Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Herausgeber: Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 30 (1987-1988)

Heft: 1: Text

Rubrik: Allgemeine Ueberwachung der Radioaktivität

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

4. Allgemeine Ueberwachung der Radioaktivität

Das Kapitel enthält Ergebnisse aus der Ueberwachung der Luft, der Niederschläge, der Gewässer und des Bodens. Angegeben werden hauptsächlich die Aktivitäten von natürlichen und von denjenigen künstlichen Nukliden, die nicht aus Tschernobyl stammen (siehe dazu Kap. 3). Die Daten bilden insbesondere eine Grundlage für die spätere Berechnung der natürlichen Dosen (Kap. 7). Diese werden vor allem durch die Radioaktivität im Boden und im menschlichen Körper und durch die kosmische Strahlung aus dem Weltraum verursacht. Viele der Ergebnisse haben sich gegenüber früheren Jahren wenig verändert und wurden bereits in früheren KUeR Berichten diskutiert. Deshalb liegt der Schwerpunkt in diesem Kapitel bei neuen Messergebnissen; die übrigen Resultate werden knapp zusammengefasst.

4.1. Radioaktivität in der Luft

Radon-222, Radon-220 und ihre kurzlebigen Folgeprodukte verursachen den grössten Beitrag zur Aktivität in der Luft. Die Konzentrationen von Radon-222 und seiner Folgeprodukte variieren im Freien stark und zeigen einen Mittelwert von ungefähr 5 Bq/m^3 (UNSCEAR, 1988). Die Werte der Radon-220-Reihe sind etwa zehn mal kleiner. Die Aktivitäten im Freien sind somit deutlich geringer als diejenigen im Hausinnern; ihr Beitrag zur Dosis ist in Kapitel 2 bereits besprochen worden.

Von den Nukliden mit künstlichem Ursprung trägt Krypton-85 am meisten zur Luftaktivität bei. Dieses Nuklid wird vor allem bei der Aufarbeitung von Kernbrennelementen freigesetzt. Einzelne Luftproben aus Bern zeigen von 1983 bis 1988 einen generellen Anstieg von ca. 0,75 auf 0,95 Bq/m^3 (Fig. 3.6), was mit andern europäischen Messwerten übereinstimmt. Die durch Krypton-85 verursachte Dosis ist vernachlässigbar. Der Beitrag zur Ionenproduktion in der Atmosphäre ist mindestens 100 mal kleiner als derjenige durch natürliche Quellen (Radon und Folgeprodukte, terrestrische und kosmische Strahlung); er fällt somit nicht ins Gewicht.

Die Kohlenstoff-14 Aktivität in der Luft ist seit den atmosphärischen Kernwaffenversuchen der 50er und 60er Jahre höher als die natürliche Konzentration von 0,226 Bq pro g Kohlenstoff. Diese Erhöhung nimmt seit vielen Jahren kontinuierlich ab (Fig. 4.26.a), weil das atmosphärische CO_2 mit dem CO_2 der Ozeane ausgetauscht wird, und weil es durch fossiles CO_2 ohne Kohlenstoff-14 Aktivität verdünnt wird. In den Jahren 1987 und 1988 lag die Konzentration an der Referenzstation noch ca. 18% über dem natürlichen Wert. Die effektive Aequivalentdosis durch den Kohlenstoff-14, der über die Nahrung aufgenommen und im Körper eingebaut wird, beträgt heute jährlich ca. 0,016 mSv.

4.2. Radioaktivität in Niederschlägen und Gewässern

Die in Niederschlägen gemessene Gesamt-Beta-Aktivität (Fig. 3.7. und 3.8.) stammte 1987 und 1988 zu einem grossen Teil von natürlichen Nukliden (Folgeprodukte von Radon-222 und Beryllium-7).

Die Tritium Konzentrationen lagen an allen Sammelstationen, die nicht durch Abgaben aus lokalen Betrieben beeinflusst werden, zwischen 1 und 10 Bq/l (Fig. 3.9. bis 3.14.). Dieser Tritiumgehalt rührt zu einem Teil noch von den Atombombentests der 60er Jahre her. In der Nähe von Betrieben, die Tritium mit der Abluft an die Umwelt abgeben, sind die Tritiumkonzentrationen zeitweise höher, z.B. in Bern bis 30 Bq/l und beim PSI bis 40 Bq/l (mit einem Ausreisser von 550 Bq/l). Die Dosen durch Tritium, das im menschlichen Körper enthalten ist, sind vernachlässigbar.

In Wasserproben aus den grösseren Flüssen der Schweiz ergaben die Gesamt-Beta- und Tritium-Messungen in den Jahren 1987 und 1988 praktisch gleiche Werte wie in den früheren Jahren (Fig. 3.31 a bis e). Auch die total-Alpha-Aktivitäten im Rhein zeigten in den Berichsjahren ähnliche Werte wie früher (Fig. 3.31. f bis h).

4.3. Natürliche Radioaktivität im Erdboden und ihr Beitrag zur externen Dosis

Die (natürliche und künstliche) Radioaktivität des Erdbodens verursacht einen wesentlichen Beitrag zur externen Ortsdosis. Die natürliche Aktivität stammt in erster Linie vom Kalium-40 sowie von den Radionukliden der Uran- und Thorium-Zerfallsreihen. Zur Messung werden zwei Methoden verwendet: Bei der ersten Methode werden Bodenproben enthoben, üblicherweise aus den obersten 5 cm; im Labor wird deren Aktivität gemessen. Bei der zweiten Methode wird im Feld mit einem tragbaren Germanium-Detektor das Energiespektrum der Gammastrahlung aus dem Boden gemessen (sog. in-situ Methode). Eingeschlossen ist ein meist kleiner Beitrag aus der Luft . Die Apparatur ist kalibriert, so dass die gemessene Zählrate in eine nuklid-spezifische Aktivität des Bodens umgerechnet werden kann. Dabei wird für die natürlichen Nuklide eine homogene Verteilung mit der Tiefe angenommen. Das Ergebnis der in-situ Messungen stellt einen Mittelwert über eine Fläche von ca. 100 m^2 dar und ist deshalb repräsentativer als die Resultate einzelner Bodenproben.

Aus in-situ Messungen ergaben sich für einige natürliche Radionuklide die folgenden Konzentrationen (Fig. 3.17 c und d, 3.18 a, Tab. 3.1. und 4.9.):

Radionuklid	Zerfallsreihe	Variationsbereich (Bq/kg)	Mittelwert (Bq/kg)
Ra-226	Uran-Reihe	20-100	40
Ac-228	Thorium-Reihe	13-46	23
K-40	--	150-900 (5-30 g K/kg)	400 (13 g K/kg)

Die beobachteten Unterschiede hängen im Wesentlichen von der geologischen Zusammensetzung der obersten Bodenschichte ab. Die Messungen ergaben ferner, dass der Kaliumgehalt des Bodens und damit auch die Kalium-40 Konzentration infolge Düngung teilweise erhöht ist.

Aus den gemessenen Konzentrationen der Radionuklide im Boden können die entsprechenden Beiträge zur Ortsdosis berechnet werden. Die Messergebnisse im Jahre 1988 sind in Figur VIII (Kap. 3.7.) dargestellt. Ortsdosen werden in diesem Kapitel als Aequivalentdosen in mSv angegeben (siehe Anhang 1), wobei angenommen wird, dass sich eine Person ständig an diesem Ort, d.h. im Freien, aufhält. Für die Schweiz kann eine Schwankungsbreite der jährlichen Ortsdosen infolge der natürlichen Aktivität im Boden zwischen 0,2 und ca. 1,5 mSv angegeben werden. Eine Gewichtung von kantonalen Mittelwerten mit der Anzahl Einwohner ergibt provisorisch für die Schweiz eine mittlere jährliche Ortsdosis im Freien von ca. 0,45 mSv (Fig. 6.1.b). Die Umrechnung in Personendosen im Hausinnern und in effektive Aequivalentdosen wird in Kapitel 7 behandelt.

4.4. Messung der gesamten externen Dosis

Neben der Radioaktivität im Boden verursacht auch die kosmische Strahlung aus dem Weltraum einen wesentlichen Beitrag zur totalen externen Dosis. Die Intensität der kosmischen Strahlung wird durch die Erdatmosphäre geschwächt; ihr Beitrag nimmt deshalb mit zunehmender Höhe über Meer zu (siehe Fig. VIII). Beispielsweise ist nach UNSCEAR (1988) die Ortsdosis in 1200 m über Meer ca. 40% höher als in 400 m ü M.Im Schweizerischen Mittelland liegt die mittlere natürliche Ortsdosisleistung im Freien, welche durch kosmische Strahlung und natürliche terrestrische Strahlung zusammen verursacht wird, bei etwa 100 nSv/h, was zu einer Jahresdosis von ca. 0,9 mSv führt.

Die totale Ortsdosisleistung umfasst Beiträge von natürlichen und von künstlichen Quellen. Sie kann mit verschiedenen Methoden bestimmt werden: 1) mit Geiger-Müller Zählrohren, wie sie z.B. für das NADAM-System verwendet werden, 2) mit Ionisationskammern (z.B. verwendet für die Umgebungsüberwachung der Kernkraftwerke) und 3) mit Dosimetern, welche die Ortsdosisleistung über die Expositionsdauer von einigen Monaten aufsummieren. Bei allen Methoden wird nur die Gammakomponente erfasst, nicht aber der

Beitrag der Neutronen aus der kosmischen Strahlung. Dieser ist relativ gering und führt im Mittel zu einer Jahresdosis von ca. 0,05 mSv (UNSCEAR, 1988). Vergleichsmessungen der verschiedenen Systeme (inkl. in-situ-Messungen) an denselben Standorten ergaben eine befriedigende Uebereinstimmung der Resultate. Insbesondere stimmen die berechneten Ortsdosisleistungen aus in-situ-Messungen sehr gut mit den Messwerten von Ionisationskammern überein (Tabelle 4.9.). Das mittlere Verhältnis zwischen berechneten und gemessenen Werten beträgt 1,03 ± 0,06 bei einem Vertrauensbereich von 95%.

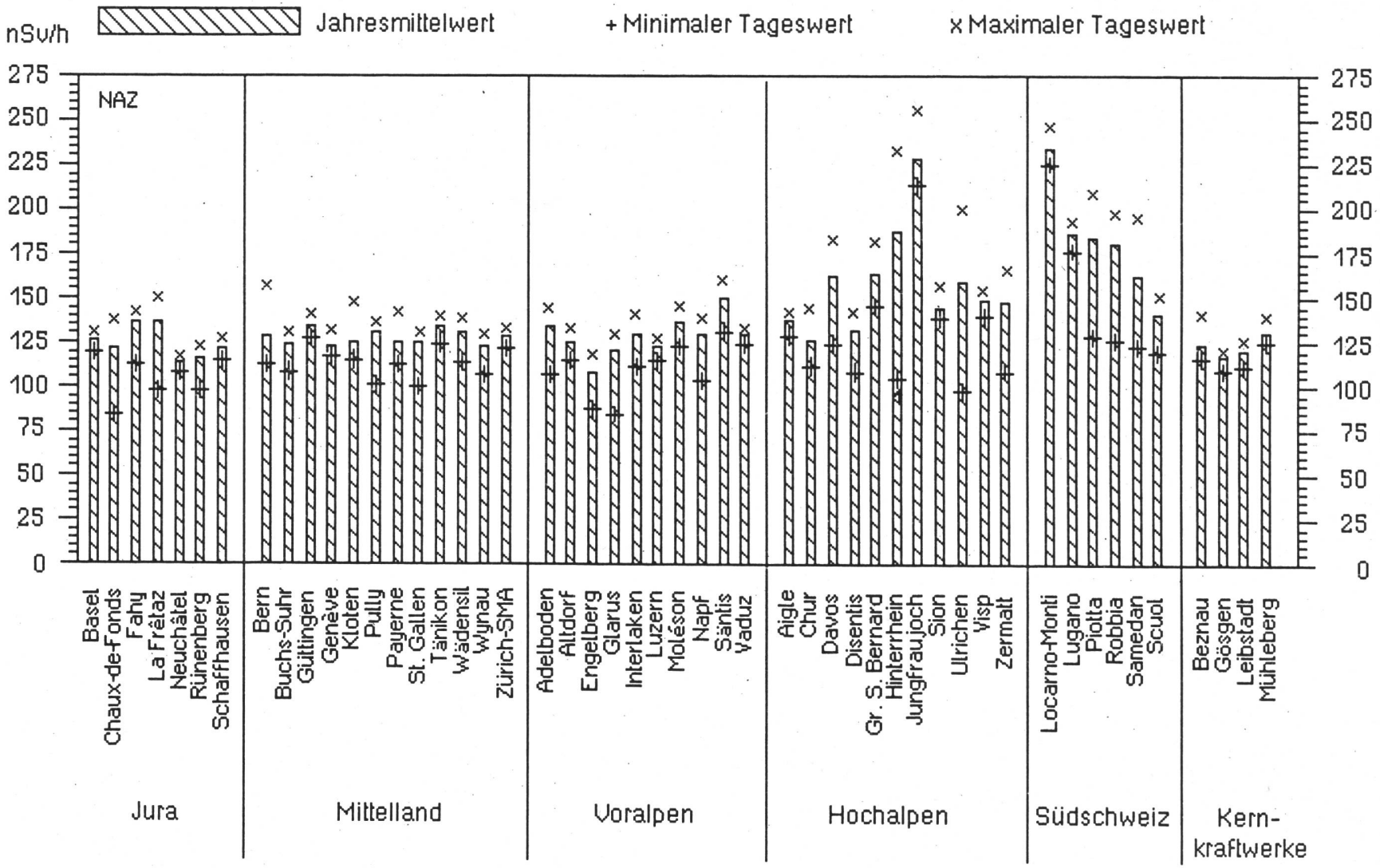
Ortsdosen können auch aus den Resultaten des NADAM-Systems (**N**etz für **A**utomatischen **D**osis-**A**larm und **M**essung) bestimmt werden. Dieses Netz ist als Warnsystem konzipiert und muss deshalb einen grossen Messbereich aufweisen (50 nSv/h bis 50 mSv/h). Deshalb ist nicht erstaunlich, dass der Messfehler am unteren Ende des Messbereichs, d.h. im Bereich der natürlichen Strahlung, mit 20 bis 30% relativ hoch ist. Zudem haben Vergleichsmessungen mit Ionisationskammern gezeigt, dass die NADAM Messwerte im Mittel ca. 20% höher sind (Fig. 3.17.e).

Die Wochenmittelwerte aller NADAM-Stationen sind für das Jahr 1988 (für die Kernkraftwerkstandorte auch für 1987) in den Figuren 3.16.d bis k zusammengestellt. Die eingezeichneten horizontalen Linien entsprechen dem während der schneefreien Zeit bestimmten Erfahrungswert jeder Station und einer 15-prozentigen Abweichung nach oben und nach unten. In einigen Figuren ist deutlich erkennbar, dass im Winter eine Schneedecke die terrestrische Strahlung bis um einen Faktor 2 reduzieren kann (siehe auch Figur 3.16.b). Auch kurzfristige zeitliche Variationen treten auf: bei Niederschlägen werden die Radon-Folgeprodukte aus der Luft ausgewaschen und auf der Bodenoberfläche abgelagert. Dadurch kann die Ortsdosisleistung kurzzeitig (innerhalb einer halben Stunde bis einiger Stunden) bis um einen Faktor 2 ansteigen (Fig. 3.16.a). NADAM-Daten werden im BAG Bulletin wöchentlich publiziert.

In Figur IX (= Fig. 3.16.c) sind die Jahresmittelwerte der Ortsdosisleistung mit ihren höchsten und tiefsten Tageswerten regional zusammengefasst. Höhere Ortsdosisleistungen treten dort auf, wo der Untergrund mehr natürliche Radionuklide enthält, wo die kosmische Strahlung eine grössere Intensität aufweist oder wo der Fallout aus Tschernobyl am grössten war.

4.5. Natürliche Radioaktivität in Lebensmitteln und im menschlichen Körper

Das wichtigste natürliche Radionuklid ist Kalium-40. Es findet sich in den Futter- und Nahrungsmitteln und gelangt damit in den menschlichen Körper. Im Gras wurden beispielsweise 400 bis 1400 Bq pro kg Trockensubstanz gemessen (Tab. 3.2.), in der Milch 30 bis 60 Bq pro Liter (Tab. 3.3.) und im Getreide ca. 100 Bq pro kg Trockensubstanz (Tab. 3.4.). Die Aufnahme über die Nahrung führt zu einer Gleichgewichtskonzentration im menschlichen Körper von 3000 bis 6000 Bq Kalium-40 (Fig. 3.37 a und b). Diese Aktivität verursacht den grössten Beitrag zur internen Dosis (siehe Kapitel 7). Weiter tragen vor allem im Körper enthaltenes Blei-210, Wismuth-210 und Polonium-210 zur internen Dosis bei (UNSCEAR, 1988).

Fig. IX : NADAM - STATIONEN

Jahresmittelwerte 1987 nach Regionen