Zeitschrift: Zivilschutz = Protection civile = Protezione civile
Herausgeber: Schweizerischer Zivilschutzverband
Band: 16 (1969)
Heft: 10

Artikel: Radioaktive Spaltprodukte und ihre Bedeutung für die Ernährung
Autor: Berner, René
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-365621

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: 12.07.2025

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

Radioaktive Spaltprodukte und ihre Bedeutung für die Ernährung

Von Ing. chem. René Berner

Am 19./20. September 1969 fand in La Chaux-de-Fonds unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Dr. Rudolf Müller, Kantonschemiker von Basel-Stadt, die 81. Jahresversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie statt. Die Arbeitstagung, die eine Reihe gehaltvoller und aktueller Referate hervorragender Fachleute präsentierte, stand im Zeichen der Bedeutung der Lebensmittelkontrolle im Dienste der Volksgesundheit. Für den Zivilschutz von Interesse war vor allem der Vortrag eines Mitarbeiters des Eidgenössischen Instituts für Reaktorforschung in Würenlingen, das den Einfluss radioaktiver Spaltprodukte auf die Ernährung behandelte. Wir bringen dieses Referat in der Folge zum Abdruck, das sich auch sehr gut in unsere Nummer zur IGEHO 69 einfügt.

Redaktion «Zivilschutz»

1. Einleitung

Die Arbeiten vieler Institute und Fachleute in der ganzen Welt befassten sich in den vergangenen 20 Jahren mit den Gefahren, wie sie sich durch den Ausfall radioaktiver Stoffe ergeben können. Als Untersuchungsmaterial diente dazu weitgehend der weltweite radioaktive Fallout, aus den hunderten von Kernwaffenversuchen stammend. In den letzten Jahren zeigte sich, dass es nicht ausreicht, seine Untersuchungen nur auf dieses Material auszurichten. Anlässlich einer Tagung des Fachverbandes für Strahlenschutz in Interlaken wurden 1968 die Fragen des Strahlenschutzes der Bevölkerung in einer Nuklearkatastrophe von Fachleuten aus der ganzen Welt diskutiert. Es ergab sich dabei, dass verschiedene Vorstellungen früherer Jahre auf falschen Voraussetzungen beruhten. Vor allem ging aus den Vorträgen ganz eindeutig hervor, dass die Verunreinigung der Ernährung bis dahin zu Unrecht als eines der Hauptprobleme angesehen worden war,

Die maximal zulässigen Konzentrationen an Radionukliden wurden bis dahin aus dem Handbook 69 der ICRP [1] entnommen. Es handelt sich bei den dortigen Annahmen um Gefahren, die sich aus dem Dauerkonsum von radioaktiv verunreinigtem Trinkwasser und dem Einatmen solcher Luft ergeben. Aus den vorliegenden Werten ist aber nicht ohne weiteres abzuleiten, wie die Gefährdung bei einmaliger Kontamination ist. Auch sind als Bevölkerungsklassen nur Normalbevölkerung und beruflich Strahlenexponierte genannt. Wie sich aber die Lage bei besonders gefährdeten Bevölkerungsgruppen (z. B. Kinder) ergibt, wird darin nicht näher ausgeführt. Im NCRP-Report 29 [2] sind diese Fragen zwar behandelt, es wurde aber gerade in Interlaken davon gesprochen, dass eine Neufassung dieses Berichts mit Anpassung an die veränderten Erkenntnisse erwünscht wäre.

2. Quellen der Radioaktivität

Natürliche Quellen

Die natürliche Belastung des Menschen durch radioaktive Strahlung hat verschiedenen Ursprung:

Tabelle 1: Natürliche Strahlenbelastung

Herkunft	Dosis
Kosmische Strahlung	50 mrem/Jahr
Untergrundstrahlung	50 mrem/Jahr
Kalium im Körper (K-40)	20 mrem/Jahr
Uran, C-14 usw.	5 mrem/Jahr [3]

Es handelt sich bei diesen Zahlen um Mittelwerte. Einzig der Kaliumgehalt ist mit 140 g pro Normalmensch [4] recht konstant und damit auch die Strahlendosis aus dem natürlichen radioaktiven Isotop Kalium-40. Dagegen ist der Beitrag der kosmischen Strahlung in erhöhten Gebieten grösser. In 2000 m über Meer beträgt er bereits das Dreifache des Betrages auf Meereshöhe. Ebenso ist die Untergrundstrahlung stark von den Gesteinsformationen abhängig. So beträgt sie in Gebieten mit Granitgestein bis 200 mrem, mit uran- oder thoriumhaltigem Fels oder Sand bis zu 10 rem im Jahr. Dass in beiden genannten Fällen keine Verschlechterung der Lebensbedingungen feststellbar ist, lässt darauf schliessen, dass Bestrahlungen in diesem Ausmass für den menschlichen Organismus erträglich sind.

Künstliche Quellen

Röntgenapparate, radioaktive Substanzen in der Industrie usw. werden schon seit längerer Zeit verwendet. Die dabei auftretenden Gefahren betreffen nur ausgewählte Personen und sind nicht Gegenstand dieser Arbeit. Erhöhte Strahlengefahr besteht für das Personal an Reaktorstationen und Kernkraftwerken. Ausserordentlich strenge Sicherheitsmassnahmen sorgen dafür, dass solche Anlagen zu den sichersten Industriebetrieben überhaupt gezählt werden dürfen. Einzig im Falle äusserer Einflüsse, wie Kriegsereignisse, Flugzeugabsturz usw., müsste mit einem Entweichen radioaktiver Stoffe gerechnet werden. Von einem solchen Ereignis würde jedoch nur das direkt anliegende Gebiet betroffen. Zu treffende Massnahmen hätten somit nur sehr lokalen Charakter.

Durch kriegerischen Einsatz von Kernwaffen können radioaktive Spaltprodukte über Hunderte von Quadratkilometern verteilt werden. Das bedeutet, dass unser Land betroffen werden könnte, ohne selbst in einen Krieg verstrickt zu sein. In einer solchen Situation könnte insofern eine Vereinfachung bestehen, als infolge Fehlens schwerer mechanischer Schäden die Versorgung mit Wasser, Elektrizität und mit Lebensmitteln aus Lagerbeständen gewährleistet wäre. Die bei einer Kernwaffenexplosion entstehenden radioaktiven Stoffe werden in drei Formen auftreten:

a) In unmittelbarer Umgebung des Explosionsnullpunkts wird das Erd- und Baumaterial glasig-verschmolzen vorliegen. Es bleibt als unlösliche Strahlenquelle im Gebiet der grössten mechanischen Zerstörung liegen. Durch die davon ausgehende Strahlung wird ein Aufenthalt in diesem Gebiet für Mensch und Tier für längere Zeit unmöglich sein. Auch wird das Pflanzenwachstum stark gestört.

b) Der radioaktive Staub, der innerhalb der ersten 24 Stunden nach Eintreten einer Kernexplosion abgelagert wird, heisst *lokaler Fallout*. Es handelt sich dabei um wiederkondensierte Bestandteile der Waffe und bei der Atomumwandlung entstandene Spaltprodukte, vermischt mit dem ausgeworfenen Bodenmaterial. Dieser Ausfall ist als Staub im gan-

zen betroffenen Gebiet sichtbar verstreut [5]. Er ist nur teilweise wasserlöslich und von ihm geht die grösste Gefahr für die Bevölkerung aus.

c) Radioaktive Stoffe, die durch die Wucht der Explosion in die Troposphäre und Stratosphäre gelangen [6], können dort über Jahre verbleiben. Sie bilden Teilchen mit einigen μ Durchmesser und fallen als *weltweiter Fallout* auf die Erde zurück. Durch die grosse Verweildauer der Substanzen in den höheren Luftschichten erfolgt ein Abklingen der kürzerlebigen Radionuklide, und es werden dann vor allem noch Strontium-90 und Caesium-137 übrigbleiben. Gerade die Bedeutung dieses Anteils der Gefährdung wurde bis vor wenigen Jahren allgemein überbewertet. Nach R. Scott Russel [7] erreichte die totale Dosis aus diesen zwei Isotopen in den zwanzig Jahren der Kernwaffenversuche (1946 bis 1966) nur das 1,2fache der natürlichen, jährlichen Strahlenbelastung.

3. Gefahren aus den Spaltprodukten

Von den rund 200 bei einer Kernexplosion entstehenden Radioisotopen sind nur solche von Bedeutung, deren Halbwertszeiten grösser sind als einige Stunden. Die Entfernung vom Explosionszentrum, die herrschenden Windverhältnisse, die Wetterlage usw. werden darüber entscheiden, was in welchem Gebiet abgelagert wird. Mit zunehmender Entfernung wird die Teilchengrösse abnehmen, die Löslichkeit wahrscheinlich zu. Von den ausgestreuten Produkten sind auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung nur wenige für die Ernährung wichtig:

Tabelle 2: Für die Ernährung wichtige künstliche Radionuklide

Isotop	Halbwertszeit
Iod-131	8,04 Tage
Strontium-89	50,5 Tage
Strontium-90	28 Jahre
Caesium-137	30 Jahre

Die beiden Nuklide I-131 und Sr-89 sind dabei für die Gefahren des lokalen Fallout verantwortlich, die andern zwei Isotope werden dagegen höchstens im weltweiten Ausfall Bedeutung erlangen.

Eine Einstufung der verschiedenen Gefährdungen aus Fallout ergibt folgendes Bild:

1. Externe Bestrahlung
2. Lebensmittel
   — Milch
   — Gemüse, Früchte
   — Fleisch
3. Trinkwasser und Atemluft [8, 10]

Greene [5] sagt dazu, dass im Vergleich zur externen Bestrahlung die Gefahr durch Lebensmittel und Trinkwasser klein ist. Sie sei nur in Sonderfällen zu beachten.

3.1 Milch

Von diesem Nahrungsmittel geht bald nach der Freisetzung radioaktiver Stoffe die Hauptgefahr aus. Dabei wird in den ersten Wochen nach Beginn des lokalen Ausfalls Iod-131 als einziges Radionuklid von Bedeutung sein [3, 7]. Daneben ist die Gefahr durch Strontium-89 klein. Das Jod gelangt, als Staub auf dem Gras abgelagert, durch das Futter in die Milch. Die Passage durch den Organismus der Kuh dauert lange genug, dass das erste Gemelk ohne Bedenken zum Konsum freigegeben werden kann. Nachher muss die Versorgung aus Lagerbeständen (pasteurisierte, uperisierte, Kondens- oder Trockenmilch) erfolgen. Weil Kleinkinder hauptsächlich mit Milch ernährt werden, ihre Schilddrüse relativ gross ist und sich Iod in diesem Organ vermehrt ansammelt, besteht die grösste Gefahr für diesen Bevölkerungsteil. Die Gefährdung durch Strontium wird weitgehend durch die Menge des gleichzeitig angebotenen Calcium bestimmt. Durch den grossen Gehalt der Milch an diesem Element werden die Gefahren relativ klein. Durch Verarbeitung kann die durch Spaltprodukte verunreinigte Milch der Ernährung erhalten bleiben. Eine Dekontamination der Milch durch Ionenaustausch ist zwar technisch möglich, aber kaum für längere Zeit durchführbar. Dagegen erfolgt durch die normalen Verarbeitungsverfahren eine gute Reduktion der gefährlichen Stoffe [9]:

Tabelle 3. Dekontamination der Milch, Verteilung nach Verarbeitung

	Vollmilch	Jod-131	Sr-90	Cs-137
Vollmilch	100 %	100 %	100 %	100 %
Rahm	18,4 %	16,1 %	7,5 %	15,5 %
Butter	4,6 %	3,5 %	1,2 %	2,2 %
Lab-Kasein	3,1 %	2,0 %	84,7 %	1,8 %
Säure-Kasein	2,7 %	3,9 %	6,3 %	1,6 %

Erfolgt die Verstrahlung im Winter oder Frühling, also zur Zeit der Fütterung mit Lagerfutter, fällt die Verunreinigung der Milch praktisch dahin. Immerhin muss darauf hingewiesen werden, dass das Vieh im Stall starker externer Bestrahlung ausgesetzt sein kann und dadurch die Milchproduktion beeinträchtigt wird.

3.2 Gemüse, Früchte

Das Eindringen radioaktiver Spaltprodukte in den Boden erfolgt nur sehr langsam. Die Aufnahme durch die Wurzel ist klein und ebenso steht fest, dass durch die Blätter kaum bedeutende Mengen fester Stoffe in die Pflanzen gelangen können. Die einzige Gefahr entsteht durch die Ablagerung strahlender Substanzen auf oberirdischen Pflanzenteilen. Der grösste Teil der Verunreinigung wird jedoch durch Waschen und Zubereiten entfernt [8].

3.3 Fleisch, Eier

Das relativ langsame Wachstum der Schlachttiere bedingt, dass wenig radioaktive Isotopen in das Fleisch übergehen. Nur Cs-137 wird wie Kalium im ganzen Körper verteilt sein, angesichts des beschränkten Fleischkonsums aber zu keinen Restriktionen Anlass geben. Fischfleisch aus stark verstrahltem Wasser und Eier können dagegen selbst kurzlebige Nuklide in grösserem Masse enthalten [10].

3.4 Trinkwasser

Die Bewegung von Alkalien und Erdalkalien im Boden erfolgt sehr langsam. Anionen verschiedener Art dringen rascher in die Erde ein, es vergeht aber immer noch so viel Zeit, dass die Radioaktivität vor Erreichen des Wasserträgers weitgehend abgeklungen sein wird [3]. In unverletzten Grund- und Quellwasserversorgungen ist nicht mit einer Verunreinigung des Wassers zu rechnen. Bei Verwendung von Seewasser erfolgt eine sehr grosse Verdünnung. Zudem sinken unlösliche Bestandteile bis auf den Seegrund, und es erfolgt vor der Abgabe ins Versorgungsnetz eine Filtration durch Sandfilter. Es ist daher auch Seewasser ohne Einschränkung konsumfähig. Einzig in Gebieten mit Zisternenwasser muss die Zufuhr sauberen Wassers, eventuell die Evakuation von Mensch und Vieh, vorbereitet sein [11].

Es ist nicht leicht, für einzelne Nuklide verbindliche Toleranzwerte festzulegen, da besonders beim Einsatz mehrerer Kernwaffen die jeweilige Zusammensetzung der Isotopengemische unbekannt ist. Ebenso sind durch unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten starke Unterschiede der Gefährdung möglich. Vom englischen Medical Research Council 1960 und 1964 festgelegte Toleranzwerte für den Katastrophenfall und für Dauerkonsum lauten:

Tabelle 4. Toleranzwert der täglichen Aufnahme von Radionukliden

	Nuklid	Lebensalter	Aktivität
Katastrophenfall	I-131	bis 6 Monate	0,06 μCi/d
		bis 3 Jahre	0,11 μCi/d
		bis 10 Jahre	0,30 μCi/d
		über 20 Jahre	1,3 μCi/d
	Sr-89	alle Alter	0,2 μCi/g Ca
	Sr-90	alle Alter	0,002 μCi/g Ca
	Cs-137	bis 6 Monate	0,06 μCi/d
		über 6 Monate	0,15 μCi/d
		über 20 Jahre	1,15 μCi/d
Für Dauerkonsum	I-131	unter 1 Jahr	200 pCi/l Milch
(1 Jahr)	Sr-90	alle Alter	270 pCi/g Ca (3, 6, 12)

Diese Werte sollen nur als Grössenordnung und als Aussage über die Gefährdung einzelner Bevölkerungsgruppen gelten. Bis zum Vorliegen von Messresultaten und deren Beurteilung durch Fachleute sollten nur Lebensmittel aus Lagerbeständen zur Ernährung verwendet werden. Da im Winterhalbjahr keine anderen Ernährungsquellen zur Verfügung stehen, kann diese Jahreszeit weitgehend als sicher gelten.

Zusammenfassung

Die Hauptgefahr beim Ausfall radioaktiver Stoffe ergibt sich aus der externen Bestrahlung. Für die Ernährung werden nur Milch und Zisternenwasser zu Gefährdungen Anlass geben. Einziges Nuklid, das im Katastrophenfall von Bedeutung sein wird, ist Iod-131. Mögliche Schäden durch Strontium-90 und Caesium-137 wurden bisher stark überschätzt. Akute Schäden ergeben sich daraus kaum, genetische Veränderungen sind bis heute wenig erforscht.

Literatur

[1] «Maximum Permissible Body Burdens and Maximum Permissible Concentrations of Radionuclides in Air and Water for Occupational Exposure». Handbook 69, 1959

[2] «Exposure to Radiation in an Emergency». NCRP-Report 29, 1962

[3] R. S. Russel: «Radioactivity and Human Diet», 1966

[4] «Wissenschaftliche Tabellen Geigy», 7. Auflage, 1968

[5] J. C. Greene: «Fallout Radiation Exposure Control», Research Memorandum 14, Office of Civil Defense, 1965

[6] Fowler: «Radioactive Fallout, Soils, Plants, Foods, Man», 1965

[7] R. S. Russel: «Strahlenschutz der Bevölkerung bei einer Nuklearkatastrophe», Interlaken, 1968

[8] Berger, Jägerhuber: diese Mitt. *55*, 1964

[9] Lagoni: «Schriftenreihe des Bundesministers für wissenschaftliche Forschung», Nr. 26, 1965

[10] Leistner: «Untersuchung über die radioaktive Kontamination der Lebensmittel», EUR 2287, 1965

[11] Müller, Bäumler: diese Mitt. *51*, 1960

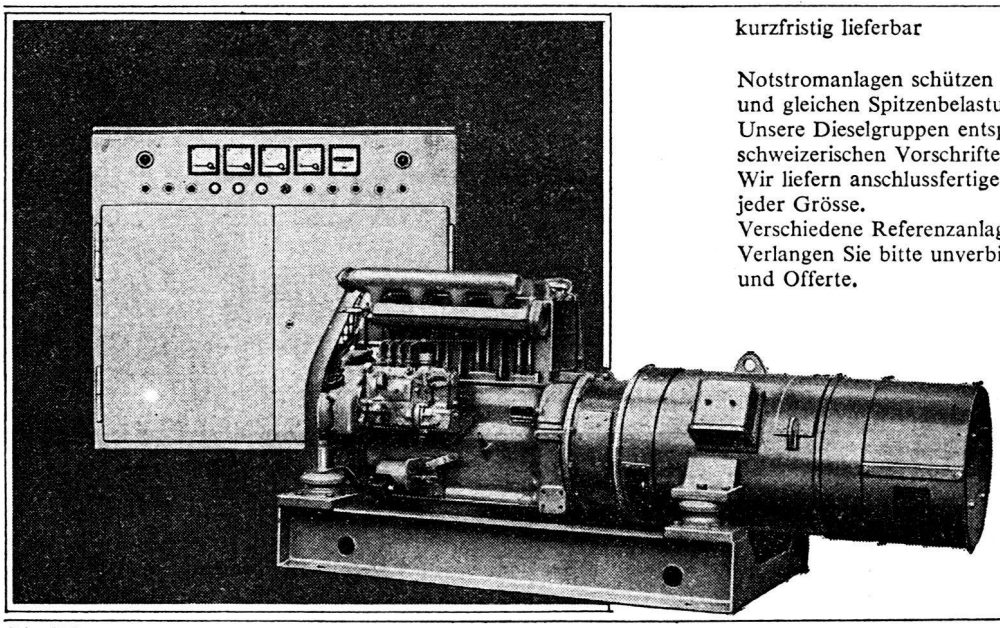
[12] Medical Research Council, London, 1964

SIEMENS

Notstromanlagen

kurzfristig lieferbar

Notstromanlagen schützen vor Stromausfall und gleichen Spitzenbelastungen aus.
Unsere Dieselgruppen entsprechen den schweizerischen Vorschriften für Zivilschutz.
Wir liefern anschlussfertige Ausführungen jeder Grösse.
Verschiedene Referenzanlagen stehen zur Verfügung.
Verlangen Sie bitte unverbindliche Beratung und Offerte.



Diesel-Notstromaggregat 25 kVA, 50 Hz, 380 V mit Schaltschrank für Automatik

SIEMENS
Elektrizitätserzeugnisse AG.
8021 Zürich, Telefon 051/25 36 00
1020 Renens-Lausanne, Téléphone 021/34 96 31