

6. Bericht der Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität, zuhanden des Bundesrates für das Jahr 1962

Objektyp: **Group**

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

Band (Jahr): **6 (1962)**

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

6. Bericht der Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität, zuhanden des Bundesrates für das Jahr 1962*

Von Prof. Dr. P. Huber, Basel, Präsident der Kommission

Im Berichtsjahr wurden sowohl russische als auch amerikanische Atombombenversuche weitergeführt. Bei den russischen Versuchen explodierten zum Teil wieder grosskalibrige Atombomben. Die Versuche der Amerikaner galten Explosionen in grosser Höhe. Infolge dieser Situation blieb die radioaktive Kontamination der Luft, die ein charakteristisches Kennzeichen der Gesamtlage der radioaktiven Verseuchung darstellt, auf ziemlich konstanter Höhe.

Die Kommission hat in vier Sitzungen ihr Programm diskutiert und die vorzukehrenden Arbeiten festgelegt. Eine Subkommission beschäftigte sich in vier Sitzungen mit Organisations- und Messproblemen im Falle erhöhter Radioaktivität (s. Bericht 1961, S. 2), nachdem das Departement des Innern den vorgelegten Organisationsvorschlag der Kommission für die Instruktion der Bevölkerung bei erhöhter Radioaktivität genehmigt hatte.

I. Änderungen am Messnetz¹

Neben der Luftwarnanlage Stein-Säckingen konnte im Juli die zweite Anlage in Morges (VD) in Betrieb genommen werden. Drei weitere werden noch folgen.

Die Zisterne der PTT-Höhenstation Säntis wurde in das Beobachtungsnetz der Zisternen aufgenommen.

Eine weitere Probeentnahmestelle für Heu und Emd wurde an der landwirtschaftlichen Schule Arenenberg (TG) eingerichtet.

*) Texte français voir pages 72-84

¹ Vergleiche 3., 4. und 5. Bericht

In das Überwachungsnetz unserer Kommission wurde das Abwasser des Eidg. Instituts für Reaktorforschung Würenlingen einbezogen. Die Beta-Aktivität des Wassers wird viermal jährlich untersucht. Vom Institut selber erfolgt eine kontinuierliche Registrierung der Beta-Aktivität.

II. Neu aufgenommene Arbeiten

Eine zuverlässige Abschätzung der Gefährdung des Menschen durch radioaktive Strahlung verlangt eine detaillierte Kenntnis der Art der radioaktiven Kontamination. Der Ausbau unseres Messprogrammes zur Erfassung der gefährlichsten radioaktiven Nuklide wie Strontium-90, Caesium-137 und Iod-131 ist daher unerlässlich. Die bisherigen Messungen erstreckten sich beinahe ausschliesslich auf Strontium-90 in der Milch.

1. Bestimmung von Caesium-137 und Iod-131

Die Milch ist eines der wichtigsten Nahrungsmittel. Eine genaue Kontrolle ihrer radioaktiven Verseuchung ist unerlässlich. Es wurde am physikalischen Institut der Universität Fribourg eine geeignete Messanordnung geschaffen¹ zur quantitativen Bestimmung von Caesium-137 und Iod-131. Dazu werden Trockenmilchproben verwendet, die man durch Wasserentzug aus der Milch bei einer Temperatur unter 50° C herstellt. Bei einer solchen Gewinnung der Proben entsteht kein merklicher Verlust von Caesium und Iod. Das Milchpulver wird zu Zylindern der Dichte 1,07 g/cm³ gepresst, die es erlauben, den als Zähler verwendeten Szintillationskristall (Tl-aktiviertes NaI, 7,6 cm Durchmesser und 7,6 cm Höhe) allseitig zu umgeben (Fig. 1). Es ist möglich, Substanzmengen bis zu 1 kg für die Messung zu gebrauchen. Gemessen wird das Gamma-Spektrum der Probe mit Hilfe eines Vielkanal-Analysators.

Bei einer Verseuchung der Luft durch frische Spaltprodukte, sei es als Folge eines Reaktorunfalles oder einer Bombenexplosion, bildet speziell für kleine Kinder die Milchkontamination durch Iod-131 eine der Hauptgefahren. Die hier beschriebene Methode gestattet es, in ca. ½ Stunde die Toleranzkonzentration von Iod-131 in der Milch für kleine Kinder (130 Picocurie/Liter) nachzuweisen.

Auch Frischmilchproben lassen sich nach derselben Methode auf Iod-131 untersuchen. Die Nachweisgrenze für eine halbstündige Messdauer liegt mit einer Probe von 1 Liter bei ca. 800 Picocurie/Liter.

2. Bestimmung von Caesium-137 und Iod-131 in Gras und Heu

Bei einer Luftverseuchung erscheinen radioaktive Nuklide wie Strontium, Caesium und Iod spätestens 2 Tage nach der Aufnahme des verseuchten Futters durch die Kuh in der Milch. Untersuchungen zeigten, dass der Caesium-137-Gehalt in einem Liter Milch demjenigen von ca. 200 g Heu (bzw. 500 g Gras) entspricht, das die Kuh aufnimmt. Für Iod-131 sind die entsprechenden Werte

¹ Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik, 13, 510, 1962.

150 g Heu (bzw. 400 g Gras). Demnach ist eine quantitative Bestimmung der zu erwartenden Caesium-137- und Iod-131-Kontamination der Milch bereits im voraus durch eine Bestimmung der Verseuchung des Futters möglich. Dies bietet bei einer Unfallsituation die Möglichkeit einer besseren Planung der zu treffenden Massnahmen.

Die Aktivitäten von Heu- und Grasproben lassen sich bezüglich Caesium-137 und Iod-131 nach derselben Methode, wie sie in Abschnitt 1 angegeben wurde, bestimmen. Dazu werden Heu und Gras in Probekörper von ca. 1 kg gepresst und zur Messung um den Szintillationskristall gelegt. Die Caesium-137-Gammlinie kann jedoch erst gemessen werden, wenn die Nuklide Zirkon-Niobium-95 genügend abgeklungen sind.

3. Heisse Teilchen

Die Verteilung der Aktivität in Luftfiltern, die für die Bestimmung der Luftkontamination benützt werden, ist sehr inhomogen. Figur 2 zeigt eine Autoradiographie eines Filters, das Filterrückstände aus der Stratosphäre enthält (vgl. 3. Bericht der Kommission). Zu ihrer Herstellung wurde ein empfindlicher Röntgenfilm (Typon Progress) während einiger Tage mit dem Filter in engen Kontakt gebracht. Die Aufnahme zeigt eine grosse Zahl grösserer und kleinerer schwarzer Punkte, die als «heisse Teilchen» bezeichnet werden. Es sind Ansammlungen radioaktiver Nuklide in einem einzelnen mikroskopischen Korn. Die Entstehung der heissen Teilchen ist folgendermassen denkbar: Die Temperaturen, die sich bei einer Atombombenexplosion bilden, sind so gross, dass anfänglich ein plasmaartiger Zustand entsteht, der bei Vergrösserung und Abkühlung des Feuerballs in den gewöhnlichen gasförmigen Zustand übergeht. Bei weiterer Abkühlung findet eine Kondensation statt, die aber lediglich einen Teil der radioaktiven Wolke erfasst, wobei aus chemisch-physikalischen Gründen einzelne Nuklide bevorzugt kondensieren. Diese Kondensationsprodukte, als Zusammenlagerung verschiedener radioaktiver Nuklide, besitzen eine relativ hohe Aktivität, was zur Bezeichnung «heisse Teilchen» führte.

Die gasförmigen wie auch die kondensierten Bombenprodukte verteilen sich schliesslich in der Atmosphäre und können sich an Aerosole anlagern. Aerosole und Kondensationsteilchen grösser als 1μ Durchmesser werden in den von uns benutzten Filtern aufgefangen. Die aus dem gasförmigen Zustand an Aerosole angelagerten Spaltprodukte verteilen sich ziemlich gleichmässig über das Filter. Die Kondensationsteilchen dagegen bilden Stellen relativ hoher Aktivität.

Nachdem im Herbst 1961 die Aktivität der Atmosphäre als Folge der Megatonnenexplosionen der USSR stark zugenommen hat, war es angezeigt, Messungen von heissen Teilchen aufzunehmen. Zur Aktivitätsbestimmung einzelner heisser Teilchen wird der entwickelte Film, auf dem die heissen Teilchen direkt sichtbar sind, in derselben Stellung, wie sie für die Aufnahme benutzt wurde, auf das Filter gelegt. Die den schwarzen Punkten des Films entsprechenden Filterpartien werden ausgestanzt und gesamthaft oder als einzelne heisse Teilchen auf ihre Aktivität geprüft. Zur Berücksichtigung der gleichmässig ver-

teilten Aktivität, die neben den heissen Teilchen vorhanden ist, wird in ihrer Nachbarschaft eine Filterfläche gleicher Grösse ausgestanzt. Die Aktivität des heissen Teilchens ergibt sich als Differenz der Aktivitäten beider ausgestanzter Filterflächen gleicher Grösse. Zur Messung dient eine Antikoinzidenzapparatur, deren Nulleffekt 1,5 Stösse/Minute beträgt. Einzelne heisse Teilchen hoher Aktivität lassen sich mit dem Szintillationsspektrometer messen.

4. *Calciumbestimmung von Boden, Gras und Heu*

Calcium und Strontium verhalten sich chemisch und im Stoffwechsel ähnlich. Die Aufnahme radioaktiven Strontiums durch Pflanzen bzw. Tiere und Menschen hängt daher von der vorhandenen Menge Calcium ab, die im Boden bzw. in der Nahrung enthalten ist. Eine Calciumbestimmung ist daher für die Abschätzung der aufgenommenen Strontiummenge notwendig. Die Messungen wurden an der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz der ETH durchgeführt.

5. *Aktivitätsmessungen von Lebensmitteln und Getränken*

In den bisherigen Berichten der Kommission publizierten wir Messergebnisse, die am Eidg. Gesundheitsamt Bern gewonnen wurden. Es werden im Bericht nun auch Resultate eingeschlossen, die von der Vereinigung kantonaler Laboratorien stammen, die sich mit der Bestimmung radioaktiver Kontaminationen der Lebensmittel befasst (Arbeitsgemeinschaft zur Überwachung der Radioaktivität von Lebensmitteln. Präsidium: Prof. O. Högl). Damit ergibt der Bericht eine vollständige Übersicht der in unserem Lande gemessenen Aktivitätswerte. Dem Eidg. Gesundheitsamt und den betreffenden kantonalen Stellen danken wir für die Zurverfügungstellung der Ergebnisse.

III. Messergebnisse

1. *Luftüberwachung*

Die monatlichen Mittelwerte der spezifischen Gesamt- β -Aktivität der Luft, gemessen mit Landis-&-Gyr-Überwachungsapparaten an den fünf Orten Jungfrauoch, Locarno, Payerne, Weissfluhjoch (Davos) und Würenlingen sind in Tabelle 1 und Fig. 3 wiedergegeben. Die Tagesmittel der entsprechenden Aktivitätswerte für Payerne (Flachland), Jungfrauoch (Höhenlage) und Locarno (Südschweiz) sind in den Tabellen 2–4 dargestellt. Die unterstrichenen Werte sind die Tageshöchstwerte des betreffenden Monats. Fig. 4 zeigt den Verlauf der spezifischen Gesamt- β -Aktivität von Payerne seit dem Jahre 1956. Die im Vorjahr erreichten maximalen Aktivitätswerte wurden nicht mehr erreicht, aber es stellte sich nur ein ganz unwesentlicher Rückgang ein. Dies hängt damit zusammen, dass in der Stratosphäre ein ziemliches Depot von Spaltprodukten aus den russischen Atombombentests gestapelt war und im April die amerikanische Atombombenversuchsserie einsetzte. Den Anstieg der Aktivität gegen Jahresende verursachte im wesentlichen die von August bis Dezember dauernde weitere Testreihe in der USSR. Im Jahresmittel zeigte das Berichtsjahr die höchste bisher gemessene spezifische Gesamt- β -Aktivität der Luft.

Tabelle 5 enthält die spezifische Gesamt- β -Aktivität von Luftfiltern aus Fribourg. Da hier die Messung der Aktivität erst acht Tage nach Sammlung der Proben stattfindet, werden kleinere Werte gefunden als an den andern Luftüberwachungsstationen.

Die mit Flugzeugen auf Filtern gesammelten Aerosole aus hohen Luftlagen ergeben Aktivitätswerte, die in Tabelle 6 aufgeführt sind. Die spezifische Aktivität der Stratosphärenluft, die Ende 1961 Werte von beinahe 900 Picocurie/m³ Normalluft erreichte, sank im Februar auf 100 Picocurie/m³ Normalluft. Dieser Rückgang hängt einerseits mit dem Zerfall der Spaltprodukte, andererseits mit dem Absinken dieser Stoffe in die Troposphäre und damit auf den Erdboden zusammen. Dass ein ähnlicher Rückgang in der Troposphäre nicht beobachtet wird (vgl. z.B. Fig. 3 und 4), erklärt sich gerade daraus, dass noch Aktivität aus der Stratosphäre zufließt. Vom Februar bis Juli blieb die spezifische Gesamt- β -Aktivität der Stratosphärenluft innerhalb gewisser Schwankungen auf demselben Stand, was zeigt, dass von den amerikanischen Bomben kein grosser Aktivitätszuwachs erfolgte. Dies wird auch durch die Abwesenheit von Iod-131 in diesen Monaten bestätigt. Dagegen brachten die im August einsetzenden Versuche der Sowjetunion einen neuen Anstieg der Aktivität der Stratosphärenluft auf über 500 Picocurie/m³.

Im September erfolgten einige Sammelflüge in der oberen Troposphäre (Flughöhe 4400–8800 m). Dabei wurde eine wesentlich kleinere Aktivität als in der Stratosphäre festgestellt.

2. Heisse Teilchen

Erstmals konnten Messungen an heissen Teilchen durchgeführt werden. In Tabelle 7 ist die Aktivitätsverteilung der heissen Teilchen aufgeführt. In den ersten vier Monaten war ihre Zahl gering. Sie stieg mit dem Wiederbeginn der amerikanischen Bombentests (24. April 1962) stark an. Der Beitrag der heissen Teilchen zu der totalen Aktivität der Filter stieg von weniger als 1% am Anfang des Jahres auf ungefähr 25% im August und sank anschliessend (September–November) auf ca. 15%. Russische Bombentests verursachten in unseren Breiten merklich weniger heisse Teilchen als die amerikanischen. Die Gesamt- β -Aktivität der herausgestanzten heissen Teilchen (Fig. 5) und diejenige der Restfilter fallen verschiedenartig ab. Hieraus schliesst man, dass die Zusammensetzung der Filteraktivität und diejenige der heissen Teilchen ungleich ist. Zur Prüfung dieses Unterschieds erfolgten Aufnahmen der Gamma-Spektren der stärksten heissen Teilchen und der homogen verteilten Filteraktivität. Ein Beispiel zeigt Fig. 6. In Fig. 6a ist das Gamma-Spektrum des Stratosphärenfilters vom 31. Juli, aus dem die heissen Teilchen ausgestant sind, für zwei Messdaten wiedergegeben, Fig. 6b zeigt das entsprechende Spektrum für die heissen Teilchen. Die auffälligsten Unterschiede sind das Fehlen der Gamma-Linie (Energie 500 keV) von Ruthenium-103 und das stärkere Hervortreten der Zirkon-Niobium-95-Linie im Spektrum der heissen Teilchen. Das Spektrum 6a entspricht der Normalverteilung von Spaltprodukten. Von einem heissen Teilchen, dessen totale Beta-Aktivität 680 Picocurie betrug (vgl. Tabelle 7), wurde ein Alpha-Spektrum

bestimmt (Fig. 7). Die Gesamt- α -Aktivität für Energien grösser als 4 MeV betrug ca. 10 Picocurie. Es zeigen sich aber starke Unterschiede im Verhältnis der Beta- zur Alpha-Aktivität. Weitere Messungen werden darüber Aufschluss geben.

3. Niederschläge

Die in Tabelle 8 aufgeführten Monatsmittel der spezifischen Gesamt- β -Aktivität des Regenwassers der 10 Sammelstellen zeigen einen der Luftaktivität analogen Verlauf. Sie verringerten sich im Durchschnitt leicht vom Jahresanfang bis August, um anschliessend wieder etwas höhere Werte zu erreichen. Örtliche und zeitliche Schwankungen sind ziemlich gross, da die Regenaktivität ausser von der Luftaktivität von verschiedenen Einflüssen abhängt wie Dauer und Menge des Niederschlages, Länge der Trockenzeit vor dem Niederschlag und Tropfengrösse. Ausser der Regenaktivität sind in Tabelle 8 die Regenmenge und die dem Erdboden pro km² zugeführte Gesamt- β -Aktivität angegeben. Fig. 8 zeigt den Jahresverlauf der Niederschlagsmenge und der auf dem Boden abgesetzten Gesamt- β -Aktivität für die Messstelle Valsainte. Dem Erdboden wurden trotz des sehr niederschlagsarmen Herbstes grössere Aktivitäten zugeführt als je zuvor.

Die Ergebnisse der Aktivitätsmessungen in Locarno durch trockene Staubablagerungen sind in Tabelle 9a zusammengestellt. Es bestätigt sich weiterhin, dass die Staubablagerung wesentlich weniger Aktivität auf dem Erdboden deponiert als die Niederschläge. Für Locarno wurden in 197 Tagen nur 49,8 Millicurie pro km² trocken abgesetzt gegenüber dem Jahrestotal der Ablagerung durch Niederschläge von 591 Millicurie pro km².

Am 9. und 12. Juli 1962 beobachtete G. Wagner (Eidg. Gesundheitsamt) auf den Hochflächen des Sanetsch- und des Rawilpasses im Berner Oberland zahlreiche rost- bis karminrote Schneefelder, deren Färbung von einem feinen Staub herrührte. Es musste sich dabei um den afrikanischen Wüstenstaub handeln, der nach Zeitungsmeldungen bei dem gewaltigen Föhnsturm vom 17. April 1962 über einen grossen Teil der Schweizer Alpen niedergegangen war. Am 11. Juli wurde auf der Berner Seite des Rawilpasses auf einer Höhe von 2280 m am Rande eines grossen Schneefeldes in einer kleinen Mulde eine starke Anschwemmung des roten Staubes in Form eines Staub-Schnee-Schlammes gefunden und zur Aktivitätsbestimmung mitgenommen. Die geglühte Substanz (56% des Trockengewichts) zeigte eine spezifische Gesamt- β -Aktivität von

$$\begin{aligned} & 38\,500 \pm 540 \text{ pC/g am 18. 7. 1962} \\ & 33\,500 \pm 230 \text{ pC/g am 16. 8. 1962} \\ & 28\,100 \pm 250 \text{ pC/g am 25. 9. 1962.} \end{aligned}$$

Unter der Annahme, dass es sich um ein Spaltproduktgemisch handle, ergibt sich aus diesen Daten nach dem $t^{-1,2}$ -Gesetz das Entstehungsdatum der Spaltprodukte zwischen Ende Oktober 1961 und Anfang Januar 1962.

Die in Fribourg vorgenommene Analyse des Gamma-Spektrums bestätigt, dass es sich um ein Spaltproduktgemisch des angegebenen Alters handelt.

Am 10. und 11. August 1962 wurden weitere Erhebungen in derselben Gegend des Rawilpasses (Pt. 2280) vorgenommen. Die mit einer «Jordan-Rad-Gun» gemessenen Dosisleistungen unmittelbar am Boden lagen in den zur Zeit der Schneeschmelze vom Schmelzwasser durchflossenen, jetzt trockenen Mulden und Rinnen signifikant höher (80 bis 190 $\mu\text{rad/h}$) als ausserhalb derselben (40 bis 70 $\mu\text{rad/h}$). Proben von oberflächlich abgehobenem Humus von solchen Stellen wurden auf ihre spezifische Gesamt- β -Aktivität untersucht. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 9b. Es ist klar ersichtlich, dass die Muldenoberfläche ein starkes Depot aktiven Staubes enthält, während er auf der wenige Meter daneben liegenden Erhöhung kaum mehr ins Gewicht fällt.

4. Zisternenwasser und Zisternenschlamm

Die im letzten Bericht gemeldeten hohen Werte der spezifischen Gesamt- β -Aktivität des Zisternenwassers blieben auch für die Berichtsperiode bestehen. Die Messwerte für 1962 zeigt Tabelle 10. Fig. 9–11 geben für drei ausgewählte Zisternen die Aktivitätswerte an seit Beginn der Messungen. Die höchsten Werte, die zwischen 200 und 500 Picocurie/Liter liegen, wurden in den Februarproben gefunden. Da die maximal zulässige Konzentration für unbekannte Betastrahler und kleine Bevölkerungsgruppen von 100 Picocurie/Liter überschritten wurde¹, mussten die Proben auf Strontium-90 geprüft werden. Tabelle 11 enthält die Messresultate. Die Kolonne «Total Radio-Strontium» zeigt die spezifische Aktivität des Wassers für beide Strontium-Isotope 89 und 90 (vgl. Tabelle 13), die letzte Kolonne den Anteil des gefährlichen Isotops Strontium-90. Der Hauptteil der Strontium-Aktivität entfällt auf das kurzlebige Strontium-89 (Halbwertszeit 51 Tage).

Spezifische Gesamt- β -Aktivitäten von Zisternenschlamm zeigt Tabelle 12. Gammaspektroskopische Bestimmungen ergaben als Hauptträger der Aktivität Zirkon-95, Niobium-95, Ruthenium-103, Cer-141 und Cer-144. Die Eigenschaften der wesentlichsten Spaltprodukte sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

5. Oberflächen- und Grundwasser

Die Messresultate dieser Untersuchungen sind in Tabelle 14 aufgeführt. Die gemessenen Werte für die Oberflächengewässer bewegen sich zwischen 3 und 40 Picocurie/Liter. Die Grundwasserproben aus der Umgebung des Eidg. Instituts für Reaktorforschung Würenlingen zeigen keine Erhöhung der Aktivität. Überwacht wurden vier Abwasser aus Betrieben, die in grösseren Mengen radioaktive Nuklide benützen: Eidg. Institut für Reaktorforschung Würenlingen; Leuchtfarbenfabrik, Teufen; Cerberus AG, Männedorf; Abwasser von La Chaux-de-Fonds. Die Messergebnisse enthalten die Tabellen 14, 15 und 16.

6. Plankton, Sediment, Wasserpflanzen und Fische

Im Laufe des Berichtsjahres stieg die spezifische Gesamt- β -Aktivität der Plankton-, Sediment- und Wasserpflanzenproben an (Tabelle 14). Die Aktivi-

¹ Vergleiche 5. Bericht der Kommission.

täten der Planktonproben zeigten im August maximale Werte, die zwischen 150 000 und 300 000 Picocurie/Kilogramm Trockensubstanz variierten. Die bisher gemessenen Werte für die Flussgebiete Aare, Reuss, Limmat und des Lago Maggiore zeigen Fig. 12–18. Fig. 19 gibt das Gamma-Spektrum von Wasserpflanzen aus der Aare (Stausee Klingnau) für zwei Messdaten wieder. Es zeigt eine Normalverteilung von Spaltprodukten aus Atombombenexplosionen (vgl. Fig. 6a und Fig. 20a).

7. Gras, Heu, Emd und Boden

Die Grasproben aus der Umgebung des Eidg. Instituts für Reaktorforschung wurden im Mai eingesammelt. Die ermittelten spezifischen Gesamt- β -Aktivitäten sind rund fünf- bis siebenmal höher als im Jahre 1961. Dasselbe gilt für die Heu- und Emdproben. Der Anteil der Strontium-90-Aktivität beträgt ca. 1–2% der Gesamtaktivität. Ungefähr 10–30% stammen aus der natürlichen Kalium-40-Aktivität. Die Proben von Arenenberg (TG) zeigen ähnliche Ergebnisse. Die Messergebnisse sind in Tabelle 17a aufgeführt. Tabelle 17b enthält die Ergebnisse von Aktivitätsmessungen in Gras durch einige kantonale Laboratorien.

Von Grasascheproben wurde verschiedentlich das Gamma-Spektrum bestimmt. Im Gegensatz zur Milch, die an Gamma-Strahlern nur Caesium-137, Kalium-40 und eventuell Iod-131 und Barium-140 enthält, da die übrigen Gamma-Strahler der Spaltprodukte praktisch nicht oder nur in kleineren Mengen in die Milch gelangen, enthält Gras fast alle in der Luft vorhandenen Spaltprodukte. Fig. 20a, b und c zeigen das Gamma-Spektrum einer Grasasche für drei verschiedene Messdaten, Fig. 20d dasselbe für Heu aus dem gleichen Schnitt. Aus solchen Spektren und ihrer zeitlichen Änderung lässt sich die spezifische Beta-Aktivität von Frischgras und Heu berechnen, die von Beta-Strahlern herrührt, die gleichzeitig auch Gamma-Strahlen emittieren. Die nachstehende Tabelle enthält das Ergebnis einer solchen Berechnung aus den Spektren der Fig. 20.

Aus Gamma-Spektren für *Grasasche* berechnete Zusammensetzung
der Beta-Aktivität der Gamma-Strahler in Picocurie pro Kilogramm Frischgras

Datum	Ce-141	Ce-144	Ru-103	Rh-106	Cs-137	Zr-Nb-95	K-40
27. 4. 62	1250	8100	1160	1080	340	31 000	11 800
16. 10. 62	0	5350	0	790	340	5 700	11 800

Aus Gamma-Spektren von *Heu* berechnete Zusammensetzung
der Beta-Aktivität der Gamma-Strahler in Picocurie pro Kilogramm

Datum	Ce-141	Ce-144	Ru-103	Rh-106	Cs-137	Zr-Nb-95	K-40
27. 4. 62	2100	8000	875	1280	305	35 600	9800
16. 10. 62	0	5270	0	915	305	6 600	9800

Die Bodenproben aus der Umgebung des Eidg. Instituts für Reaktorforschung zeigen ähnliche spezifische Strontium-90-Aktivitäten (Tabelle 17c), wie sie im Vorjahr bestimmt wurden. In demselben Grössenbereich liegen auch die Ergebnisse von einem Boden aus der Umgebung von Bern (Innere Enge), bestimmt durch das Eidg. Gesundheitsamt (Tabelle 17c).

8. Spezifische Gesamt- β -Aktivität, Oxalatniederschlags- und Strontium-90-Aktivität von Lebensmitteln

Die in diesem Abschnitt wiedergegebenen Messungen sind von einer Arbeitsgemeinschaft für die radioaktive Überwachung der Lebensmittel ausgeführt worden. Sie steht unter der Leitung von Prof. Dr. O. Högl, Bern, und umfasst folgende Mitarbeiter: Eidg. Gesundheitsamt, Bern: J. Ruffy, Chef der Lebensmittelkontrolle, Dr. A. Miserez, Adjunkt. Kantonale Laboratorien: Basel: Dr. R. Müller, Dr. W. Manz; Graubünden: Dr. M. Christen; St. Gallen: Dr. E. Wieser; Waadt: Dr. H. Ramuz; Zürich: Dr. M. Staub; Laboratorium der Stadt Zürich: Dr. H. Forster.

Die Messungen des Eidg. Gesundheitsamtes über die spezifische Gesamt- β -Aktivität, die Oxalatniederschlags¹, Strontium-90- und Iod-131-Aktivität für Frisch- bzw. Trockenmilch sind in Tabelle 18a und b aufgeführt. Tabelle 18c zeigt Resultate von Caesium-137-Messungen an Milchproben. Die Bestimmungen erfolgten mit Hilfe des in Fribourg aufgebauten Gamma-Spektrographen (vgl. Abschnitt II, 1.). Fig. 23 gibt als Beispiel die Form eines aufgenommenen Gamma-Spektrums und eine Eichmessung mit Kalium-40.

Tabelle 19 enthält die Ergebnisse von Aktivitätsbestimmungen an Milch und Milchprodukten durch die kantonalen Laboratorien, Tabelle 20 die durch dieselben Laboratorien und das Eidg. Gesundheitsamt ermittelten Aktivitätswerte von Gemüse, Früchten, Getreide, Getränken und anderen Lebensmitteln.

In Fig. 21 ist die spezifische Strontium-90-Aktivität für Frischmilch aus dem Flachland (Berner Molkerei) und aus einer Höhenlage (Mürren) aufgeführt. Die starke Zunahme der Strontium-90-Aktivität bei Eintritt der Frischfütterung ist auffällig, was bereits in den früheren Jahren festgestellt wurde. Im Flachland tritt die Erhöhung naturgemäss früher auf (Mai) als in der Höhenlage (Juni), wo erst später mit Frischfutter eingesetzt werden kann. Die durch die Umstellung der Fütterung bedingte Erhöhung der Milchaktivität entspricht für das Flachland einem Faktor von ca. 2, für die Höhenlage ca. 2,5. Das Jahresmittel für die spezifische Strontium-90-Aktivität der Frischmilch hat sich gegenüber dem Vorjahr um ca. 50% erhöht, dies als Folge der grosskalibrigen Atombombentests der USSR. Für die Trockenmilch (Kanton Waadt) zeigt sich eine analoge Entwicklung (Fig. 22).

Im November 1961 wurde erstmals Iod-131 in der Milch nachgewiesen. Die Ioduntersuchungen wurden fortgesetzt, da im Berichtsjahr die beiden Grossmächte USA und USSR die Atombombenexplosionen weiterführten. Die Bestimmungen über die spezifische Iod-131-Aktivität in der Frischmilch enthält

¹ Siehe 5. Bericht, S. 7/8.

Tabelle 18b. Iod-131 erschien in der Milch erstmals wieder im September 1962, nach der Wiederaufnahme der russischen Versuchsexplosionen im August.

9. Strontium-90-Aktivität von Knochen des menschlichen Skeletts

Der Ausbau des Programmes für die Bestimmung von Strontium-90 in Knochen (Prof. P. Lerch, Lausanne) wurde weitergeführt. Es gelangten im Berichtsjahr ausschliesslich Knochen von Erwachsenen (älter als 20 Jahre) zur Untersuchung. Die Ergebnisse sind in Tabelle 21 aufgeführt. Total konnten 58 Knochenproben gemessen werden. Die Angaben der Messwerte erfolgen in sogenannten Strontium-Einheiten (S.E.). 1 S.E. entspricht 1 Picocurie Strontium-90 pro Gramm Calcium des Knochens. 1961 betrug der Strontium-90-Mittelwert¹ der Knochenaktivität 0,46 S.E. Er erhöhte sich für das Berichtsjahr auf 0,64 S.E.

IV. Bemerkungen

Trotz der allgemeinen Erhöhung der Radioaktivität unseres Lebensmilieus durch die weitergeführten Atombombentests wurden nach den von der internationalen Strahlenschutzkommission aufgestellten Normen (vgl. 5. Bericht für das Jahr 1961, S. 14) nirgends Aktivitäten erreicht, die den Menschen gefährden könnten. Für die Allgemeinbevölkerung ist nach diesen Normen und bei alten Spaltprodukten eine Toleranzkonzentration von 100 Picocurie/m³ Luft zulässig, ein Wert, der trotz der relativ hohen Luftaktivität noch lange nicht erreicht ist. Dasselbe gilt für Oberflächenwasser und Grundwasser. Die spezifische Gesamt- β -Aktivität des Zisternenwassers überschreitet zeitweise die für kleine Bevölkerungsgruppen und unbekannte Beta-Strahler mit Ausschluss von Radium festgelegte Toleranzkonzentration von 100 Picocurie pro Liter Wasser. Es war daher unerlässlich, das Wasser auf seinen Gehalt an Strontium-90 zu prüfen. Die Analysen ergaben einen Strontium-90-Gehalt, der kleiner ist als 3 Picocurie/Liter (Nachweisgrenze der Methode). Die Toleranzkonzentration für Strontium-90 beträgt 30 Picocurie pro Liter. Im Laufe des Jahres sank die spezifische Gesamt- β -Aktivität wieder unter 100 Picocurie pro Liter. Mit frischem Schneeschmelzwasser wird sie wieder ansteigen (siehe PTT-Höhenstation Säntis, Schneewasser). Aber auch im Schneewasser ist der Anteil von Strontium-90 wesentlich unter der Toleranzkonzentration.

Die Überwachung der Abwasser (vgl. Tabellen 14, 15 und 16) zeigt, dass nirgends die zulässigen Grenzen überschritten werden. Die Messungen am Abwasser des Eidg. Instituts für Reaktorforschung ergaben für die ersten drei Proben Aktivitäten, die wesentlich kleiner sind als diejenige des Regens zur selben Zeit. Die letzte Probe erwies sich bedeutend aktiver. Die Analyse ergab, dass ein kleiner Teil der Aktivität von Cobalt-60 stammte, der überwiegende dagegen von Strontium-90, das allmählich in Yttrium-90 und schliesslich in inaktives Zirkon-90 zerfällt. Im Abwasser der Leuchtfarbenfabrik Teufen wurde

¹ Siehe 5. Bericht für das Jahr 1961. Dort sind auch die für die Mittelwertbildung üblichen Normalisationsfaktoren angegeben.

Radium-226 mit seinen Nachfolgeprodukten festgestellt, jedoch in einer Menge, die zu keinen Beanstandungen Anlass gibt.

Der Jahresmittelwert der Kontamination von Strontium-90 in Trockenmilchproben (Herkunft Kanton Waadt) beträgt 14,3 Picocurie pro Liter Milch und erreicht damit dieselbe Höhe wie 1958. Das Jahresmittel für die Berner Molkerei ist 15,9 Picocurie pro Liter, was dem höchsten bisher gemessenen Mittelwert entspricht. Dasselbe gilt für die Milch aus Höhenlagen (Probeentnahmestelle Mürren), wo der Jahresdurchschnitt 33,1 Picocurie pro Liter beträgt. Der Einfluss der Ende 1961 und im Laufe von 1962 durchgeführten Atombombenexplosionen auf die Milchkontamination ist aus folgenden Angaben klar ersichtlich:

Herkunftsort der Milch	Zeitspanne	Durchschnittswert für Strontium-90-Kontamination	
		pC/l	S.E. = pC/g Ca
Berner Molkerei (Frischmilch)	Januar–Mai 1962 (Heufütterung aus Ernte 1961)	9,1	7,6
	Mai–Dezember 1962 (Frischgrasfütterung)	19,3	16,1
Mürren (Frischmilch)	Januar–Juni 1962 (Heufütterung aus Ernte 1961)	18,4	15,3
	Juli–Dezember 1962 (Frischgrasfütterung)	47,9	40,0
Kanton Waadt (Trockenmilch)	Januar–Mai 1962	6,8	5,7
	Mai–November 1962	17,9	14,9

Bei der Beurteilung des Strontium-90-Gehaltes der Milch ist zu berücksichtigen, dass die Milch relativ viel Calcium enthält (1,2 Gramm pro Liter) und unser wichtigster Calciumlieferant ist. Beim gleichzeitigen Vorhandensein von reichlich Calcium nimmt der Körper weniger Strontium aus einem Nahrungsmittel auf, als wenn wenig oder kein Calcium vorhanden ist. Die im Skelett fixierte Menge von Strontium-90 wird also durch das Verhältnis Strontium-90/Calcium in der Nahrung bestimmt.

Das in Knochen beobachtete Strontium-90/Calcium-Verhältnis ist etwa um den Faktor 4 günstiger als in den Lebensmitteln, aus denen das Strontium stammt. Das 1962 festgestellte Jahresmittel hat 28 pC Strontium pro Gramm Calcium (= 28 S.E.) nirgends überschritten. Diese Konzentration an Strontium-90 in der Milch würde auf die Dauer eine Konzentration von ca. 7 S.E. im Skelett zur Folge haben. Dieser Wert liegt noch um den Faktor 10 unter der zulässigen Konzentration von 70 S.E. in Knochen. Erst bei einer dauernden Aufnahme von

Milch mit einer Strontium-90-Konzentration von 280 S.E. würde im Skelett eine Konzentration von 70 S.E. erreicht.

Auch in den Knochen Erwachsener hat sich der Strontium-90-Gehalt erhöht. Er beträgt im Mittel für die Berichtszeit 0,64 Strontium-Einheiten (siehe Abschnitt III, 9.) gegenüber 0,46 S.E. für 1961. Trotz dieser Erhöhung bleibt die Aktivität wesentlich unter der Toleranzkonzentration für Erwachsene, die 70 S.E. beträgt. Die in unserem Gebiete festgestellten Werte liegen in derselben Grösse, wie sie auch in anderen Ländern beobachtet werden.

Die Arbeiten der Überwachungskommission zeigen, dass die heutige Kontamination keine Gefahr darstellt. Sie machen aber auch klar, dass in allen untersuchten Substanzen gegenüber dem Vorjahr eine beachtliche Aktivitätserhöhung eingetreten ist. Sollten in der Atmosphäre die grosskalibrigen Atombombenversuche unlimitiert und unkontrolliert weitergehen, werden in nicht allzuferner Zeit gewisse Nahrungsmittel so kontaminiert sein, dass die Toleranzkonzentration über längere Zeitspannen überschritten wird. In diesem Moment müssten Massnahmen zur Verringerung der Aktivität getroffen werden. Im Berichtsjahr hat sich eine Subkommission eingehend mit den zu treffenden Vorkehrungen beschäftigt, nachdem das Departement des Innern einen Organisationsvorschlag der Kommission für die Instruktion der Bevölkerung bei erhöhter Radioaktivität gutgeheissen hatte (siehe 5. Bericht für das Jahr 1961, S. 2). Wir hoffen aber sehr, dass die Verhandlungen der Grossmächte zu einer für die Allgemeinheit vernünftigen Regelung des Problems der Atombombentests führen mögen.

Mitglieder der Kommission:

- Prof. Dr. P. Huber, Basel, Präsident
- Prof. Dr. J. Rossel, Neuchâtel, Vizepräsident
- P. Ackermann, Aerologische Station, Payerne
- Prof. Dr. R. Extermann, Genève
- Prof. Dr. O. Huber, Fribourg
- Prof. Dr. O. Jaag, ETH, Zürich

Basel, den 17. Mai 1963.