

Vorbemerkung

A-VORBEMERK-LUFT

Bearbeiter:

W. Kiesewetter

H. Diedrich

W. Dyck

T. Steinkopff

H. Ulbricht

Leitstelle für Luft und Niederschlag

1 Vorbemerkungen

Die Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre in Deutschland basiert auf folgenden gesetzlichen Grundlagen:

- dem Gesetz über den Deutschen Wetterdienst
- dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG)
- der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und der darauf basierenden Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI).

So sind im Normalbetrieb gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Meß- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (AVV-IMIS) (1) gammaspektrometrische Messungen, Messungen der Alphastrahler, Messungen von Sr-89/90 und Messungen der gasförmig vorliegenden Radionuklide des Iods vorgesehen.

Gemäß der REI sind gleichfalls gammaspektrometrische Messungen der aerosolpartikelgetragenen Radionuklide wie auch Messungen der Alphastrahler und von Sr-90 vorgeschrieben (2).

Meßziel ist die Bestimmung der Aktivitätskonzentration der aerosolpartikelgetragenen und der gasförmig vorliegenden Radionuklide in der Atmosphäre. Um die sehr kleinen Aktivitäten messen zu können, werden die Aerosolpartikeln durch Ansaugen auf einem Filter bzw. die gasförmig vorliegenden Radionuklide durch Adsorption an einem geeigneten Adsorbens angereichert. Dabei lassen sich zwei Verfahren unterscheiden:

- a) Auf einem stationären Filter bzw. Adsorbens werden in einer vorgegebenen Zeitspanne die Aerosolpartikeln bzw. die gasförmig vorliegenden Radionuklide abgeschieden und anschließend die Aktivität gemessen.
- b) Eine kontinuierliche Aktivitätsbestimmung erfolgt durch die Abscheidung von Aerosolpartikeln auf einem gleichförmig bewegten Filterband und gleichzeitiger Messung oder durch die Messung der Aktivitätsänderung eines stationären Filters.

Aus der abgeschiedenen Aktivität und dem Luftdurchsatz wird die über den Sammelzeitraum gemittelte Aktivitätskonzentration bestimmt.

Die Repräsentativität einer Probe wird über die Konfiguration der Probeentnahmeeinrichtung, d.h. den Standort, die Ansauggeschwindigkeit der Luft, den Filtertyp und den Pumpentyp bestimmt (3). Zur Einhaltung vorgegebener Nachweisgrenzen müssen der Luftdurchsatz, das Sammelintervall, die Meßzeit und der Detektor optimiert werden.

Das wichtigste Verfahren zur nuklidspezifischen Bestimmung einzelner gammastrahlender Radionuklide ist die Gammaspektrometrie. Hier ist eine Direktmessung des Filters oder die Messung des veraschten Filterrückstandes möglich.

Zur Bestimmung von Radionukliden im Spurenbereich sind hohe Luftdurchsätze, lange Sammelintervalle und lange Meßzeiten unerlässlich. Die nuklidspezifischen Meßergebnisse erlauben damit auch die Beurteilung von kleinsten Veränderungen der Aktivitätskonzentration im Spurenbereich in der Größenordnung von $0,1 \mu\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$.

Bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse ist das unterschiedliche Verhalten natürlicher und künstlicher Radionuklide in der Atmosphäre zu berücksichtigen (4).

Die Edelgase Rn-220 und Rn-222, als Bestandteile der natürlichen Zerfallsreihen, entweichen aus dem Boden und gelangen so in die Atmosphäre. Die daraus entstehenden Folgeprodukte, kurzlebige Blei-, Wismut- und Poloniumisotope, lagern sich an Aerosolpartikeln an. Je nach Wetterlage werden diese horizontal und vertikal verfrachtet und

kehren schließlich durch trockene Deposition oder durch die auswaschende Wirkung des Niederschlags zum Boden zurück. Dementsprechend hat die natürliche Radioaktivität in Bodennähe ihre höchste Konzentration.

Die Konzentration der natürlichen Radioaktivität in der Atmosphäre ist wetterbedingten Schwankungen unterworfen. Niederschläge, Frost- und Schneebedeckung bewirken eine Verringerung, da sie das Entweichen der oben genannten Edelgase aus dem Erdboden behindern. Wind und Sonnenschein bei trockenem Boden sowie Inversionen in unteren Schichten erhöhen die Konzentration der natürlichen Radioaktivität. Über dem Ozean lässt sich nur etwa 1 % der Aktivität derjenigen Konzentration über dem Festland messen, da Radonfreisetzungen vernachlässigbar sind. Meeresluftmassen weisen daher eine wesentlich geringere Aktivität als Festlandsluft auf.

Ein anderes Verhalten zeigen künstliche Radionuklide, die aufgrund von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre oder infolge der Freisetzungen aus kerntechnischen Anlagen zu finden sind. Ein Teil der aerosolgetragenen Radionuklide gelangt bereits in der Nähe des Freisetzungsorts auf Grund der Gravitation als „lokale Deposition“ zum Erdboden. Der übrige Teil, bei dem die Sedimentation wegen der kleinen Aerosolpartikeldurchmesser praktisch keine Rolle spielt, bleibt lange schwebend in der Luft und wird entsprechend den atmosphärischen Strömungen horizontal und vertikal verfrachtet. Nach langen Transportwegen, unter Umständen nach mehreren Erdumrundungen, werden diese, gegebenenfalls global verteilten, Aerosolpartikeln durch eine Probeentnahme-einrichtung gesammelt und die Aktivitätskonzentration durch entsprechende Meßeinrichtungen bestimmt.

Im bestimmungsgemäßen Betrieb von Kernkraftwerken ist die Aktivität überwiegend an Aerosolpartikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser zwischen 0,1 bis 20 µm gebunden (s. Verfahren J-γ-SPEKT-ALUFT-03). Experimente belegen, daß die Verteilung der Aktivität über dem Aerosolpartikeldurchmesser sich auch bei Störfällen nur unwesentlich zu größeren Aerosolpartikeln hin verschiebt (5).

Radioaktive Partikeln halten sich je nach Größe etwa 10 bis 20 Tage in der Troposphäre auf. Die Verweilzeit der Aerosolpartikeln in der Stratosphäre schwankt zwischen 1 und 10 Jahren. Der Transport der Aerosolpartikeln von der Stratosphäre in die Troposphäre erfolgt normalerweise über Jahre. Im Frühjahr erhöht sich allerdings die Transportrate aufgrund der Tropopausenbrüche. Dies führte in den 50er und in den 60er Jahren zu den regelmäßig beobachteten Frühjahrsmaxima der Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Atmosphäre der aus den Kernwaffenversuchen resultierenden künstlichen Radionuklide. Für die Deposition aus der Troposphäre ist in erster Linie der Niederschlag (Regen, Schnee usw.) verantwortlich.

Literatur

- (1) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Meß- und Informationssystem nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS). Bundesanzeiger 47, Nummer 200a vom 24. Oktober 1995
- (2) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, GMBI. 44, Nr. 29 vom 19. August 1993
- (3) Klockow, D.: Zum gegenwärtigen Stand der Probenahme von Spurenstoffen in der freien Atmosphäre, Fresenius Z. Anal. Chem. 326: 5-24, 1987
- (4) Hinzpeter, M., Meyer, H. K.: Meteorologische Einflüsse auf radioaktive Beimengungen in der Atmosphäre, Schriftenreihe des Bundesministers für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft, Strahlenschutz, Heft 16, 1961
- (5) Langhans, J.: Two-dimensional analysis of the thermohydraulic and aerosol behaviour in the phebus-FPTO-containment vessel. J. Aerosol Sci., Vol. 25, Suppl. 1, S. 89-90, 1994