**Zeitschrift:** Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

**Herausgeber:** Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

**Band:** 29 (1985-1986)

**Heft:** [3]: Kurzfassung

**Rubrik:** Beurteilung durch die KUeR der Ergebnisse der Radioaktivitätsüberwachung in der Schweiz in den Jahren 1985 und 1986

**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:** 10.10.2025

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

# 5. BEURTEILUNG DURCH DIE KUeR DER ERGEBNISSE DER RADIOAKTIVITÄTSÜBERWACHUNG IN DER SCHWEIZ IN DEN JAHREN 1985 UND 1986

## 5.1. Einleitung

Der KUeR-Bericht enthält sowohl die Messergebnisse nach dem Reaktorunfall Tschernobyl als auch jene der üblichen Radioaktivitätsüberwachung. Dies ergibt die Möglichkeit, die durch Tschernobyl bewirkten Strahlendosen mit denjenigen natürlichen Ursprunges zu vergleichen und an ihnen zu bewerten.

Radioaktivität in der Umwelt durchläuft verschiedene Medien: sie gelangt beispielsweise von der Luft mit dem Regen auf den Boden, in die Gewässer, Pflanzen, Tiere und schliesslich in den Menschen. Radioaktivitätskonzentrationen werden meist in verschiedenen dieser Medien bestimmt. Dadurch lassen sich die beteiligten Prozesse und Uebergänge, wie z.B. Luft → Regen → Boden/Gras oder Boden → Gras → Milch, bzw. Gras → Fleisch etc. quantifizieren. Da die Ueberwachung meist nur stichprobenweise durchgeführt werden kann, ermöglicht diese umfassende Darstellung, die Messresultate in einen grösseren Zusammenhang zu stellen; die Vergleichsmöglichkeiten erlauben Verallgemeinerungen. Dieses Vorgehen hat sich auch nach Tschernobyl bewährt: Messergebnisse von rund 20'000 Proben liegen für die Medien Luft bis zum menschlichen Körper vor. Vergleiche dieser Resultate untereinander erhöhen die Zuverlässigkeit der Interpretation und erlauben z.B., die durchschnittlichen bzw. maximalen Dosen der Bevölkerung mit ausreichender Sicherheit anzugeben.

## 5.2. Die Radioaktivität nach Tschernobyl und die resultierenden Strahlendosen

### 5.2.1. Anzahl, Qualtität und Aussagekraft der Messresultate

Die KUeR beurteilt die Anzahl und die Qualität der Messresultate nach Tschernobyl als durchaus genügend für eine zuverlässige Berechnung der Strahlendosen. Die Resultate bilden eine ausreichende Grundlage, um sowohl für die durchschnittlich wie auch für die maximal bestrahlte Bevölkerung die zusätzlichen externen und internen Dosen angeben zu können. Da die Messungen sofort begannen, als die radioaktive Wolke die Schweiz erreichte, konnte die trocken abgelagerte und auch die mit dem Regen ausgewaschene Radioaktivität gut erfasst werden.

Die folgenden Bemerkungen zu den Messresultaten seien noch angefügt:

- um die Maximalwerte der Strahlendosen zu erfassen, wurden bevorzugt dort Proben erhoben (beispielsweise von Nahrungsmitteln), wo die höchsten Aktivitätswerte erwartet wurden. Dies hatte zur Folge, dass einige der daraus bestimmten Mittelwerte der gemessenen Aktivitäten nicht repräsentativ für eine ganze Region, sondern zu hoch sind.

- Messergebnisse gleichartiger Proben derselben Herkunft zeigten oft auffällig grosse Streubreiten. Solche treten zwar auch bei der normalen Ueberwachung auf, insbesondere bei Bodenproben. Nach Tschernobyl haben jedoch lokale Unterschiede bei der Ablagerung, beim Pflanzenwachstum, dem Verhalten der Tiere etc. zu einer zusätzlichen Streubreite der Resultate beigetragen. Teilweise haben ferner ungleiche Verfahren bei der Probenahme und Probenaufbereitung in den verschiedenen Labors die Streubreite erhöht (z.B. ungleiche Schnitthöhe beim

Gras, Messungen von nicht erntereifem Gemüse, von essbereitem oder ungewaschenem Gemüse).

- während recht viele Ganzkörpermessungen zur Bestimmung des Caesium-Gehaltes im Menschen vorgenommen wurden, liegen für Jod-131 in der Schilddrüse nur solche aus dem Mittelland vor und nur für wenige Kinder. Für die Jod-Dosis musste deshalb vermehrt auf Berechnungen abgestellt werden, die von Messwerten in Nahrungsmitteln ausgehen. Diese berechneten Werte sind im Vergleich zu den gemessenen Werten in Schilddrüsen deutlich höher, was die Vermutung bestätigt, dass die so berechneten Schilddrüsendosen auf der "sicheren Seite" liegen.

### 5.2.2. Bedeutung der durch die Tschernobyl-Radioaktivität verursachten Strahlendosen

Die durch Tschernobyl verursachte mittlere Strahlendosis der Bevölkerung betrug in der Schweiz im ersten Jahr nach dem Unfall ca. 0.2 milli-Sievert und ist damit wesentlich kleiner als die jährliche natürliche Strahlendosis in der Schweiz und erst recht kleiner als deren Streubreite. Die Strahlendosen der meistbetroffenen Bevölkerungsgruppe (Selbstversorger im Tessin und in der Ostschweiz, ohne Konsum von Schafmilch und Schaffleisch) kann zu etwa 2 milli-Sievert abgeschätzt werden; die Maximalwerte für erwachsene Selbstversorger können bis etwa 5 milli-Sievert angestiegen sein, falls die Empfehlungen bezüglich Schafmilch und Schaffleisch nicht beachtet worden sind. Diese Dosen sind damit von der gleichen Grössenordnung wie die jährliche mittlere Strahlendosis der Bevölkerung in der Schweiz von 5 milli-Sievert, aber deutlich kleiner als die jährlichen Maximaldosen in der Schweiz (inkl. Radon-Dosen bis 150 milli-Sievert). Deshalb ist in der Schweiz durch den Unfall Tschernobyl das gesundheitliche Risiko praktisch nicht erhöht worden. Zwar hat die Tschernobyl-Radioaktivität zu Beunruhigung und Verängstigung geführt;

die Analyse der Messwerte zeigt aber, dass dies vom radiologischen Standpunkt aus nicht gerechtfertigt war.

Besondere Erwähnung verdienen noch die Strahlendosen von Kleinkindern unter zwei Jahren. Die durch Jod-131 verursachte Organdosis in der Schilddrüse beträgt bei Kleinkindern der meistbetroffenen Bevölkerungsgruppe etwa 8 milli-Sievert, wenn die Empfehlungen eingehalten wurden, sonst etwa 35 milli-Sievert. Falls Kleinkinder entgegen den Empfehlungen ausschliesslich mit Schafmilch und frischem Gemüse ernährt worden wären, hätten im Extremfall Schilddrüsendosen bis 250 milli-Sievert vorkommen können. Das Einhalten der Empfehlungen hat diese hypothetischen Maximaldosen auf 10 bis 20 milli-Sievert reduziert. Diese Dosisberechnungen zeigen, dass die Empfehlungen, insbesondere jene bezüglich Konsum von Milch, zur rechten Zeit, für die richtigen Nahrungsmittel und für die richtigen Bevölkerungsgruppen abgegeben wurden. Dennoch sind auch unter Missachtung der Empfehlungen keine schwerwiegenden gesundheitsschädigenden Auswirkungen zu erwarten (vgl. ausführlichen Bericht, Kap. 6.7. und 6.8.).

### 5.2.3. Einhalten der Ziele des "Dosis-Massnahmen-Konzeptes" des Alarmausschuss Radioaktivität von 1982

Die oben erwähnten Maximaldosen zeigen, dass die Ziele des Dosis-Massnahmen-Konzeptes erreicht wurden; bei Selbstversorgern allerdings nur, falls die Empfehlungen der Einsatzorgane eingehalten wurden. Dieses Konzept verlangt unter anderem, dass die interne Strahlendosis durch die Aufnahme verstrahlter Lebensmittel unter 5 milli-Sievert bleiben soll, und dass in keinem Organ höhere Dosen als 50 milli-Sievert auftreten. Immer soll auch der Grundsatz des Strahlenschutzes beachtet werden, die Dosen so klein zu halten, wie dies vernünftigerweise möglich ist. Beim Unfall Tschernobyl wurde mit den Empfehlungen angestrebt, die Schilddrüsendosen der Kleinkinder sogar unter 30 milli-Sievert zu halten, was auch erreicht wurde.

5.2.4. Folgerungen aus den Radioaktivitätsmessungen

An ausgewählten Messreihen und speziell durchgeführten Versuchen wurden Transferfaktoren bestimmt, beispielsweise für die Uebergänge der Radionuklide von Milch in Milchprodukte, von Heu/Gras in Fleisch und Milch etc.. Die erhaltenen Faktoren wurden mit früheren Berechnungen verglichen. Im Fall einer Verstrahlungslage wie bei Tschernobyl sind solche Faktoren für Dosis-Prognosen sehr nützlich.

Aus früheren Untersuchungen über den Atombombenausfall sind Transferfaktoren vor allem für die Nuklide Caesium-137 und Strontium-90 bekannt; für Jod-131 konnten dagegen nur wenige und ungenauere Werte bestimmt werden. Die Messungen nach Tschernobyl erlaubten, frühere Werte zu bestätigen oder genauer zu bestimmen und vor allem bessere Werte für Jod-131 zu ermitteln. Die Transferfaktoren für den Uebergang Milch in Milchprodukte konnten beispielsweise anhand ausgewählter Probenserien für die in der Schweiz übliche Verarbeitungsart bestimmt werden, z.T. allerdings mit recht grossen statistischen Fehlern. Besonders durchgeführte Versuche ermöglichten den Transfer Futter - Fleisch und die biologische Halbwertszeit von Caesium in Kühen und Schafen zu ermitteln. Zudem konnte bestimmt werden, um wieviel die spezifische Aktivität von Pflanzen im Frühling 1986 infolge wachstumsbedingter Gewichtszunahme zurückging. Einige der Erkenntnisse und Faktoren sind allerdings nur für die nach dem Unfall von Tschernobyl vorherrschenden Wetter- und Wachstumsbedingungen und für die Teilchengrösse im Tschernobyl-Ausfall gültig und können nicht ohne weiteres auf andere Ereignisse übertragen werden.

Die seit Mai 1987 nun vollzählig installierten NADAM-Sonden sind geeignet, das Ausmass und das zeitliche Abklingen einer Geländeverstrahlung bis in den Bereich des natürlichen Untergrundes zu erfassen. In diesem Bereich können dann allerdings nur noch nuklidspezifische Messungen der Radioaktivität des Erdbodens künstliche und natürliche Beiträge zur externen Strahlendosis quantitativ unterscheiden.

Die vor wenigen Jahren im Labor Fribourg der KUeR entwickelte Methode mit tragbaren Germanium-Gamma-Spektrometern hat sich auch nach dem Unfall Tschernobyl bewährt, die auf dem Boden abgelagerten Radionuklide zu identifizieren und ihr zeitliches Abklingen zu verfolgen. In Verbindung mit der Untersuchung von Bodenproben wird dieses Verfahren auch ermöglichen, das Eindringen der Tschernobyl-Aktivität in den Erdboden weiterhin zu verfolgen.

## 5.3. Schlussfolgerungen aus der Ueberwachung der Radioaktivität ohne derjenigen von Tschernobyl

### 5.3.1. Strahlendosen durch Radon-Folgeprodukte

Radon-Folgeprodukte ergaben auch 1985 und 1986 den grössten Einzelbeitrag zur jährlichen Strahlenexposition der Bevölkerung, im Mittel je rund 2.2 milli-Sievert. In einzelnen Gegenden der Schweiz, hauptsächlich in den Alpen und im Jura, wurden Radon-Konzentrationen bis einige tausend Becquerel/$m^3$ gemessen, was bei Bewohnern einzelner Häuser zu Dosen bis maximal 150 milli-Sievert führen kann. Hohe Radon-Konzentrationen stammen z.T. aus natürlichen, zum Teil aber auch aus künstlichen Quellen, etwa aus der Uhrenindustrie, die früher für die Leuchtzifferblätter Radium verwendete. Da durch Radon und seine Folgeprodukte nur die Atemorgane bestrahlt werden, steht das Risiko von Lungenkrebs im Vordergrund; genetische Auswirkungen können vernachlässigt werden.

Massnahmen zur Reduktion der hohen Radonkonzentrationen im Wohnbereich sind allerdings schwierig zu realisieren, aber dringlich. Zwar ist bekannt, dass Radon hauptsächlich aus dem Erdboden via Keller in die Wohnräume gelangt. Noch zu wenig erforscht sind jedoch die Zusammenhänge zwischen der Radon-Konzentration und der geologischen Zusammensetzung des Bauuntergrundes sowie deren Abhängigkeit

von der Bauweise der Häuser und von meteorologischen Bedingungen. Hier soll das Projekt RAPROS des Bundes, das von verschiedenen Institutionen realisiert wird, in den nächsten Jahren Lücken schliessen und es auch ermöglichen, in Pilotprojekten Erfahrungen über Sanierungsmöglichkeiten in Häusern der Schweiz zu sammeln. Vordringliches Ziel dieses Projektes ist allerdings die Reduktion der hohen Radon-Pegel in Wohnräumen.

### 5.3.2. Immissionen in der Umgebung der Schweizer Kernanlagen

Die Ueberwachung der Schweizer Kernanlagen zeigt, dass die Abgabelimiten eingehalten wurden. Keine Person hat eine zusätzliche jährliche Dosis von mehr als 0.2 milli-Sievert erhalten. Dies gilt auch für den Zwischenfall im Kernkraftwerk Mühleberg vom September 1986, der auf einer Fläche von wenigen $km^2$ zu einer messbaren Kontamination von Boden und Bewuchs durch Caesium-134, Caesium-137 und - in geringerem Masse - mit weiteren Nukliden führte. Die dadurch bewirkten zusätzlichen Strahlendosen der dort lebenden Bevölkerung wurden aufgrund von Messungen in Nahrungsmitteln abgeschätzt. Mittels Ganzkörpermessungen und Urinanalysen an einer Person aus dem am stärksten kontaminierten Gebiet wurden diese Berechnungen auch überprüft.

### 5.3.3. Abgaben aus Industriebetrieben, Spitälern und Forschungsinstituten

In der Schweiz werden von Industrie- und Forschungsbetrieben sowie von Spitälern z.T. erhebliche Mengen und eine Vielzahl von Radionukliden verwendet. Die Emissionen der meisten Betriebe liegen weit unterhalb der von den Behörden festgesetzten Limiten und kein Betrieb hat dieselben in den Berichtsjahren überschritten.

## 5.4. Ausblick und Prioritäten bei der zukünftigen Radioaktivitätsüberwachung

Die KUeR hat die allgemeine Verpflichtung, die Radioaktivität in der Umwelt zu überwachen. Die hauptsächlichen Ziele dabei sind, die Strahlendosen der Bevölkerung zu ermitteln und mitzuwirken, dass die Immissionen auf zulässige Werte beschränkt bleiben. Damit diese Aufgaben optimal gelöst werden können, müssen die Messungen zweckmässig geplant und ständig neuen Erkenntnissen und Bedürfnissen angepasst werden.

Die Prioritäten und der Umfang zukünftiger Messungen orientieren sich an folgenden Kriterien:

- Wie relevant sind die Messungen für den Strahlenschutz der Bevölkerung?

- Können mit den Messresultaten die Kenntnisse darüber gefördert werden, wie sich die Radioaktivität in der Umwelt ausbreitet und von einem Medium in ein anderes übergeht? Mit solchen Kenntnissen können Resultate in einen grösseren Zusammenhang gestellt und damit zuverlässiger interpretiert werden.

- Welche und wieviele Messungen sind nötig, damit die Schlüsse daraus genügend aussagekräftig sind?

Die KueR hat demnach die folgenden Problemkreise zu bearbeiten:

1) Dem Radon-Problem, insbesondere den hohen Dosen durch Radon-Folgeprodukte, kommt erste Priorität zu. Stichworte sind: Ermittlung von Durchschnitts- und Extremwerten der Strahlendosen durch Radon in der Schweiz. Aufklärung der Zusammenhänge zwischen den Radonkonzentrationen, der geologischen Zusammensetzung des Bodens, der Bauart der Häuser und den meteorologischen Bedingungen. Bestimmung der Herkunft des Radons in den

Uhrenstädten. Sanierung der Häuser mit den höchsten Radon-Pegeln.

2) Die Ueberwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz ist weiterzuführen. Sie umfasst insbesondere die Umgebung der Kernkraftwerke, der Industrien, Spitäler, Forschungsinstitute und Deponien.

3) Die Tschernobyl-Radioaktivität, insbesondere Caesium-137, ist in unserer Umwelt weiter zu verfolgen. Stichworte sind: Externe und interne Strahlendosen, Ganzkörpermessungen, das Eindringen der Aktivität in den Boden, Bestimmung von Transferfaktoren.

4) Die Erkenntnisse aus den Messungen nach dem Unfall Tschernobyl sollen weiter ausgewertet und mit denjenigen aus früheren Bombenfallout-Messungen verglichen werden.

5) Die KUeR hat weiterhin in umfassenden Jahresberichten an den Bundesrat auf transparente Weise Behörden und Bevölkerung über die durchgeführten Messungen und deren Interpretation zu informieren.

4.89 3500 47587/5