

Spurenanalyse im Bundesamt für Strahlenschutz: Leitstelle und Messaufgaben

Jacqueline Bieringer¹, Clemens Schlosser²

Geschichte der Spurenmessungen am Bundesamt für Strahlenschutz

Bereits kurz nach dem 2. Weltkrieg begann im Jahre 1946 eine Arbeitsgruppe des Physikalischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg unter Leitung von Prof. Wolfgang Gentner und Dr. Albert Sittkus damit, im Schwarzwald auf dem Schauinsland Experimente zur Charakterisierung der kosmischen Höhenstrahlung durchzuführen. Im Frühjahr 1953 gelang den Forschern zum ersten Mal in Niederschlagsproben der Nachweis vom Fallout eines Kernwaffentests. Als Folge wurde für die zeitlich lückenlose und langfristige Überwachung der Atmosphäre auf künstliche und natürliche Radioaktivität auf dem Schauinsland (1200 m NN) eine feste Messstation gebaut, die 1957 ihren Betrieb aufnahm.

In den Folgejahren gewann die Überwachung der Umwelt auf radioaktive Stoffe – aufgrund der zunehmenden militärischen sowie zivilen Nutzung der Kernenergie – immer mehr an Bedeutung. Es wurden neue Verfahren zur nuklidspezifischen Messung der an den Luftstaub gebundenen radio-

aktiven Stoffe und der radioaktiven Edelgase in der Luft entwickelt. Eines dieser Systeme ist seit 1957 immer noch im kontinuierlichen Betrieb. Die aktuellen Daten werden im Internet unter www.bfs.de/de/ion/imis/luftueberwachung.html wöchentlich bereitgestellt. Bis ins Jahr 1980 wurden mehrfach radioaktive Stoffe von oberirdischen Kernwaffentests an der Station nachgewiesen, zuletzt der von Lop Nor, China. Von 1958 bis 1982 gehörten die Messstation und das Freiburger Laboratorium als „Außenstelle Freiburg-Schauinsland“ zum Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg. Als „Institut für Atmosphärische Radioaktivität“ (IAR) wurden die Einrichtungen 1982 Bestandteil des Bundesamtes für Zivildschutz (BZS).

Die radioaktive Wolke der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl wurde auch an der Messstation auf dem Schauinsland nachgewiesen. In der Folge der Reaktorkatastrophe wurden 1989 die Freiburger Forschergruppe und die Messstation in das neu gegründete Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) integriert und das Aufgabenspektrum kontinuierlich um den Bereich „Notfallschutz“ erweitert. Damit verbunden war auch eine stetig wachsende Zusammenarbeit mit anderen Staaten in den Bereichen der Messnetze, des Datenaustausches und der Entwicklung gemeinsamer Strategien für den Ereignisfall. Hinzu kamen im Bereich der Spurenanalyse Luftstaubsammler mit hohem Luftdurchsatz, Verfahren zur nuklidspezifischen Bestimmung geringster Mengen von α -, β - und γ -Strahlern in der bodennahen Luft sowie automatische Systeme für hochempfindliche Luftstaub- und Edelgasmessungen.

Die kontinuierlichen Messungen – nicht nur auf dem Schauinsland sondern weltweit – gewannen mit den Jahren immer mehr an Bedeutung. Heute ist die Messstation eingebunden in nationale (Integriertes Mess- und Informationssystem, IMIS) und internationale Messnetze (Comprehensive Nuclear-Test-Ban-Treaty, CTBT, „Sparse Network“ nach Art. 35/36 EURATOM). Neben den hochempfindlichen Messeinrichtungen zur Spurenanalyse verfügt sie über eine Vielzahl von Messapparaturen, mit denen online Messwerte im Rahmen des Notfallschutzes erhoben werden.

¹ Jacqueline Bieringer
Bundesamt für Strahlenschutz,
E-Mail:
jbieringer@bfs.de

² Dr. Clemens
Schlosser,
Bundesamt für Strahlenschutz,
E-Mail:
cschlosser@bfs.de



Bild 1:
Messstation des BfS auf dem Schauinsland.

Zurzeit werden die Aufgaben im Bereich der Spurenanalyse in der Dienststelle Freiburg des BfS im Fachgebiet „Atmosphärische Radioaktivität und Spurenanalyse“ mit neun Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wahrgenommen. Von hier aus wird auch die Messstation auf dem Schauinsland mit ihren Messeinrichtungen betreut.

Aerosol- und Edelgasmessungen national und international

Die Messergebnisse dienen auch heute noch zur allgemeinen Überwachung der künstlichen Radioaktivität in der Atmosphäre und werden für die Verfolgung der Langzeitentwicklung von **Aktivitätskonzentrationen** in der bodennahen Luft, zur Abschätzung der Strahlenbelastung des Menschen im nuklearen Ereignisfall sowie in den Umweltwissenschaften zum Studium atmosphärischer Transportprozesse verwendet [1]. Um die Qualität der in den SpurenanalySELaboratorien des BfS durchgeführten Untersuchungen auch nach außen hin zu belegen, werden zurzeit ausgewählte Analyseverfahren gemäß DIN EN/ISO IEC 17025 akkreditiert.

Edelgasmessungen

Mit der kontinuierlichen Messung der Aktivitätskonzentrationen der radioaktiven Edelgase Krypton-85 (Kr-85) und Xenon-133 (Xe-133) wurde 1972 bzw. 1976 in Freiburg begonnen. Es folgte der Aufbau eines globalen Messnetzes mit derzeit elf Probenahmestationen für Kr-85 und Xe-133 und einem Zentrallaboratorium in Freiburg.

Sieben der acht deutschen Sammelstationen sind Bestandteil der Messprogramme nach der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift IMIS“ (AVV-IMIS). Die Wochenproben werden vor Ort in Zusammenarbeit mit Partnerinstitutionen genommen (z. B. DWD, PTB), die die Luftproben an das BfS zur Analyse senden. Die Proben werden gaschromatographisch aufgetrennt und die **Aktivität** mit Hilfe integraler Beta-Messung in Proportionalzählrohren bestimmt. Im BfS-Labor werden jährlich mehr als 1000 Luftproben auf ihre Kr-85- und Xe-133-Aktivitätskonzentrationen analysiert. Damit stehen einzigartige Langzeitmessreihen zur Verfügung, mit denen, neben der Überwachung der Umweltradioaktivität, auch der Einfluss nukleartechnischer Anlagen auf die Aktivitätskonzentrationen dieser Radionuklide sowie deren globale Verteilung in der Atmosphäre studiert werden kann. Aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften breiten sich Edelgase in der Atmosphäre über große Distanzen aus und können daher auch noch an weiter entfernten Stationen nachgewiesen werden. Die einzige Senke ist der radioaktive Zerfall.

Kr-85 ist auch ein Indikator für die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen, die von 1944 bis in

die 70er-Jahre überwiegend militärisch zur Produktion von waffenfähigem Plutonium-239 (Pu-239) eingesetzt wurden. Das derzeitige Kr-85 in der Atmosphäre stammt hauptsächlich aus der zivilen Wiederaufarbeitung von Brennstäben. Zurzeit ist die Aufbereitungsanlage in La Hague, Frankreich, die weltweit größte Emissionsquelle. In Bild 2 ist der Zeitverlauf der Kr-85-Aktivitätskonzentration an der Station Schauinsland abgebildet. Durch radioaktiven Zerfall, seine **Halbwertszeit** ($T_{1/2}$) beträgt 10,8 Jahre, nimmt das atmosphärische Inventar jährlich um 6,4 % ab. Diese Reduktionsrate wurde lange Zeit von den globalen Freisetzungsraten von Kr-85 übertroffen, was zu einem kontinuierlichen Anstieg des atmosphärischen Untergrundpegels führte. In der letzten Dekade ist eine Stabilisierung bei einer Konzentration von etwa 1,45 Bq/m³ in Mitteleuropa zu beobachten, bedingt durch die Abnahme der Emissionen der Wiederaufbereitungsanlage in La Hague. Der Untergrundpegel ist überlagert von kurzzeitigen Erhöhungen. Diese entstehen bei den kurzzeitigen Freisetzungen von Kr-85 im Aufarbeitungsprozess der Brennelemente, wenn die Probenahmestelle in der Abluftfahne einer solchen Emission liegt.

Radioaktive Xenonisotope werden, wie Kr-85, überwiegend bei der Kernspaltung erzeugt. Mögliche Quellen sind Leistungs- und Forschungsreaktoren, radiopharmazeutische Produktionsanlagen, Krankenhäuser und auch Kernwaffenexplosionen. In der bodennahen Luft wird derzeit hauptsächlich das Isotop Xe-133 ($T_{1/2} = 5,24$ Tage) nachgewiesen. In den letzten 15 Jahren wird der globale Xenonuntergrund durch die Entlässe an Radioxenon bei der Produktion von Molybdän-99 (Mo-99)/Technetium-99 (Tc-99)-Quellen für die Nuklearmedizin global dominiert.

Im zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentration von Xe-133 (Bild 3) sind die auf die Reaktorkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima zurückzuführenden, kurzzeitigen Erhöhungen deutlich zu erkennen.

An den anderen deutschen Spurenmessstellen wird qualitativ das gleiche zeitliche Verhalten der Kr-85- und Xe-133-Aktivitätskonzentrationen beobachtet.

Aerosolmessungen

Sowohl an der Messstation des BfS auf dem Schauinsland als auch in Freiburg werden Hochvolumensammler vom Typ Snow White [2] zur Überwachung partikelgebundener Radionuklide betrieben. Die Überwachung von radioaktiven Spuren in der Atmosphäre ist u. a. ein Bestandteil der Messprogramme zur AVV-IMIS. Die Messreihen ermöglichen die Untersuchung von Trends über längere Zeiträume und den Einfluss verschiedener Quellen auf die Messergebnisse. Während

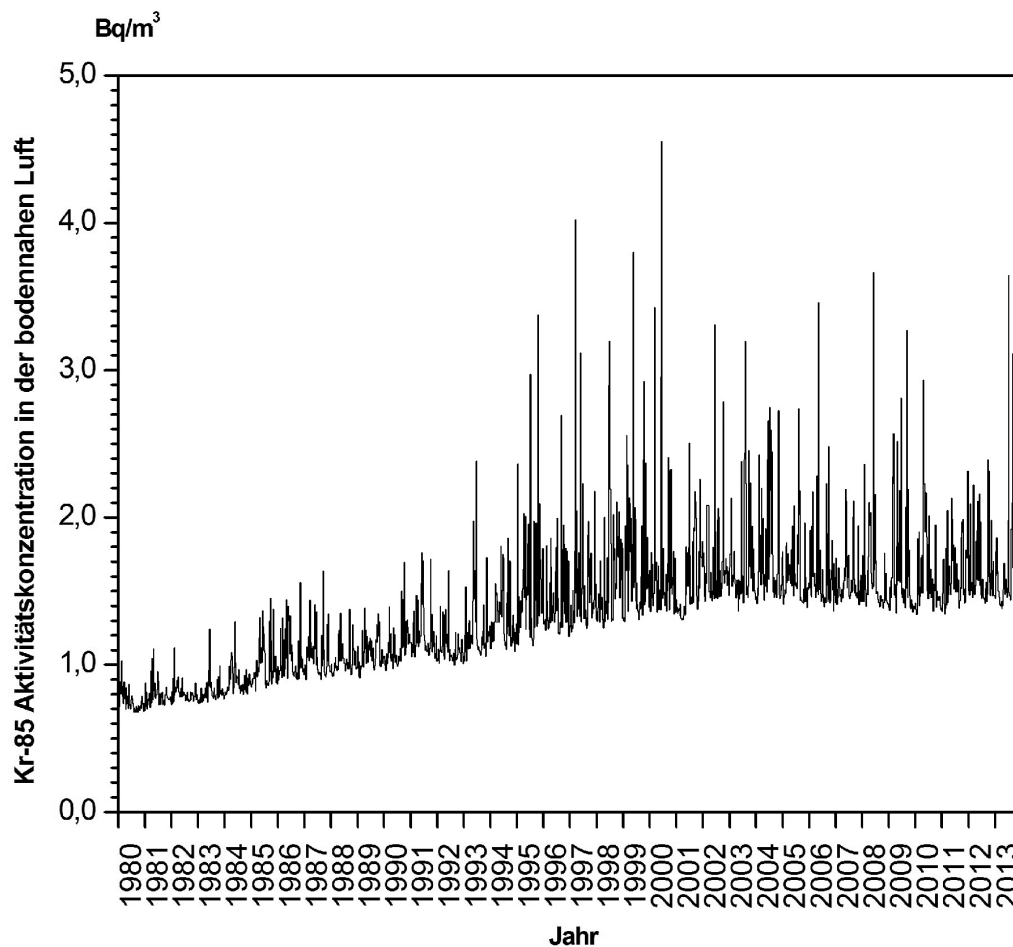


Bild 2:
Langzeitmessreihe der
Kr-85-Aktivitätskonzentrationen an der Station Schauinsland.

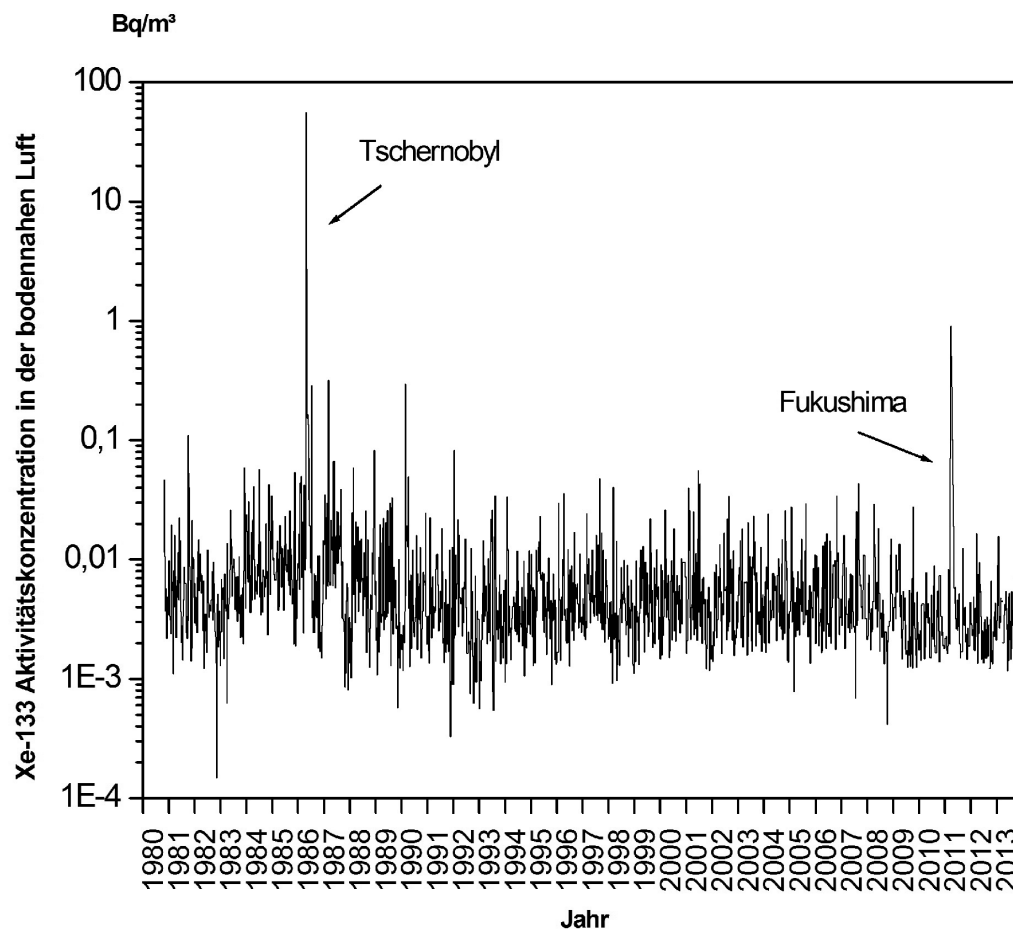


Bild 3:
Xe-133-Aktivitätskonzentrationen, Langzeitmessreihe von Wochenproben an der Station Schauinsland.

der Sammler auf dem Schauinsland hauptsächlich unter dem Einfluss globaler Luftmassen steht, ist der Sammler in Freiburg öfter der Luft aus dem Rheintal und lokalen Einflüssen ausgesetzt. Mögliche Quellen und deren Beiträge können, unter Zuhilfenahme von Messergebnissen anderer Spurenmessstellen, in einigen Fällen durch atmosphärische **Ausbreitungsrechnungen**, Atmosphärisches Transport Modell (ATM), identifiziert werden.

Die Aerosolfilter werden in der Routine über eine Woche mit einem Luftdurchsatz von ca. 700 m³/h bis 800 m³/h besaugt. Die Staubpartikel mit den anhaftenden Radionukliden werden mit hoher Effizienz auf dem Filter abgeschieden. Nach Beendigung der Probennahme wird die nuklidspezifische Aktivitätskonzentration der Gammastrahlung emittierenden Radionuklide bestimmt. Für die Station Schauinsland sind die Aktivitätskonzentrationen von Beryllium-7 (Be-7) und Caesium-137 (Cs-137) in Bild 4 dargestellt.

Während die Aktivitätskonzentrationen des **kosmogenen** Be-7 lediglich jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, zeigen die des Cs-137 kurzzeitige Erhöhungen. Diese sind häufig durch Resuspension zu erklären. Deutliche Erhöhungen haben andere Ursachen, wie z. B. Waldbrände in der Gegend um Tschernobyl, die Freisetzung von Cs-137 aus einem Stahlwerk in Spanien oder – im Jahr 2011 – die Katastrophe von Fukushima. Auf den Filtern, die von den Luftmassen aus Fukushima beeinflusst waren, konnten neben Cs-137 weitere Caesium-, Tellur- und Iodisotope nachgewiesen werden.

In Freiburg werden vermehrt lokale Einflüsse sichtbar. Dies sind z. B. vereinzelt auftre-

tende Nachweise für I-131, das vermutlich aus dem medizinischen Bereich stammt sowie mit der Heizperiode korrelierte Erhöhungen der Cs-137-Konzentration.

Neben der Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen der Gammastrahler werden seit 2003 auch diejenigen der reinen Betastrahler Strontium-89 (Sr-89), Strontium-90 (Sr-90) und seit Anfang 2007 die der Radionuklide Uran-234 (U-234), Uran-235 (U-235) und Uran-238 (U-238) sowie Plutonium-(239+240) (Pu-(239+240)) an diesen Luftfilterproben bestimmt. Dafür werden die Filter monatsweise zusammengefasst, radiochemisch aufgearbeitet und die Aktivitäten durch Messungen mit einem Proportionalzählrohr (Strontium) bzw. durch Alpha-Spektrometrie (Uran und Plutonium) bestimmt.

Die mittlere Aktivitätskonzentration für Sr-90 liegt bei 0,07 µBq/m³, für die Uran-Isotope bei etwa 0,05 µBq/m³. Die gemessenen Isotopenverhältnisse entsprechen innerhalb der Messunsicherheiten denjenigen von natürlichem Uran.

Messungen für die Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens

Für die Überwachung des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen [3] wird ein internationales Messnetz (International Monitoring System, IMS) aufgebaut, welches derzeit zu etwa 80 % fertiggestellt ist. Bestandteil des IMS sind 80 Stationen mit Systemen zur Messung aerosolgebundener Radionuklide. An 40 dieser Stationen sollen zusätzlich Messsysteme zum Nachweis von radioaktivem Xenon installiert

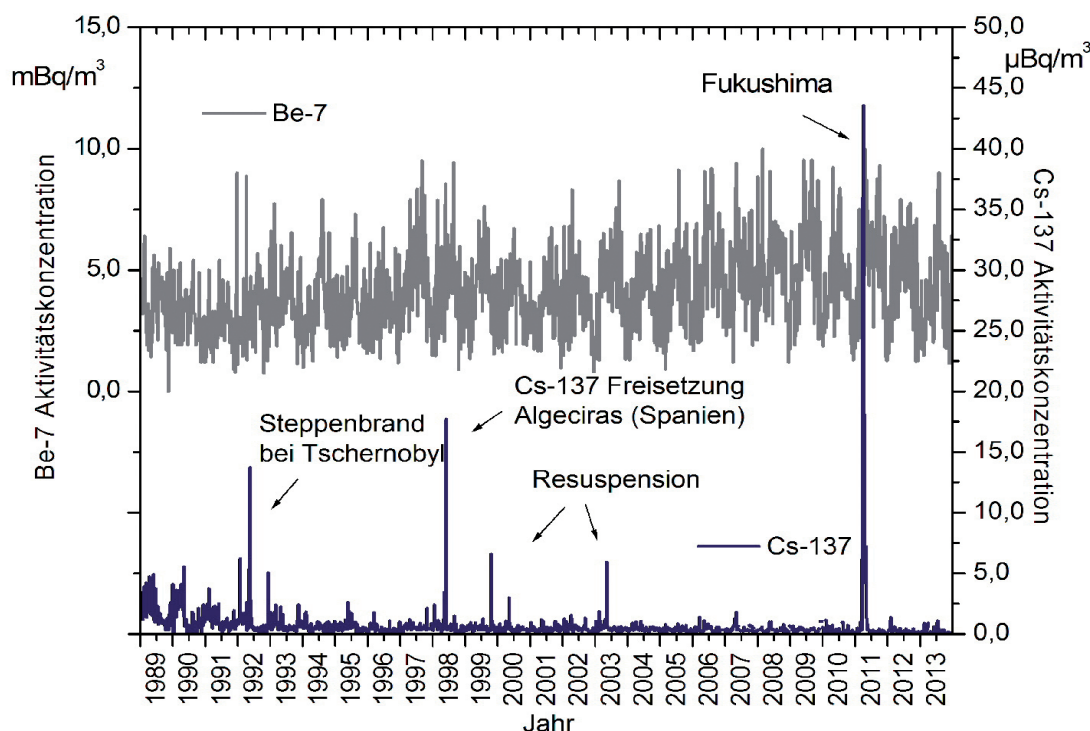


Bild 4:
Zeitverlauf der Aktivitätskonzentrationen von Be-7 und Cs-137 an der Messstation Schauinsland.

werden. Zur Qualitätssicherung werden die 80 Stationen durch 16 Radionuklidlaboratorien ergänzt, welche Re-Analysen von Proben der Messstationen durchführen.

Da aufgrund ziviler Emissionen an vielen Stationen ein permanenter Untergrundpegel an radioaktiven Xenonisotopen messbar ist, muss man zwischen Emissionen aus zivilen Quellen und aus Kernwaffentests unterscheiden können. Dies erfolgt auf Basis der Isotopenverhältnisse, der Kenntnis des stationsspezifischen Untergrundpegels, als auch über mögliche Emissionsquellen und deren Einfluss auf die Messdaten der einzelnen Stationen.

Ende der 90er-Jahre wurde die Station Schauinsland als einzige Radionuklidmessstation (RN 33) in Mitteleuropa Bestandteil des Messnetzes. Hierzu werden auf dem Schauinsland vollautomatische Messsysteme für Aerosole (RASA) und Edelgase (SPALAX) mit einer zeitlichen Auflösung von 24 Stunden betrieben. Beide Systeme sind mittlerweile nach den Vorgaben der CTBTO zertifiziert und liefern kontinuierlich Daten in hoher Qualität an das internationale Datenzentrum in Wien und an die Signatarstaaten des Vertrags. Im Vergleich zu den manuellen Systemen des BfS wird durch die kürzere Zeittaktung eine bessere Quellenlokalisierung ermöglicht, jedoch beeinflusst diese Verkürzung die Nachweisempfindlichkeit. Die zeitlich hochauflösenden Messungen des Edelgasmesssystems haben wesentlich dazu beigetragen, die Isotopenproduktionsanlage in Fleurus, Belgien, als eine der dominanten Emissionsquellen zu identifizieren. Eine Reduktion der Entlässe dieser Anlagen und damit des Xenonuntergrunds ist Voraussetzung, um die Sensitivität des Edelgasmessnetzes zum Nachweis von unterirdischen Kernwaffentests weiter zu verbessern. Möglichkeiten zur Reduktion werden derzeit mit den Betreibern erarbeitet.

Zu den Aufgaben des BfS im Rahmen der Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens gehören außerdem:

- die Auswertung, Zusammenfassung und Bewertung von Daten aus dem Radioaktivitäts-Messnetz der CTBTO,
- die Berichterstattung gegenüber der deutschen Vertretung bei der CTBTO in Wien und dem Auswärtigen Amt (in Kooperation mit der Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe als nationales Datenzentrum) und anderen Behörden sowie
- die Unterstützung der CTBTO bei Maßnahmen der Qualitätssicherung (Support Labor).

Diese Aufgaben ähneln denen der Leitstelle, sodass hier eine enge Zusammenarbeit besteht.

Aufgaben der Leitstelle

Spurenanalytische Verfahren werden in Deutschland u. a. zur Überwachung der Umweltradioaktivität in der Luft nach StrVG §2 (1) Nr. 1a

und § 11 (1) Nr. 2 durchgeführt. Darüber hinaus sind diese Untersuchungen auch Bestandteil der Berichterstattung gegenüber der EU gemäß Art. 35/36 des EURATOM-Vertrags.

Die von den Spurenmessstellen in Deutschland erhobenen Daten fließen in das [Integrierte Mess- und Informationssystem \(IMIS\)](#) ein, in dem alle Daten der Überwachung der Umweltradioaktivität gesammelt und für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) bereitgestellt werden. Die dort vorliegenden Messergebnisse werden z. B. in einem nuklearen Ereignisfall zur Empfehlung entsprechender Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung herangezogen. Art und Umfang der durchzuführenden Analysen und Messungen sind in den Messprogrammen zur AVV-IMIS festgelegt. In diesem Zusammenhang wurden für die einzelnen Umweltmedien auch die „Leitstellen“ eingerichtet, die in verschiedenen Bundesbehörden angesiedelt sind.

Nähere Informationen zu den verschiedenen Leitstellen und ihren Aufgaben sind unter [4] zu finden.

Generell ist die Qualitätssicherung und Plausibilitätsprüfung von Messergebnissen unerlässlich. Insbesondere ist die Vergleichbarkeit von Messergebnissen unterschiedlicher Datenerzeuger eine grundlegende Forderung. Die Ereignisse von Fukushima haben erneut gezeigt, wie wichtig qualitätsgesicherte und vergleichbare Daten auch auf internationaler Ebene sind. Die Leitstelle „Spurenanalyse“, die im BfS im Fachgebiet „Atmosphärische Radioaktivität und Spurenanalyse“ angesiedelt ist, unterstützt in einer internationalen Arbeitsgruppe hierbei den Erfahrungsaustausch zwischen den Spurenmessstellen, die Harmonisierung von Analyse- und Messverfahren und somit die Qualitätssicherung der verfügbaren Daten.

Zu den Aufgaben der Leitstelle „Spurenanalyse“ gehören:

- die Datenprüfung der Spurendaten in IMIS,
- die Zusammenfassung aller zur Verfügung stehenden Daten für BMUB- und Leitstellenberichte,
- Festlegung von Probennahme-, Analyse-, Mess- und Berechnungsverfahren,
- die Abstimmung zwischen den Spurenmessstellen und dem BMUB bei ggf. notwendiger Änderung des Zeittaktes der Probenentnahme,
- die Aufbereitung der Daten für den BMUB, ggf. für die elektronische Lagerdarstellung (ELAN) und weitere Nutzer (z. B. IAEA),
- die Bereitstellung von gemeinsamen Daten für die Öffentlichkeit sowie
- der Informationsaustausch mit anderen Spurenmessstellen und
- die Organisation und Durchführung von Ringvergleichen.

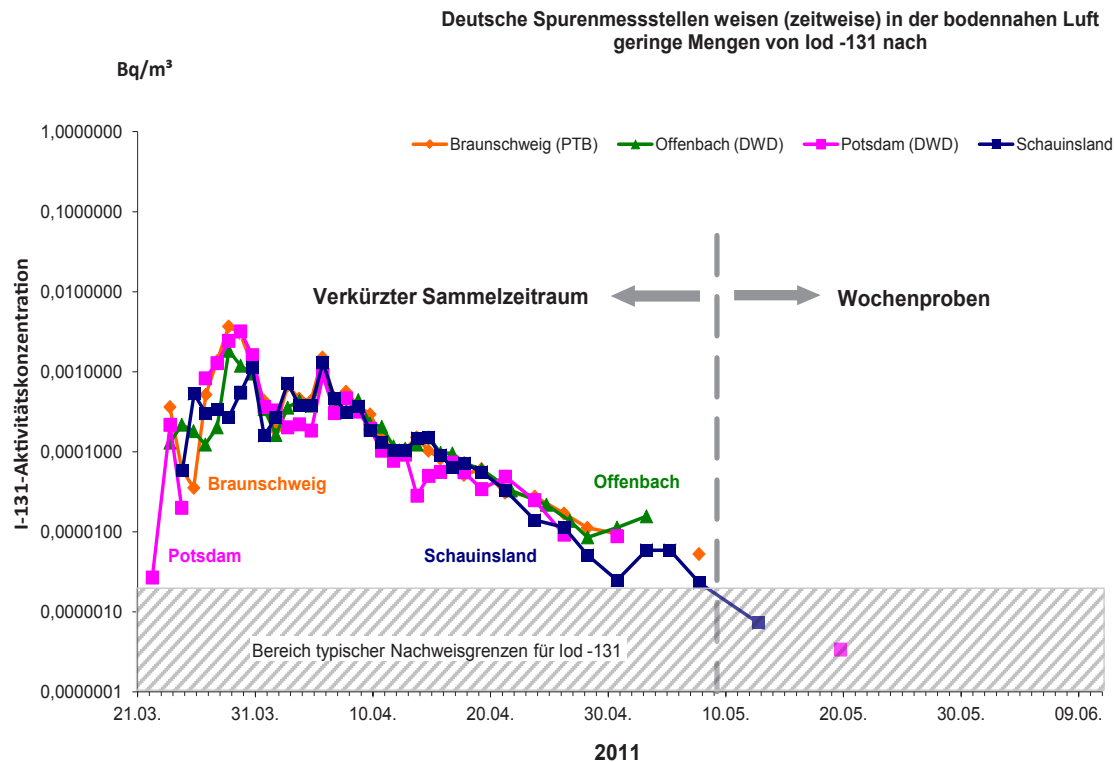


Bild 5:

Zeitverlauf der Aktivitätskonzentrationen von I-131 an den vier deutschen Spurenmessstellen des EU Sparse Network.

Alle Messdaten, die nach der AVV-IMIS erhoben werden, durchlaufen grundsätzlich eine zweistufige Plausibilitätskontrolle, die eine Prüfung sowohl beim Datenerzeuger – in diesem Fall der jeweiligen Spurenmessstelle – als auch durch die Leitstelle beinhaltet. Während der Datenerzeuger eine Prüfung der Daten auf technische Fehlermöglichkeiten durchführt, überprüft die Leitstelle die Daten u. a. auf der Grundlage radiologischer Zusammenhänge, wobei z. B. Zeitverläufe, Messungen benachbarter Spuren- oder Luftmessstellen und auch Messdaten aus anderen Umweltbereichen herangezogen werden.

Abläufe bei Ereignissen am Beispiel „Fukushima“

Durch die Reaktorkatastrophe in Fukushima Daichii als Folge des Erdbebens am 11.03.2011 in Japan war nach der Freisetzung von Radionukliden in die Atmosphäre zu erwarten, dass die internationalen (Messnetz der CTBTO, Sparse Network nach Art. 35/36 EURATOM) und nationalen Überwachungssysteme (IMIS) die zu erwartenden Radionuklide mit Nachweisempfindlichkeiten bis in den Bereich von Mikrobecquerel pro Kubikmeter erfassen würden [5].

Aufgrund der Messergebnisse aus dem Messnetz der CTBTO und der regelmäßig durchgeführten Ausbreitungsrechnungen war es möglich, das Eintreffen der kontaminierten Luftmassen in Europa für Mitte/Ende der 12. Kalenderwoche recht

präzise vorherzusagen. Die Nutzung dieser Daten war von großer Bedeutung für die Einschätzung der radiologischen Lage in Europa und Deutschland sowie zur Information der Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit.

Neben dem BfS betreiben die PTB und der DWD Systeme zur Spurenanalyse. Vier dieser Probeentnahmestellen sind zudem Bestandteil des Sparse Network der EU:

- Braunschweig (PTB) – „Deutschland-Nord“,
- Potsdam (DWD) – „Deutschland-Ost“,
- Offenbach (DWD) – „Deutschland-Mitte“ und
- Schauinsland (BfS) – „Deutschland-Süd“.

Von der Leitstelle „Spurenanalyse“ koordiniert, wurde der Zeittakt für die Probenentnahme an diesen vier Spurenmessstellen ab dem 23.03.2011 von wöchentlicher auf tägliche Probenentnahme der aerosolgebundenen Radionuklide umgestellt, um Ergebnisse mit hoher zeitlicher Auflösung zu erhalten (Bild 5). Ab dem 21.04.2011 wurde der Probenentnahmezeitraum in Absprache mit dem BMUB schrittweise wieder auf wöchentliche Probenentnahme (Normalbetrieb) umgestellt, da die beobachteten Aktivitätskonzentrationen für I-131 nahe den **Nachweisgrenzen** bzw. zeitweise schon darunter lagen.

Die Messergebnisse wurden von der Leitstelle Spurenanalyse zusammengefasst und an das BMUB, die IAEA sowie an die EU berichtet und zentral auf den Internetseiten des BfS veröffentlicht.

Eine umfassende, schnelle gegenseitige Information über die Kontamination des europäischen Luftraums wurde insbesondere möglich über ein internationales informelles Netz von Laboratorien zur Spurenmessung, dem „Ring of Five“ (Ro5) [6].

Eine ausführliche Darstellung über die Messungen in Deutschland wurde im Bericht der Leitstellen „Umweltradioaktivität in Deutschland, Stand 2011“ [7] veröffentlicht.

Qualitätssicherung durch Ringvergleiche

Die Spurenmessstellen wenden teilweise unterschiedliche Analyse- und Messverfahren an, diese müssen auf ihre Eignung, Vergleichbarkeit und Zuverlässigkeit hin überprüft werden. Ringvergleichen kommt daher eine zentrale Bedeutung zu, da sie die Möglichkeit bieten, die Anwendung der Analysemethoden mit solchen Radionukliden zu überprüfen, die nur im Falle eines nuklearen Ereignisses in messbaren Mengen auftreten.

Dazu organisiert die Leitstelle in regelmäßigen Abständen Ringvergleiche, zu deren Teilnahme die Spurenmessstellen nach AVV-IMIS verpflichtet sind. Da aber im internationalen Rahmen ein großes Interesse an derartigen Ringversuchen im Bereich der Spurenanalyse besteht, wurde der Teilnehmerkreis inzwischen erweitert.

Bei den Ringvergleichen in der Spurenanalyse stellen die Teilnehmer ein Aerosolfilter ihres Hochvolumensammlers zur Verfügung. Diese Filter werden möglichst homogen mit einer bekannten Menge radioaktiver Stoffe dotiert und wieder an die Teilnehmer gesandt. Hierbei ist die genaue Kenntnis der verwendeten Aktivitäten wichtig. Dieses aufwendige Herstellungsverfahren wurde bisher bei der PTB durchgeführt. Zurzeit ist die Entwicklung einer Automatisierung des Verfahrens in Vorbereitung.

In den jeweiligen Laboratorien werden die dotierten Filter mit den dort angewendeten Methoden analysiert und die Ergebnisse der Leitstelle übermittelt, die den Ringversuch auswertet.

Für die Messungen der radioaktiven Edelgase Kr-85 und Radioxenon sind Ringvergleiche wesentlich schwerer durchzuführen. Da bis heute rückführbare Referenzmaterialien mit stabilen Edelgasbeimengungen (zertifizierte Aktivitätskonzentrationen) fehlen, werden beim BfS zur Prüfung der Richtigkeit der Untersuchungen Vergleichsmessungen mit anderen Laboratorien durchgeführt.

Die CTBTO implementiert zurzeit ein Qualitätssicherungssystem für ihr Edelgasmessnetz. Hierbei hat das BfS Edelgaslaboratorium die Rolle des „Support Laboratory“ für die CTBTO übernommen. Das BfS erarbeitet derzeit zusammen mit der Vertragsorganisation Konzepte für Vergleichsmessungen von Edelgasproben zwischen den Laboratorien mit Edelgasmesstechnik und nimmt selbst

mit seinen Xenonmesssystemen an den Ringversuchen teil. Ein Ziel ist die Herstellung von Proben mit zertifizierten Aktivitätskonzentrationen von Xenon-Isotopen. Bisher wurden bereits einige Vergleichsmessungen mit vielversprechenden Ergebnissen zwischen den Edelgaslaboratorien durchgeführt.

Ebenso wichtig wie die Ringvergleiche ist der fachliche Austausch der Spurenmessstellen untereinander. Dies geschieht auf Konferenzen und auf speziellen Spurenmessstellentreffen, auf denen sowohl die Ergebnisse der Ringvergleiche diskutiert als auch neue Methodenentwicklungen vorgestellt werden.

Fazit

Die Spurenanalyse ist ein wichtiger Bestandteil der allgemeinen Überwachung der Umwelt auf radioaktive Stoffe. Ihr Potenzial hat sie in den letzten Jahrzehnten bei dem Nachweis von Ereignissen – auch solchen, die radiologisch nicht relevant sind – unter Beweis gestellt. Die Einbindung und Vernetzung im internationalen Rahmen ist von zunehmender Bedeutung für die Interpretation von Messergebnissen und die Bereitstellung von Informationen für Entscheidungsträger und Öffentlichkeit. Die Leitstelle übernimmt dabei die wichtige Aufgabe der Qualitätssicherung, Zusammenführung von Daten und Berichterstattung. ■

Literatur

- [1] Bieringer, J.; Schlosser, C.: Monitoring ground-level air for trace analysis: methods and results. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **379**, 2; (2004), 234–241
- [2] Bezugsquelle: www.senya.fi/snowwhite.php
- [3] Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT), www.ctbto.org
- [4] Link zum Internetauftritt der Leitstellen des Bundes: www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/radioaktivitaet-in-der-umwelt/leitstellen-zur-ueberwachung-der-umwelt-radioaktivitaet/
- [5] Bieringer, J.; Katzlberger, C.; Steinkopff, T.; Steinmann, P.; Wershofen, H.: Weiträumige Ausbreitung von Radioaktivität als Folge des Störfalls von Fukushima Daiichi. *Strahlenschutz Praxis*, Heft 3 (2011), S. 34, G13638, ISSN 0947-434 X
- [6] Masson, O. et al.: Tracking of Airborne Radionuclides from the Damaged Fukushima Dai-Ichi Nuclear Reactors by European Networks, *Environmental Science and Technology* **45** (2011), 7670–7677, DOI: 10.1021/es2017158.(Z)
- [7] Umweltradioaktivität in Deutschland, Stand 2011 (ISSN 1864-2810), www.bfs.de/de/bfs/publikationen/berichte/umwelt-radioaktivitaet/Lb_archiv.html