

P. Hofmann, K. Schmidt, C. Wittwer

Bundesamt für Strahlenschutz

Leitstelle für Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Abfälle und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen (Leitstelle H)

### Überwachung nach StrlSchG und REI

Die amtlichen Messstellen der Länder (§ 162 StrlSchG) untersuchen im Rahmen der Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt regelmäßig Trink- und Grundwasser

- nach dem Messprogramm zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (Routinemessprogramm nach AVV-IMIS)

und

- im Rahmen der Umgebungsüberwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI).

Das Routinemessprogramm nach der AVV-IMIS sieht die viertel- bzw. halbjährliche Untersuchung von Trinkwässern von ca. 80 Probeentnahmeorten in Deutschland (bundesweit) vor.

Im Rahmen des Messprogramms der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) werden in der Umgebung kerntechnischer Anlagen Proben von weiteren ca. 50 Probenentnahmestellen untersucht. Für die Überwachung der Radioaktivität im Grundwasser sind entsprechend dem Routinemessprogramm der AVV-IMIS ca. 60 Probenentnahmestellen und im Rahmen der REI ca. 150 Probenentnahmeorte viertel- bis halbjährlich zu untersuchen. Die Auswahl der Probenentnahmeorte berücksichtigt geologische Gegebenheiten und insbesondere die unterschiedliche Beeinflussung der Grundwässer durch Niederschlag und Oberflächenwasser.

Die Proben werden vorwiegend mittels Gamma-spektrometrie untersucht und hierbei die Aktivitätskonzentrationen von z. B.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  und  $^{40}\text{K}$  ermittelt. Des Weiteren werden über radiochemische Verfahren die Aktivitätskonzentrationen für Tritium und  $^{90}\text{Sr}$  sowie - entsprechend des Routinemessprogramms - der Uran- und Plutoniumisotope bestimmt.

Bezüglich der Grundlagen zur Radioaktivität im Grund- und Trinkwasser und der daraus resultierenden Exposition für die Bevölkerung wird auf [53] verwiesen.

Die im Trink- und Grundwasser in den Jahren 2017, 2018 und 2019 nachgewiesenen Radionu-

klide sind hauptsächlich natürlichen Ursprungs, wie z. B.  $^{40}\text{K}$  und  $^{238}\text{U}$ . Künstliche Nuklide, z. B.  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{90}\text{Sr}$ , treten nur in sehr geringen Konzentrationen bei nicht oder wenig geschützten Rohwässern (z. B. aus Oberflächenwasser, Uferfiltrat oder oberflächennahem Grundwasser) oder im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen auf.

Für Plutoniumisotope werden in der Regel nur Ergebnisse kleiner als die bei der Messung erreichte Nachweisgrenze übermittelt. Wird ein sehr großes Probenvolumen eingesetzt, kann in Ausnahmefällen eine Kategorisierung als tatsächlicher Messwert erfolgen. Diese übermittelten Messwerte liegen ausnahmslos mehr als vier Größenordnungen unterhalb der geforderten Nachweisgrenze für Plutoniumisotope im Routinemessprogramm.

In [Tabelle 8.1](#) sind die Gehalte an  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , Gesamt-Alpha und Tritium ( $^3\text{H}$ ) im Trinkwasser und Grundwasser in der Bundesrepublik Deutschland für die Jahre 2017 bis 2019 zusammengestellt. Zum Vergleich sind auch die Messwerte des natürlichen Radionuklids  $^{40}\text{K}$  in den Tabellen aufgeführt. Angegeben werden jeweils die Gesamtanzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der untersuchten Proben mit dem Ergebnis kleiner Nachweisgrenze (NWG) sowie der kleinste und größte bestimmte tatsächliche Messwert.

Um einen besseren Überblick über die zeitliche Entwicklung der Daten zu erhalten, ist zusätzlich der für jedes Berichtsjahr berechnete parameterspezifische Median in der Tabelle dokumentiert. Für dessen Kalkulation wird ein Ergebnis kleiner Nachweisgrenze gleichrangig wie ein tatsächlicher Messwert berücksichtigt, indem dieser mit dem Wert der NWG gleichgesetzt wird. Für die Daten aus dem Jahr 2017 wird zusätzlich auf den bereits veröffentlichten Jahresbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ des BMU [50] verwiesen.

### Trinkwasser

Für Trinkwasser liegen für den genannten Berichtszeitraum nahezu alle übermittelten  $^{137}\text{Cs}$ -Messwerte (mehr als 99 %) unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenze, die im Wesentlichen vom Volumen des zur Messung auf-

bereiteten Wassers abhängt. Als Nachweisgrenze im Trinkwasser werden im Routinemessprogramm 0,05 Bq/l bezogen auf  $^{60}\text{Co}$  gefordert. Die insgesamt neun ermittelten  $^{137}\text{Cs}$ -Messwerte für die Berichtsjahre 2017 bis 2019 reichten von 0,000085 bis 0,0091 Bq/l und lagen damit im Vergleich weit unterhalb der geforderten Nachweisgrenze für  $^{60}\text{Co}$ . Diese Ergebnisse wurden vornehmlich in Trinkwässern, die aus Oberflächenwässern (z. B. aus Talsperren) gewonnen wurden, gemessen.

$^{90}\text{Sr}$ , hauptsächlich aus dem Fallout der Kernwaffenversuche in den 1950er und 1960er Jahren stammend, konnte in etwa 43 % der Trinkwasserproben mit Konzentrationen oberhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen nachgewiesen werden, der Maximalwert lag im Jahr 2018 bei 0,018 Bq/l. Als Nachweisgrenze werden im Routinemessprogramm für Trinkwasser und Grundwasser 0,01 Bq/l gefordert.

Die übermittelten Daten für die Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration entstammen alle von Proben aus der Umgebungsüberwachung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Der Median sämtlicher Ergebnisse aus dem Jahr 2019 ist mit 0,033 Bq/l vergleichbar zu dem ermittelten Median aus dem Jahr 2018 mit 0,034 Bq/l, währenddessen der Median im Berichtsjahr 2017 mit 0,044 Bq/l noch etwas erhöhter war.

Die Maximalwerte der Tritium-Aktivitätskonzentration wurden in den Jahren 2017 bis 2019 mit 13, 16 und 18 Bq/l im Rahmen der Umgebungsüberwachung bei kerntechnischen Anlagen des KIT ermittelt. Diese Proben stammten aus Einzelwasserversorgungen in der Nähe eines Altrheinarms, der in der Fließrichtung von Grund- und Oberflächenwasser aus dem Bereich des KIT, Campus Nord, liegt. Selbst unter der Annahme, dass der gesamte Trinkwasserbedarf mit Wasser aus diesen Einzelwasserversorgungen gedeckt werden würde, ergäbe sich nur eine unwesentliche Erhöhung der Exposition für die Bevölkerung gegenüber der natürlichen Strahlenexposition. Das Trinkwasser aus öffentlichen Wasserversorgungen in den Ortschaften in der Umgebung des KIT weist Tritium-Aktivitätskonzentrationen von <10 Bq/l auf. Der mit der geänderten Trinkwasserverordnung (TrinkwV) vom 18. November 2015 an geltende Parameterwert für Tritium von 100 Bq/l wird damit vollumfänglich eingehalten [54].

### Grundwasser

Im Grundwasser wurde für  $^{137}\text{Cs}$  nur für das Berichtsjahr 2017 ein Messwert oberhalb der bei

den Messungen erreichten Nachweisgrenzen ermittelt. Der gemessene Wert von 0,065 Bq/l wurde auf Erdbauarbeiten neben einem Grundwasserbrunnen der Forschungsneutronenquelle München (FRM II) rückgeführt [55].

$^{90}\text{Sr}$  konnte in 44 % der Grundwasserproben mit Konzentrationen oberhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen nachgewiesen werden, es wurden Aktivitätskonzentrationen zwischen 0,000078 und 0,021 Bq/l gemessen. Der für 2017 bis 2019 jeweilig berechnete Median betrug 0,0038 bzw. <0,0039 Bq/l.

Die Messwerte für die Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration in der Tabelle stammen ausschließlich zu gleichen Teilen aus der Umgebungsüberwachung des KIT in Baden-Württemberg (49%) und des Brennelemente-Zwischenlagers in Ahaus in Nordrhein-Westfalen (51 %). Die übermittelten Ergebnisse der zu betrachtenden Berichtsjahre stimmen gut miteinander überein.

In etwa 9 % der Grundwasserproben konnte Tritium mit Konzentrationen oberhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenze nachgewiesen werden. Die Größenordnung im Berichtszeitraum 2017 bis 2019 lag zwischen 0,58 und 35 Bq/l. Die höchsten Tritium-Aktivitätskonzentrationen wurden im Rahmen der Umgebungsüberwachung der Kernkraftwerke Philippsburg und Obrigheim festgestellt. Im Jahr 2017 wurde zusätzlich noch ein Messwert für einen Brunnen der KTA Forschungsneutronenquelle Heinz-Maier-Leibnitz übermittelt. Querkontaminationen respektive Messgerätefehler sind hierbei nicht ausgeschlossen, da eine wiederholte Probenentnahme an diesem Brunnen nur Tritium-Werte unterhalb der Nachweisgrenze ergaben. Ein weiterer Messwert für Tritium wurde im Jahr 2017 in einer Probe aus einer Grundwassermessstelle auf dem Gelände des Freilagers für radioaktive Abfälle (Kontrollbereich) des VKTA-Rosendorf erhoben. Bei dieser Stichprobe wurde darüber hinaus  $^{60}\text{Co}$  in einer Konzentration von 0,0085 Bq/l (2017) ermittelt. Diese Messwerte sind auf eine Kontamination des Untergrunds auf dem Betriebsgelände des VKTA-Rosendorf infolge von Leckagen an (inzwischen nicht mehr betriebenen) Beton-Abklingbecken für kontaminierte Wässer zurückzuführen. Alle Proben außerhalb der genannten Standorte weisen Tritium-Werte unterhalb der Nachweisgrenze von 10 Bq/l auf.

Die Exposition der Bevölkerung durch künstliche radioaktive Stoffe auf dem Weg über das Trinkwasser ist sehr niedrig gegenüber der Exposition, die durch natürliche Radionuklide insgesamt ver-

ursacht wird. Legt man jeweils den Maximalwert für  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{90}\text{Sr}$  für den Berichtszeitraum 2017 bis 2019 zu Grunde (Tabelle 8.1), ergeben sich bei einem angenommenen jährlichen Trinkwasserverzehr von 700 Liter für den Erwachsenen nach StrlSchV Ingestionsdosen von 0,083  $\mu\text{Sv/a}$  bzw. 0,35  $\mu\text{Sv/a}$ . Im Vergleich hierzu beträgt die mittlere Ingestionsdosis (Medianwert) für Erwachsene durch den Verzehr von Trinkwasser in Deutschland einer vom BfS durchgeführten Studie zufolge

8,6  $\mu\text{Sv/a}$  [56]56. In der Trinkwasser-Studie wurden insgesamt 582 Trinkwasserproben aus weiten Teilen Deutschlands auf natürliche Radionuklide ( $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ) untersucht und die Exposition durch die Aufnahme dieser natürlichen Radionuklide mit dem Trinkwasser bestimmt. Im Unterschied zur TrinkwV [54] enthält die ermittelte Ingestionsdosis der BfS-Studie auch den Beitrag von  $^{222}\text{Rn}$ .

**Tabelle 8.1**  
**Überwachung von Trinkwasser und Grundwasser in Deutschland 2017-2019**

| Nuklid                    | Anzahl |       | Minimalwert | Maximalwert | Median <sup>a</sup> |             |             |
|---------------------------|--------|-------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|
|                           | gesamt | < NWG |             |             |                     |             |             |
| <b>Trinkwasser (Bq/l)</b> |        |       |             |             |                     |             |             |
| <b>2017 - 2019</b>        |        |       |             |             | <b>2017</b>         | <b>2018</b> | <b>2019</b> |
| $^{40}\text{K}$           | 1588   | 1042  | 0,015       | 4,4         | 0,18                | <0,16       | <0,17       |
| $^{137}\text{Cs}$         | 1590   | 1579  | 8,5E-05     | 0,0091      | <0,0086             | <0,0079     | <0,0084     |
| $^3\text{H}$              | 958    | 865   | 0,52        | 18          | 3,6                 | <5,0        | <4,2        |
| $^{90}\text{Sr}$          | 485    | 279   | 9,7E-05     | 0,018       | 0,0031              | 0,0035      | <0,0039     |
| G-Alpha                   | 17     | 0     | 0,026       | 0,061       | 0,044               | 0,034       | 0,033       |
| <b>Grundwasser (Bq/l)</b> |        |       |             |             |                     |             |             |
| <b>2017 - 2019</b>        |        |       |             |             | <b>2017</b>         | <b>2018</b> | <b>2019</b> |
| $^{40}\text{K}$           | 1058   | 688   | 0,015       | 24          | <0,39               | <0,42       | <0,48       |
| $^{137}\text{Cs}$         | 1054   | 1053  | -           | 0,065       | <0,019              | <0,017      | <0,023      |
| $^3\text{H}$              | 1298   | 1187  | 0,58        | 35          | <5,6                | <5,3        | <5,5        |
| $^{90}\text{Sr}$          | 212    | 118   | 7,8E-05     | 0,021       | 0,0038              | <0,0039     | <0,0039     |
| G-Alpha                   | 157    | 88    | 0,016       | 0,13        | <0,05               | <0,05       | <0,05       |

a Der angegebene Median berücksichtigt das Messergebnis „<NWG“ so, als wäre ein tatsächlicher Messwert gleich der NWG erhalten worden.