

Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Herausgeber: Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 20 (1976)

Rubrik: 20. Bericht der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivitaet fuer das Jahr 1976 zuhanden des Bundesrates

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: 15.01.2026

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

20. BERICHT DER EIDG. KOMMISSION
ZUR UEBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITAET FUER DAS JAHR 1976
ZUHANDEN DES BUNDESRATES ¹⁾

2)

VON PROF. DR. O. HUBER, PRÄSIDENT DER KOMMISSION, FREIBURG

1. EINLEITUNG

Die Zunahme von Anzahl und Sprengkraft nuklearer Testexplosionen in den Fünfzigerjahren bewogen den Bundesrat, 1956 die Eidgenössische Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUER) zu ernennen. Mit dem vorliegenden Bericht kann sie also auf eine zwanzigjährige Tätigkeit im Dienste des Strahlenschutzes der Bevölkerung zurückblicken. Es wurden ihr folgende Aufgaben übertragen:

- a) Sie überwacht die Radioaktivität der Luft, der Niederschläge, der Gewässer und des Bodens durch fortlaufende Messungen. Das Eidgenössische Departement des Innern kann die Ueberwachung weiterer Objekte anordnen.
- b) Sie unterrichtet den Bundesrat regelmässig über das Ergebnis der Ueberwachung.
- c) Sie bereitet die vom Bundesrat zu veranlassenden Orientierungen der Bevölkerung über das Ergebnis der Ueberwachung und über das Verhalten bei allfälliger Zunahme der Radioaktivität vor.
- d) Sie stellt dem Bundesrat Antrag über Massnahmen zum Schutze der Bevölkerung im Falle erhöhter Radioaktivität.

Für ihre Aufgaben, die nebst den Messungen der Umweltradioaktivität auch die Weiterentwicklung und Verbesserung der Untersuchungsmethoden umfassen, stehen der Kommission eigene Laboratorien zur Verfügung. Wesentlich ist sie aber auch auf die Mitarbeit zugezogener Experten mit ihren spezialisierten Laboratorien angewiesen.

1) Texte français, voir page 48

2) Der Bericht wurde in Zusammenarbeit mit Dr. J. HALTER, dipl. phys. H. VÖLKLE und Dr. B. MICHAUD (Freiburg) verfasst

Bei der Beurteilung der Messresultate der Umweltradioaktivität in ihren jährlichen Berichten hat die KUER immer besonderes Gewicht auf die möglichen Auswirkungen auf den Menschen gelegt. Anfänglich bildete der radioaktive Ausfall von Kernwaffenexplosionen das wichtigste Untersuchungsobjekt. Schon bald jedoch erweiterte sich das Tätigkeitsfeld auf die Untersuchung radioaktiver Immissionen aus Radioisotope verarbeitenden Industrien und Spitälern und später auch aus Kernkraftwerken. Das Bombenteststopabkommen des Jahres 1963 zwischen den USA, der USSR und Grossbritannien und die ständig zunehmende Verwendung von radioaktiven Stoffen in Industrie und Technik verschoben in den letzten Jahren den Schwerpunkt der Aufgaben der KUER immer mehr in Richtung auf die Ueberwachung lokaler Immissionen.

Die KUER musste jedoch einsehen, dass sie allein nicht in der Lage ist, Massnahmen zum Schutze der Bevölkerung bei gefährlich erhöhter Radioaktivität vorzubereiten und im Ernstfall, bei Strahlenunfällen oder Nuklearkatastrophen, deren wirksame Durchführung rasch genug dem Bundesrat zu beantragen. Deshalb wurde am 17.2.64 eine Alarmorganisation für den Fall erhöhter Radioaktivität geschaffen und deren Verordnung am 9.9.66 mit Aenderung vom 19.5.76 vom Bundesrat erlassen. Ihr leitendes Organ, der Alarmausschuss (AA) der KUER, hat folgende Aufgaben und Befugnisse:

- a) Einsatz der notwendigen Personen und Mittel der Alarmorganisation.
- b) Entgegennahme, Auswertung und Beurteilung sämtlicher Meldungen schweizerischer und ausländischer Messstellen.
- c) Antragstellung an den Bundesrat oder an das zuständige Departement über Massnahmen zum Schutze der Bevölkerung. Bei unmittelbarer Gefahr hat der Alarmausschuss über Landessender, Telephonrundspruch und Presse die Bevölkerung der gefährdeten Gebiete direkt zu warnen und ihr geeignete Schutzmassnahmen zu empfehlen unter sofortiger Orientierung des Departementes des Innern.
- d) Antragstellung an den Bundesrat für den Einsatz militärischer Mittel zum Schutze der Bevölkerung.

Im Anhang II ist eine Zusammenfassung der Organisation und ihrer Mittel beigelegt.

Am 1. August 1976 trat die revidierte Verordnung über den Strahlenschutz vom 30. Juni 1976 (SSVO 76) in Kraft. Für die Aufgaben der KUER ist speziell Art. 107, der die Abgabe radioaktiver Abluft und Abwässer an die Umwelt regelt, von Bedeutung. Gegenüber der Verordnung von 1963 (SSVO 63) bringt er folgende Aenderungen:

Die Abgabe radioaktiver Gase und Aerosole wird so begrenzt, dass die Ganzkörperdosis durch externe (Submersion) und interne (Inhalation) Bestrahlung aus der Luft in einem allgemein zugänglichen Bereich 50 mrem/Jahr ¹⁾ (SSVO 63: 500 mrem/Jahr) nicht überschrei-

- 1) Die auf der biologischen Wirkung basierende Einheit ionisierender Strahlung ist das rem (1 rem = 1000 mrem)

tet. Für die Abgaben aus Kernkraftwerken werden in deren Betriebsbewilligungen noch strengere Limiten vorgeschrieben.

Bei der Abgabe flüssiger radioaktiver Stoffe wird die Konzentration in öffentlichen Gewässern (Vorfluter) so begrenzt, dass der dauernde Konsum dieses Wassers als Trinkwasser eine zusätzliche Strahlenbelastung von höchstens 50 mrem/Jahr bewirken würde. Dagegen war in der SSVÖ 1963 die Konzentration in der Abwasserleitung des Betriebes begrenzt.

Die revidierte SSVÖ schreibt deshalb vor, die zulässigen Abgaben und die Kontrolle darüber für jeden Betrieb in der Bewilligung festzusetzen unter Berücksichtigung der betrieblichen Erfordernisse und der Emissionen radioaktiver Stoffe aus benachbarten Betrieben. Die KUER ist der Auffassung, dass sie bei der Festsetzung dieser Emissionswerte mitzuwirken habe.

2. ALLGEMEINE UEBERWACHUNG

Im Berichtsjahr wurden von der chinesischen Volksrepublik in Lop Nor zwei Atombomben oberirdisch gezündet, am 26. September eine von 20-200 Kilotonnen und am 17. November eine solche von 4 Megatonnen. Während die Spaltprodukte der ersten Bombe die Schweiz bereits am 6. Oktober erreichten, stiegen diejenigen der zweiten grösstenteils in die Stratosphäre auf und machten sich in der Bodenluft im Dezember schwach bemerkbar. Ueber das Jahr gemittelt war trotz dieser Neuzufuhr gegenüber 1975 eine weitere Abnahme der Umweltradioaktivität in der Schweiz festzustellen.

2.1. Luft (Fig. 1-3, Tab. 1)

Bis zum September lag die Luftaktivität bei den tiefsten seit Beginn der Messungen 1957 registrierten Werten. Ein erster Schub von Spaltprodukten der chinesischen Atombombe vom 26. September erreichte die Schweiz um den 6. Oktober (12-Stunden-Mittel der Aktivität auf dem Jungfrauoch 13 pCi/m³ ¹⁾ Luft, in Fribourg 4 pCi/m³ Luft); ein zweites, schwächeres aber länger andauerndes Maximum wurde vom 9.-12. Oktober registriert. Von den Wochenfiltern ergab dasjenige vom 8.-15. Oktober die stärkste Aktivität; deren Zusammensetzung entsprach einem Normal-Gemisch von Spaltprodukten. Die Aktivitätskonzentration der häufigsten Radioisotope (Jod-131, Barium-140, Cer-141) war von der Grössenordnung 0,1 pCi/m³ und nahm in den darauffolgenden Wochen (mit Fluktuationen) rasch ab. In den letzten drei Wochen des Jahres liessen die Analysen der Filter eine allmähliche Beimischung von Spaltprodukten der Bombe vom 17. November erkennen.

Die künstliche Radioaktivität der Luft bewirkte 1976 eine interne (Inhalation) und externe Bestrahlung von weniger als 0,1 mrem/

1) 1 pCi (Picocurie) = 10^{-12} Ci (Curie = 2,2 radioaktive Zerfälle/Minute).

Jahr, was gegenüber der natürlichen Gesamtdosis von 120 mrem/Jahr (s. Jahresbericht 1975) verschwindend klein ist.

Unterirdische Atombombenexplosionen lassen sich durch die Messung der Argon-37-Aktivität in der Luft nachweisen. Die gemessenen Argon-Konzentrationen führten ebenfalls zu vernachlässigbar kleinen Dosen.

Zur Ueberwachung der Luft auf das stark radiotoxische Plutonium werden die Luftfilter von Stein/AG wöchentlich auf Gesamt-Alpha-Aktivität untersucht. Die Messresultate ergaben in den letzten Jahren immer lediglich 10^{-3} pCi/m³; dies entspricht, wie man aus früheren Messungen weiss, ungefähr dem natürlichen Polonium-210-Gehalt der Luft.

2.2. Niederschläge (Tab. 2, Fig. 4)

Die Radioaktivität im Niederschlag zeigte ebenfalls als Folge der chinesischen Atombombe vom 26.9.76 im Oktober eine Erhöhung, ging aber im November-Dezember wieder auf die früheren Werte zurück. An den Stationen nördlich der Alpen und in Davos waren im Jahresmittel sowohl die Aktivitätskonzentration als auch die dem Boden zugeführte Aktivität kleiner als 1975; in Locarno zeigte sich dagegen infolge der extrem hohen Niederschlagsmenge (600mm) im Oktober eine Erhöhung im Vergleich zum Vorjahr. Durch trockene Staubablagerung wurde 1976 dem Boden in Locarno 0,6 mCi/km² (Gesamt-Betaaktivität, Energie > 150 keV¹) zugeführt.

Mit 500-700 pCi Tritium/l Regenwasser auf der Alpennordseite und rund 200 pCi Tritium/l in Locarno nahm die Tritiumkonzentration in den Niederschlägen im Jahresmittel 1976 gegenüber dem Vorjahr leicht ab.

2.3. Oberflächengewässer, Grund- und Trinkwasser

Die Gesamt-Betaaktivität (Energie > 150 keV) in 305 Wasserproben von 26 Entnahmestellen aus schweizerischen Flüssen und Seen betrug 1976 ausnahmslos weniger als 10 pCi/l Wasser, diejenige in 93 Trink- und Grundwasserproben von 23 Entnahmestellen (städtische Wasserversorgungen und Grundwasser aus der Umgebung der Kernkraftwerke) weniger als 5 pCi/l Wasser.

Die Tritiumbestimmungen an 59 Stichproben von Aarewasser ober- und unterhalb der Kernkraftwerke Beznau, Mühleberg und Gösgen (noch nicht in Betrieb), von Rheinwasser bei Kembs und von Rhonewasser bei Chancy ergaben Aktivitäten zwischen 300 und 1500 pCi Tritium/l Wasser. Kontinuierlich gesammeltes Aarewasser ober- und unterhalb des KKW Mühleberg sowie aus dem Klingnauerstausee unterhalb des KKW Beznau wies im Jahresmittel 550, resp. 510 und 560 pCi Tritium/l auf. Diese Werte entsprechen der Tritiumaktivität im Regenwasser (vgl. 2.2.). (Messresultate von Tritium im Wasser des Doubs s. Seite 14).

1) 1 keV = 1 Kiloelektronvolt = $1,6 \cdot 10^{-16}$ Joule

Die Alphaaktivität im Wasser des Rheins bei Kembs lag mit einem Jahresmittel von 0,8 pCi Alpha/l bei einem seit mehreren Jahren gleichbleibend niedrigen Wert.

Alle festgestellten Aktivitätskonzentrationen sind so klein, dass keine Gefährdung durch Trinkwasserkonsum besteht.

Stichproben von Schwebestoffen aus der Aare enthielten Gesamt-betaaktivitäten ($E_\beta > 150$ keV) von 15-35 pCi/g Trockensubstanz (TS), Sediment 16-24 pCi/g TS, in Wasserpflanzen betrug die Aktivität 12-24 pCi/g TS und in Fischen 2-4 pCi/g Frischgewicht. Systematische Unterschiede zwischen Proben ober- und unterhalb der bestehenden Kernanlagen waren nicht festzustellen, ebensowenig zwischen den Entnahmestellen Mühleberg, Gösgen und Beznau. Gammaanalysen von Sediment und Wasserpflanzen zeigten, dass rund 80% der Aktivität von den natürlichen Radioisotopen Kalium-40 und Beryllium-7 stammen.

2.4. Erdboden und Gras (Fig. 5)

Erdboden- und Grasproben wurden (abgesehen von der Beweissicherung Gösgen, s. Seite 12) an vier Stellen des Mittellandes sowie in Stillberg-Davos und in Mürren (nur Grasproben) erhoben.

Aktivität in Erdboden und Gras 1976 (pCi/kg TS)

Stelle		Schicht	Kalium-40 (natürlich)	Caesium-137	Strontium-90
Erdboden	Arenenberg, Grangeneuve	0- 5cm	12000-13000	250-360	110-220
	Umgebung Beznau, Umgebung Mühleberg	0- 5cm	13000-20000	380-500	280
	Stillberg- Davos	0- 5cm	15000	6600	1320
		5-15cm	19000	200	280
Gras / Heu	Arenenberg, Grangeneuve		25000-33000	<150	100- 730
	Umgebung Beznau, Umgebung Mühleberg		23000-30000	<150	200- 280
	Stillberg- Davos		20000	300	2000
	Mürren (2 Proben)		16000-27000	n.g.	1000-5300

n.g. = nicht gemessen

Die Aktivitätsänderungen gegenüber 1975 hielten sich im Rahmen der üblichen Streuungen. Im Mittelland bewirkte die Caesium-137-Konzentration im Erdboden eine Ortsdosis (1 m über dem Boden) von rund 2 mrem/Jahr.

Mitte bis Ende Oktober wurden zusätzliche Grasproben von Grange-neuve, Würenlingen und Arenenberg erhoben und untersucht. Die Analysen ergaben Spaltprodukte der chinesischen Bombe vom 26. September mit Konzentrationen von rund 1000 pCi/kg TS für die stärksten Radionuklide, insbesondere für Jod-131.

2.5. Milch und andere Lebensmittel

In den Milchproben aus dem Mittelland (dieselben Entnahmestellen wie für die Grasproben und von Rossberg-Kemptthal) lag die Caesium-137-Aktivität immer unter 10 pCi/l und die Strontium-90-Aktivität bei 3-7 pCi/l. Die untersuchte Milch von Davos-Stillberg enthielt 72 pCi Cs-137/l und 40 pCi Sr-90/l, diejenige von Mürren 30 pCi Sr-90/l. Monatliche Messungen von Milch aus Pontresina und Davos am Kantonalen Laboratorium Chur im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft zur Ueberwachung der Radioaktivität in Lebensmitteln (ARL) ergaben im Jahresmittel eine Aktivität in Oxalaten von 32 bzw. 33 pCi/l Milch. Dies entspricht (s. KUER-Bericht 1972) einer Sr-90-Aktivität von rund 20 pCi/l Milch.

Die Jod-131-Bestimmung in Milch vom 15.-26. Oktober 1976 (nach der Bombe vom 26.9.) ergab für die Gegend von Fribourg und für Rossberg-Kemptthal einen Gehalt von rund 10 pCi J-131/l Milch und für Arenenberg und Würenlingen rund 20 pCi J-131/l Milch. Kleinkinder haben damit im Herbst 1976 eine zusätzliche Schilddrüsendosis der Grössenordnung 1 mrem erhalten.

Der Strontium-90-Gehalt der Ernte 1976 von Weizen und seinen Mahlprodukten von verschiedenen Stellen der Schweiz zeigte nach Messungen der ARL bei einem Mittelwert von 24 pCi Sr-90/kg (1975: 25 pCi Sr-90/kg) praktisch keine Änderung gegenüber dem Vorjahr; Proben aus der Umgebung der Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg unterscheiden sich im Sr-90-Gehalt nicht systematisch von denjenigen aus andern Landesgegenden. Von der ARL wurden ausserdem Sr-90-Bestimmungen an 27 Proben weiterer Lebensmittel ausgeführt. Diese wiesen ebenfalls keine erhöhten Aktivitäten auf.

2.6. Menschlicher Körper (Fig. 6)

Wirbel von Verstorbenen aus der Gegend von Lausanne des Sammeljahres 1975 zeigten eine leichte Abnahme des Strontium-90-Gehaltes gegenüber den früheren Erhebungen. Seit 1969 nimmt das Sr-90 im Knochen ungefähr mit einer Halbwertszeit von 8 Jahren ab. Bei der gegenwärtigen Konzentration von rund 1 pCi Sr-90/g Calcium im Skelett werden die blutbildenden Organe mit einer jährlichen Dosis von 2-3 mrem bestrahlt.

Die Strontium-Analysen von Milchzähnen bestätigten die Ergebnisse früherer Untersuchungen, mit einem Maximum an Sr-90 in den Zähnen

der Kinder der Jahrgänge 1963-1964. Da strahlenschutztechnisch keine neuen Erkenntnisse zu erwarten sind, werden ab 1977 die Sr-90-Bestimmungen in Milchzähnen eingestellt.

Mit dem Ganzkörperzähler des Service Cantonal de Contrôle des Irradiations in Genf wurden zweiundfünfzig 17-22 jährige Frauen und dreiunddreissig 17-22 jährige Männer aus Genf und Sitten auf den Caesium-137- und Kalium-40-Gehalt im Körper untersucht. Die Frauen zeigten einen Durchschnittswert von 1110 pCi Cs-137 (entsprechend 20 pCi Cs-137/kg Körpergewicht) die Männer 1280 pCi Cs-137 (entsprechend 19 pCi Cs-137/kg Körpergewicht). Für beide Geschlechter bedeutet dies eine interne Bestrahlung von 0,2 mrem/Jahr ¹⁾ durch Cs-137, während das natürliche Kalium-40 (Frauen: 78'000 pCi im Körper, Männer: 109'000 pCi im Körper) eine Dosis von 14 mrem/Jahr für die Frauen und 17 mrem/Jahr für die Männer verursachte.

Anhand des Caesium-137-Gehaltes im Körper lässt sich die mittlere tägliche Cs-137-Aufnahme über die Nahrung für 1976 zu 10 pCi errechnen. Die tägliche Cs-137-Einnahme mit der Nahrung entspricht ungefähr dem Cs-137-Gehalt von 1,5 Liter Milch ²⁾ und stimmt somit mit dem Cs-137-Gehalt in der Milch überein (Abschnitt 2.5.). Für Strontium-90 lässt sich wegen der langen Verweilzeit des Strontiums in den Knochen die Beziehung zwischen Aufnahme mit der Nahrung und Körpergehalt nicht so einfach berechnen, da der grösste Teil des Sr-90 in den Knochen gegenwärtig noch vom Einbau in früheren Jahren stammt.

3. KERNANLAGEN (In Zusammenarbeit mit der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, ASK, S. Prêtre)

3.1. Uebersicht (Tab. 3-4)

Bei der Ueberwachung der Kernanlagen arbeiten ASK und KUER zusammen. Für die Kontrolle der Emission aus den Anlagen ist in erster Linie die ASK zuständig, für diejenige der Immissionen in der Umgebung die KUER.

Die maximal erlaubten Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung sind für jede Kernanlage in Auflagen zur Betriebsbewilligung festgelegt. Dabei werden nicht nur die totalen jährlichen Abgaben, sondern auch Abgaberraten limitiert. Dem Betreiber wird auch vorgeschrieben, über die Abgaben Buch zu führen. Die Kontrollinstanz (ASK) überzeugt sich regelmässig, auch durch eigene Messungen, dass die Messungen des Betreibers einwandfrei durchgeführt werden

1) Gemäss SSVO 76 führen $3,3 \cdot 10^7$ pCi Cs-137, eingelagert in einem 70 kg schweren "Normalmenschen", zu 5000 mrem akkumulierte Dosis/Jahr.

2) P.F. Gustafson und J.E. Miller, Health Physics 16, 1969, S. 167 ff.

und dass die Bilanzierung und Buchführung der Abgaben korrekt erfolgt. Zusätzlich entnehmen ASK und KUER mindestens viermal jährlich gemeinsam Stichproben aus den Abwassertanks und dem Abgas-system, nach Möglichkeit auch aus den Abwasserleitungen, der Klärgrube und dem Abluftsystem (Aerosolfilter), und der Betreiber Parallelproben. Diese stichprobenweise Ueberwachung dient auch zur gegenseitigen Kontrolle der benützten Messmethoden.

Aktivitätskonzentrationen in Abwasser und Abluft lassen sich auch in Anzahl MPC angeben. Dabei bedeutet 1 MPC, der Richtwert, diejenige Konzentration eines radioaktiven Nuklids in der Atemluft oder im Trinkwasser ¹⁾, die bei dauernder Aufnahme die höchstzulässige akkumulierte Dosis im entsprechenden kritischen Organ verursacht (z.B. Ganzkörper 5000 mrem/Jahr).

Die Aktivitätsabgaben werden in Curie Xenon-133-Aequivalent (Abluft) bzw. Curie Strontium-90-Aequivalent (Abwasser) angegeben; der äquivalente Curiewert eines Gemisches verschiedener Radionuklide ist die Summe der äquivalenten Curiewerte der einzelnen Nuklide. Für jedes Nuklid ergibt sich der äquivalente Curiewert durch Multiplikation seiner Aktivität mit dem Verhältnis des Richtwertes von Xe-133 bzw. Sr-90 zu demjenigen des betrachteten Nuklids.

Von den Emissionen aus den Kernkraftwerken (KKW) tragen diejenigen über die Abluft am meisten zur Strahlenbelastung der Bevölkerung in der Umgebung bei. Die Edelgase bewirken eine externe Bestrahlung. Jod-131 führt hauptsächlich durch Einbau in die Schilddrüse über den Belastungspfad Luft-Gras-Kuh-Milch sowie auch durch Einatmen zu einer internen Strahlenbelastung. Die tatsächliche Strahlenbelastung der Bevölkerung über den Abwasserpfad ist wesentlich geringer, selbst wenn unaufbereitetes Flusswasser als Trinkwasser verwendet würde. Neben der Dosis, die Einzelpersonen der Bevölkerung akkumulieren - angegeben in mrem/Jahr - kann für Bevölkerungsgruppen in der Umgebung einer Kernanlage die sogenannte Kollektivdosis - angegeben in manrem/Jahr - als Mass für die durch die Kernanlage bewirkte Strahlenbelastung der Bevölkerung herangezogen werden. Die Kollektivdosis erhält man, indem man die mittlere Dosis der Bevölkerungsgruppe mit der Anzahl Personen multipliziert, die diese Dosis erhalten.

Für die Ueberwachung der Umgebung jeder Anlage besteht ein radiologisches Ueberwachungsprogramm. Als Beispiel ist in Kapitel 3.5. dasjenige des KKW Gösgen-Däniken beschrieben.

Auch 1976 wurden die heute gültigen Abgabevorschriften von allen Kernanlagen eingehalten.

Die Messresultate von verschiedenen Stichproben aus der Umgebung von Kernanlagen, die keine signifikante Erhöhung ergaben, sind in Kap. 2 zusammen mit den entsprechenden Proben aus andern Lan-

1) Unter Trinkwasser versteht man dabei das gesamte mit der Nahrung aufgenommene Wasser (2,2 Liter pro Tag).

desgegenden bereits behandelt. Im folgenden wird daher nebst den Emissionsmessungen nur noch über diejenigen Messungen der Umgebungsüberwachung berichtet, die eindeutig eine Immission durch die Anlage festzustellen erlaubten.

3.2. Kernkraftwerke Beznau (KKB) I und II (Tab. 5)

Die gasförmigen Abgaben aus den KKB I und II bestanden 1976 aus 1730 Ci Xenon-133-Aequivalent an Edelgasen (wobei im Gemisch Xe-133 dominiert) und 0,036 Ci Jod-131. Die daraus resultierenden Ortsdosen in der Umgebung waren überall kleiner als 0,3 mrem/Jahr.

Mit dem Abwasser wurden total 0,17 Ci Strontium-90-Aequivalent an die Aare abgegeben. Die durch diese Emission im Wasser der Aare hervorgerufene Aktivitätserhöhung ergäbe für Personen, die ihren Trinkwasserbedarf während des ganzen Jahres aus unaufbereitetem Aarewasser gedeckt hätten, eine zusätzliche Dosis von weniger als 0,1 mrem/Jahr.

In den KKB I und II akkumulierten 1976 451 beruflich strahlenexponierte Personen eine Kollektivdosis von 431 manrem; "übriges physikalisch überwachtes Personal" erhielt eine Kollektivdosis von 11 manrem.

Die Kollektivdosis, verursacht durch die Emission radioaktiver Stoffe mit der Abluft des KKB, berechnete sich für die Bevölkerung in einem Umkreis von 5 km zu weniger als 1 manrem/Jahr. Die von dieser Bevölkerung durch die natürliche Umgebungsstrahlung (~ 100 mrem/Jahr) akkumulierte Kollektivdosis beträgt zum Vergleich etwa 1500 manrem/Jahr. Die durch das Kernkraftwerk in der Umgebungsbevölkerung bewirkte Kollektivdosis ist also vernachlässigbar.

3.3. Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) (Tab. 6-7, Fig. 7-8-9)

Mit der Abluft wurden vom KKM 1976 $1,2 \cdot 10^5$ Ci Xenon-133-Aequivalent an Edelgasen und 0,75 Ci Jod-131 an die Atmosphäre abgegeben. Rund 95% dieser Abgaben entfielen auf die erste Jahreshälfte. Im Juni war die Anlage für den Wechsel der Brennelemente abgestellt; da die neuen Elemente eine verbesserte Hülle haben und dadurch Undichtigkeiten seltener auftreten, geben sie viel weniger Radioisotope ab als die früheren. Die Abgaberate vor dem Brennstoffwechsel lag im Mittel bei einigen mCi Xe-133-Aequivalent/s, nach dem Wechsel bei einigen Prozent davon (nach Vorschrift erlaubt sind 300 mCi/s im Jahresmittel). Die Abgabe an langlebigem Krypton-85 lässt sich aus Stichprobenmessungen zu rund 200 Ci/Jahr berechnen; der grösste Teil davon wurde vor dem Brennstoffwechsel abgegeben.

Nebst diesen radioaktiven Edelgasen werden noch geringe Aktivitätsmengen in Form von radioaktiven Aerosolen ermittelt.

Die externe Dosis in der Umgebung kann basierend auf dem Aktivitätsausstoss am Kamin durch eine Modellrechnung ermittelt werden,

die die Verdünnung der Aktivität zwischen dem Austritt aus dem Kamin und den betrachteten Geländepunkten unter Berücksichtigung der meteorologischen und topographischen Verhältnisse ermittelt. Eine solche Berechnung für die Umgebung des KKM ergab für das Jahr 1976 für die Stelle "Ufem Horn", am Ort der stärksten Immission, eine akkumulierte Ortsdosis von 3 mrem/Jahr. Das Gebiet mit mehr als 1 mrem/Jahr beschränkt sich auf ca. 1 km².

Da die verwendeten Ausbreitungsmodelle notwendigerweise Vereinfachungen enthalten, drängte sich angesichts der topographischen Verhältnisse von Mühleberg eine experimentelle Ueberprüfung auf. Deshalb arbeiten seit zwei Jahren die ASK, das KKM, das KUER-Labor Fribourg, die Abt. Low-Level-Counting des Physik Instituts der Universität Bern und die Sektion Luftreinhaltung der MZA Payerne gemeinsam an einem Projekt zur experimentellen Bestimmung dieser Verdünnungsfaktoren durch gleichzeitige Messung der Aktivität der Abluft am Kaminaustritt und im Gelände bei verschiedenen Wetterlagen.

Seit 12.4.76 registriert eine Ionisationskammer an der Stelle "Ufem Horn" kontinuierlich die Ortsdosisleistung. Der natürliche Untergrund und seine Schwankung liessen sich anhand der Registrierungen während des Stillstandes des Reaktors im Juni bestimmen. Vom 12.4. bis 29.5. betrug die durch das KKM hervorgerufene Komponente der Dosisleistung 1 - 3 $\mu\text{R/h}$ ¹⁾; nach dem Brennstoffwechsel konnten kaum mehr signifikante Erhöhungen gegenüber dem Untergrund festgestellt werden. Durch Extrapolation auf das ganze Jahr lässt sich die akkumulierte Ortsdosis zu einigen mrem/Jahr abschätzen, was die Modellrechnung bestätigt.

Wie 1975 wurden vor und während des Stillstandes des Reaktors dreimal wöchentlich Milchproben von "Ufem Horn" auf Jod-131 untersucht. Die J-131-Konzentration in der Milch von Ufem Horn während dieser Zeit schwankte zwischen 0,1 und 4 pCi/l. Im Vergleich zur landesweiten Kontamination von 10 - 20 pCi J-131/l Milch im Oktober als Folge der chinesischen Atombombe (siehe 2.5.) ist diese lokale Immission unerheblich.

Erstmals wurde "Ufem Horn" während derselben Zeit (25. Mai bis 11. Juni) eine tragbare Aerosolsammelanlage (95 mm Filterdurchmesser, Durchsatz ca. 70 m³ Luft/Stunde) mit vorgeschalteter Aktivkohlepatrone zur Absorption des Jod-131 aus der Luft eingesetzt. Die Sammelzeiten betrugen 2 bis 7 Tage. Die Messungen der Aktivkohleproben ergaben J-131-Aktivitäten in der Luft von nur 10⁻³ bis 10⁻² pCi/m³.

Mit dem Abwasser gab das KKM 0,38 Ci Sr-90-Aequivalent an die Aare ab. Die daraus berechnete Zusatzdosis für Personen, die ihren Trinkwasserbedarf durch unaufbereitetes Aarewasser gedeckt hätten, ergab 0,26 mrem/Jahr. Die von der KUER zur Kontrolle analysierten Stichproben von Wasser aus abgabebereiten Sammel tanks ergaben Aktivitäts-Abgaberraten von rund 2 MPC.l/s (höchstzulässig nach Betriebsbewilligung 2500 MPC.l/s).

1) 1 $\mu\text{R/h}$ (Mikroröntgen/Stunde) = $\frac{1}{1000}$ mR/h (Milliröntgen/Stunde)

Zur Ueberprüfung der Abgabekontrolle des Betreibers analysierte die KUER gewichtete Monatsmischproben von Abwasser. Während die Analysen auf Gamma-Strahler mit denjenigen des KKM übereinstimmten, ergaben die Messungen des KKM systematisch eine höhere Sr-90-Abgabe als die Messungen von ASK und KUER. Gegenwärtig sind zur Abklärung dieser Diskrepanz Vergleichsmessungen im Gange.

Im Berichtsjahr waren am KKM 338 beruflich strahlenexponierte Personen (118 KKM-Personal, 220 Fremdpersonen) tätig, die eine Kollektivdosis von 324 manrem akkumulierten. Auf 113 Fremdpersonen der Kategorie "übriges physikalisch überwachtes Personal" entfielen zusätzliche 23 manrem.

Die mit der Abluft abgegebenen radioaktiven Edelgase führten für die Bevölkerung in einem Umkreis von 5 km um das KKM zu einer Kollektivdosis von weniger als 1 manrem/Jahr. Die in diesem Gebiet lebende Bevölkerung akkumulierte durch die natürliche Umgebungsstrahlung eine Kollektivdosis von etwa 600 manrem/Jahr. Der Beitrag vom KKM ist also vernachlässigbar.

3.4. Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR) Würenlingen (Tab. 8, Fig. 10)

Mit der Abluft gab das EIR 1976 $2,7 \cdot 10^5$ Ci Argon-41, entsprechend $2,1 \cdot 10^6$ Ci Xenon-133-Aequivalent, an die Umgebung ab. Der Beitrag der übrigen abgegebenen Radioisotope, inklusive 0,68 Ci Jod-131 und 190 Ci Tritium, fällt gegenüber dem Ar-41 nicht ins Gewicht. Das Ar-41 aus dem Forschungsreaktor DIORIT ergab am kritischen Punkt, ca. 250 m südlich des Abluftkamins, eine Ortsdosis im Freien von rund 60 mR/Jahr. Für die Bewohner in der Umgebung des kritischen Punktes, in deren Häusern die Dosis gemessen wird, errechnet sich die durch das Ar-41 hervorgerufene zusätzliche Dosis zu rund 10 mrem/Jahr, d.h. ca. 15% des natürlichen Untergrundes. Leicht erhöhte Dosen waren in den Hauptwindrichtungen bis zu 1 km, in seltenen Fällen bis 3 km messbar.

Radioaktive Aerosole (totale Abgabe 1976: 0,03 Ci) wurden hauptsächlich von der Versuchsverbrennungsanlage für schwach radioaktive Abfälle in die Luft abgegeben. Die Erhöhung der Luft-Aktivität in unmittelbarer Umgebung der Anlage (einige 100 m) lag während des Betriebes bei rund $0,01 \text{ pCi/m}^3$, war also um eine Grössenordnung tiefer als der durch die chinesische Bombe vom 26. September hervorgerufene Anstieg (vgl. 2.1.).

Die Abgabe mit dem Abwasser belief sich 1976 auf $5,2 \cdot 10^{-2}$ Ci Strontium-90-Aequivalent, also rund 1/3 derjenigen des KKB, und war demgemäss ebenfalls unbedeutend.

Im EIR waren 294 beruflich strahlenexponierte Personen beschäftigt. Ihre Kollektivdosis betrug im Jahr 1976 77 manrem, diejenige von weiteren 451 Personen der Kategorie "übriges physikalisch überwachtes Personal" 3 manrem.

Die Kollektivdosis der Bevölkerung der Umgebung bis 5 km lässt sich zu rund 100 manrem/Jahr abschätzen. Mit der Stilllegung der Anlage

DIORIT im Juli 1977 wird auch die Emission mit der Abluft aus dem EIR auf einen unbedeutenden Wert absinken. Für die Kollektivdosis, hervorgerufen durch die natürliche Untergrundstrahlung, gilt derselbe Wert wie für KKB, also etwa 1500 manrem/Jahr.

3.5. Beweissicherung in der Umgebung des Kernkraftwerks Gösgen-Däniken (KKG) (Fig. 11, Tab. 9)

Für die radiologische Umgebungsüberwachung des KKG wurde ein Messprogramm aufgestellt und 1976 mit den darin vorgesehenen Untersuchungen begonnen. Bis zur Inbetriebnahme der Anlage dienen diese Messungen zur Beweissicherung, d.h. zur Feststellung des radioaktiven Untergrundes in der Umgebung des KKG. Es werden folgende Aktivitäts- und Dosismessungen vorgenommen:

- Luftpfad:
- Aerosole auf Vaselineplatten (2 Stellen, monatlich)
 - Externe Dosis (Thermolumineszenz-Dosimeter an 16 Stellen, vierteljährlich)
 - Erdboden bzw. Gras (4 Stellen, jährlich bzw. halbjährlich)
 - Getreide (Mischprobe von 3 Stellen, jährlich)
 - Milch (Mischprobe von 7 Stellen, halbjährlich)
- Wasserpfad:
- Aarewasser aus dem Oberwasserkanal (oberhalb und unterhalb der Anlage, kontinuierliche Sammlung, wöchentliche Messung)
 - Trinkwasser bzw. Grundwasser (5 Stellen, halbjährlich)
 - Sedimente aus der Aare (2 Stellen, halbjährlich)
 - Schwebestoffe aus der Aare (1 Stelle, halbjährlich)
 - Fischfleisch aus der Aare (1 Stelle, halbjährlich)
 - Wasserpflanzen aus der Aare (1 Stelle, jährlich)

1976 wurden folgende Werte registriert:

Ortsdosen:	17-30 mR/3Monate
Cs-137 im Erdboden:	840-1400 pCi/kg TS
Aarewasser:	≤ 10 pCi β total/l
Sr-90 in Milch:	6 pCi/l
Sr-90 in Weizen:	11 pCi/kg
Sr-90 in Gerste:	38 pCi/kg

Im November konnte auch in der Umgebung des KKG die Auswirkung der chinesischen Atombombe vom 26. September festgestellt werden; z.B. Niob-95 im Gras bis zu 11000 pCi/kg TS.

Diese Messresultate unterschieden sich somit innerhalb der üblichen Streuung nicht von denjenigen anderer Stellen.

Für 1977 sind ausserdem Messungen der Ortsdosis und der Luftaktivität mit mobilen Mess- und Sammelapparaturen an verschiedenen Punkten der Umgebung vorgesehen.

3.6. Ehemaliges Versuchsatomkraftwerk Lucens (CNL)

Die aus dem Kavernensumpf der CNL an die Broye abgegebene Aktivität ging im Jahr 1976 weiter zurück auf 0,1 mCi. Stichproben von

Abwasser aus dem Sammeltank zeigten mit 500 - 700 pCi Cs-137/l und 60 - 100 pCi Sr-90/l völlig ungefährliche Konzentrationen.

3.7. Forschungsreaktor "Crocus" ETH Lausanne

Eine erstmalige Analyse von Moderatorwasser aus der Anlage "Crocus" (leichtwassermoderierter Versuchs- und Demonstrationsreaktor, maximal 100 Watt thermisch) ergab keine Gammastrahler; dagegen lag nach übereinstimmenden Messungen der EAWAG, des Labors ASK/EIR und des Labors Fribourg der KUER der Tritiumgehalt bei rund 200'000 pCi Tritium/l. Berücksichtigt man die Verdünnung im Kanalisations-system und die Jahresabgabe von höchstens einigen m³, so sind auch diese Tritiumabgaben unbedeutend.

4. INDUSTRIEN, SPITÄLER

4.1. Abwasserreinigungsanlagen Zürich-Werdhölzli und Lausanne (Fig. 12)

Zur Kontrolle der Immissionen, welche Spitäler und Betriebe, die radioaktive Isotope verarbeiten, in den öffentlichen Gewässern der Umgebung verursachen, werden am Ausfluss der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) der Städte Lausanne und Zürich von der KUER kontinuierlich Proben entnommen und untersucht. Die Immissionen der Städte Basel, Bern und Genf werden durch die Messungen von Flusswasser unterhalb dieser Städte erfasst und sind in den Angaben von 2.3. enthalten.

Die Alpha- und Tritiummessungen ergaben mit Jahresmitteln von 0,9 pCi Alpha/l Abwasser von Lausanne und 0,7 pCi Alpha/l von Zürich bzw. 430 pCi Tritium/l Abwasser von Lausanne und 660 pCi Tritium/l von Zürich keine erhöhten Werte gegenüber andern Oberflächengewässern. Die Gesamt-Betaaktivität ($E_{\beta} > 150$ keV) nach der ARA Lausanne betrug im Wochenmittel nur 3 bis 13 pCi/l. Die Wochenproben aus der ARA Zürich-Werdhölzli wurden wie in den letzten Jahren wegen ihrer erhöhten Betaaktivität gammaspektrometrisch analysiert. Es zeigte sich erneut, dass praktisch die ganze Aktivität von Jod-131 stammte, das in Spitälern verwendet wird. In der Woche vom 6.-13.1.76 lag die J-131-Konzentration mit 920 pCi/l knapp unter der erlaubten Abgabelimite (vgl. Jahresbericht der KUER 1975); alle spätern Messwerte lagen tiefer. Die totale Jahresabgabe mit dem Abwasser aus Zürich errechnet sich zu rund 15 Ci J-131. Im Jahre 1976 haben die Spitäler von Zürich total 35 Ci J-131 bezogen.

4.2. Tritium in der Gegend von La Chaux-de-Fonds (Tab. 10, Fig. 13-14)

Zur Erfassung der Tritiumemissionen aus Leuchtfarbensetzereien von La Chaux-de-Fonds wurde 1976 eine Reihe von kontinuierlich arbeitenden Probensammelapparaturen eingerichtet. Es werden Luftfeuchtigkeit, Regen, Abwasser und der Doubs dauernd auf Tritium kontrolliert.

Die Tritiummessungen der Luftfeuchtigkeit in La Chaux-de-Fonds ergaben 4000 - 15000 pCi Tritium/l kondensierter Wasserdampf, ent-

sprechend 30 - 130 pCi Tritium/m³ Luft. Diese Konzentrationen liegen weit unter dem nach SSVO 76 zulässigen Grenzwert von 30000 pCi Tritium/m³ Luft, welcher während eines Jahres zu 50 mrem Ganzkörperbelastung führen würde.

Im Regenwasser von Crêt-du-Loche (westlich) und Les Hauts-Geneveys (südlich La Chaux-de-Fonds) lag der Tritiumgehalt mit rund 500 bzw. 600 pCi/l im Jahresmittel im Rahmen der übrigen Sammelstellen der Alpennordseite. Dagegen zeigten die Proben von Regen bei der ARA La Chaux-de-Fonds (nordöstlich der Stadt) einen merkbar höheren Tritiumgehalt von 1140 pCi/l im Mittel der Monate Mai bis Dezember, und 14-tägliche Proben von Niederschlag aus dem Stadttinnern von La Chaux-de-Fonds enthielten im Sommer und Herbst 1000 - 2000 pCi Tritium/l, im Frühling und gegen Jahresende stiegen die Werte bis 14'000 pCi Tritium/l.

Das Wasser nach der ARA enthielt im Monatsmittel rund 100'000 pCi Tritium/l (Spitzenwerte in Stichproben bis 300'000 pCi Tritium/l); der ständige Konsum dieses Wassers als Trinkwasser würde zu einer Gesamtkörperdosis von 15 mrem/Jahr führen. Das Wasser aus der ARA versickert teilweise, teilweise bildet es die Ronde, welche nach kurzem Lauf in den Doubs mündet, wo die Tritiumkonzentration viel kleiner ist. Die über die ARA weggeführte Tritiumaktivität lässt sich für das ganze Jahr zu gegen 1000 Ci abschätzen.

Der Tritiumgehalt im Doubs lag im Jahresmittel bei St. Ursanne um rund 1000 pCi/l höher als oberhalb La Chaux-de-Fonds, wo er wie in andern Flüssen rund 600 pCi/l betrug. Daraus lässt sich die jährliche Immission im Doubs aus dem Raume La Chaux-de-Fonds zu rund 1000 Ci abschätzen, in Uebereinstimmung mit den Messungen am Ausfluss der ARA.

Im Gegensatz dazu schätzt die SUVA aufgrund ihrer Kontrollen bei der Betriebsüberwachung (Konzentrationen in den Abwasser - Rückhaltebecken 3 - 15.10⁶ pCi Tritium/l; Jahresabgabe der einzelnen Betriebe 3 - 74 m³) die Tritiumabgabe an das Abwasser auf nur 2 bis 3 Curie im Jahr 1976. Die grosse Diskrepanz kann nicht durch Tritiumzufuhr mit dem Niederschlag erklärt werden, da die Luftfeuchtigkeit und auch der Niederschlag wesentlich niedrigere Konzentrationen aufweisen als das Abwasser. Man muss daraus schliessen, dass möglicherweise nicht alle Quellen durch die Kontrollinstanzen erfasst wurden. Zur Abklärung sollen 1977 gezielte Untersuchungen durchgeführt werden. Dabei arbeitet die KUER eng mit den Kontrollinstanzen und den kantonalen Stellen zusammen. Nur durch eine solche Zusammenarbeit ist eine wirksame Ueberwachung möglich.

Das Trinkwasser von La Chaux-de-Fonds wird grösstenteils aus der Areuseschlucht bezogen; Stichproben von Trinkwasser zeigten einen Tritiumgehalt von nur 400 - 700 pCi/l, was vergleichbar ist mit demjenigen von andern Landesgegenden. Eine Gefährdung der Bevölkerung durch Trinkwasser besteht demgemäss nicht.

4.3. Einzelne Industriebetriebe

Gezielte Stichproben bei den Tritium verarbeitenden Betrieben Radium-Chemie Teufen /AR und Cerberus AG Männedorf /ZH zeigten, dass

die Abgaben mit dem Abwasser den Vorschriften genügten; auch die Nuklear AG Merz & Benteli Niederwangen /BE blieb mit einer Totalabgabe von 0,24 Ci Tritium im Jahr 1976 weit unterhalb der höchstzulässigen Abgabelimite.

Messungen der Alphaaktivität von 2 Stichproben von Abwasser der Cerberus AG Volketswil /ZH ergaben 2,8 pCi Alpha/l resp. 31 pCi Alpha/l. Nach der Strahlenschutzverordnung 1963 ist für ein unbekanntes Gemisch von Alphastrahlern im Tagesmittel eine Maximalkonzentration von 100 pCi Alpha/l Abwasser erlaubt; die Vorschriften waren demnach eingehalten.

5. STRAHLENBELASTUNG DER SCHWEIZER BEVÖLKERUNG

Natürlicher Untergrund: Die kosmische Strahlung und die natürliche Radioaktivität bewirken für die Schweizer Bevölkerung eine jährliche externe Ganzkörperdosis, die zwischen 50 und 300 mrem liegt, bei einer mittleren Bevölkerungsdosis von 100 mrem. Die im Körper eingelagerten radioaktiven Nuklide verursachen eine interne Dosis von ca. 20 mrem. Die durchschnittliche "natürliche" Ganzkörperdosis beträgt somit in der Schweiz 120 mrem/Jahr.

Medizinische Anwendungen: Eine 1971 durchgeführte Erhebung ¹⁾ über die Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung durch röntgendiagnostische Untersuchungen ergab eine genetisch signifikante Dosis ²⁾ von 42 - 43 mrem und eine mittlere jährliche Knochenmarkdosis (= Ganzkörperdosis) von 121 mrem, also etwa gleich viel wie der natürliche Untergrund.

Weltweiter radioaktiver Ausfall: In der Bestrahlung durch radioaktiven Ausfall von Atombombenexplosionen rührt weiterhin der Hauptanteil von den langlebigen Radionukliden aus den Testexplosionen der Jahre 1961/62 her. Die Dosis von rund 5 mrem/Jahr verteilt sich etwa zu gleichen Teilen auf externe Bestrahlung durch auf dem Boden abgelagertes Caesium-137 und interne Bestrahlung durch in den Knochen eingelagertes Strontium-90.

Die chinesische Volksrepublik zündete in Lop Nor am 26. September 76 eine Atombombe von 20-200 Kilotonnen und am 17. November eine solche von 4 Megatonnen. Die Spaltprodukte der ersten Bombe erreichten die Schweiz im Oktober und führten zu einer schwachen Erhöhung der Aktivität von Luft und Niederschlägen. Im Jahresmittel war jedoch die Luftaktivität kleiner als in den Vorjahren. Nur das kurzlebige Jod-131 (8 Tage Halbwertszeit) erzeugte im Oktober/

1) G.G. Poretti, F. Ionesco-Farca, W. Lanz, Schweiz. med. Wschr. 106, 1976, 1682.

2) Die genetisch signifikante Dosis ist die mit der Kindererwartung gewichtete mittlere Strahlenbelastung der Gonaden und ist somit ein Mass für die Auswirkung von Strahlen auf das Erbgut.

November mit rund 1 mrem in der Schilddrüse von Kleinkindern (über die Milch) eine nennenswerte Dosis. Die Spaltprodukte der zweiten Bombe werden sich in der Bodenluft erst im Frühjahr 77 bemerkbar machen.

Kernanlagen: Die Abgabevorschriften für radioaktive Abluft und Abwasser wurden von den Kernanlagen auch 1976 immer eingehalten. Die Ueberwachung zeigte, dass selbst die ständige Verwendung von Aarewasser unterhalb der Kernanlagen als Trinkwasser eine Dosis von maximal 0,25 mrem/Jahr bewirkt hätte. Die durch radioaktive Abluft in der Umgebung der Anlagen hervorgerufenen maximalen Ortsdosen lagen beim Kernkraftwerk Beznau unter 1 mrem/Jahr, beim Kernkraftwerk Mühleberg bei 3 mrem/Jahr, wobei das Gebiet mit einer Ortsdosis über 1 mrem/Jahr rund 1 km² umfasste.

250 m südlich des Eidg. Instituts für Reaktorforschung Würenlingen erreichte die Ortsdosis im Freien 60 mrem/Jahr durch die Abluft des Reaktors DIORIT. Die dort wohnenden Personen erhielten eine zusätzliche Dosis von ca. 10 mrem/Jahr (Abschirmung durch die Häuser). Der DIORIT wird im Jahr 77 stillgelegt.

Gemittelt über die schweizerische Bevölkerung betrug die Dosis durch die Abgaben der Kernanlagen rund 0,1 mrem/Jahr.

Industrien und Spitäler: Nebst den Kernkraftwerken werden auch die Immissionen von Industriebetrieben und Spitälern überwacht, die radioaktive Stoffe verwenden. Am häufigsten wird Tritium von Leuchtfarbenherstellern und -Setzereien sowie Jod-131 von Spitälern benutzt. Auch hier wurden 1976 keine Uebertretungen der Abgabevorschriften festgestellt.

Da sich in der Gegend La Chaux-de-Fonds eine grössere Anzahl von Leuchtfarbenetzereien befindet, wurden hier die Abgaben und die Ausbreitung von Tritium in Luft und Gewässern eingehend untersucht. 1976 gelangten rund 1000 Ci Tritium über die Abwasserreinigungsanlage La Chaux-de-Fonds in den Doubs und erhöhten dessen Tritiumkonzentration um 1000 pCi/l. Das Trinkwasser der Stadt La Chaux-de-Fonds stammt jedoch grösstenteils aus der Areuseschlucht und hat denselben Tritiumgehalt wie andere schweizerische Oberflächengewässer. Sogar die Verwendung des Doubswassers als Trinkwasser würde eine Dosis von nur 0,2 mrem/Jahr ergeben.

Strahlenbelastung durch weitere Quellen: Der Vollständigkeit halber seien hier noch weitere zivilisatorische Strahlenquellen aufgeführt; diese ergeben, gemittelt über die ganze Bevölkerung, eine Dosis zwischen 0,1 und 1 mrem/Jahr. Es sind dies: Uhren mit Leuchtziffern, Farbfernsehen, Rauchen, ferner erhöhte kosmische Strahlung bei der Luftfahrt.

Die Ueberwachung von beruflich strahlenexponierten Personen fällt in den Kontrollbereich der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, des Eidg. Gesundheitsamtes und der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt. Die Strahlenbelastung dieser Personen ergibt zur durchschnittlichen Dosis der Schweizer Bevölkerung einen Beitrag von ca. 0,4 mrem/Jahr.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die durchschnittliche Ganzkörperdosis der Schweizer Bevölkerung durch die natürliche Radioaktivität und die kosmische Strahlung beträgt 120 mrem/Jahr, mit Minimalwerten von 70 mrem/Jahr im Jura und Maximalwerten von 320 mrem/Jahr in gewissen Alpenregionen.

Röntgendiagnostische Untersuchungen verursachten nach einer Erhebung von 1971 eine mittlere Knochenmarkdosis von 121 mrem/Jahr und eine genetisch signifikante Dosis von 43 mrem/Jahr.

Der radioaktive Ausfall von Kernwaffen-Testexplosionen (hauptsächlich aus den Jahren 1961/62) bewirkte 1976 noch 5 mrem Ganzkörperdosis.

Die Emission radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen führte für wenige Bewohner der nahen Umgebung zu maximal 10 mrem/Jahr Personendosis (Abschirmwirkung der Häuser berücksichtigt) beim Eidg. Institut für Reaktorforschung Würenlingen, 3 mrem/Jahr Ortsdosis im Freien beim Kernkraftwerk Mühleberg und weniger als 1 mrem/Jahr Ortsdosis beim Kernkraftwerk Beznau. Der Reaktor "Diorit", dessen Argon-41-Abgabe die erhöhte Dosis in der Umgebung des Eidg. Instituts für Reaktorforschung hervorrief, wurde am 8.7.1977 stillgelegt. Die mittlere Dosis der Schweizer Bevölkerung durch die radioaktiven Immissionen der Kernanlagen lag bei rund 0,1 mrem/Jahr, diejenige durch Immissionen radioaktiver Stoffe aus Industrien und Spitälern unter diesem Wert.

Der Beitrag der beruflich strahlenexponierten Personen zur durchschnittlichen Dosis der Schweizer Bevölkerung ergab rund 0,4 mrem im Jahre 1976.

Weitere zivilisatorische Strahlenquellen, wie Leuchtziffern von Uhren, Farbfernsehen, Rauchen und erhöhte kosmische Strahlung bei Flugreisen, führen gesamthaft zu einer nicht genau abschätzbaren Dosis zwischen 0,1 und 1 mrem/Jahr.

Die Tatsache, dass bis heute in der Schweiz der Betrieb von Kernanlagen und die Verwendung radioaktiver Stoffe in Technik und Medizin noch nie zu einer bedeutenden Erhöhung der Radioaktivität und damit zu einer potentiellen Gefährdung der Bevölkerung geführt haben, ist neben strengen Abgabevorschriften und Kontrollen durch die Kontrollinstanzen nicht zuletzt auch auf eine möglichst lückenlose Ueberwachung der Immissionen in die Biosphäre zurückzuführen.

Eine signifikante Reduktion der Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung könnte nur auf dem Gebiet der Medizin erfolgen. Es wäre wünschenswert, wenn bei gleichem Nutzen und gleicher Aussagekraft die Belastung durch röntgendiagnostische Anwendung ionisierender Strahlen reduziert werden könnte.

Den radioaktiven Ausfall von Kernwaffenexplosionen können wir leider nicht begrenzen. Allerdings ist sein Anteil an der Strahlenbelastung in den letzten Jahren zurückgegangen.

Dem Vorsteher des Eidg. Departementes des Innern und dem Direktor des Eidg. Gesundheitsamtes sei der beste Dank für die Unterstützung der KUER und des Alarmausschusses der KUER in allen Belangen ausgesprochen. Ebenso danken wir allen beteiligten Laboratorien und Probenahmestellen, insbesondere der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, für die vorzügliche Zusammenarbeit.

Zusammensetzung der Kommission:

Prof. Dr. O. Huber, Universität Freiburg, Präsident
Prof. Dr. J. Rossel, Universität Neuenburg, Vizepräsident
Prof. Dr. J.L. Mauron, Nestlé SA, Vevey
PD Dr. G. Poretti, Inselspital, Bern
Dr. G. Simmen, Dir. der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Zürich
Prof. Dr. W. Stumm, ETH, Zürich
Prof. Dr. J. Wellauer, Universität Zürich

Freiburg, August 1977

Anhang I

Die in diesem Bericht zusammengestellten Messwerte stammen von Analysen folgender Laboratorien:

ARL	Arbeitsgemeinschaft zur Ueberwachung der Radioaktivität der Lebensmittel (Präsident Dr. A. Miserez, Eidg. Gesundheitsamt, Bern)
ASK	Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Würenlingen (S. Prêtre, S. Chakraborty, Dr. J. Czarnecki, W. Jeschki)
CBE	Institut für anorganische, analytische und physikalische Chemie, Universität Bern (Prof. Dr. H.R. von Gunten)
EAWAG	Abt. Radioaktivität der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf (Prof. Dr. W. Stumm, Frau Dr. M. Bezzegh, K. Steiner)
EIR	Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen (Dr. F. Alder, Dr. W. Görlich, Dr. E. Nagel)
EPFL	Institut d'électrochimie et de radiochimie, Eidg. Technische Hochschule, Lausanne (Prof. Dr. P. Lerch, J. Geering)
LFR	Laboratorium Freiburg der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität, Physikalisches Institut der Universität (Prof. Dr. O. Huber, Dr. J. Halter, Dr. B. Michaud, L. Ribordy, H. Völkle)
NESTEC	Société d'assistance technique pour produits Nestlé S.A., La Tour-de-Peilz (Prof. Dr. J.L. Mauron, M. Arnaud)
PBE	Physikalisches Institut der Universität Bern (Prof. Dr. H. Oeschger, Dr. H. Loosli, U. Schotterer, Dr. U. Siegenthaler)
SCCI	Service cantonal de contrôle des irradiations, Genève (Prof. Dr. A. Donath)
SUVA	Sektion Physik der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt, Luzern (E. Kaufmann)

ANHANG II

Organisation und Mittel des Alarmausschusses der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (AA/KUER)

von Dr. P. WINIGER, Sekretär des AA/KUER
Bundesamt für Zivilschutz

Der AA/KUER hat in den letzten zehn Jahren eine Alarmorganisation für den Fall erhöhter Radioaktivität aufgebaut. Diese hat die Aufgabe, bei gefährlich erhöhter Radioaktivität deren Ausmass und Verlauf im ganzen Land zu verfolgen und dem Bundesrat die notwendigen Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung vorzuschlagen. Ihr leitendes Organ ist der Alarmausschuss (AA), der dem Eidgenössischen Departement des Innern unterstellt ist. Der Vorsitzende ist der Präsident der KUER. Im AA sind mit Ausnahme des EFZD alle Eidg. Departemente vertreten. Folgende Aemter und Stellen sind an der Lösung der Probleme wesentlich beteiligt:

Die Abteilung AC-Schutzdienst bearbeitet die Probleme des Schutzes vor Atom- und chemischen Waffen.

Die Abteilung für Landwirtschaft berät in allen Fragen der Kontamination landwirtschaftlicher Erzeugnisse, hauptsächlich der Milch.

Die Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen vermittelt die notwendigen Informationen über die Kernanlagen und arbeitet bei Reaktorunfällen eng mit dem AA zusammen.

Die Abteilung Strahlenüberwachung des Eidgenössischen Instituts für Reaktorforschung verfügt über einen Pikettdienst, der im Alarmfall für die Messung einer radioaktiven Kontamination beigezogen werden kann.

Die Abteilung Territorialdienst bearbeitet für den Alarmausschuss insbesondere das Nachrichtenwesen und den Warndienst.

Das Bundesamt für Zivilschutz konzipiert den AC-Schutzdienst in den örtlichen Schutzorganisationen des Zivilschutzes.

Die Direktion für Völkerrecht führt Verhandlungen mit den Nachbarländern und internationalen Organisationen über die Alarmierung und Schutzmassnahmen bei grenzüberschreitender Radioaktivität.

Die Kantonspolizei Zürich koordiniert die Uebermittlung der Meldungen und Weisungen über das Polizeiübermittlungsnetz der Schweiz.

Die SBB und die PTT bearbeiten die Probleme des öffentlichen Verkehrs und der Post- und Fernmeldedienste für den Alarmfall.

Der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt ist die Ueberwachungszentrale (UWZ) der Alarmorganisation angegliedert. Die Beurteilung der meteorologischen Verhältnisse ist im Alarmfall für eine rasche Prognose über die Radioaktivität von grösster Wichtigkeit.

Die Strahlenschutzsektion des Eidgenössischen Gesundheitsamts wacht über die Einhaltung der Verordnung über den Strahlenschutz, welche auf alle Tätigkeiten anwendbar ist, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen.

Die Alarmorganisation verfügt über folgende Mittel:

- Rund hundert Atomwarnposten sind über das ganze Gebiet der Schweiz verteilt, die meisten bei Polizeiposten. Ihre Atomwarngeräte werden bei Alarmierung durch die UWZ eingeschaltet und lösen bei Ueberschreitung eines Strahlenpegels von 10 Milliröntgen pro Stunde Alarm aus. Die Postenmannschaft misst dann mit einem Spürgerät den Verlauf der radioaktiven Verstrahlung und meldet die Resultate regelmässig an die Alarmzentrale.
- Die KUER hat längs der Grenze sechs automatische Frühwarnposten installiert, die bei einer Zunahme der Luftradioaktivität Alarm auslösen, der an die UWZ weitergeleitet wird.
- Die Ueberwachungszentrale kann jederzeit Alarmmeldungen aus dem In- und Ausland entgegennehmen. Sie nimmt im Alarmfall eine erste Beurteilung der Gefährdung vor und orientiert, je nach Dringlichkeit der Lage, den AA und die Behörden; bei Katastrophengefahr warnt sie die Bevölkerung direkt über Radio und Fernsehen und empfiehlt ihr geeignete Schutzmassnahmen.
- Die Alarmzentrale nimmt Meldungen über das Ereignis sowie Dosis- und Aktivitätsmessungen entgegen, wertet diese aus und beantragt dem Bundesrat die Anordnung geeigneter Massnahmen und entsprechender Weisungen an die Bevölkerung.
- Das EGA unterhält fünf Radioaktivitätsmesswagen zu normalen Kontrollzwecken von Laboratorien und Spitälern, die jederzeit über eine Funkrufeinrichtung erreichbar sind.
- Die normalen Ueberwachungsaufgaben auf dem Gebiet der Radioaktivität werden von Laboratorien der KUER, des EIR, der ASK, der Kernkraftwerke, des EGA und einiger Kantonschemiker durchgeführt, die über ein Netz von Probenahmestellen verfügen.
- Bezeichnete Polizeistellen haben als Meldesammelstellen die Aufgabe, die eintreffenden Meldungen innerhalb eines Kantons zu sammeln und an die Alarmzentrale weiterzuleiten.
- Genügen die genannten zivilen Einrichtungen zur Bewältigung einer Verstrahlungslage nicht mehr, so können zusätzlich Spürequipen (auch Spürhelikopter) und Laboratorien des AC-Schutzdienstes der Armee und auch des Zivilschutzes aufgeboden werden.