

## Antwort

der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Monika Ganseforth, Brigitte Adler, Holger Bartsch, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der SPD  
— Drucksache 12/5259 —

### Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen des Kryptonisotops $^{85}\text{Kr}$ und des Radonisotops $^{222}\text{Rn}$

Durch menschliche Aktivitäten hat sich die Zahl der in die Umwelt eingebrachten Substanzen drastisch erhöht. Ein Beispiel für eine fast ausschließlich anthropogene Anreicherung ist das durch Kernspaltung entstehende radioaktive Kryptonisotop  $^{85}\text{Kr}$ , das mittlerweile global verteilt ist.

Es fällt sowohl bei der militärischen Nutzung in speziellen dafür betriebenen Kernkraftwerken bzw. -reaktoren an, bei Atombombenexplosionen sowie auch bei der zivilen Nutzung in Forschungsreaktoren und Kernkraftwerken. Neben nuklearen Explosionen wird es im wesentlichen bei der Wiederaufbereitung der Brennelemente freigesetzt.

$^{85}\text{Kr}$  ist mit Abstand das häufigste künstliche Radionuklid der Atmosphäre und hat Einfluß auf die Luftchemie; Auswirkungen auf den Niederschlag, die globalen Klimaverhältnisse und den Treibhauseffekt werden diskutiert, ebenso wie Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

Im Zusammenwirken mit  $^{85}\text{Kr}$  hat das Radonisotop  $^{222}\text{Rn}$  und seine kurzlebigen Tochterprodukte ebenfalls Auswirkungen auf die Luftchemie; die bodennahe Radonexhalation hat Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

Radon entweicht überwiegend vom Erdboden in die Luft (Exhalation); weitere Radonquellen sind Uranminen, aus denen Radon in starkem Maße aus den Schlammrückständen frei wird.

#### Vorbemerkung

Im Auftrag des Deutschen Bundestages wurden zur Frage von „Klimaspekten radioaktiver Spurengase“ im Rahmen des Studienprogramms „Internationale Konvention zum Schutze der Erdatmosphäre sowie Vermeidung und Reduktion energiebedingter

---

Die Antwort wurde namens der Bundesregierung mit Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 22. Juli 1993 übermittelt.

Die Drucksache enthält zusätzlich – in kleinerer Schrifttype – den Fragetext.

klimarelevanter Spurengase“ ausführliche Studien erstellt, die insbesondere zu  $^{85}\text{Kr}$  detaillierte Angaben enthalten. In diesen Studien wird der hier aufgeworfene Fragenkomplex ausführlich behandelt. Die Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages hat die Studien im Jahre 1990 in dem Bericht „Energie und Klima“, Band 5 „Kernenergie“ veröffentlicht.

A. *Krypton*

1. Welche Erkenntnisse liegen der Bundesregierung über den anthropogen bedingten Eintrag von  $^{85}\text{Kr}$  in der Atmosphäre vor?

Das  $^{85}\text{Kr}$ -Inventar der Atmosphäre beträgt z. Z. etwa 4 EBq ( $4 \times 10^{18}$  Bq), davon sind etwa 370 GBq ( $3,7 \times 10^{11}$  Bq) natürlichen Ursprungs. Das anthropogene  $^{85}\text{Kr}$  wird bei der Spaltung von Uran bzw. Plutonium erzeugt. Das  $^{85}\text{Kr}$  wird im wesentlichen erst bei der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen in die Atmosphäre freigesetzt.

2. Wie hoch ist gegenwärtig die Konzentration von  $^{85}\text{Kr}$  in der Atmosphäre, und wie hat sich die  $^{85}\text{Kr}$ -Anreicherung in der Vergangenheit entwickelt? Wie ist die Horizontal- und Vertikalverteilung von  $^{85}\text{Kr}$ , und welche regionalen Konzentrationen werden in der Nähe von Wiederaufarbeitungsanlagen und auf Atombombentestgeländen erreicht?

Der Grundpegel der  $^{85}\text{Kr}$ -Aktivitätskonzentration in der Nordhemisphäre beträgt derzeit etwa  $1 \text{ Bq/m}^3$  Luft. Er hat sich in den letzten 20 Jahren nahezu verdoppelt. Abhängig von der Wetterlage in der Bundesrepublik Deutschland können kurzzeitige Erhöhungen um bis zum Fünffachen auftreten.

Innerhalb der Atmosphäre ist eine leichte Abnahme der Aktivitätskonzentration von  $^{85}\text{Kr}$  von mittleren und nördlichen Breiten zum Äquator hin festzustellen. In der Südhemisphäre beträgt die Aktivitätskonzentration z. Z. etwa  $0,9 \text{ Bq/m}^3$  Luft.

Innerhalb der Troposphäre ist die Aktivitätskonzentration infolge der guten vertikalen Durchmischung praktisch konstant, in der Stratosphäre sind um bis zu 35 Prozent niedrigere Aktivitätskonzentrationen festzustellen.

Messungen innerhalb eines Forschungsvorhabens ergaben während des Betriebs der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) Jahresmittelwerte von 100, 80 und  $10 \text{ Bq/m}^3$  Luft bei Entfernungen vom Kamin von 300, 650 und 5700 m. Inzwischen wurde der Betrieb der WAK eingestellt.

In der Umgebung von Testgeländen für unterirdische Kernwaffentests werden keine signifikanten Erhöhungen der Aktivitätskonzentration der Luft erwartet.

3. Welche Prognosen liegen für die nächsten Jahre vor, insbesondere unter Berücksichtigung der Hauptemissionsquellen für  $^{85}\text{Kr}$ , nämlich die zivile Nutzung der Kernkraft, vor allem der Wiederaufbereitungsanlagen, die mögliche Wiederaufnahme von Atombombenversuchen sowie die Möglichkeit eines GAUs, vor allem in den Staaten der ehemaligen Sowjetunion?

Die vorliegenden kontinuierlichen Messungen der bodennahen Luft zeigen, daß sich in den letzten zwei Jahrzehnten der jährliche Anstieg der  $^{85}\text{Kr}$ -Aktivitätskonzentration eher abgeflacht hat. Dies deutet auf eine eher rückläufige globale Freisetzungsrates hin. Frühere Prognosen eines rapiden Anstiegs haben sich damit nicht bestätigt.

Die  $^{85}\text{Kr}$ -Freisetzung im Verlauf des Kernkraftwerksunfalls in Tschernobyl (1986) hat kurzfristig die  $^{85}\text{Kr}$ -Aktivitätskonzentration in der Bundesrepublik Deutschland um etwa einen Faktor 2 erhöht. Das Inventar der Atmosphäre hat sich dadurch nicht meßbar verändert.

4. Welche Erkenntnisse liegen der Bundesregierung über die möglichen ökologischen und klimatischen Folgen der Ionisation der Luft durch  $^{85}\text{Kr}$ -Zerfall in der Atmosphäre vor in bezug auf
- veränderte Niederschlagsbildung vor allem in elektrifizierten Wolken wie Schauern und Gewittern,
  - veränderte Blitzhäufigkeit,
  - zusätzliche Partikelbildung an Ionen und damit Erhöhung der Lufttrübung,
  - veränderte Luftchemie in der planetarischen Grenzschicht über dem Ozean,
  - mögliche Erhöhung der Zahl der Eiskeime?
5. Wie beurteilt die Bundesregierung jeweils diese Erkenntnisse?
6. Wie kommt die Bundesregierung zu der unterschiedlichen Beurteilung, daß „Krypton... keine nachweisbare Beeinflussung des Wettergeschehens ausüben“ kann (Antwort der Bundesregierung auf die Schriftliche Frage des Abgeordneten Dr. Günther Müller (CDU/CSU), Drucksache 11/8305 vom 26. Oktober 1990), und daß „der derzeitige Gehalt von  $^{85}\text{Kr}$  in der Atmosphäre einen verschwindend geringen Einfluß z. B. auf die Niederschlagsbildung bzw. auf globale Klimaverhältnisse und den Treibhauseffekt haben“ dürfte (Antwort der Bundesregierung auf die Schriftliche Frage des Abgeordneten Horst Kubatschka (SPD), Drucksache 12/3990 vom 11. Dezember 1992)?

Mit einer Aktivitätskonzentration von derzeit etwa  $1 \text{ Bq/m}^3$  Luft trägt  $^{85}\text{Kr}$  mit ca. 0,007 Ionenpaaren pro  $\text{cm}^3$  und Sekunde über dem Ozean weniger als 1 Prozent zur Ionisation bei. Über dem Festland, wo die Ionisierung durch natürliche Radionuklide in der Erdkruste und in der Atmosphäre um den Faktor 5 bis 10 erhöht ist, trägt das  $^{85}\text{Kr}$  zur Ionisation entsprechend weniger bei. In 3 bis 4 km Höhe werden durch die kosmische Strahlung bereits 7 bis 8 Ionenpaare pro  $\text{cm}^3$  und Sekunde erzeugt, so daß der Anteil der durch  $^{85}\text{Kr}$  verursachten Ionisation auf etwa 0,1 Prozent abnimmt. Die durch  $^{85}\text{Kr}$  verursachte Änderung der natürlicherweise vorkommenden Ionisation ist äußerst gering. Eine Veränderung der Niederschlagsbildung, der Blitzhäufigkeit, der Partikelbildung, der Luftchemie und der Zahl der Eiskeime durch  $^{85}\text{Kr}$  ist daher nicht nachweisbar. Die Bundesregierung hat die

potentielle Beeinflussung des Wettergeschehens durch  $^{85}\text{Kr}$  nie unterschiedlich bewertet.

7. Welche Forschungsanstrengungen wurden bisher national und international zu den globalen und bodennahen Folgen jeglicher zusätzlicher Ionisierung im allgemeinen und von  $^{85}\text{Kr}$  und  $^{222}\text{Rn}$  im besonderen unternommen?

Hält die Bundesregierung die bisherige Beschränkung der Forschung auf Literaturrecherchen und Vorstudien für ausreichend?

Von einer Beschränkung auf Literaturrecherchen und Vorstudien kann keine Rede sein.

Die Aktivitätskonzentration von  $^{85}\text{Kr}$  in der bodennahen Luft wird vom Institut für Atmosphärische Radioaktivität des Bundesamtes für Strahlenschutz seit 20 Jahren kontinuierlich gemessen. Zur Zeit werden dort Proben von mehr als zehn Stationen, beginnend in der Arktis ( $83^\circ\text{N}$ ) bis zur Antarktis ( $70^\circ\text{S}$ ), gemessen.

Es liegen inzwischen auch für das Gebiet der ehemaligen Sowjetunion Daten vor, die für diesen Teil der Nordhemisphäre vergleichbare Pegel wie in Westeuropa zeigen.

Von der World Meteorological Organization (WMO) ist eine internationale Zusammenarbeit aller Institutionen, welche  $^{85}\text{Kr}$  messen, geplant.

Im Rahmen des Integrierten Meß- und Informationssystems zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS) werden an mehreren Orten der Bundesrepublik Deutschland vom Umweltbundesamt (UBA) und vom Deutschen Wetterdienst (DWD) Radonfolgeprodukte kontinuierlich erfaßt.

Im Rahmen mehrerer FuE Vorhaben des BMU werden darüber hinaus Messungen der Konzentration von Radon und Radonfolgeprodukten durchgeführt.

8. Wie beurteilt die Bundesregierung eine Ausweitung der nationalen Forschung auf diesem Gebiet?

Beabsichtigt sie, diesbezügliche Forschungsvorhaben finanziell zu unterstützen?

Einen über die in der Antwort zu Frage 7 genannten Forschungsaktivitäten hinausgehenden Bedarf sieht die Bundesregierung derzeit nicht.

9. Hält es die Bundesregierung für sinnvoll, zum Schutz der Erdatmosphäre, einen  $^{85}\text{Kr}$ -Aktivitätswert festzulegen, und falls ja, wie hoch sollte dieser Grenzwert nach Ansicht der Bundesregierung sein?

Nein.

10. Wie hoch sind in der Nähe von Wiederaufarbeitungsanlagen die  $^{85}\text{Kr}$ -Konzentrationen (Spitzenwerte nach Störfällen, übers Jahr gemittelt)?

Im Abluftkamin von Wiederaufarbeitungsanlagen wird  $^{85}\text{Kr}$  nuklidspezifisch gemessen. Aus diesen Emissionsdaten lassen sich für die ungünstigsten Stellen in der Nähe der Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield mittlere jährliche Aktivitätskonzentrationen von bis zu etwa  $200 \text{ Bq/m}^3$  Luft abschätzen.

11. Hält die Bundesregierung sowohl aus Gründen des vorbeugenden Klimaschutzes als auch aus Gründen des Gesundheitsschutzes für die Anwohnerinnen und Anwohner von Wiederaufbereitungsanlagen den Einbau von Krypton-Rückhaltesystemen für notwendig, und beabsichtigt sie, hierzu international initiativ zu werden?

Die Bundesregierung hält dies beim derzeitigen Umfang der Kernenergienutzung nicht für erforderlich und verweist auf die vorstehenden Antworten.

12. In welchen Wiederaufarbeitungsanlagen ist bisher die technisch mögliche Kryptonrückhaltung verwirklicht?

In keiner Wiederaufarbeitungsanlage wird das  $^{85}\text{Kr}$  routinemäßig zurückgehalten. In Tokai Mura in Japan wurde in einer Versuchsanlage die Rückhaltung von inaktivem Krypton erprobt. Bei der Idaho Chemical Reprocessing Plant in den USA wird ein Teil des  $^{85}\text{Kr}$  für industrielle Anwendungen extrahiert.

13. Welche Erkenntnisse liegen der Bundesregierung über die Auswirkungen von  $^{85}\text{Kr}$ -Emissionen auf die menschliche Gesundheit vor?

Emissionen des Edelgases  $^{85}\text{Kr}$  können auf folgenden Wegen zu einer Strahlenexposition des Menschen führen:

- Bestrahlung von außen,
- Bestrahlung von innen durch das von Körpergeweben absorbierte  $^{85}\text{Kr}$ ,
- Bestrahlung des Atemtraktes durch das in der Lunge enthaltene  $^{85}\text{Kr}$ .

Nach der Veröffentlichung 30 der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) ist die Äquivalentdosisleistung in einer Wolke radioaktiver Edelgase, z. B.  $^{85}\text{Kr}$  ganz überwiegend durch die Bestrahlung von außen bestimmt. Die Äquivalentdosisleistung durch in den Körpergeweben absorbiertes  $^{85}\text{Kr}$  und die Äquivalentdosisleistung durch das in der Lunge enthaltene  $^{85}\text{Kr}$  sind vergleichsweise gering.

Die in der Antwort zu Frage 10 genannten Aktivitätskonzentrationen führen rechnerisch zu folgenden Jahresdosen:

- Effektive Dosis: 0,8 Mikrosievert
- Hautdosis: 80 Mikrosievert.

Der Vergleich mit den Dosisgrenzwerten nach § 45 Strahlenschutzverordnung (effektive Dosis 0,3 Millisievert, Hautdosis 1,8 Millisievert) zeigt, daß diese Jahresdosen etwa 0,3 Prozent bzw. 5 Prozent der entsprechenden in der Bundesrepublik Deutschland geltenden Grenzwerte betragen. Da die Dosisgrenzwerte den Schutz des Menschen vor den schädlichen Wirkungen der ionisierenden Strahlen sicherstellen, führen die angeführten Jahresdosen zu keinen relevanten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

14. Hält es die Bundesregierung für sinnvoll, zum vorbeugenden Gesundheitsschutz der Menschen, einen  $^{85}\text{Kr}$ -Aktivitätswert festzulegen, falls ja, wie hoch sollte dieser Grenzwert nach Ansicht der Bundesregierung sein, und welche anderen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung hält die Bundesregierung für notwendig?

Zum vorbeugenden Gesundheitsschutz der Menschen sind in der Strahlenschutzverordnung Grenzwerte für die effektive Dosis und die Dosis in Organen und Geweben im Kalenderjahr festgelegt. Damit wird die Gesamtstrahlenexposition begrenzt. Aktivitätsgrenzwerte wie bei Ableitungen aus Kernkraftwerken und Wiederaufarbeitungsanlagen dienen dem Zweck, die Einhaltung der primären Dosisgrenzwerte sicherzustellen. Bei beruflicher Strahlenexposition gilt z. B. für die  $^{85}\text{Kr}$ -Aktivitätskonzentration in Luft im Jahresmittel der Grenzwert  $3 \text{ MBq/m}^3$  ( $3 \times 10^6 \text{ Bq/m}^3$ ). Weitergehende Maßnahmen hält die Bundesregierung nicht für erforderlich.

B. Radon

15. Welche Erkenntnisse liegen der Bundesregierung über den Einfluß von  $^{222}\text{Rn}$  und seiner kurzlebigen Tochterprodukte auf die Ionisation der Atmosphäre im Zusammenwirken mit  $^{85}\text{Kr}$  vor, und wie beurteilt die Bundesregierung diese Erkenntnisse?

Die mittlere  $^{222}\text{Rn}$ -Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft beträgt in der Bundesrepublik Deutschland etwa  $14 \text{ Bq/m}^3$ . Diese  $^{222}\text{Rn}$ -Aktivitätskonzentration inklusive seiner kurzlebigen Tochterprodukte führt zu einer Produktion von etwa zehn Ionenpaaren pro  $\text{cm}^3$  und Sekunde. Die großräumige Überwachung der Luft durch IMIS-Meßnetze zeigt meteorologisch bedingt zeitlich und räumlich starke Schwankungen mit Maximalwerten bis zu einigen  $10 \text{ Bq/m}^3$ . Mit zunehmendem Abstand vom Boden ist eine exponentielle Abnahme der  $^{222}\text{Rn}$ -Aktivitätskonzentration festzustellen, wobei bereits in 500 m Höhe die Aktivitätskonzentration auf etwa die Hälfte abnimmt.

Die durch das  $^{85}\text{Kr}$  eingebrachte Ionisation (ca. 0,007 Ionenpaare pro  $\text{cm}^3$  und Sekunde) addiert sich zu der durch das  $^{222}\text{Rn}$  eingebrachten Ionisation (ca. zehn Ionenpaare pro  $\text{cm}^3$  und Sekunde).

16. Wie beurteilt die Bundesregierung die gesundheitliche Gefährdung der Bevölkerung, insbesondere durch einen hohen Radongehalt in Häusern, und welche Maßnahmen zum Schutz der Bewohnerinnen und Bewohner hält die Bundesregierung für notwendig?

Die gesundheitliche Gefährdung durch Radon wird international unterschiedlich bewertet. Die Bundesregierung hat deshalb eine entsprechende Studie in Auftrag gegeben, die die Wirkung von Radon in Häusern ermitteln soll. Im Vorgriff auf die Ergebnisse hat die Bundesregierung bereits durch umfangreiche Meßprogramme die regionale Verteilung von Radon in Häusern ermitteln lassen. Ferner läßt sie geeignete Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Häusern erproben.

Die Ergebnisse der laufenden Untersuchungen über die Wirkung von Radon in Häusern werden in etwa zwei bis drei Jahren vorliegen. Danach wird darüber zu entscheiden sein, ob und ggf. welche Maßnahmen zu treffen sein werden.

