Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Herausgeber: Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 29 (1985-1986)

Heft: 1: Text

Rubrik: Einleitung

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: 11.07.2025

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

1. EINLEITUNG

1.1. Ursachen und Auswirkungen der Strahlenexposition

Das Jahr 1986 war überschattet vom Reaktorunfall in Tschernobyl, dessen Konsequenzen auch im unserem Lande spürbar waren. Die radioaktive Wolke dieses Unfalles breitete sich über grosse Teile von Europa aus und führte auch bei uns zu einer Verstrahlung von Luft, Niederschlägen, Boden, Pflanzen und Nahrung. Zahlreiche Messungen waren notwendig um die radiologische Lage zu beurteilen, damit allfällige Schutzmassnahmen hätten beantragt werden können und zur Bestimmung der durch den Unfall verursachten Strahlendosen der Bevölkerung.

Bis April 1986 war die künstliche Radioaktivität in der Schweiz sehr klein und kaum mehr nachweisbar. Die grösste Strahlenexposition, der wir dauernd ausgesetzt sind, ist natürlichen Ursprunges und wird verursacht durch die kosmische Strahlung und die natürliche Radioaktivität der Erdkruste sowie durch die radioaktiven Folgeprodukte des natürlichen Edelgases Radon in der Luft. Ueber die Nahrung gelangt auch natürliche Radioktivität (z.B. Kalium-40) in den Körper und führt zu einer internen Bestrahlung.

Die Röntgenstrahlen und die Kernspaltung haben nach ihrer Entdeckung und Anwendung zu einer zusätzlichen - zivilisationsbedingten - Strahlenexposition geführt. Die zahlreichen Kernwaffenversuche in der Atmosphäre bewirkten in den 50er- und 60er-Jahren eine Verstrahlung der Umwelt mit künstlichen Radionukliden. Infolge Aufnahme über die Nahrung sind diese auch im menschlichen Körper nachweisbar und ergeben eine zusätzliche Strahlenexposition. Der durch die Atombomben verursachte Anstieg der Umweltradioaktivität bewog den Bundesrat 1956, die Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUER) zu gründen. Seit dem 2. Teststoppabkommen der Grossmächte von 1962 hat die künstliche Radioaktivität der Umwelt allmählich abgenommen und liegt heute für die meisten Radionuklide wieder auf dem Niveau, das sie vor den Atombombenversuchen hatte.

Die friedliche Verwendung der Kernenergie, von Radioaktivität und ionisierender Strahlung in Industrie, Forschung und Medizin führt ebenfalls zu zivilisatorischen Strahlenexpositionen. Daneben gibt es zahlreiche Anwendungen radioaktiver Stoffe in Konsumgütern und Industrieprodukten und es werden auch Radionuklide bei Fabrikationsprozessen benutzt. Zivilisatorische Strahlendosen werden ebenfalls durch die erhöhte kosmische Strahlung bei der Luftfahrt, durch Röntgenanlagen in der Materialprüfung, in der Industrie und bei der Gepäckkontrolle auf Flughäfen und durch Farbfernsehgeräte verursacht.

Ionisierende Strahlung kann in lebenden Zellen Schäden verursachen. Sie ionisiert Atome und Moleküle, trennt chemische Bindungen auf oder stört durch Radiolyse und die Bildung von chemisch aktiven Molekülen (freie Radikale) das Funktionieren von biochemischen Vorgängen in der Zelle. Durch Beschädigung von wichtigen Bestandteilen der Zellkerne (DNA-Moleküle), die für die Produktion von lebenswichtigen Substanzen (Eiweisse) zuständig sind,

oder durch Veränderung ihrer Struktur (z.B. Mutationen) können sich gesundheitsschädigende Auswirkungen bei den Lebewesen und deren Nachkommenschaft bemerkbar machen (sog. genetisch bedingte Krankheiten). Solche Schäden werden aber auch und in viel grösserem Mass, durch viele chemische Substanzen in unserer Umwelt und durch weitere Ursachen ausgelöst. Von den meisten Schäden an Zellen sind die auslösenden Ursachen nicht bekannt; sie werden deshalb als "spontan" bezeichnet. Ein sehr grosser Teil der Veränderungen an den Genen wird durch ein in den Zellen vorhandenes "Reparatursystem" (Enzyme) behoben. Meist sind genetische Missbildungen nicht lebens- oder überlebensfähig, was zu einer natürlichen Selektion führt.

1.2. Die Ueberwachung der Strahlenexposition

(Tab. 1.2; Fig. 1.1)

In der Schweiz sind für den Schutz von Personen in Anlagen und Betrieben, die radioaktive Stoffe erzeugen, verarbeiten oder handhaben, das Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG), die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) und die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) als Kontrollinstanzen zuständig. Das BAG kontrolliert medizinische Betriebe, Institute für Forschung und Lehre an Hochschulen und übrige Ausbildungsstätten. Die SUVA kontrolliert Industrie- und Gewerbebetriebe, Leuchtfarbensetzereien, Handelsbetriebe, Forschungs-, Produktions- und Verwaltungsbetriebe des Bundes, der Kantone und der Gemeinden, Betriebe des öffentlichen und privaten Verkehrs, Apotheken und medizinisch-analytische Labors. Die HSK kontrolliert die Kernkraftwerke und weitere Kernanlagen.

Die zuständigen Kontrollinstanzen können für jeden einzelnen Betrieb, der radioaktive Stoffe erzeugt oder verarbeitet, Abgabegrenzwerte festlegen. Die Abgabevorschriften für die Kernkraftwerke beruhen auf einer zwischen der HSK, der Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) und der KUER vereinbarten Richtlinie R-11. Gemäss dieser Richtlinie darf keine Person der Umgebungsbevölkerung durch die Abgaben eines KKW mehr als 0,2 mSv pro Kalenderjahr erhalten.

Die KUER überwacht die Radioaktivität der Umwelt, insbesondere auch die Umgebung der oben erwähnten Betriebe und Anlagen. Sie misst ebenso den radioaktiven Ausfall von Kernwaffenversuchen und die Immissionen der Kernindustrie. Sie beteiligt sich an Radon-Messungen; die Konzentration dieses Edelgases ist in Häusern oft zivilisationsbedingt erhöht. Aus den Messwerten leitet die KUER die Strahlendosen der Bevölkerung her und bewertet diese aus der Sicht des Strahlenschutzes.

Der Probenahme- und Messplan der KUER ermöglicht die Ueberwachung der gesamten Biosphäre anhand von Messungen der Ortsdosen, von Stichproben und Reihenmessungen (Luft, Niederschläge, Oberflächen-, Grund- und Abwasser, Erdboden, Gras, Lebensmittel, Mensch und Tier). Die wichtigsten Ueberwachungsmessungen sind in Tab. 1.2 und Fig. 1.1 zusammengefasst. Dies ergibt ein umfassendes Bild der zivilisationsbedingten und natürlichen Umweltradioaktivität und ermöglicht eine Abschätzung der Strahlenexposition der Bevölkerung.

Solange dauernde Dosiserhöhungen durch künstliche Radioaktivität bei einem kleinen Bruchteil der natürlichen Dosen bleiben oder sogar klein sind gegenüber den örtlichen und zeitlichen Variationen der natürlichen Dosis, sind sie vom gesundheitlichen Standpunkt aus tolerierbar.

Es sind besondere Anstrengungen notwendig, um die Strahlendosen durch Radon im Hausinnern gesamtschweizerisch zu ermitteln und ev. gezielte Sanierungsmassnahmen bei stark erhöhten Dosen einzuleiten.

1.3. Die Begrenzung der Strahlenexposition

Die Begrenzung und Bewertung der Strahlendosen von Bevölkerung und beruflich strahlenexponierten Personen basiert auf den Empfehlungen der "International Commission on Radiological Protection" (ICRP). Diese dienen in den meisten Ländern auch als Basis für die entsprechende Strahlenschutzgesetzgebung. Die Schweizerische Strahlenschutzverordnung (SSVO) legt folgende höchstzulässige Dosen für "Ganzkörperbestrahlung" fest:

Beruflich strahlenexponierte Personen	50 mSv
Einzelpersonen der Bevölkerung	5 mSv

In ihrem Konzept von 1977 empfiehlt die ICRP für beruflich strahlenexponierte Personen die Begrenzung der jährlichen "effektiven Aequivalentdosis", d.h. der gewichteten Summe der Aequivalentdosen der einzelnen Organe, auf 50 mSv. Zusätzlich empfiehlt die ICRP, dass kein einzelnes Organ eine Dosis von mehr als 500 mSv erhalten soll (früher war die Dosis im kritischen Organ limitiert). Für Einzelpersonen der Bevölkerung schlägt die Kommission als Limite 1/10 der Werte für beruflich strahlenexponierte Personen vor, was in der SSVO bereits in Anwendung ist (5 mSv). In neueren Publikationen (1985, 1987) präzisiert die ICRP ihre Empfehlungen für Personen der Bevölkerung: Der grundlegende Grenzwert für die Strahlenexposition aus künstlichen Quellen (mit Ausnahme medizinischer Anwendungen und des Radons) beträgt 1 mSv. Während einiger Jahre darf auch ein höherer Grenzwert bis 5 mSv zugelassen werden, falls die mittlere jährliche effektive Aequivalentdosis, gemittelt über das ganze Leben, 1 mSv nicht übersteigt. Dieser grundsätzliche Wert von 1 mSv entspricht weitgehend der Limite von 0,5 mSv über das Abwasser plus 0,5 mSv über die Abluft gemäss Art 107 der SSVO. Ein neues Strahlenschutzgesetz wurde nun vom Bundesrat verabschiedet und den Eidg. Räten unterbreitet.

Allen Dosisgrenzwerten ist jedoch gemäss ICRP Empfehlung das ALARA-Prinzip "as low as reasonably achievable" übergeordnet. Es sagt aus, dass die Strahlendosen so klein wie vernünftigerweise möglich gehalten werden sollen.

Weil ausdrückliche Regelungen für "Unfall-Dosen" der Gesamtbevölkerung z.B. durch Ereignisse wie Tschernobyl oder Unfälle mit Kernwaffen im Frieden, in der auch in anderen Bereichen revisionsbedürftigen SSVO fehlen, wurde in der Schweiz ein "Dosis-Massnahmen-Konzept" erarbeitet und 1982 veröffenlicht. (Alarmausschuss Radioaktivität: "Schutz der Bevölkerung bei einer Ge-

fährdung durch Radioaktivität", 30. Dez. 1982, von O. Huber, P. Honegger, S. Prêtre). Sein Schutzziel und die Berechnungsart von Strahlendosen basieren auf den Empfehlungen Nr. 26 und 30 der anerkannten "International Commission on Radiological Protection" (ICRP) aus den Jahren 1977 und 1978 bis 1982.

Darnach werden dem Bundesrat nach einem Unfall keine Schutzmassnahmen für die Bevölkerung beantragt, solange die effektiven Aequivalent-Dosen infolge Einnahme verstrahlter Lebensmittel <5 mSv bleiben (einzelne Organ- oder Gewebe-Dosen: <50 mSv).

Diese Richtwerte entsprechen den neueren ICRP-Empfehlungen aus dem Jahr 1984 (Publikation Nr. 40). Das Dosis-Massnahmen-Konzept hat den Schutz der Bevölkerung hinreichend gewährleistet, besonders weil man das ALARA-Prinzip mit einbezogen hat.

1.4. Messgrössen und verwendete Einheiten

In diesem Bericht werden erstmals die SI-Einheiten für Aktivität und Dosen verwendet (Tab. 1.1).

Die Einheit für die Aktivität ist das Becquerel (1 Bq ≙ 1 Zerfall/s). Die entsprechende "alte" Einheit ist das Curie (Ci; 1 Ci ≙ $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Zerfälle/s; 1 nCi ≙ 37 Bq; 1 Bq ≙ 27 pCi)

Wenn nötig wird den Einheiten ein Präfix vorangestellt:
(m ≙ 10^{-3}; μ ≙ 10^{-6}; n ≙ 10^{-9}; p ≙ 10^{-12}; f ≙ 10^{-15};

k ≙ 10^{3}; M ≙ 10^{6}; G ≙ 10^{9}; T ≙ 10^{12}; P ≙ 10^{15})

Die SI-Einheiten für die Strahlendosen sind das Gray (Gy; 1 Gy = 100 rad) bzw. das Sievert (Sv; 1 Sv = 100 rem). Das Gy (absorbierte Dosis) ist ein Mass für die durch die Strahlung an die Materie übertragene Energie (1 Gy = 1 J/kg = 100 rad; 1 rad = 100 erg/g). Durch Multiplikation der absorbierten Dosis z.B. in einem Organ mit einem Qualitätsfaktor Q erhält man die Aequivalentdosis in Sv in diesem Organ (Q berücksichtigt die Ionisationsdichte der Strahlung; für γ, β, Röntgen: Q = 1; für α und Neutronen: Q = 20). Diese ist ein Mass für die biologische Wirkung der Strahlung. Unabhängig von der Art der Strahlung bewirkt die gleiche Anzahl Sv die gleichen biologischen Auswirkungen. Summiert man die Aequivalentdosen der Organe, wobei diese je nach ihrer Strahlenempfindlichkeit mit einem Wichtungsfaktor bewertet werden, erhält man die effektive Aequivalentdosis. Dieser neue Begriff ersetzt in gewissem Sinne den in der SSVO verwendeten Ausdruck "Ganzkörperdosis". Ortsdosen werden zwar in Coulomb/kg (früher Röntgen) bzw. in Gy (früher rad) gemessen, werden aber hier als Aequivalentdosis in Sv (früher rem) angegeben, d.h. als Dosis einer Person, die sich dauernd am Ort der Messung aufhalten würde.

Bei den Fehlerangaben sowie bei Mittelwerten in diesem Bericht handelt es sich, wo nicht anders vermerkt, um die einfache Standardabweichung.