

4 SPURENMESSUNG IN DER BODENNAHEN LUFT

J. Bieringer¹, A. Dalheimer², R. Haas-van den Heuvel², D. Zapata-Garcia³

¹Bundesamt für Strahlenschutz

Leitstelle für die Überwachung der atmosphärischen Radioaktivität (Leitstelle B)

²Deutscher Wetterdienst, Zentrale Offenbach/Main

Leitstelle für Luft und Niederschlag (Leitstelle A)

³Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Leitstelle für Aktivitätsnormale und Radionuklidaten

Eine ausführliche Darstellung der Messergebnisse für die Jahre 2020 bis 2023 ist den Berichten des BMUV über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung zu entnehmen [23].

Spurenmessstelle Freiburg/Schauinsland (BfS)

Edelgase

Bei den im Rahmen der Spurenanalyse durchgeführten Edelgasmessungen werden Luftproben unter anderem auf ihren Gehalt an radioaktivem Xenon und ⁸⁵Kr untersucht. Während ⁸⁵Kr überwiegend bei der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen in die Atmosphäre freigesetzt wird, stellt ¹³³Xe mit einer Halbwertszeit von 5,27 Tagen den Hauptbestandteil im bestimmungsgemäßen Betrieb der Edelgasableitungen von Kern-

kraftwerken und Isotopenproduktionsanlagen dar.

Die beim BfS in Freiburg durchgeführten Messungen des radioaktiven Xenons und Kryptons ergaben im Berichtszeitraum in der Regel keine auffälligen Ergebnisse. Die Messwerte der Aktivitätskonzentrationen von ¹³³Xe lagen zwischen 1 und 100 mBq/m³ Luft. Die höchste ¹³³Xe-Aktivitätskonzentration wurde mit 64 ± 25 mBq/m³ in der Wochenprobe vom 23.10.2023 bis 30.10.2023 in Trier nachgewiesen. Diese Probe wurde mit dem nuklidspezifischen Messsystem „Sauna-Lab“ ge-

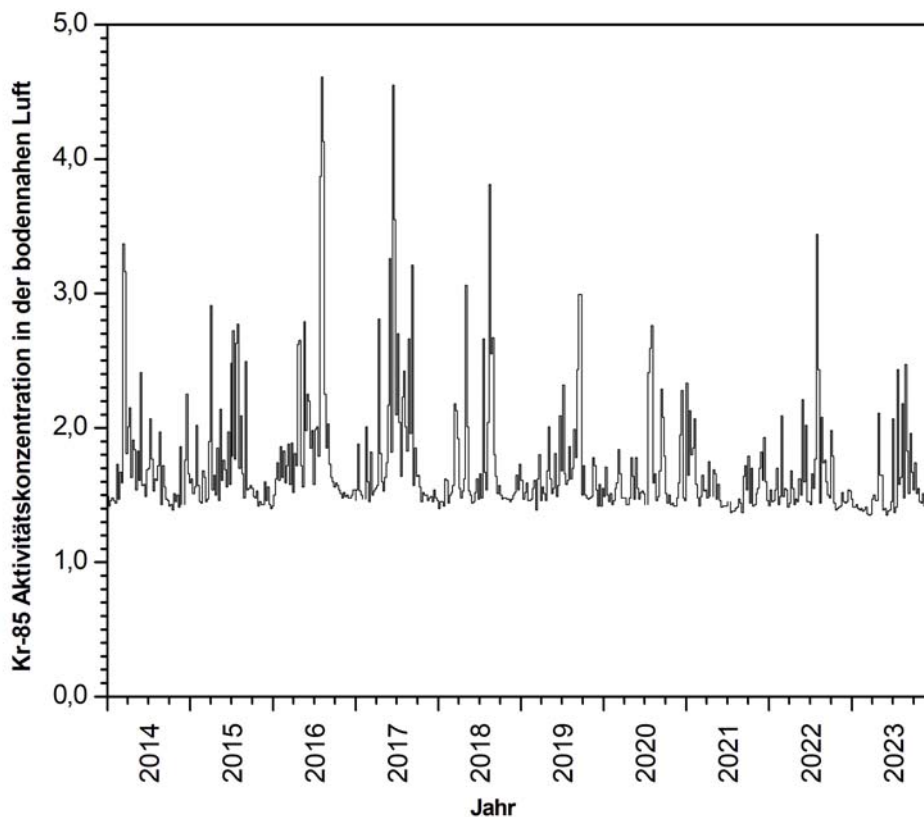


Abbildung 4.1

Zeitverlauf der ⁸⁵Kr-Aktivitätskonzentration an der BfS-Messstation auf dem Schauinsland

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

messen. Aufgrund der sehr kleinen stabilen Xenonmenge liegt der Messwert außerhalb des akkreditierten Bereichs, ist jedoch plausibel. Als eine mögliche Quelle kommt hier das Kernkraftwerk Cattenom in Betracht.

Als Beispiel ist in Abbildung 4.1 die Zeitreihe der Aktivitätskonzentration von ^{85}Kr an der Messstation Schauinsland dargestellt. Der Medianwert der ^{85}Kr -Aktivitätskonzentration an der Messstation Schauinsland lag in den letzten Jahren bei ca. $1,5 \text{ Bq/m}^3$. Kurzzeitige Schwankungen im zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentrationen sind auf Emissionen aus den europäischen Wiederaufbereitungsanlagen für Kernbrennstoffe (La Hague/Frankreich und - für die zurückliegenden Jahre - auch auf Sellafield/England) zurückzuführen.

Von Zeit zu Zeit werden erhöhte ^{85}Kr -Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft an einzelnen oder zeitweise auch allen deutschen Sammelstationen beobachtet. Ein Beispiel für erhöhte Messwerte an mehreren deutschen Stationen ist der Probenentnahmezeitraum vom 21.08.2023 bis 28.08.2023; dabei wurde die höchste ^{85}Kr -Aktivitätskonzentration mit $3,81 \text{ Bq/m}^3$ in Potsdam (DWD) erreicht. Weitere Spurenmessstellen waren im selben Sammelzeitraum mit Aktivitätskonzentrationen von $2,47 \text{ mBq/m}^3$ (Schauinsland) bis $3,31 \text{ Bq/m}^3$ (Trier) ebenfalls erhöht. Diese Beob-

achtung passt zu den ^{85}Kr -Emissionswerten der Wiederaufbereitungsanlage in La Hague, die auf eine hohe Auslastung der Anlage im August hindeuten.

Unabhängig von den Spurenmessungen des BfS wird im Rahmen der Überwachung der Einhaltung des Kernwaffenteststoppabkommens (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT) an der Station Schauinsland des BfS eine Radionuklidmessstation (RN 33) betrieben. Sie ist die einzige derartige Station in Mitteleuropa und beinhaltet automatisch arbeitende Systeme für den nuklid-spezifischen Nachweis aerosolpartikelgebundener Radioaktivität (RASA-System) sowie für den Nachweis der radioaktiven Xenon-Isotope ^{135}Xe , $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{133}Xe und $^{131\text{m}}\text{Xe}$ (SPALAX-System). In den Tagesproben werden mit dem RASA-System typischerweise Nachweisgrenzen von ca. $1,6 \text{ }\mu\text{Bq/m}^3$ Luft für das aerosolgebundene ^{137}Cs erreicht. Für die radioaktiven Xenon-Isotope liegen die Nachweisgrenzen zurzeit bei ca. $0,3 \text{ mBq/m}^3$ Luft, bezogen auf ^{133}Xe .

Aerosolpartikelgebundene Radionuklide

Für spurenanalytische Messungen der aerosolgebundenen Radioaktivität werden wöchentlich beaufschlagte Staubfilter verwendet, die zunächst gammaspektrometrisch ausgewertet werden.

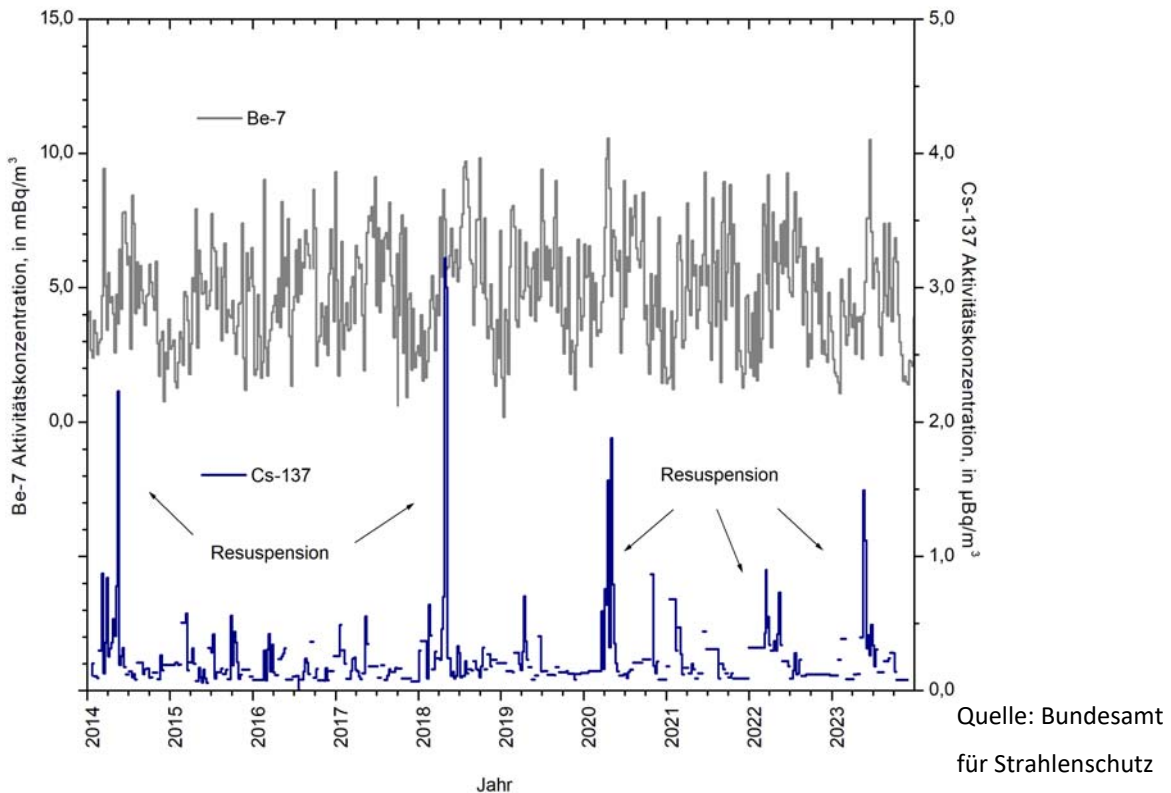


Abbildung 4.2
Zeitverlauf der Aktivitätskonzentrationen von ^7Be und ^{137}Cs an der BfS-Messstation auf dem Schauinsland

Hierzu werden an der Messstation auf dem Schauinsland und in Freiburg Hochvolumensammler betrieben. Die Nachweisgrenzen für diese Messungen liegen für ^{137}Cs bei etwa $0,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Im Jahresmittel liegen die Aktivitätskonzentrationen an der Station Schauinsland bei etwa $0,2 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und in Freiburg bei $0,8 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Zeitweise beobachtete geringfügige Erhöhungen der ^{137}Cs -Aktivitätskonzentration lassen sich in der Regel durch erhöhte Resuspension von Bodengstaub in die Atmosphäre erklären.

In Abbildung 4.2 sind die Zeitreihen der Aktivitätskonzentrationen des anthropogenen ^{137}Cs und des kosmogenen ^7Be an der Station Schauinsland

dargestellt; die Messwerte lagen in dem für die Station üblichen Schwankungsbereich.

Die mittlere Aktivitätskonzentration für ^{90}Sr lag bei ca. $0,03 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Im Februar 2021 wurde der höchste Wert im Berichtszeitraum mit $0,09 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ermittelt.

Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen für die Uranisotope ^{234}U und ^{238}U lagen zwischen $0,008 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,62 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Deren Nachweisgrenzen bewegten sich zwischen $0,0002 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,004 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Auch hier wurde im Februar 2021 der höchste Wert im Berichtszeitraum mit $0,62 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für U-234 ermittelt (vgl. Abbildung 4.3).

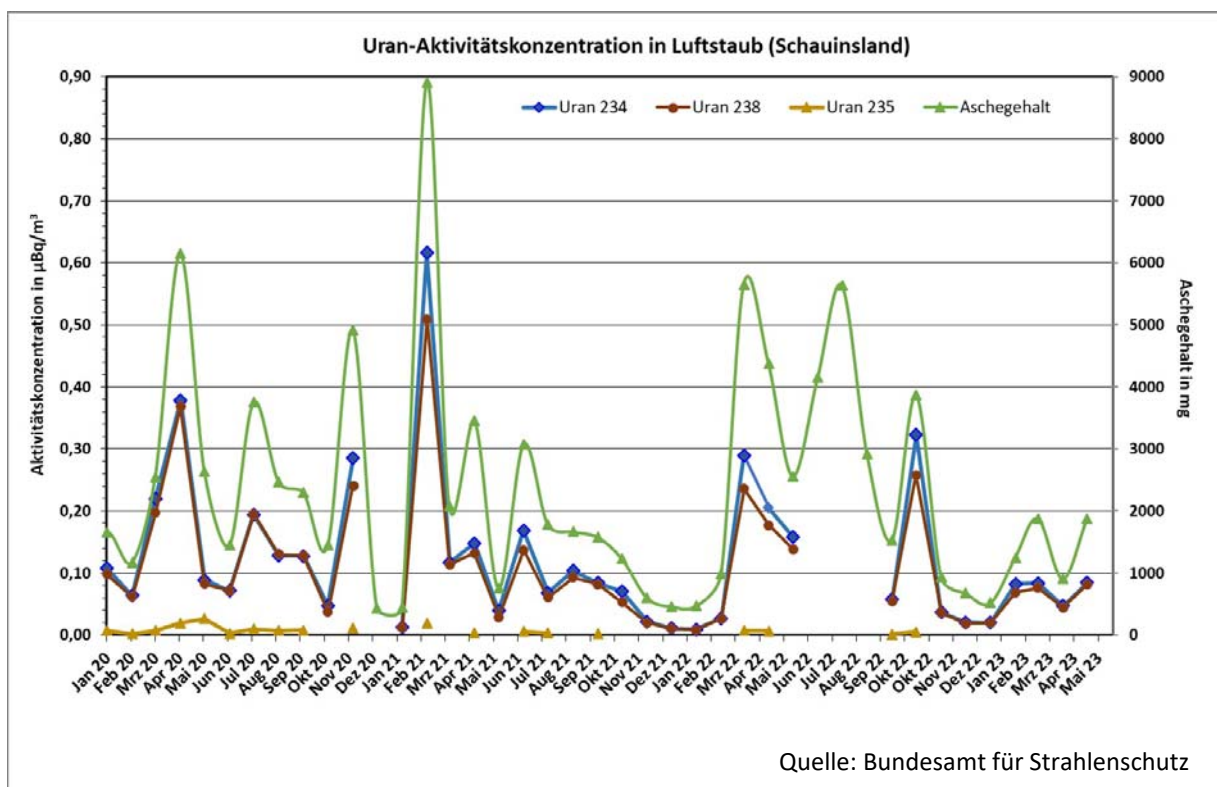


Abbildung 4.3

Zeitverlauf der Aktivitätskonzentrationen von ^{234}U , ^{235}U und ^{238}U an der BfS-Messstation auf dem Schauinsland

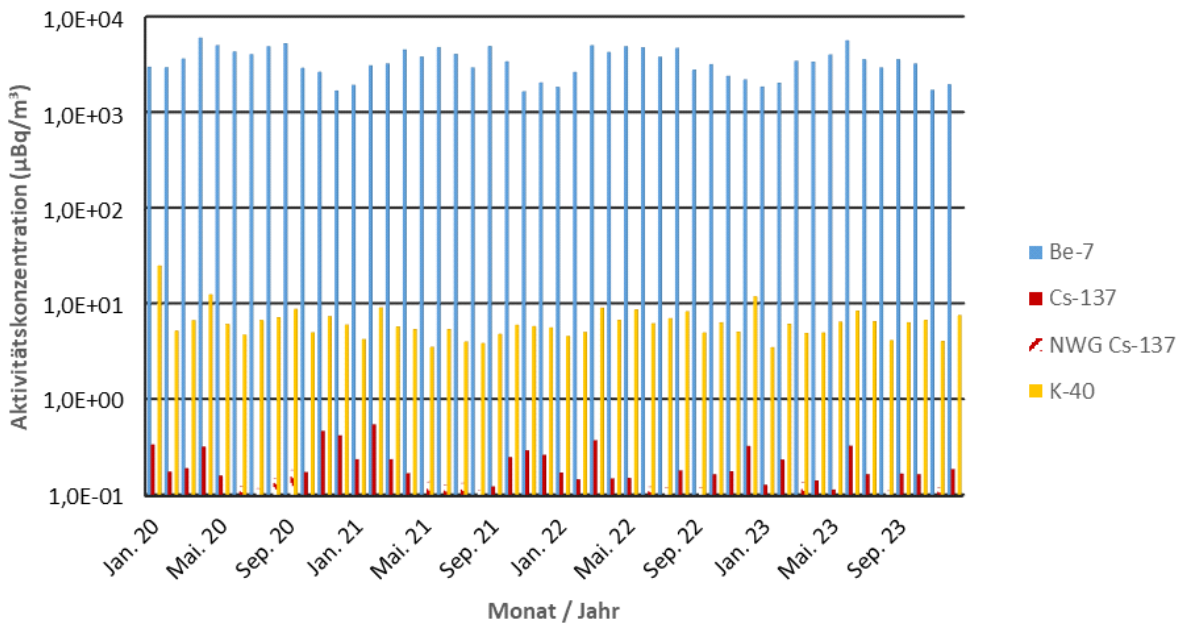
Das Radionuklid ^{235}U wurde mit Aktivitätskonzentrationen zwischen $0,001 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,03 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ nachgewiesen, die Nachweisgrenzen lagen zwischen $0,0002 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,01 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Für ^{238}Pu sowie für $^{(239+240)}\text{Pu}$ konnten im Berichtszeitraum zeitweise Aktivitätskonzentrationen oberhalb der Nachweisgrenzen gemessen werden. Der höchste Wert im Berichtszeitraum wurde ebenfalls im Februar 2021 mit $0,01 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ermittelt. Für ^{238}Pu sowie für $^{(239+240)}\text{Pu}$ lagen

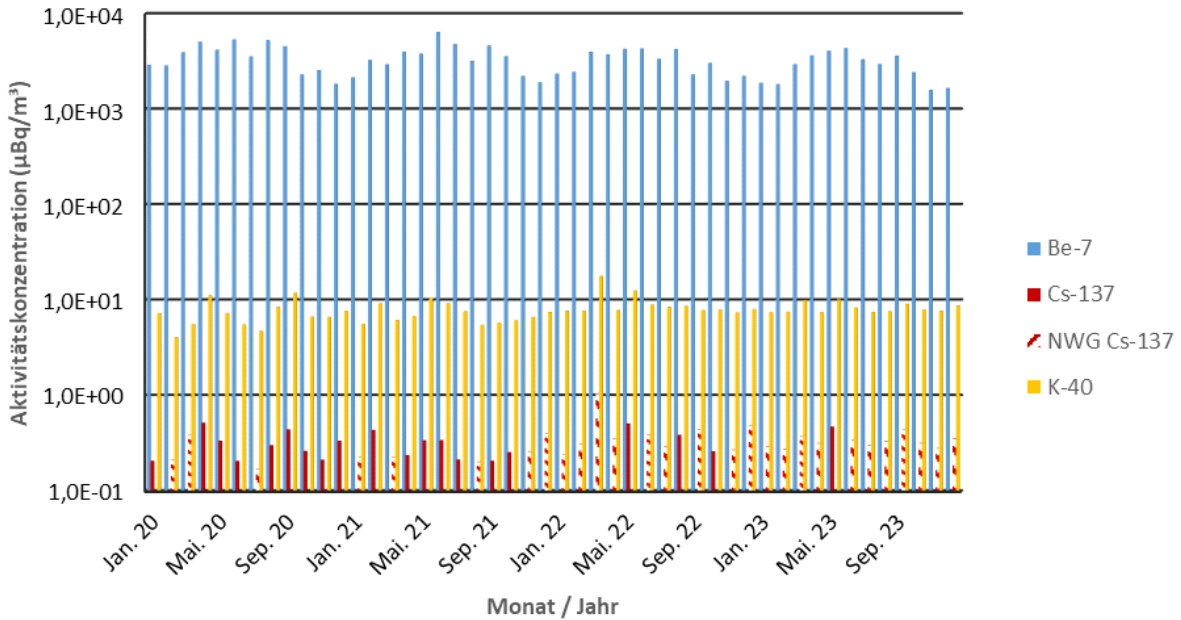
die erreichten Nachweisgrenzen im Berichtszeitraum zwischen $0,0002 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,01 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Die erhöhten Werte im Februar 2021 lassen sich auch für diese Radionuklide durch eine wetterbedingte erhöhte Resuspension mit verstärktem Eintrag von Bodengstaub in die Atmosphäre erklären. Die Luftstaubmenge in dieser Probe entsprach etwa dem Vierfachen des Jahresdurchschnittswerts. Dies ist höchstwahrscheinlich auf den Eintrag von Staub aus der Sahara zurückzuführen, was durch die, in diesem Zeitraum eben-

DWD-Station Offenbach Nuklidspezifische Messungen Aerosolfilter



DWD-Station Potsdam Nuklidspezifische Messungen Aerosolfilter

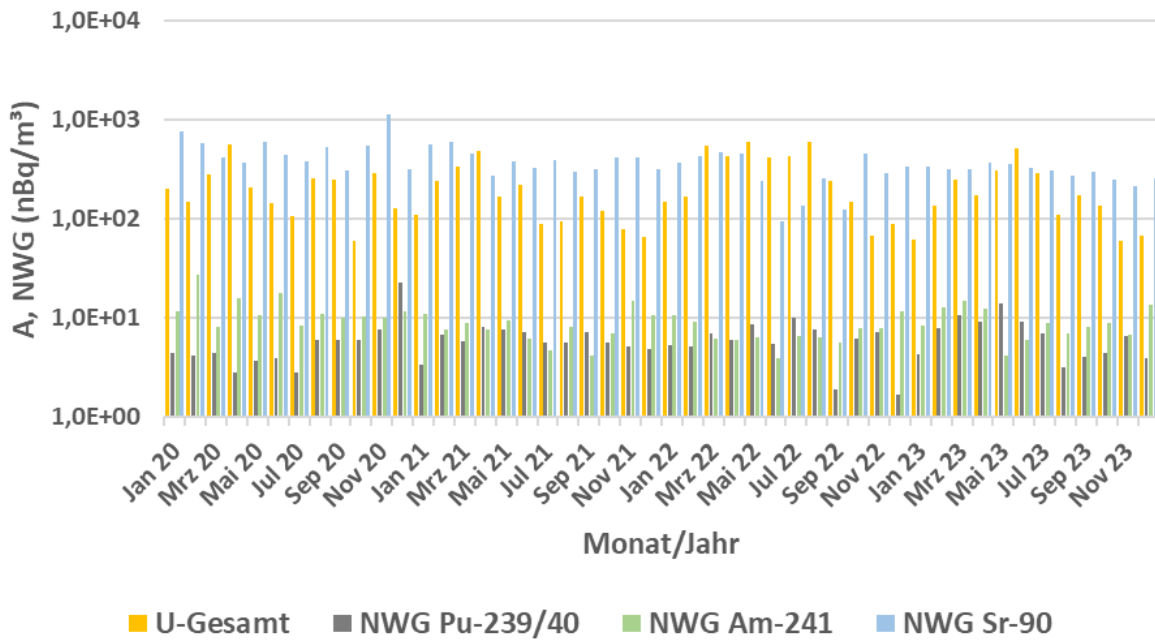


Quelle: Deutscher Wetterdienst

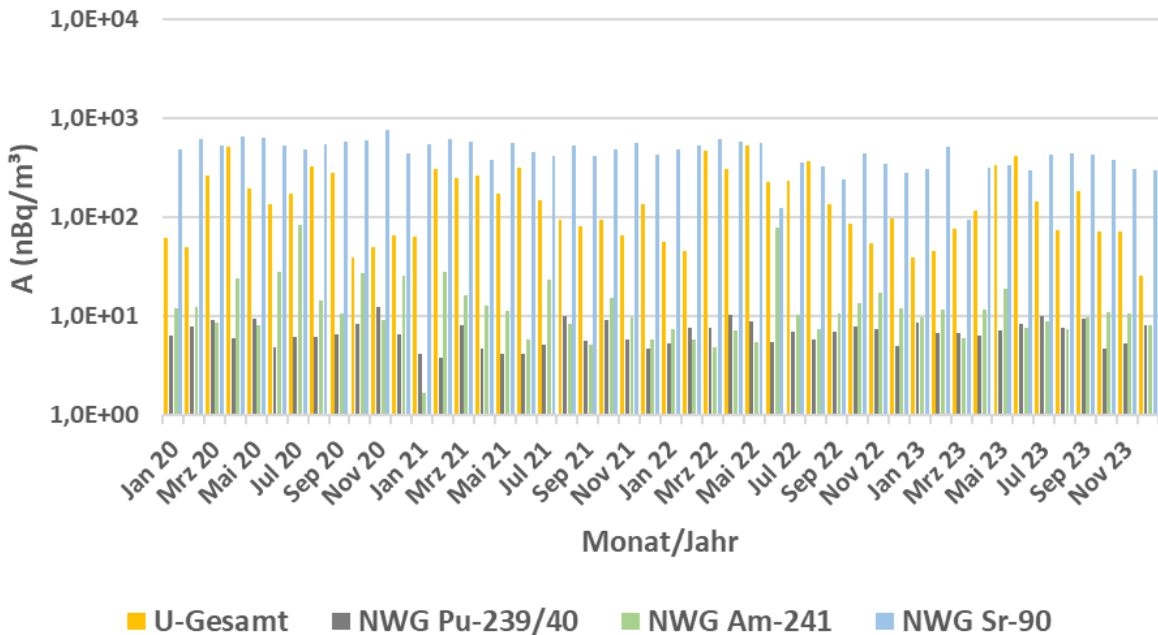
Abbildung 4.4

Zeitlicher Verlauf der mittleren wöchentlichen Aktivitätskonzentrationen von ⁷Be, ¹³⁷Cs, ⁴⁰K an den Spurenmessstellen des DWD in Potsdam und Offenbach

Nuklidspezifische Aktivitätskonzentrationen in der Luft DWD-Station Offenbach



Nuklidspezifische Aktivitätskonzentrationen in der Luft DWD-Station Potsdam



Quelle: Deutscher Wetterdienst

Abbildung 4.5

Zeitlicher Verlauf der mittleren monatlichen Aktivitätskonzentrationen von U_{nat} , $^{239/240}\text{Pu}$, ^{241}Am und ^{90}Sr an den Spurenmesststellen des DWD in Potsdam und Offenbach

falls leicht erhöhten, ^{137}Cs -Aktivitätskonzentrationen bestätigt wird.

Spurenmessstellen Potsdam und Offenbach (DWD)

Gammastrahlende künstliche Radionuklide mit Aktivitätskonzentrationen von nur wenigen Mikrobecquerel pro Kubikmeter Luft ließen sich nur anhand von Schwebstofffiltern messen, die mit Luftdurchsätzen von mehreren $100\text{ m}^3/\text{h}$ über eine Woche beaufschlagt wurden. An den Spurenmessstellen Potsdam und Offenbach sind (im Rahmen der EU-Berichterstattung) Aerosolsammler mit einem Luftdurchsatz von ca. $1000\text{ m}^3/\text{h}$ im Einsatz. Hier reduziert sich die Nachweisgrenze für die gammaspektrometrischen Messungen um den Faktor 10 auf ca. $0,2\text{ }\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ bezogen auf ^{137}Cs . Die Nachweisgrenze für ^{90}Sr lag bei $0,5\text{ }\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und für $(^{239+240})\text{Pu}$ bei $0,05\text{ }\mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

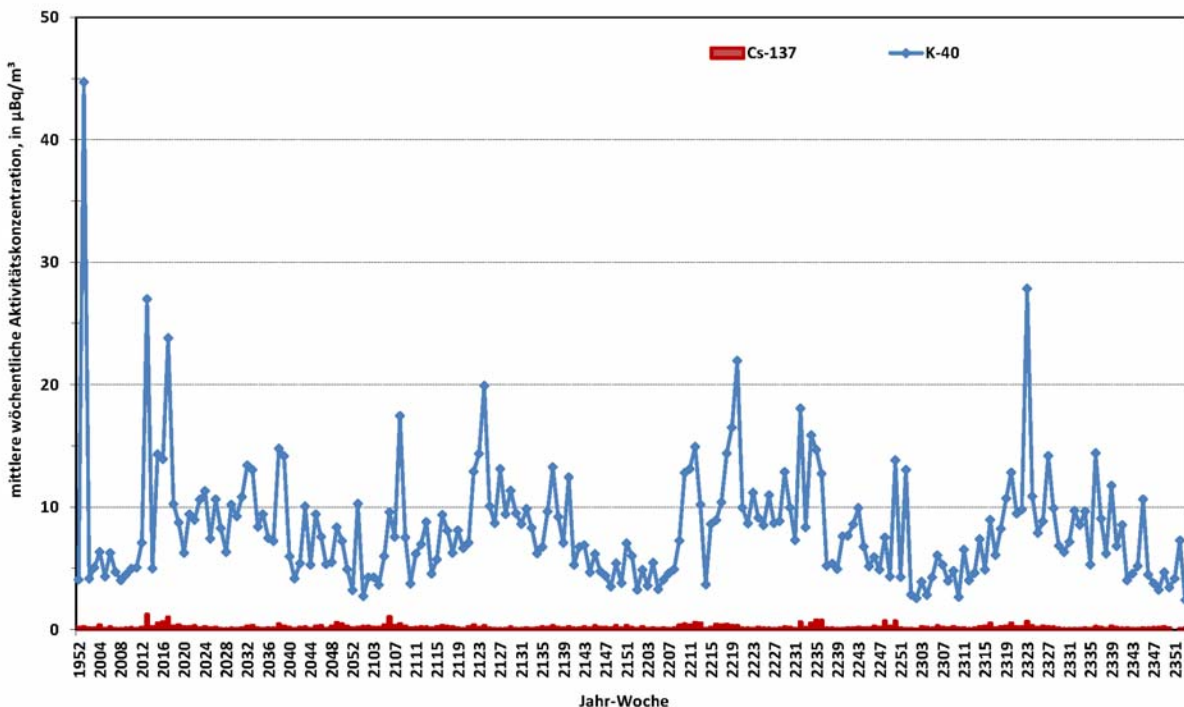
Tatsächliche Messwerte für ^{137}Cs , ^{234}U und ^{238}U sind in der Regel auf resuspendierten Feinstaub zurückzuführen, der abhängig von meteorologischen Bedingungen atmosphärisch verfrachtet wird. Für die Spurenmessstellen Potsdam und Offenbach werden exemplarisch für die Jahre 2020, 2021, 2022 und 2023 die Ergebnisse der Messungen von ^7Be , ^{40}K , ^{137}Cs , ^{234}U , ^{235}U und ^{238}U gra-

phisch dargestellt (Abbildungen 4.4 und 4.5). Die normalerweise auftretende typische Erhöhung der ^7Be -Aktivitätskonzentration im Frühjahr und Sommer tritt auch in den Jahren 2020, 2021, 2022 und 2023 schwach ausgeprägt auf.

Spurenmessstelle Braunschweig (PTB)

Die Spurenmessstelle Braunschweig betreibt einen Hochvolumensammler mit einem Luftdurchsatz von ca. $1000\text{ m}^3/\text{h}$ im Einsatz. Die Nachweisgrenzen der gammaspektrometrischen Messungen der beprobten Aerosole beträgt etwa $0,04\text{ }\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ (bezogen auf Co-60), und die Ergebnisse zeigen keine Auffälligkeiten im Berichtszeitraum. In Abbildung 4.6 sind die Zeitreihen der Aktivitätskonzentrationen des Cs-137 und K-40 dargestellt.

Anfang 2019 wurde das Radiochemielabor der PTB-Spurenmessstelle zur Durchführung umfangreicher Umbau und Sanierungsmaßnahmen bis Mitte 2022 außer Betrieb genommen. Bei den Arbeiten nach der Wiederinbetriebnahme lag der Schwerpunkt auf der Kontrolle der Laborsauberkeit nach Anspruch der Spurenanalytik sowie der Aufgaben zur Qualitätssicherung der Methoden. Daher liegen für den Berichtszeitraum keine Messergebnisse für Alpha- und Betaemittierende Radionuklide vor.



Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

Abbildung 4.6

Mittlere wöchentliche Aktivitätskonzentrationen von ^{40}K , ^{235}U und ^{137}Cs im Zeitraum 2020 - 2023 an der Spurenmessstelle der PTB in Braunschweig