3 DIE MESSNETZE FÜR LUFT UND NIEDERSCHLAG

A. Dalheimer, R. Haas-van den Heuvel, M. Mirsch, H. Diedrich-Roesch, G. Frank

Deutscher Wetterdienst, Zentrale Offenbach/Main
Leitstelle für Luft und Niederschlag (Leitstelle A)

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), der Deutsche Wetterdienst (DWD) und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) sind mit der Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre gesetzlich beauftragt.

Die Messnetze des BfS und des DWD sowie dessen radiochemisches Zentrallabor in Offenbach sind Bestandteile des Integrierten Mess- und Informationssystems zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS). Detaillierte Angaben zu den Messnetzen finden sich im Internet unter www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz/bfs/umwelt/imis.html bzw. auf den Folgeseiten von www.dwd.de/radioaktivitaet sowie in den Berichten der vorangegangenen Jahre.

Zusätzlich werden vom BfS, dem DWD und der PTB Untersuchungen im Rahmen der Spurenanalyse durchgeführt (Kapitel 4). Die erhobenen Daten werden nicht nur für IMIS verwendet, sondern auch im Rahmen der europaweiten Überwachung der Umweltradioaktivität für den internationalen Datenaustausch und die EU-Berichterstattung bereitgestellt.

Weiterhin ist der DWD durch Messungen von ^{222}Rn und ^{7}Be auf der Zugspitze in ein spezielles Messprogramm (Global Atmosphere Watch Programme, GAW) der Weltorganisation der Meteorologie (World Meteorological Organization, WMO) eingebunden.

Radioaktive Stoffe in der Luft und im Niederschlag

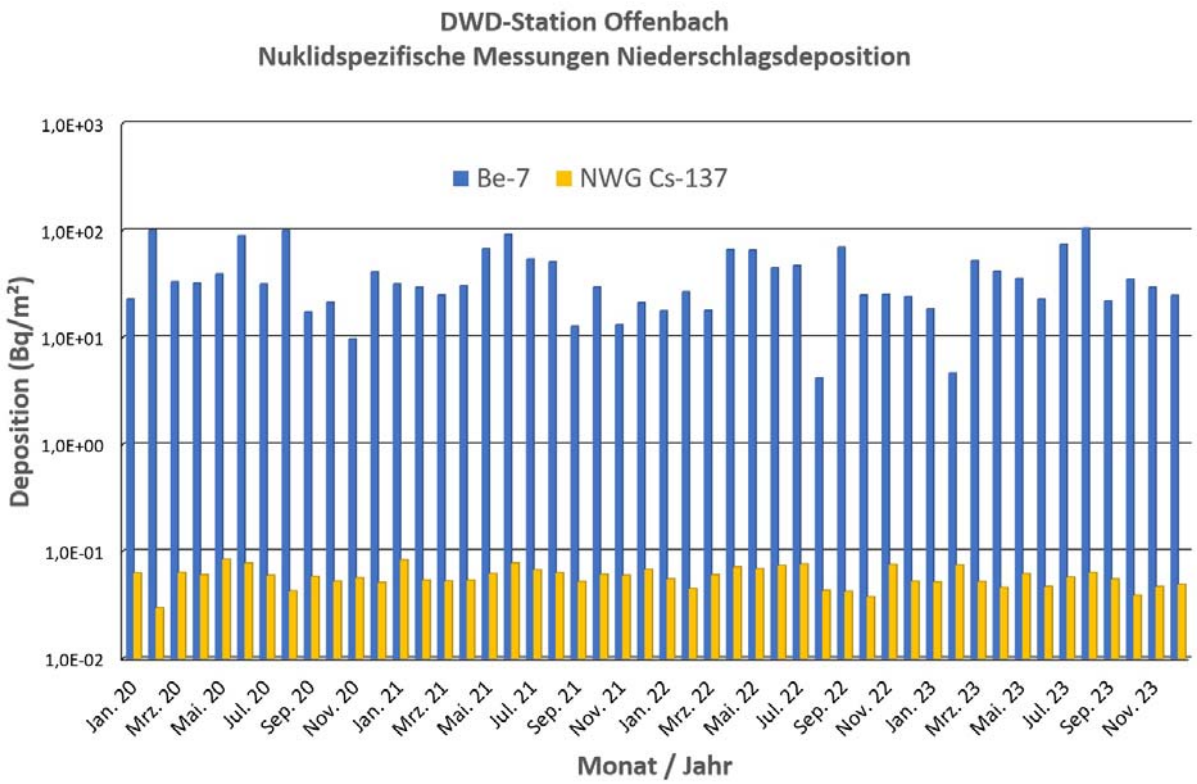
Die Radioaktivität in der Luft und im Niederschlag wird an 48 Messstellen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) ständig überwacht. Dazu gehört auch die natürliche Radioaktivität in der Luft als Aktivitätskonzentration der aerosolpartikelgebundenen Radonfolgeprodukte ^{214}Pb und ^{214}Bi. Für künstliche Radionuklide wie zum Beispiel ^{131}I und ^{137}Cs liegen im Normalbetrieb die berechneten Nachweisgrenzen der Luftmonitore zwischen 5 mBq/m^3 und 10 mBq/m^3. An allen Messstellen werden über einen Zeitraum von einer Woche zudem Filter mit einem hohen Luftdurchsatz besaugt und diese im Anschluss gammaspektrometrisch untersucht. Die Nachweisgrenzen liegen zwischen 0,2 µBq/m^3 und 1 µBq/m^3 bezogen auf das Radionuklid ^{137}Cs. Weitere Untersuchungen der Luft- und Niederschlagsproben erfolgen im radiochemischen Labor in Offenbach.

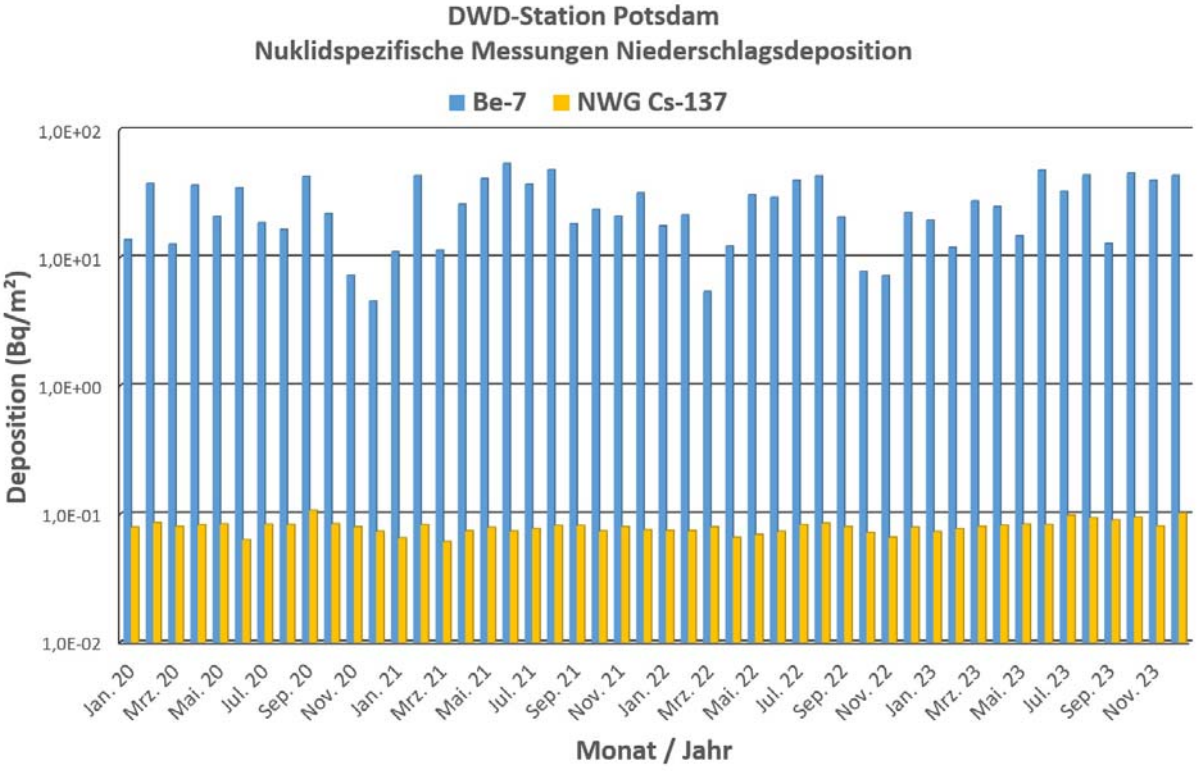
Die Werte für die auf einzelne Radionuklide bezogene Deposition wurden anhand der vollständig eingedampften Monatsniederschlagsproben gammaspektrometrisch ermittelt. Exemplarisch zeigt Abbildung 3.1 für die Jahre 2020 bis 2023 anhand der Messstationen Potsdam und Offenbach die Messergebnisse für die Deposition von ^{7}Be und ^{137}Cs. Für ^{137}Cs wurde kein Wert oberhalb der Nachweisgrenze festgestellt. Die errechneten Nachweisgrenzen sind dabei abhängig vom jeweiligen Standort, der Niederschlagsmenge und dem für die Messung verwendeten Detektor.

Mittels radiochemischer Trennverfahren wurden im Labor Analysen der Aerosol- und der Niederschlagsproben von den Stationen München, Offenbach, Potsdam und Schleswig, bezogen auf ein Sammelintervall von einem Monat, zur Bestimmung von ^{90}Sr und einzelner Uran-, Plutonium- und Americium-Isotope sowie für Tritium im Niederschlag durchgeführt. Für die ^{90}Sr-Bestimmung und zur Analyse der Alpha-Strahler wird die Extraktionschromatographie bzw. ein Ionenaustauschverfahren eingesetzt.

Die erreichten Nachweisgrenzen für die Messung der Aerosol- und der Niederschlagsproben sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst. Die Nachweisgrenzen für ^{90}Sr konnten durch eine Änderung des Messverfahrens ab Januar 2022 gesenkt werden, was sich insbesondere bei den Niederschlagsproben bemerkbar macht. Bei geringen Niederschlagsmengen liegen die erreichten Nachweisgrenzen deutlich über den im Schnitt erreichten Nachweisgrenzen. Bei den Urannukliden ^{234}U, ^{235}U und ^{238}U handelt es sich um natürliche Isotope, die in der Luft oder im Niederschlag immer in Spuren nachzuweisen sind.

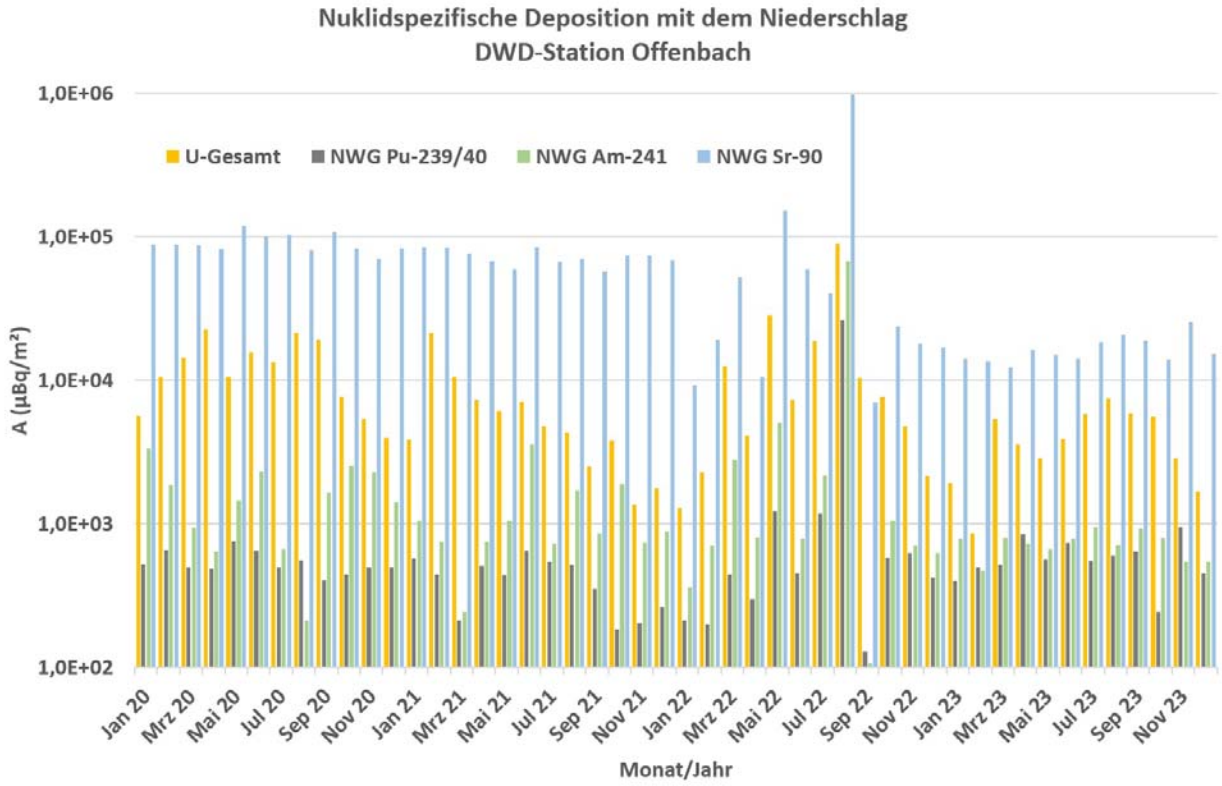
Die Messergebnisse für die Aktivitätskonzentrationen dieser natürlichen Nuklide liegen im erwarteten Bereich und sind der Übersichtlichkeit halber zusammengefasst als Summe für die Stationen Offenbach und Potsdam in Abbildung 3.2 dargestellt. Auf natürlichem Weg entstehen durch Wechselwirkung der kosmischen Strahlung mit den Atomen der hohen Atmosphärenschichten neue radioaktive Nuklide, wie z. B. Tritium. Durch die dauernde Neubildung und den radioaktiven Zerfall in der Atmosphäre und den damit in stän-

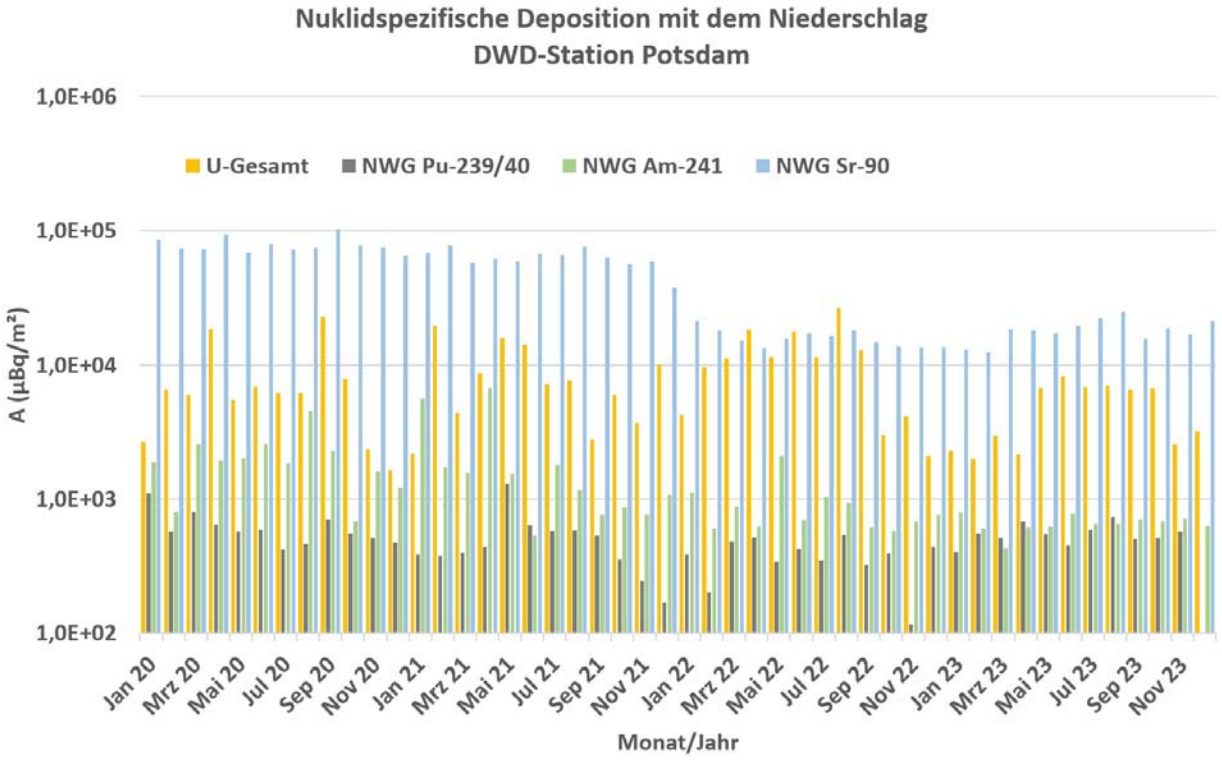




Quelle: Deutscher Wetterdienst

Abbildung 3.1
Dem Erdboden im Mittel pro Monat durch Niederschläge in den Jahren 2020 bis 2023 zugeführte Aktivität von ^{7}Be und ^{137}Cs in Bq/m^2 an den DWD-Stationen Offenbach und Potsdam





Quelle: Deutscher Wetterdienst

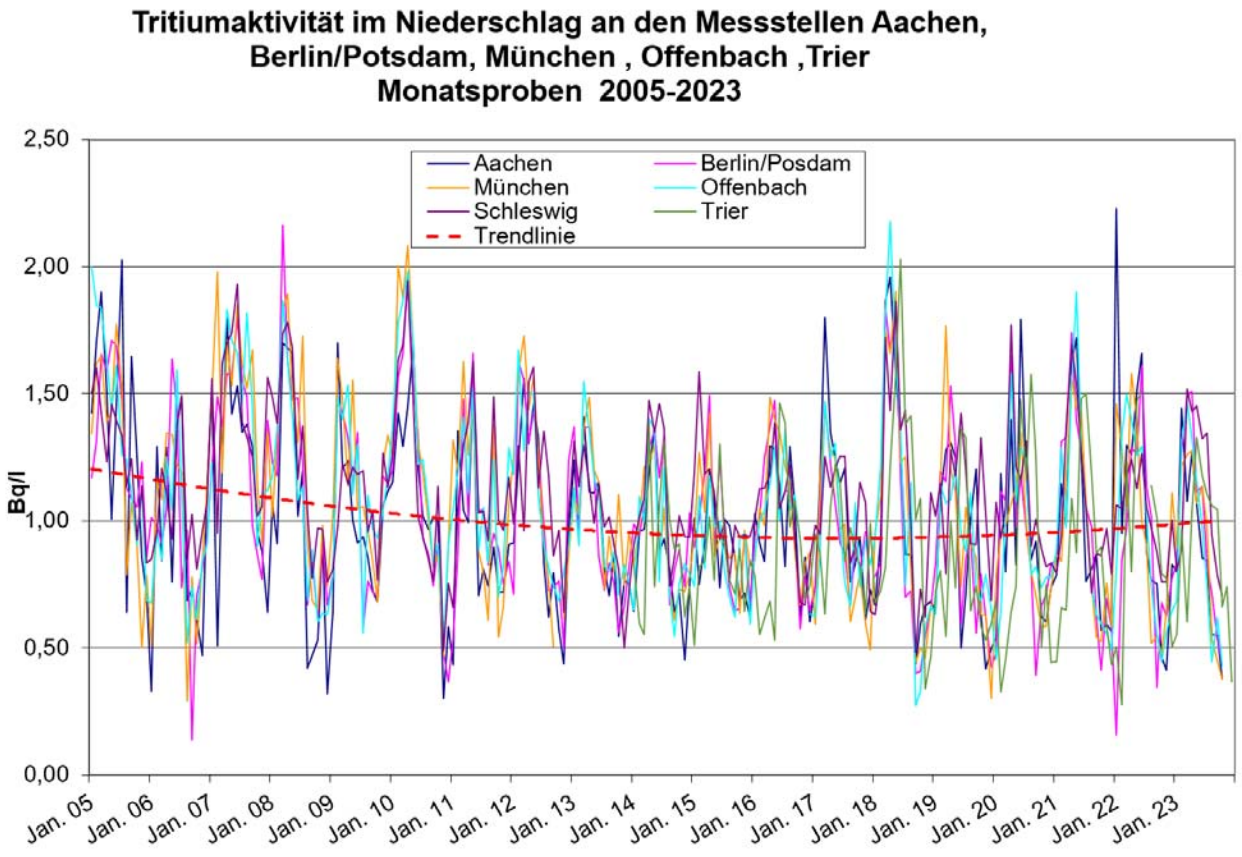
Abbildung 3.2
Dem Erdboden im Mittel pro Monat durch Niederschläge in den Jahren 2020 bis 2023 zugeführte Aktivität von Uran (^{238}U, ^{235}U, ^{234}U), $^{(239+240)}$Pu-, ^{241}Am und ^{90}Sr in µBq/m^2 an den DWD-Stationen Offenbach und Potsdam

digem Austausch stehenden Ozeanen und biologischen Systemen bildet sich ein Gleichgewicht aus. Seit 1944 wurden zudem große Mengen von Radionukliden, wie z. B. auch Tritium, bei der militärischen und der zivilen Nutzung der Kernenergie in die Umwelt freigesetzt.

Tabelle 3.1
Geforderte und erreichte Nachweisgrenzen für ^{90}Sr, ^{234}U, $^{(239+240)}Pu$ und ^{241}Am

	Nachweisgrenze	^{90}Sr	^{234}U, ^{238}U	$^{(239+240)}Pu$	^{241}Am
Luft	gefordert nBq/m³	1000	100	100	100
	erreicht nBq/m³	38 - 5963	2 - 211	1 - 138	1 - 1681
Niederschlag	gefordert µBq/l	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	erreicht µBq/l	382 - 117818	24 - 21581	95 - 26261	106 - 67244

So lässt sich die derzeit gemessene Aktivitätskonzentration von Tritium im Niederschlag auch heute noch zum Teil auf die oberirdischen Kernwaffenversuche zurückführen. Seit 2005 werden beim DWD Tritiumbestimmungen über elektrolytische Anreicherung im Niederschlag durchgeführt. Durch das elektrolytische Anreicherungsverfahren konnte die Nachweisgrenze von 3 Bq/l bei der Direktmessung auf ca. 0,3 Bq/l nach der Anreicherung gesenkt werden. An den Spurenmessstellen Aachen, München, Offenbach, Schleswig, Berlin (ab 2010 Potsdam) und Trier (ab 2014) wird der Niederschlag in speziellen Niederschlagsauffangwannen gesammelt. Regelmäßige



Quelle: Deutscher Wetterdienst

Abbildung 3.3
Aktivitätskonzentration von Tritium im Niederschlag an den DWD-Stationen Aachen, München, Offenbach, Potsdam, Schleswig und Trier in den Jahren 2005 bis 2023

Vergleichsmessungen mit dem Bundesamt für Gewässerkunde fanden an der Messstelle Trier statt. Ein Aliquot des Niederschlages wird als Monatsmischprobe im Labor in Offenbach aufgearbeitet und für die Elektrolyse vorbereitet. Anschließend werden die Monatsmischproben elektrolytisch angereichert und mittels Flüssigszintillationszähler (LSC) der Tritiumgehalt in der Probe bestimmt.

Abbildung 3.3 zeigt die Tritium-Aktivitätskonzentrationen der Monatsmischproben im Niederschlag nach elektrolytischer Anreicherung an den RA-Messstellen Aachen, Potsdam, München, Offenbach, Schleswig und Trier von 2005 bis 2023 mit Messwerten zwischen 0,4 Bq/l und 2,3 Bq/l. Generell variieren derzeit je nach Jahreszeit und den kontinentalen Luftmassenverfrachtungen die Tritiumgehalte an den 6 Spurenmessstellen von 0,4 Bq/l bis 1,5 Bq/l.

Die aufwändigen Messverfahren lassen bereits frühzeitig auch nur langsam stattfindende Veränderungen weit unterhalb des aus heutiger Sicht radiologischen Gefährdungspotenzials erkennen. Daher liegt auch weiterhin ein besonderes Augenmerk auf der fortgesetzten Verbesserung von Probenentnahme- und Messverfahren, die eine schnelle Datenauswertung erlauben.