

**Antwort**  
**der Bundesregierung**

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Frau Teubner und der Fraktion  
DIE GRÜNEN**  
**— Drucksache 11/6232 —**

**Freisetzung von Technetium 99 (Tc-99) aus kerntechnischen Anlagen**

*Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit hat mit Schreiben vom 1. Februar 1990 die Kleine Anfrage namens der Bundesregierung wie folgt beantwortet:*

**Vorbemerkung:**

Die Kleine Anfrage der Abgeordneten Frau Teubner und der Fraktion DIE GRÜNEN (Drucksache 11/5126) ist nach Auffassung der Bundesregierung in der Drucksache 11/5219 hinreichend beantwortet worden.

In der erneuten Anfrage wird darauf hingewiesen, daß die Bundesregierung die Frage nicht beantwortet habe, wann es zu einem Stillstand der Erhöhung bzw. einem Gleichgewichtszustand der weltweit aus Atomkraftwerken freigesetzten Aktivität und Kohlenstoff-14 kommt. Eine über die bereits gegebene Antwort hinausgehende Aussage ist jedoch grundsätzlich nicht möglich, da der zeitliche Verlauf des Kohlenstoff-14-Pegels in der Atmosphäre auch durch gegenläufige Effekte infolge fossiler Verbrennung beeinflußt wird.

Aus kerntechnischen Anlagen wird fortwährend eine Reihe von radioaktiven Stoffen freigesetzt. Einige dieser Stoffe zeichnen sich durch eine lange Aktivitätsdauer, ausgedrückt in der physikalischen Halbwertszeit, aus, die weit über der Existenzdauer von Nationalstaaten liegt. Dabei bedeutet aber der Ablauf einer Halbwertszeit nur die Halbierung der Masse des radioaktiven Stoffes.

Bei Plutonium sind das die Isotope Plutonium 240 mit einer Halbwertszeit von 6563 Jahren, Plutonium 239 mit 24 110 Jahren. Ein weiterer wichtiger freigesetzter Stoff bildet Americium 241 mit einer Halbwertszeit von 458 Jahren. Eine besondere Klasse von langlebigen freigesetzten Stoffen sind Neptunium 237 mit 2,2 Millionen und Jod 129 mit 16 Millionen Jahren Halbwertszeit.

Ein bestimmter Zustand der Kenntnisse über solche Freisetzungen kann in der Geschichte der gasförmigen Freisetzung des radioaktiven Kohlenstoffs 14 (C-14) aus Atomkraftwerken gesehen werden. Obwohl schon seit 1963 nachgewiesen war, daß Kohlenstoff 14 aus Atomkraftwerken freigesetzt wird, begannen die ersten regelmäßigen Messungen erst 1976 in der Bundesrepublik Deutschland. Mehrere Atomkraftwerke haben erst im Jahre 1982, also 19 Jahre nach der ersten Veröffentlichung über C-14 Freisetzungen, die regelmäßige Messung eingeführt.

Der radioaktive Pegel von C-14 auf der Erde infolge von Freisetzungen aus kerntechnischen Anlagen steigt ständig. Die Bundesregierung hat die Frage der Fraktion DIE GRÜNEN (Drucksache 11/5219 Frage 11), wann es zu einem Stillstand, d. h. zu einem Gleichgewichtszustand, der weltweit aus derzeit von 430 Atomkraftwerken freigesetzten Aktivität von Kohlenstoff 14 kommt, nicht beantwortet.

Ein weiteres Beispiel, daß immer neue Kenntnisse über radioaktiv freigesetzte Stoffe gewonnen werden, bilden die Veröffentlichungen über Technetium 99 in der aktuellen Fachliteratur.

1. Seit wann ist bekannt, daß Technetium 99 (Tc-99) mit einer physikalischen Halbwertszeit von 214 000 Jahren aus kerntechnischen Anlagen freigesetzt wird?

Die Bildung von Technetium 99 bei der Kernspaltung in Kernreaktoren und die dadurch hervorgerufene Ableitung sind grundsätzlich von Anfang an bekannt. In den USA wurden Messungen zur Abgabe aus kerntechnischen Anlagen in den 60er Jahren durchgeführt.

2. Welche kerntechnischen Anlagen (Name, Standort) in der Bundesrepublik Deutschland emittieren Tc-99?

Grundsätzlich können alle kerntechnischen Anlagen, in denen Spaltprodukte anfallen oder in denen mit Spaltprodukten gearbeitet wird, Technetium 99 über Abluft oder Abwasser emittieren. Die tatsächlichen Ableitungen sind jedoch so gering, daß sie im Rahmen der Routineüberwachung nicht erfaßt werden.

Gleichwohl hat die Bundesregierung Mitte der 80er Jahre Untersuchungen in der Abluft und dem Abwasser verschiedener kerntechnischer Anlagen durchführen lassen.

3. Welche Strahlung gibt Tc-99 ab, und wie groß ist die maximale Reichweite der Strahlung in der Luft unter Normalbedingungen?

Technetium 99 ist ein reiner Betastrahler, der Elektronen mit einer Maximalenergie von 292 KeV emittiert, deren maximale Reichweite in der Luft bei Normalbedingungen 50 cm beträgt.

4. Über welche Emissionswege wird Tc-99 in den unter Frage 2 angegebenen Anlagen freigesetzt?

Technetium 99 kann aus kerntechnischen Anlagen mit der Abluft und dem Abwasser abgeleitet werden. (Vergleiche Antwort zu Frage 2).

5. Wird aus Verbrennungsanlagen für radioaktive Stoffe Tc-99 emittiert?

Wenn ja, welche Verbrennungsanlagen (Name, Standort) in der Bundesrepublik Deutschland emittieren Tc-99?

Bei der Verbrennungsanlage des Kernforschungszentrums Karlsruhe durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß auch aus Verbrennungsanlagen Technetium 99 nur in geringen Spuren emittiert werden kann.

6. Bei welchen unter Fragen 2 und 5 genannten Anlagen wird Tc-99 nicht oder nicht kontinuierlich gemessen?

Aus welchen Gründen wird Tc-99 nicht gemessen?

Technetium 99 wird grundsätzlich nicht routinemäßig nuklidspezifisch erfaßt. Dies ist aufgrund der geringen Abgaberaten auch nicht erforderlich.

7. Über welche Pfade breitet sich Tc-99 in der Biosphäre aus; in welchen Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren findet eine Anreicherung von Tc-99 statt?

Technetium 99 kann sich über den terrestrischen und aquatischen Pfad in der Biosphäre ausbreiten. Eine Anreicherung von Technetium 99 findet in verschiedenen Mikroorganismen, z. B. Algen, und in fast allen Wild- und Kulturpflanzen statt. Abgesehen von wenigen Ausnahmen (z. B. Wasserschnecken) ist die Anreicherung von Technetium in Tieren gering.

8. Kann die Bundesregierung bestätigen, daß die Transferfaktoren, die ein Maß über den Grad der Anreicherung geben, bei Pflanzen bezüglich Tc-99 besonders groß sind?

Wenn ja, bei welchen Pflanzen wurden hohe Transferfaktoren festgestellt, und welche Werte hatten jeweils diese Transferfaktoren?

Ja. Hohe Transferfaktoren wurden bei vielen Wild- und Kulturpflanzen gemessen, beispielsweise für

– Weizenblätter:	19
– Weizenkörner:	0,03
– Sojabohnen:	32
– Rettich:	2,7
– Silomais:	15

Die Angabe bezieht sich jeweils auf das Frischgewicht der Pflanze.

9. Sind der Bundesregierung Untersuchungsergebnisse bekannt, daß es zu erkennbaren Veränderungen bei Pflanzen infolge der Anreicherung von Tc-99 gekommen ist?

Wenn ja, bei welchen Pflanzen traten welche Veränderungen auf?

In Laborversuchen sind bei Blättern von Bohnen und der Buntnes-  
sel chlorotische Veränderungen (Bleichung) durch Anreicherung  
von Tc-99 erzeugt worden, die von den Autoren auf die chemische  
Toxizität dieses Elements zurückgeführt werden. Veränderungen  
als Folge der Strahlung sind nicht bekannt.

10. Sind der Bundesregierung Untersuchungsergebnisse bekannt, daß  
es zu einer Anreicherung von Tc-99 infolge von Emissionen aus  
Wiederaufarbeitungsanlagen von Kernbrennstoffen wie La Hague  
und Sellafield alias Windscale bei Fischen gekommen ist?

Wenn ja, bei welchen Fischen konnten welche Aktivitäten in Bec-  
querel pro Kilogramm Lebendgewicht gemessen werden?

Ja. Es konnten zum Beispiel in der Nähe der Einleitungsstelle der  
Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield bei der Scholle Werte von  
0,33 Bq/kg, 0,46 Bq/kg und 1,9 Bq/kg und beim Kabeljau Werte  
von 0,17 Bq/kg und 0,7 Bq/kg gemessen werden.

11. Welche maximale Aktivität in Becquerel von Tc-99 kann ein Druck-  
wasserreaktor mit der elektrischen Leistung von 1300 Megawatt  
bei Normalbetrieb emittieren, wenn der Reaktor bei voller Nennlei-  
stung über das ganze Jahr gefahren würde?

Gibt es einen Unterschied zu Siedewasserreaktoren bezüglich der  
Freisetzung von Tc-99 unter den gleichen Voraussetzungen?

Wenn ja, wie verändert sich der Emissionswert?

Wie verändern sich die Werte der Freisetzung, wenn statt des  
normalen Urankerns Brennelemente mit Plutonium (MOX-Brenn-  
elemente) teilweise eingesetzt werden?

Die Freisetzung von Technetium ist von einer Vielzahl von Para-  
metern wie Brennelementschäden, Aerosolbildung aus dem Kühl-  
wasser, Undichtheiten in der Kühlwasserführung und anderem  
abhängig. Wie bereits in der Antwort zu Frage 2 ausgeführt, sind  
die tatsächlichen Ableitungen äußerst gering. Es konnte auch  
kein Unterschied zwischen Druckwasser und Siedewasserreak-  
toren festgestellt werden. Die Spaltausbeute von Tc-99 ändert sich  
bei Verwendung von MOX-Brennelementen ebenfalls praktisch  
nicht.

12. Welche Menge von Tc-99 (in Kilogramm) ist in der Kernladungs-  
masse pro Tonne Uran bei einem Druckwasserreaktor mit einer Lei-  
stung von 1300 Megawatt nach einem mittleren Abbrand von  
33 000 Megawatt-Tagen pro Tonne Uran enthalten, und welche Ak-  
tivität in Becquerel von Tc-99 pro Tonne Uran bei gleichem Ab-  
brand wird gemessen?

Wie verändern sich diese Werte bei Einsatz von Mischoxid-Brenn-  
elementen (MOX-Brennelemente)?

Uranbrennelemente enthalten bei einem mittleren Abbrand von  
35 000 MW-Tagen pro Tonne Uran ca. 0,87 kg Tc-99 pro Tonne  
Schwermetall. MOX-Brennelemente enthalten bei gleichem Ab-  
brand ca. 0,85 kg Tc-99 pro Tonne Schwermetall. Eine Messung  
der Aktivität von Technetium 99 erfolgt nicht.

13. Kann die Bundesregierung bestätigen, daß bei einer Endlagerung von hochaktiven Abfällen und Brennelementen bei direkter Endlagerung nach einer theoretischen Lagerzeit von 100 000 Jahren der Hauptfaktor der Radioaktivität von Tc-99 bestimmt wird?  
Wenn ja, welche Gründe sind für diese besondere Rolle von Tc-99 maßgebend?
14. Kann die Bundesregierung bestätigen, daß bei einer Freisetzung von Tc-99 infolge eines schweren Störfalls aus Endlagern Tc-99 ungehindert in die Biosphäre entweicht?  
Wenn ja, aus welchen Gründen wird das Tc-99 in Endlagern nicht gebunden?
15. Kann eine ungehinderte Freisetzung von Tc-99 aus Endlagern nach Einschätzung der Bundesregierung eine erhebliche Gefährdung der Biosphäre bedeuten?  
Wenn nein, aus welchen Gründen ist nach Auffassung der Bundesregierung eine Gefährdung ausgeschlossen?

Zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle und zur direkten Endlagerung von abgebrannten Brennelementen für die bei dessen Eignung der 'Salzstock Gorleben vorgesehen ist, zeigen erste wissenschaftliche Untersuchungen, daß verschiedene Radionuklide, z. B. Technetium 99, aufgrund ihrer langen Halbwertszeit, des unterstellten Sorptionsverhaltens und des gewählten unwahrscheinlichen Störfallszenarios in Bruchteilen ihrer ursprünglichen Konzentration nach langen Zeiten die Biosphäre erreichen können, wobei die berechneten Strahlendosen unterhalb der mittleren Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenbelastung liegen.

Ob und ggf. inwieweit diese Ergebnisse bei einem konkreten Endlager, z. B. im Salzstock Gorleben, bestätigt werden können, kann erst nach einer auf den Ergebnissen der untertägigen Erkundung basierenden Sicherheitsanalyse beurteilt werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann keine Rede von einer Gefährdung der Biosphäre durch Endlagerung technetiumhaltiger radioaktiver Abfälle sein.

16. Welche kritischen Organe für die Anreicherung von Tc-99 sind beim Menschen bekannt, wie groß sind die jeweiligen biologischen Halbwertszeiten für diese Organe, und gibt es einen Unterschied bei Erwachsenen und einem einjährigen Kind?

Als kritische Organe nach Zufuhr von Technetium 99 sind bekannt: die Schilddrüse, der Magen-Darm-Trakt und die Leber. Die internationale Strahlenschutzkommission, ICRP, nahm in ihrer Publikation 30 von 1979 an, daß sich von dem ins Blut gelangten Technetium 4 Prozent in der Schilddrüse, 10 Prozent an der Magenwand und 3 Prozent in der Leber anreichert. Von dem restlichen Anteil von 83 Prozent wurde angenommen, daß er sich gleichmäßig auf die übrigen Organe und Gewebe des Körpers verteilt. Als biologische Halbwertszeit wurden für die Schilddrüse zwölf Stunden angenommen, während für die restlichen Organe und Gewebe angenommen wurde, daß Technetium zu 75 Prozent mit einer biologischen Halbwertszeit von 1,6 Tagen, zu 20 Prozent mit einer biologischen Halbwertszeit von 3,7 Tagen und zu 5 Prozent mit einer biologischen Halbwertszeit von 22 Tagen ausgetauscht wird.

Versuche an Ratten deuten darauf hin, daß bei Neugeborenen die Ausscheidung von Technetium langsamer ist als beim Erwachsenen. Es liegen jedoch keine hinreichend genauen Erkenntnisse bezüglich eines Unterschiedes bei Erwachsenen und einem einjährigen Kind vor.



