, der Leber, des Herzens oder des Skeletts durchgeführt, die ohne radioaktiven Substanzen nicht möglich wären. Für die Diagnose wird das Radionukleid Technetium-99 (Tc-99) eingesetzt, das heißt, den Patienten wird Tc-99m injiziert.

Technetium-99 wird aus Molybdän-99 gewonnen

Tc-99m ist das Ergebnis eines radioaktiven Zerfallsprozess, das Tochterisotop von Molybdän-99 (Mo-99).

Die effizienteste und meist genutzte Methode zur Produktion von Mo-99/Tc-99m ist diejenige mittels Kernspaltung. Dazu wird Uran, ein chemisches Element, das natürlich in Mineralen auftritt, benötigt.

Uran besteht zu etwa 99,3 % aus dem Isotop 238U und zu 0,7 % aus 235U. Es kommt nicht als reines chemisches Element (wie zum Beispiel Gold, Silber oder Kupfer), sondern in rund 230 sauerstoffhaltigen Mineralen vor. Die US-amerikanische Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) schätzt, dass sich in den obersten 33 cm Erdboden einer Fläche von einer Quadratmeile Land im Mittel ca. 4 Tonnen Uran befinden, also etwa 1,5 Tonnen pro Quadratkilometer. Natürliche Urankonzentration gibt es im Meerwasser, in den Flüssen, in Mooren, im unbeeinflussten Grundwasser, ist auch in Spuren in Stein- und Braunkohle enthalten. Die weltweit jährlich für die Stromerzeugung verwendete Kohle enthält unter anderem etwa 10.000 t Uran und 25.000 t Thorium, die entweder in die Umwelt gelangen oder sich in Kraftwerksasche und Filterstäuben anreichern. Die größten Uranerzreserven liegen nach Angaben der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEO) in den USA, Niger, Australien, Kasachstan, Namibia,

Südafrika, Kanada, Brasilien, Russland, Ukraine und Usbekistan. (Wikipedia: „Uran“)



Das Uranisotop 235U ist durch thermische Neutronen spaltbar und führt durch die Spaltung zum Spaltprodukt Mo-99, das mit einer Halbwertszeit (die Zeit, in der die Hälfte eines radioaktiven Stoffes zerfallen ist) von 66 Stunden zu Tc-99m zerfällt. Tc-99m wiederum zerfällt mit einer Halbwertszeit von 6 Stunden unter Aussendung niederenergetischer Gammastrahlung zu dem meta-stabilen Tc-99.

Die geringen Halbwertzeiten (Mo-99 mit 66 Stunden, Tc-99m mit 6 Stunden) erklären, dass das in der Medizin meist genutzte Radioisotop Tc-99m nicht gelagert werden kann. Die Lieferwege müssen daher kurz und die Schritte in der gesamten Produktionskette zügig und gut aufeinander abgestimmt sein, damit die Krankenhäuser rechtzeitig mit der notwendigen Menge an Tc-99m beliefert werden können. (FRM II)

Wie wird Molybdän-99 gewonnen?

Das Molybdän-99 (Mo-99) wird in einem Hochflussreaktor, einem Bestrahlungsreaktor mit hohem Neutronenfluss erzeugt. Es entsteht dadurch, dass hochangereichertes Uran (HEU) in Reaktoren durch den Beschuss mit Neutronen gespaltet wird. Solche Reaktoren werden beispielsweise in Kanada, den Niederlanden, Belgien und Frankreich zumeist mit HEU-Targets betrieben und

benötigen als Kernbrennstoff angereichertes Uran. Das Spaltprodukt erhalten die Kliniken.

Wozu dient Tc-99m/Tc-99?

Die medizinische Anwendung von radioaktiven Spaltprodukten dient zur Diagnose und zur Therapie. Die Nuklearmedizin macht sich dabei den Zerfallsprozess von Tc-99m zunutze. Tc-99m zerfällt innerhalb von 6 Stunden zu Tc-99 und sendet dabei Gammastrahlung aus, die ortsabhängig vermessen werden kann. Für die Vermessung kann das Tc-99m an ein geeignetes, „intelligentes“ Trägermolekül gekoppelt werden, das im Patienten entsprechende Strukturen, z.B. Tumorzellen, erkennt und dort andockt. Dem Patienten wird Tc-99m mit oder ohne pharmazeutische Markierung injiziert. Die Strahlenbelastung der Patienten ist wegen der kurzen Lebensdauer des Diagnose- oder Therapieisotops Tc-99m von 6 Stunden und der geringen Energie der Gammastrahlung relativ gering.

Sicherung der weltweiten Versorgung mit Mo-99/Tc-99m

Lebensrettende Untersuchungen könnten zumindest in Deutschland bald der Vergangenheit angehören, wenn es nach dem Willen der Grünen ginge. Ihr Ziel scheine klar darauf hinaus zu laufen, alle kerntechnischen Einrichtungen in Deutschland und danach vermutlich in der EU zu schließen, stellte der Diplom-Physiker Jan-Christian Lewitz nach seiner Teilnahme an einem sogenannten „Fachgespräch Forschungsreaktoren in Deutschland – Probleme und Herausforderungen“, das am 11. Juli 2016 auf Einladung der Grünen Bundestagsfraktion im Paul-Löbe-Haus des Deutschen Bundestages stattfand, fest.

Beflügelt werden die Grünen aus den USA, wo sich die Stimmen häufen, wegen möglicher Proliferation den Export von HEU nach Europa einzustellen.

Das Problem ist, dass es weltweit nur sieben Anlagen zur Produktion von Mo-99 gibt. Die geplante Abschaltung eines Forschungsreaktors in Kanada könnte in absehbarer Zeit zu Engpässen bei der Belieferung mit Mo-99/Tc-99m führen. Dies würde besonders Deutschland treffen, denn kein anderes Land habe einen so hohen Bedarf an Tc-99 wie Deutschland, berichtet die WELT.

Ungeachtet des grünen Lamentos werden die Bemühungen zur Sicherstellung der Versorgung mit Mo-99 und Tc-99m fortgeführt. Weltweit arbeiten laut FRM II die derzeitigen und zukünftigen Betreiber von Bestrahlungsanlagen zur Produktion von

Mo-99 sowie Vertreter aller in der Versorgungskette beteiligten Industriepartner in einer von der OECD/NEA gegründeten Arbeitsgruppe, in der sogenannten HLG-MR (High-level Group on the Security of Supply of Medical Radioisotopes), zusammen, um die nachhaltige Versorgung mit dem Radioisotop Mo-99/Tc-99m auch in künftigen Jahren sicherzustellen.

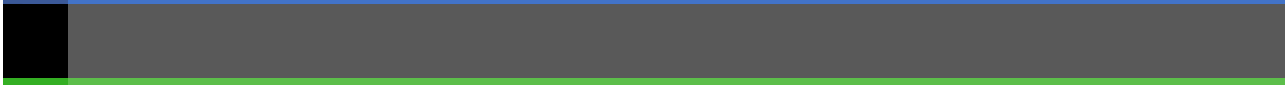
Der Forschungsreaktor FRM II in Garching soll voraussichtlich in zwei Jahren in Betrieb gehen und wird dann rund 50 Prozent des europäischen Bedarfs an Mo-99 decken können.

Quellen:

- https://de.wikipedia.org/wiki/Uran
- https://www.nuklearforum.ch/de/aktuell/e-bulletin/us-bericht-zur-molybdaen-99-produktion-mit-leu
- https://www.frm2.tum.de/industrie-medizin/radioisotopen-produktion/molybdaen-99/
- https://www.welt.de/vermischtes/article158546777/Fuer-Untersuchungen-fehlt-das-Isotop-Mo-99.html
- https://nuclear4life.com/
- https://www.radiologenpraxen.de/servlet/praxen?id=271&seite=fragen

Titelfoto: jarmoluk, pixabay

Ruhrkultour Leseempfehlung:

- 
- 
- 

Werbung


André D. Thess
Sieben Energiewende-märchen?
Eine Vorlesungsreihe für Unzufriedene
SACHBUCH
Springer