

# 22. Bericht der Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität für das Jahr 1978 zuhanden des Bundesrates

Objektyp: **Group**

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

Band (Jahr): **22 (1978)**

PDF erstellt am: **01.09.2024**

## **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.

## 22. BERICHT DER EIDG. KOMMISSION

### ZUR UEBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITAET FUER DAS JAHR 1978

ZUHANDEN DES BUNDESRATES <sup>1)</sup>

VON PROF. DR. O. HUBER, PRÄSIDENT DER KOMMISSION, FREIBURG <sup>2)</sup>

#### 1. EINLEITUNG

1.1. Die Ueberwachung der Radioaktivität durch die Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUER) hat den Zweck, den aus der Umwelt stammenden Beitrag der Strahlendosis der Bevölkerung sowie einzelner Personengruppen (z.B. in der Umgebung der Kernkraftwerke) zu ermitteln.

Zur Erfüllung ihrer Aufgabe hat die KUER, in Zusammenarbeit mit den Kontrollinstanzen, ein Probenahme- und Messnetz eingerichtet, das gestattet ein Bild über die Radioaktivität der Biosphäre, speziell auch in der Umgebung von Kernkraftwerken und Industriebetrieben, zu erhalten.

Die Einhaltung der den Kernkraftwerken in der Betriebsbewilligung vorgeschriebenen Abgabelimiten wird von der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (ASK) kontrolliert; die Beurteilung einer eventuellen Beeinflussung der Umgebung durch Immissionen ist Aufgabe der KUER. Die beiden Instanzen koordinieren ihre Aufgaben und haben gemeinsam ein Programm für die Ueberwachung der Abgaben und der Umgebung festgelegt. Durch Kontrollmessungen von ASK und KUER wird festgestellt, ob die betrieblichen Massnahmen zur Einhaltung der zum Schutze der Umgebung festgesetzten Abgabegrenzwerte genügen und ob die betriebseigenen Kontrollen den Anforderungen von ASK und KUER entsprechen. Durch nuklidspezifische Analysen von Umgebungsproben lässt sich die Immission aus einer Kernanlage fest-

---

1) Texte français, voir page 42

2) Der Bericht wurde in Zusammenarbeit mit Dr. J. HALTER, dipl. phys. H. VÖLKLE und Dr. B. MICHAUD (Freiburg) anhand der Arbeitsberichte der im Anhang aufgeführten Laboratorien verfasst.

stellen. In der Umgebung des Kernkraftwerkes Gösgen-Däniken wurden vor Inbetriebnahme zur Beweissicherung analoge Messungen durchgeführt wie in der Umgebung der in Betrieb stehenden Kernkraftwerke. Analysen von Parallelproben durch den Betreiber und ASK/KUER erlauben zudem eine gegenseitige Kontrolle der Messmethoden.

Im Kontrollbereich des Bundesamtes für Gesundheitswesen (BAG) und der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) führt die KUER gemäss ihrem Ueberwachungsprogramm gezielte Immissionsmessungen, hauptsächlich in Abwasserreinigungsanlagen und Gewässern, durch und ergänzt damit die Abgabeüberwachung der Kontrollinstanzen. Allfällig festgestellte Aktivitätserhöhungen, die auf unzulässige Abgaben hindeuten, meldet die KUER den Kontrollinstanzen, damit diese eventuell notwendige Massnahmen treffen können.

Die Dosen beruflich strahlenexponierter Personen werden in einem Bericht der Eidg. Kommission für Strahlenschutz ("Strahlenbelastung und Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz im Kalenderjahr 1978", zusammengestellt durch die Expertengruppe für Personendosimetrie, Vorsitz: S. Prêtre) veröffentlicht.

#### 1.2. Tätigkeit des Alarmausschusses (AA) der KUER

Auf den 1. Januar 1979 trat die revidierte Verordnung über den Zivilschutz in Kraft, mit welcher die in der Schweiz gültigen Alarmzeichen neu festgelegt und ihre Bedeutung geregelt werden. Neu wurde neben dem "Allgemeinen Alarm" das Zeichen "Strahlenalarm" geschaffen. Basierend auf dieser neuen Signalordnung wurde in Zusammenarbeit zwischen dem EVED, vertreten durch die ASK, dem AA/KUER und den Standortkantonen von Kernkraftwerken bis Ende 1978 die Einrichtung eines raschen Alarmsystems (Sirenen) in der Zone I (Distanz ca. 3 bis 5 km) der Kernkraftwerke Beznau, Gösgen und Mühleberg verwirklicht. Zur Information der Bevölkerung über das Verhalten bei einem schweren Reaktorunfall haben die drei Standortkantone in Zusammenarbeit mit den Bundesbehörden Merkblätter ausgearbeitet. In diesen wird die Bevölkerung orientiert, wie sie sich im Falle einer gefährlichen Erhöhung der Radioaktivität als Folge eines Reaktorunfalles zu verhalten hat. Die Durchführung der Schutzmassnahmen fällt in den Kompetenzbereich der Kantone und Gemeinden.

Am 24. Januar 1978 verglühte der Satellit Kosmos 954 der UdSSR, der einen kleinen Kernreaktor an Bord hatte, in der Atmosphäre und Teile stürzten über Kanada ab. Eine erhöhte Radioaktivität war in unserem Lande nicht messbar. Das Ereignis bot Gelegenheit, Teile der Alarmorganisation zu prüfen (siehe auch Jahresbericht 1977 der KUER).

Die Bundesbehörden planen den Bau einer Alarmzentrale, in die auch die Ueberwachungszentrale des AA/KUER integriert wird. Bei gefährlich erhöhter Radioaktivität mit unmittelbarer Gefahr für unser Land hat diese die Kompetenz, die Bevölkerung über Radio, Fernsehen und Presse direkt zu warnen und ihr geeignete Schutzmassnahmen zu empfehlen.

Zur Bewältigung dieser verantwortungsvollen Aufgabe, speziell auch in Verbindung mit dem raschen Alarmsystem um die Kernkraftwerke, wurde die Ueberwachungszentrale (UWZ) des AA durch eine Einsatzgruppe verstärkt, die die UWZ in der Vorbereitung für einen Alarmfall unterstützt und, falls ein solcher eintreten sollte, verantwortlich eingesetzt werden kann.

Im Herbst 1978 fand die jährliche Mess- und Meldeübung der 104 Atomwarnposten statt, welche über das ganze Land verteilt sind; die meisten sind Kantonspolizeiposten angegliedert. Praktisch alle vorgeschriebenen Meldungen (ca. 99% der über 500 Fernschreiben) trafen auf dem Dienstweg korrekt und zeitgerecht innerhalb von ca. 30 Minuten nach den entsprechenden Messungen ein. Am gleichen Tag führten 17 Radioaktivitätslaboratorien einen Messvergleich an radioaktiven Proben durch und speisten ihre Resultate ins Uebermittlungsnetz ein. Sowohl die Qualität der Messungen als auch die Uebermittlung der Resultate waren zufriedenstellend.

## 2. ALLGEMEINE UEBERWACHUNG

Von der im Jahr 1978 der Biosphäre zugeführten Radioaktivität ist der grösste Teil auf die chinesische 4 Mt-Bombe vom 17.11.76 zurückzuführen. Zwei chinesische Bomben je mit Kaliber unter 20 kt, gezündet am 16.3.78 und am 14.12.78 in Lop Nor, bewirkten nur während kurzer Zeit eine leichte Erhöhung der Luftradioaktivität.

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

Gegenüber dem Vorjahr sank 1978 die Aktivität der Bombenausfallprodukte in der Luft auf rund die Hälfte. Dabei zeigten die mittel- bis langlebigen Spaltprodukte den üblichen Jahresgang mit einer Erhöhung nach dem Frühljahrsaustausch (Nachschub neuer Radioaktivität aus der Stratosphäre) und nachherigem allmählichem Abklingen. Die chinesischen Bomben vom 16.3. und 14.12.78 führten der Bodenluft schwache Aktivitäten kurzlebiger Spaltprodukte zu. In Luftfiltern aus der unteren Stratosphäre (1000 m über der Tropopause) waren auch kurz nach den Bombentests keine kurzlebigen Spaltprodukte nachweisbar; die Spaltprodukte dieser Bomben gelangten also nicht in die Stratosphäre und werden demgemäss auch keinen verzögerten radioaktiven Ausfall hervorrufen.

Die gesamte künstliche Strahlenbelastung aus der Luft durch externe Bestrahlung und Inhalation lag 1978 bei rund 0,1 mrem/Jahr. Darin sind auch die Wirkungen der langlebigen gasförmigen Radionuklide Tritium, Kohlenstoff-14, Krypton-85 und Jod-129 enthalten, die teils von früheren Kernexplosionen stammen (Tritium, Kohlenstoff-14), teils aus Kernreaktoren und Wiederaufbereitungsanlagen (Krypton-85, Jod-129) in die Atmosphäre gelangen.

Der Argon-37-Gehalt der Luft (0,02 - 1,3 pCi/m<sup>3</sup> Luft), hauptsächlich durch unterirdische Kernexplosionen hervorgerufen, war 1978 zeitweise bedeutend höher als im Vorjahr. Die dadurch bewirkte Jahresdosis bleibt jedoch vernachlässigbar (<< 1 mrem/Jahr).

Die Messungen natürlicher radioaktiver Nuklide in der Luft ergaben folgende Jahresmittelwerte: Beryllium-7:  $0,1 \text{ pCi/m}^3$ , Blei-210:  $0,013 \text{ pCi/m}^3$  und Gesamt-Alpha-Aktivität:  $0,002 \text{ pCi/m}^3$  Luft. Der Wert für die langlebigen Alpha-Strahler rührt grösstenteils vom natürlichen Polonium-210 her.

## 2.2. Niederschläge (Tab. 2)

Die gesamte 1978 auf der Alpennordseite mit dem Regen abgesetzte künstliche Aktivität war etwa gleich wie 1977. Die höhere spezifische Aktivität in den Monaten März - April rührte von der chinesischen Atombombe vom 16.3. her, was durch die in diesen Proben feststellbaren Isotope Ruthenium-103 und Zirkon-Niob-95 deutlich wurde. Im Tessin (Locarno) ging im Berichtsjahr die Radioaktivität des Niederschlages wieder auf einen ähnlichen Wert wie nördlich der Alpen zurück. Die an dieser Stelle trocken mit dem Staub abgesetzte Aktivität betrug  $1,3 \text{ mCi/km}^2$  (1977:  $1,0 \text{ mCi/km}^2$ ).

Die Tritiumaktivität im Niederschlag lag an den meisten Stationen im Jahresmittel bei 200 - 500 pCi/Liter, also ähnlich wie 1977. Nur in Bern war eine Erhöhung auf ungefährliche 850 pCi/Liter (höchstes Monatsmittel im November 2350 pCi/Liter) festzustellen. (Regen La Chaux-de-Fonds siehe 4.2.).

## 2.3. Oberflächengewässer, Grund- und Trinkwasser

In den Flüssen Rhein (Rekingen AG und Village Neuf bei Basel), Rhone (Porte du Scex und Chancy), Ticino (Riazzino) und Doubs (St. Ursanne) werden kontinuierlich Wasserproben gesammelt, die monatlich (Gesamt-Beta im Rhein: alle 14 Tage; Tritium im Doubs: wöchentlich) auf Gesamt-Alpha-, Gesamt-Beta- und Tritiumaktivität untersucht werden. Ferner überprüft die KUER durch Parallelmessungen die von den KKW gemäss ihrem Ueberwachungsprogramm ober- und unterhalb der Anlagen durchgeführte kontinuierliche Aarewasser-überwachung.

Ausserdem wird viermal jährlich die Gesamt-Beta-Aktivität von Stichproben aus dem Rhein (St. Margrethen), der Tresa (Ponte Tresa) und dem Inn (Martinsbruck) bestimmt. Ferner führte die Arbeitsgemeinschaft zur Ueberwachung der Radioaktivität der Lebensmittel (ARL) Gesamt-Beta-Messungen an 8 Stichproben aus dem Zürichsee und 10 aus dem Vierwaldstättersee durch.

Die Gesamt-Beta-Aktivität des Flusswassers lag meistens unter  $10 \text{ pCi/Liter}$ , die Gesamt-Alpha-Aktivität unter  $2 \text{ pCi/Liter}$  und die Tritiumaktivität (Ausnahme Doubs: s. unter 4.2.) zwischen  $150$  und  $800 \text{ pCi/Liter}$ . Im Wasser der Rhone bei Porte du Scex wurde im Juni eine leicht erhöhte Beta-Aktivität von  $13 \text{ pCi/Liter}$  und eine Alpha-Aktivität von  $5,4 \text{ pCi/Liter}$  gemessen, was mit dem aussergewöhnlich hohen Feststoffgehalt dieser Probe zusammenhängt; bezogen auf den Trockenrückstand fallen diese Juniwerte mit  $45 \text{ pCi}$  Gesamt-Beta/g (Jahresmittel  $58 \text{ pCi/g}$ ) resp.  $16 \text{ pCi}$  Gesamt-Alpha/g (Jahresmittel  $14 \text{ pCi/g}$ ) nicht aus dem Rahmen.

Schwebestoffe, Wasserpflanzen und Sediment aus der Aare ober- und unterhalb der Kernanlagen wiesen Gesamt-Beta-Aktivitäten zwischen

14 und 39 pCi/g Trockensubstanz auf und blieben damit im üblichen Streubereich. In Wasserpflanzen aus der Limmat bei Oetwil wurde an einer Stichprobe eine Jod-131-Aktivität von 83 pCi/g Trockensubstanz festgestellt, welche auf das Abwasser aus der ARA Zürich-Werdhölzli (siehe 4.1.) zurückzuführen ist. Die Gammaanalyse einer Sedimentprobe vom gleichen Ort ergab 13 pCi/g Trockensubstanz natürliche Radionuklide und 2 pCi/g Spaltprodukte, darunter je 0,6 pCi/g Jod-131 (aus der ARA) und Cer-144, 0,5 pCi/g Caesium-137 und 0,3 pCi/g Ruthenium-106 (vom Fallout).

Die Aktivität von Fischfleisch betrug bei den untersuchten Proben 1 - 2 pCi Kalium-40/g Frischgewicht und 0,02 bis 0,04 pCi Caesium-137/g Frischgewicht und entspricht damit den in früheren Jahren gemessenen Werten.

20 Grundwasser-Mischproben aus Fassungen in der Umgebung der Kernkraftwerke und 54 Trinkwasserproben aus den Städten Zürich und Basel und von verschiedenen Orten des Kantons St. Gallen zeigten ausnahmslos Gesamt-Beta-Aktivitäten unter 5 pCi/Liter.

#### 2.4. Erdboden und Gras

In der folgenden Tabelle sind die 1978 an Stichproben gemessenen Aktivitätswerte der Radionuklide Kalium-40 (natürliche, in den Proben vorherrschende Aktivität), Caesium-137 und Strontium-90 von Erdboden und Gras zusammengestellt:

Aktivitäten von Erdboden und Gras 1978 (pCi/kg Trockensubstanz)

Erdboden	Schicht	Kalium-40 (natürlich)	Caesium-137	Strontium-90
Arenenberg Grangeneuve	0- 5 cm	12000-15000	350- 410	80-160
Umgebung KKW Gösgen	0- 5 cm	8000-13000	700-1450	280
Umgebung KKW Mühleberg	0- 5 cm	17000-26000	240- 820	210
Davos- Stillberg	0- 5 cm 5-15 cm	15000 17000	6800 1700	1500 800
Gras		Kalium-40 (natürlich)	Caesium-137	Strontium-90
Arenenberg, Grangeneuve		22000-37000	50- 230	140-460
Umgebung KKW Gösgen		13000-31000	130- 280	360-380
Umgebung KKW Mühle- berg und KKW Beznau		20000-46000	100- 420	240-520
Davos-Stillberg		20000	600	2800
Mürren		20000	(nicht gemessen)	970

Diese Messwerte liegen innerhalb des Streubereichs der letzten Jahre. Bei den Proben aus dem Mittelland besteht kein systematischer Unterschied zwischen denjenigen aus der Nähe von Reaktoranlagen, die sich im Betrieb befinden, und von den übrigen Stellen, zu denen 1978 noch die Umgebung des Kernkraftwerkes Gösgen-Däniken zu rechnen ist. Im Rahmen der dort durchgeführten Analysen für die Beweissicherung wurden neben den in der Tabelle aufgeführten Radionukliden in den Erdproben die Isotope Antimon-125 (Halbwertszeit: 2,7 Jahre), Rhodium-106 (1 Jahr) und Cer-144 (284 Tage) in Konzentrationen der Grössenordnung 100 pCi/kg TS <sup>1)</sup> festgestellt, im Gras Cer-144 mit rund 1000 pCi/kg TS, Rhodium-106 mit bis zu 500 pCi/kg TS und Antimon-125 mit rund 100 pCi/kg TS, sowie in den Frühlingsproben Zirkon-95 (66 Tage)-Niob-95 (35 Tage) mit ebenfalls rund 100 pCi/kg TS (zurückzuführen auf die chinesische Atombombe vom 16.3.78).

Die externe Bestrahlung bei dauerndem Aufenthalt im Freien durch Caesium-137 im Erdboden lässt sich aus den Messungen zu ca. 2 mrem/Jahr errechnen.

### 2.5. Milch und andere Lebensmittel

Milchproben aus dem Mittelland (gleiche Stellen wie Grasproben) sowie von Rossberg-Kemptthal, Rotberg/SO und aus dem Kanton Bern zeigten ausnahmslos Caesium-137-Konzentrationen unter 8 pCi/Liter Frischmilch und Strontium-90-Konzentrationen unter 10 pCi/Liter (Maximum Umgebung Gösgen 9 pCi/Liter). Eine Probe aus Davos-Stillberg enthielt 108 pCi Caesium-137/Liter und 66 pCi Strontium-90/Liter, eine solche aus Mürren 35 pCi Strontium-90/Liter Frischmilch. Alle diese Werte entsprechen den Erwartungen aufgrund der Messungen früherer Jahre.

Die Proben der Höhenstationen zeigten wie gewohnt höhere Caesium-137- und Strontium-90-Konzentrationen als diejenigen der Mittellandstationen, da die Kühe dort infolge des geringeren Bewuchses eine grössere Fläche abweiden.

Weizenproben der Ernte 1978 aus der Umgebung von Beznau, Mühleberg und Gösgen wiesen Strontium-90-Aktivitäten von 27 - 30 pCi/kg auf, Proben der Ernten 77 und 78 im schweizerischen Landesdurchschnitt 29 pCi/kg. Die Caesium-Konzentration der Weizenproben von 1978 aus der Umgebung der Kernkraftwerke (inklusive Kernkraftwerk Gösgen-Däniken) lag zwischen 19 und 37 pCi/kg, die Kalium-40-Konzentration zwischen 3600 und 4100 pCi/kg.

Diverse Obst- und Gemüseproben, die von der Arbeitsgemeinschaft zur Ueberwachung der Radioaktivität der Lebensmittel (ARL) auf Strontium-90 untersucht werden, zeigten ebenfalls unbedeutende Aktivitätskonzentrationen. Tritiummessungen an Getränkeproben (Mineralwasser, Trinkwasser, Bier, Milch) ergaben Aktivitäten zwischen 240 und 700 pCi/Liter; Weinproben aus dem Wallis und aus Frankreich aus dem Jahr 1964 enthielten 2700 pCi Tritium/Liter. Dieser Wert ist in Uebereinstimmung mit amerikanischen Messungen von Oberflächenwasser des gleichen Jahres (in der Schweiz wurden damals von der KUER noch keine serienmässigen Tritium-Messungen vorgenommen). In diesen Pro-

1) TS = Trockensubstanz

ben wurde auch Caesium-137 (60-70 pCi/Liter), Strontium-90 (7-11 pCi/Liter) und Kalium-40 (1000-1100 pCi/Liter) bestimmt. Schweizer Wein der letzten Jahre enthielt 800-1000 pCi Tritium/Liter; Caesium-137 war nicht mehr nachweisbar; die Kalium-40-Konzentration lag bei 400 pCi/Liter.

### 2.6. Menschlicher Körper

Die Messungen des Strontium-90-Gehalts in menschlichen Wirbeln wurden fortgeführt. Seit 1975 bleibt das Strontium-90/Calcium Verhältnis in den Knochen praktisch konstant bei ca. 0,8 pCi Strontium-90 pro Gramm Calcium. Diese Konzentration führt zu einer jährlichen Strahlenbelastung der blutbildenden Organe von 2 mrem.

Ganzkörper-Gammamessungen wurden 1978 am Service Cantonal de Contrôle des Irradiations in Genf an 22 Männern und 20 Frauen zwischen 17 und 20 Jahren vorgenommen. Die durchschnittliche Caesium-137-Konzentration lag für die Männer bei 26 pCi/kg Körpergewicht, für die Frauen bei 16 pCi/kg, entsprechend einer Ganzkörperdosis von 0,3 resp. 0,2 mrem/Jahr. Der mittlere Kalium-40-Gehalt im Körper wurde für die Männer zu 2000 pCi/kg, für die Frauen zu 1600 pCi/kg bestimmt, was zu einer Ganzkörper-Dosis von 19 resp. 15 mrem/Jahr führt.

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

### 3.1. Uebersicht (Tab. 3, 4)

Kernkraftwerke geben beim Normalbetrieb über Abluft und Abwasser geringe Mengen an radioaktiven Substanzen an die Umwelt ab. Diese Emissionen können in Tritium, Spalt- und Aktivierungsprodukte beim Abwasser sowie Edelgase, radioaktive Aerosole, Jodisotope bei der Abluft eingeteilt werden. Eine besondere Aufmerksamkeit gilt auch den langlebigen Nukliden Krypton-85, Kohlenstoff-14, Tritium und Jod-129 bei den Abgaben über die Abluft. Sie können Personen, die in der Umgebung der Anlage wohnen, bestrahlen, wobei zwischen externer Bestrahlung, etwa durch die Abluftfahne oder durch auf dem Boden abgelagerte radioaktive Stoffe, und interner Bestrahlung, etwa durch eingeatmete oder über Trinkwasser und Nahrung in den Körper aufgenommene Radioaktivität, unterschieden wird. Diejenigen Pfade, über welche die grössten Beiträge zur internen Bestrahlung erfolgen können, nennt man kritische Belastungspfade; beispielsweise die Bestrahlung der Schilddrüse von Kleinkindern durch radioaktives Jod-131, das sich nach Freisetzung auf dem Boden ablagert und über Gras, Kuh, Milch in die Schilddrüse gelangt, oder die Ganzkörperbestrahlung von Personen durch Verzehr von Fischen, die vom Kernkraftwerk abgegebenes Caesium-137 aufgenommen haben. Im weiteren kann der Aufenthalt von Personen in der unmittelbaren Umgebung ausserhalb des umzäunten Areals eine Bestrahlung durch die Direktstrah-



lung des Primärkreislaufes bei Siedewasserreaktoren oder durch Abfallager oder Bestrahlungsanlagen bewirken. Hier spielt jedoch die Aufenthaltsdauer eine wichtige Rolle; die Personendosen sind daher meist belanglos, da sich niemand länger im Bereich dieser Strahlung aufhält.

Gemäss der Strahlenschutzverordnung dürfen Einzelpersonen der Bevölkerung höchstens eine zusätzliche Dosis (Personendosis) von 500 mrem/Jahr akkumulieren (Art. 44). Die Ortsdosis, d.h. diejenige Dosis, die eine Person hypothetisch in einem Strahlenfeld erhalten könnte, wenn sie sich während einer gegebenen Zeit am betreffenden Ort aufhalten würde, wird durch die Artikel 53 (Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen) und 98 (Lagerung von radioaktiven Strahlenquellen) geregelt. Dort wird vorgeschrieben, dass die Ortsdosis an Orten ausserhalb dieser Anlagen bzw. Lagerstellen, wo sich Personen aufhalten können, 10 mrem/Woche d.h. ca. 500 mrem/Jahr nicht übersteigen darf. In Art. 107 werden radioaktive Emissionen in Luft und Wasser so limitiert, dass keine Person, die solchen Immissionen dauernd ausgesetzt ist, über die Luft (externe Bestrahlung und Inhalation) und das Trinkwasser (incl. Nahrung) eine Dosis von je über 50 mrem/Jahr erhalten kann.

Von der Bewilligungsbehörde werden, basierend auf einem Konzept, in den Betriebsbewilligungen die radioaktiven Emissionen der Kernkraftwerke noch strenger begrenzt, nämlich so, dass keine Person in der Umgebung des Werkes eine Dosis aus externer und interner Bestrahlung erhalten wird, die grösser als 20 mrem/Jahr ist. Diese maximal tolerierte zusätzliche Dosis kann angesichts der natürlichen Strahlung und deren örtlicher Unterschiede als ungefährlich betrachtet werden. Die KUER ist der Meinung, dass eine Limitierung der Personendosis auf 20 mrem/Jahr auch auf die Direktstrahlung aus Kernkraftwerken und Abfallagern anzuwenden und in die entsprechenden Umgebungsüberwachungsreglemente aufzunehmen ist.

Der Betreiber eines Kernkraftwerkes ist verpflichtet, sämtliche Abgaben radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser zuhanden der Behörden zu bilanzieren. Die zu verwendenden Mess- und Probenahmemethoden müssen den Anforderungen der Behörden genügen. Die Abgaben und die Abgabebilanzierung des Betreibers werden von der ASK überwacht. Ausserdem nehmen ASK und KUER viermal jährlich Proben aus Abwasser und Abluft, wobei der Betreiber jeweils eine Parallelprobe entnimmt und das Resultat innerhalb einer Woche der ASK und der KUER mitteilt. Die Vertreter der KUER haben auch jederzeit das Recht zum freien Zutritt zu allen Anlageteilen, aus denen unmittelbar die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt erfolgt, der Einsichtnahme in die diese Anlageteile betreffenden Protokolle und Registrierungen, sowie zur Entnahme von für die Zwecke der Kontrollaufgaben dienlichen Proben.

Mit Hilfe von Ausbreitungs-Modellen, die für jeden Kernkraftwerkstandort auf Grund der spezifischen meteorologischen, topographischen und hydrologischen Daten angepasst werden, können aus den Daten der Emission über die Abluft die radioaktiven Immissionen in der Umgebung berechnet und damit die zusätzliche Strahlenbelastung der Bevölkerung abgeschätzt werden.

Für das Kernkraftwerk Mühleberg, dessen komplexe topographische Verhältnisse durch ein Modell nur in beschränktem Masse berücksichtigt werden können, wurde in Zusammenarbeit zwischen der Universität Bern, dem Kernkraftwerk Mühleberg, der ASK, der Sektion Luftreinhaltung der Schw. Meteorologischen Anstalt in Payerne und dem Labor Freiburg der KUER ein mehrjähriges Projekt zur Bestimmung der atmosphärischen Ausbreitungsfaktoren für radioaktive Edelgase durchgeführt, um Genauigkeit und Zuverlässigkeit der verwendeten Ausbreitungsmodelle zu überprüfen und diese gegebenenfalls anzupassen <sup>1)</sup>. Das in dieser Arbeit aufgestellte Ausbreitungsmodell gestattet bei den gegenwärtig niedrigen Emissionswerten die Ermittlung der zusätzlichen Jahresdosis mit einer Genauigkeit von einem Faktor 2-4. Für kurzzeitige Emissionen ist die Übereinstimmung mit den tatsächlichen Verhältnissen, infolge des hügeligen Geländes, etwas weniger gut.

Die Emissionsüberwachung wird ergänzt durch die Umgebungsüberwachung, die Ortsdosis und Radioaktivität über alle relevanten Immissions- und Belastungspfade erfasst. Dazu stellen ASK und KUER für jedes Werk ein standortspezifisches Mess- und Probenahmeprogramm auf, an dem nebst dem Kernkraftwerk auch spezialisierte Messstellen beteiligt sind. Die vom Werk durchzuführenden Messungen werden durch Stichproben überprüft. Gemäss diesem Programm wird in der Umgebung des Werkes die Radioaktivität von Luft, Staub, Gewässern, Boden, Gras, Milch, Getreide, Wasserpflanzen, Schwebestoffen, Sedimenten und Fischen überwacht. Die Ortsdosis wird an mehreren Stellen mit Thermolumineszenzdosimetern (TLD, quartalweise Integration; Genauigkeit  $\pm 15-20\%$ ) und Ionisationskammern (kontinuierliche Registrierung; Genauigkeit  $\pm 5-10\%$ ) überwacht. Diese Messungen geben zusammen mit der Emissionsüberwachung eine genügend sichere Information über eine eventuelle Belastung der Umgebung durch den Betrieb des Werkes. Bei den Kernkraftwerken Gösgen und Leibstadt wurde das komplette Messprogramm 1 - 2 Jahre vor der Betriebsaufnahme in Kraft gesetzt, um den Istzustand bzgl. Radioaktivität und Ortsdosen zu erfassen.

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

Aus den Kernkraftwerken Beznau I und II wurden 1978 mit der Abluft radioaktive Edelgase, grösstenteils Xenon-133, mit einer Gesamtaktivität von  $3000 \pm 100$  Ci sowie  $20 \pm 6$  mCi Jod-131 in die Atmosphäre abgegeben. Ueber das Abwasser wurden 1978 in total  $45'000 \text{ m}^3$  Wasser Spalt- und Aktivierungsprodukte mit einer Gesamtaktivität von 0,85 Ci, bezogen auf ein Nuklidgemisch mit einem Richtwert  $C_w$  <sup>2)</sup> von  $10^{-4} \text{ Ci/m}^3$ , sowie 310 Ci Tritium abgegeben. Nach Betriebsbewilligung gelten für die Abgaben folgende Jahreslimiten: Abluft: 30'000 Ci Xenon-133-Aequivalent, 0,2 Ci Jod-131; Abwasser: 10 Ci (bei einem Nuklidgemisch mit einem Richtwert  $C_w = 10^{-4} \text{ Ci/m}^3$ ) und Tritium: 2000 Ci.

Diese Abgaben könnten für Personen, die sich dauernd am kritischen Ort aufgehalten hätten und ausschliesslich Wasser aus der Aare un-

- 
- 1) G. Schriber: Beiträge zur Bestimmung der Strahlenbelastung in der Umgebung von Kernkraftwerken, Dissertation Universität Bern; 1979
  - 2)  $1 C_w$  ist diejenige Aktivitätskonzentration im Wasser, die bei Dauerkonsum von 1,1 Liter/Tag an 250 Tagen pro Jahr (beruflich strahlenexponierte Personen) zu einer Ganzkörperbelastung von 5000 mrem/Jahr führen würde

terhalb des Kernkraftwerkes Beznau als Trinkwasser verwendet hätten, 1978 höchstens zu den folgenden Jahresdosen geführt haben: Edelgase: unter 1 mrem/Jahr; Jod-131 für die Schilddrüsen von Kleinkindern: unter 1 mrem/Jahr; Aarewasser: vernachlässigbar.

Die Aktivität in den abgabebereiten Abwassertanks soll eine Konzentration von  $10 C_W$  nicht überschreiten. Sie lag (Stichproben) in der Regel bei einigen  $C_W$ -Äquivalenten. Durch die gleichzeitig abgegebenen inaktiven Abwässer werden die radioaktiven Abgaben aus den Tanks in der Regel um einen Faktor 1,5 bis 4 verdünnt. Durch das Aarewasser erfolgt eine weitere mittlere Verdünnung um einen Faktor 400'000. Die zwischen KUER/ASK und dem Betreiber durchgeführten Parallelmessungen von Abwasserstichproben ergaben befriedigende Uebereinstimmung der Messresultate. Geringfügige Abweichungen traten auf bei sehr geringen Aktivitäten, sowie bei den vorwiegend unlöslichen Korrosionsprodukten (Kobalt, Zink, Mangan et.), während für die meist in löslicher Form vorliegenden Caesium-Isotope eine gute Uebereinstimmung erzielt wurde.

Das Thermolumineszenz-Dosimeternetz zur Ueberwachung der Ortsdosen in der Umgebung (gesamthaft für das Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR) und das Kernkraftwerk Beznau; zusammen 35 Messstellen) ergab für 1978 folgende Brutto-Jahresdosen im mrem/Jahr: eine Station auf der Insel Beznau im Abstand von 700 m vom Kernkraftwerk Beznau:  $62 \pm 5$ ; sechs Stationen um das Kernkraftwerk Beznau im Abstand von 1 km:  $54 \pm 3$ ; 11 Dosimeter in den umliegenden Ortschaften Würenlingen, Stilli, Klein-Döttingen, Full, Koblenz, Muri (Referenzstation) sowie am Klingnauer Staussee:  $56 \pm 3$ .

In Uebereinstimmung mit früheren Ionisationskammer-Messungen war auf der Ostseite der Anlage vor dem Tor am Eingang zum Werkareal (Erhöhung der Ortsdosis um 97 mrem/Jahr) und auf der Strasse zwischen Kernkraftwerk Beznau und Stauwehr bei der Klärgrube des Kernkraftwerkes Beznau (Erhöhung der Ortsdosis um 27 mrem/Jahr) bezüglich der natürlichen Dosis eine erhöhte Ortsdosis feststellbar. An andern Stellen auf der Insel Beznau war keine Erhöhung der Ortsdosis nachweisbar. Berücksichtigt man, dass sich Personen nur kurze Zeit in diesem Strahlenpegel aufhalten, dann ist deren zusätzliche Bestrahlung weit unter 20 mrem/Jahr.

Die Radioaktivität der Aerosole wird durch Sammlung auf Vaselineplatten und Messung der Gesamt-Beta-Aktivität bestimmt. Die 1978 in der Umgebung des Kernkraftwerkes Beznau abgelagerte Aerosolaktivität von  $4,0 \pm 0,1$  mCi/km<sup>2</sup> unterscheidet sich nicht von derjenigen, die in der Umgebung des Kernkraftwerkes Gösgen-Däniken (1978: vor Inbetriebnahme  $3,9 \pm 0,1$  mCi/km<sup>2</sup>) gemessen wurde.

Untersuchungen von Proben aus der Aare und von Grundwasser siehe unter 3.5..

### 3.3. Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) (Fig. 4-7, Tab. 6, 7)

Mit der Abluft wurden 1978 radioaktive Edelgase (Krypton- und Xenon-Isotope) von weniger als 10'000 Ci Xenon-133-Äquivalent und ca. 0,03 Ci Jod-131 in die Umgebung abgegeben. Nach Betriebsbewilligung gelten für die Abgaben über Abluft folgende Jahreslimiten: 300'000 Ci Xenon-133-Äquivalent und 1 Ci Jod-131.

Anhand von Abgasstichproben wurden auch die Jahresabgaben weiterer Nuklide ermittelt <sup>1)</sup>. Es ergaben sich folgende Werte:

Tritium:	1,2 <sub>-0,2</sub>	Ci (hauptsächlich als HTO)
Kohlenstoff-14:	6 <sub>+2</sub>	Ci (hauptsächlich als CO <sub>2</sub> ; Messungen 1977 und 1978)
Argon-37:	ca. 14	Ci
Krypton-85:	ca. 1	Ci

Ueber das Abwasser wurde 1978 eine Gesamtaktivität von 0,22 Ci (bezogen auf ein Nuklidgemisch mit einem Richtwert  $C_w$  von  $10^{-4}$  Ci/m<sup>3</sup>) und 28 Ci Tritium in die Aare abgegeben. Die Jahreslimite nach Betriebsbewilligung lautet für Abwasser: 10 Ci (bezogen auf ein Nuklidgemisch mit einem Richtwert  $C_w=10^{-4}$  Ci/m<sup>3</sup>), für Tritium: 500 Ci. Die Aktivitätskonzentration in den Monatsmischproben lag durchwegs unter 1/10 der maximal erlaubten Abwasserkonzentration von  $10 C_w$ .

Aus diesen Abgaben können die Ganzkörperdosen in mrem/Jahr berechnet werden für Personen, die sich dauernd am kritischen Ort aufhalten sowie ausschliesslich Wasser aus der Aare unterhalb des KKM als Trinkwasser verwenden und sich nur von lokal erzeugten Nahrungsmitteln ernähren würden:

Abluft:	- Edelgase (total)	<1	mrem/Jahr
	- Jod-131 (Schilddrüsendosis von Kleinkindern)	<1	mrem/Jahr
	- Kohlenstoff-14	~0,1	mrem/Jahr
Abwasser:		~0,01	mrem/Jahr

Die Abgaben von Krypton-85, Argon-37 und Tritium über die Abluft ergaben Personendosen, die wesentlich kleiner sind. Zur Kontrolle dieser Abgaben werden von KUER und ASK Proben aus der Abgasstrecke, den Abwassertanks und von monatlichen Abwassermischproben untersucht und mit Parallelproben des KKM verglichen. Die Uebereinstimmung der Messresultate ist unter Berücksichtigung der erforderlichen Messgenauigkeit befriedigend.

Von den 18 Thermolumineszenzdosimeter-Stationen zur Ueberwachung der Ortsdosis befindet sich eine Station im KKM-Areal (Ostseite). Sie registrierte brutto (d.h. inclusive natürlichem Untergrund) 1978: 228 mrem/Jahr; die übrigen Stationen, die in der Umgebung des Kernkraftwerkes Mühleberg bis in einige km Entfernung aufgestellt sind, ergaben im Mittel  $94 \pm 8$  mrem/Jahr. Der tiefste Wert wurde beim Hof "Talmatt" (880 m NE des Kernkraftwerkes Mühleberg), mit  $84 \pm 10$  registriert; die höchsten Werte lagen bei der Siedlung Wasserkraftwerk II (800 m E des Kernkraftwerkes Mühleberg), beim Hof "Ufem Horn" (600 m W des Kernkraftwerkes Mühleberg) mit je  $105 \pm 10$  mrem/Jahr und beim nächsten Wohnhaus in der andern Richtung (Wohnhaus der bernischen Kraftwerke in Niederruntigen, 700 m NE des Kernkraftwerkes Mühleberg) mit  $91 \pm 10$  mrem/Jahr. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen ausserhalb des Areals des Kern-

1) G. Schriber: Beiträge zur Bestimmung der Strahlenbelastung in der Umgebung von Kernkraftwerken, Dissertation Universität Bern; 1979

kraftwerkes Mühleberg liegen innerhalb der Messgenauigkeit. Ionisationskammermessungen beim Hof "Ufem Horn" während des ganzen Jahres ergaben für diese Stelle  $100 \pm 5$  mrem/Jahr, wobei die Ortsdosisleistung während des Reaktor-Stillstandes im August nicht signifikant tiefer war. Eine beim Wohnhaus der bernischen Kraftwerke in Niederruntigen (700 m NE des Kernkraftwerkes Mühleberg) seit Anfang November 1978 aufgestellte Ionisationskammer ergab Messwerte, die einer Jahresdosis von 99 mrem entsprechen. Daraus kann man schliessen, dass ein Einfluss des Kernkraftwerkes Mühleberg auf die Ortsdosen bei bewohnten Häusern nicht feststellbar war und dass bei allen bewohnten Häusern in der Umgebung des Kernkraftwerkes Mühleberg die Netto-Ortsdosis mit Sicherheit unter 20 mrem/Jahr war.

Die an 11 Stellen auf Vaselineplatten abgelagerten Aerosole ergaben im Jahresmittel eine Gesamt-Beta-Aktivität von  $3,3 \pm 0,7$  mCi/km<sup>2</sup>, wobei die Werte der einzelnen Stationen zwischen 1,9 (Salvisberg) und 4,3 (Frieswilhubel) lagen. Sie unterschieden sich nicht von den Ablagerungen an andern Orten in der Schweiz.

1977 und 1978 wurden Kohlenstoff-14-Bestimmungen an Laubproben aus der Umgebung des KKM durchgeführt. Bis in wenige km Entfernung vom Werk wurde eine geringe Erhöhung der Kohlenstoff-14-Konzentration festgestellt.

Die Gesamt-Beta-Aktivität des Aarewassers, das kontinuierlich gesammelt und wöchentlich gemessen wird, betrug im Jahresmittel sowohl oberhalb wie unterhalb des Kernkraftwerkes Mühleberg weniger als 10 pCi/Liter, diejenige von Grundwasserstichproben lag immer unter 5 pCi/Liter. Die Tritium-Aktivität lag in Stichproben von Aarewasser bei  $430 \pm 70$  pCi/Liter, im Grundwasser bei  $320 \pm 40$  pCi/Liter. Auch in den übrigen Proben der Umgebungsüberwachung (Wasserpflanzen, Schwebestoffe, Sedimente, Fische, Gras, Boden, Milch, Getreide) konnten keine signifikanten Unterschiede zu Proben aus andern Landesgegenden festgestellt werden.

Wie bereits im Jahresbericht 1977 gemeldet wurde, herrscht in unmittelbarer Umgebung des Kernkraftwerkes Mühleberg, ausserhalb des umzäunten Areals, infolge Direktstrahlung (vgl. Fig. 4) aus dem Maschinenhaus (Stickstoff-16 im Primärkreislauf) und von einem provisorischen Lagerplatz für Abfallfässer auf der West-Seite des Reaktors, ein erhöhter Strahlenpegel. Die Strahlung nimmt allerdings stark mit der Entfernung ab. An einigen Stellen auf der Aussenseite des Zauns erreicht die Ortsdosis Werte über 400 mrem/Jahr zusätzlich zum natürlichen Untergrund von rund 100 mrem/Jahr, an einer Stelle sogar 500 mrem/Jahr. Bereits in 400 m Entfernung, selbst bei Sichtverbindung, beträgt die zusätzliche Ortsdosisleistung jedoch höchstens noch 20 mrem/Jahr. Bei allen bewohnten Häusern in der Umgebung des Kernkraftwerkes Mühleberg liegt sie mit Sicherheit unter 2 mrem/Jahr und ist in den Variationen des natürlichen Untergrundes nicht mehr nachweisbar. Zur Ermittlung der Personendosis ist die Ortsdosisleistung mit der Aufenthaltsdauer betroffener Personen wie etwa Bauern, Fischer und Förster zu multiplizieren. So würde beispielsweise Arbeiten während einem Monat an einer Stelle am Zaun, wo die Ortsdosis bei 440 mrem/Jahr liegt, zu einer zusätzlichen Per-

sonendosis von 10 mrem führen. Für Wanderer und Spaziergänger, die sich nur kurze Zeit im Bereich dieser Strahlung aufhalten, ist die zusätzliche Dosis vernachlässigbar.

Für den Aufenthalt in einem Wochenendhäuschen auf der rechten Aareseite (Erhöhung der Ortsdosis ca. 40 mrem/Jahr) ergibt sich bei einer Aufenthaltszeit von 2 Tagen pro Woche eine zusätzliche Dosis von 12 mrem/Jahr.

Die Direktstrahlung um das Kernkraftwerk Mühleberg wurde durch eine Meldung in der Presse in den Blickpunkt gerückt; deshalb werden hier Resultate und mögliche Personendosen ausführlich behandelt. Die KUER wurde vor 1977 von der ASK nicht ausdrücklich auf die Direktstrahlung aufmerksam gemacht, weil die gültigen Vorschriften nicht verletzt waren. Die KUER wird aber in Zukunft der Direktstrahlung bei kerntechnischen Anlagen ihre Aufmerksamkeit schenken. Sicher ist jedoch, dass ausserhalb des Areals des Kernkraftwerkes Mühleberg keine Person durch diese Strahlung eine Dosis von mehr als 20 mrem/Jahr erhalten hat.

#### 3.4. Kernkraftwerk Gösgen-Däniken (KKG); Beweissicherung vor Betriebsaufnahme

Die Messungen zur radiologischen Beweissicherung für die Umgebung des Kernkraftwerkes Gösgen-Däniken wurden Ende 1978 vor dessen Inbetriebnahme abgeschlossen. Sie umfassten Messungen der Ortsdosis mit Thermolumineszenzdosimetern und Ionisationskammern, Messungen der spektralen Verteilung der Gamma-Strahlung aus Luft und Boden, sowie die Untersuchung von verschiedenen Proben des Ausbreitungspfad des Wasser (Oberflächenwasser, Grundwasser, Schwebestoffe, Sedimente, Wasserpflanzen, Fische) und des Ausbreitungspfad Luft (Aerosole, Erdboden, Gras, Milch, Getreide). Dieselben Messungen laufen nun seit Aufnahme des Probetriebes am 20. Januar 79 des Kernkraftwerkes Gösgen-Däniken im Rahmen der Umgebungsüberwachung weiter. Die ausführlichen Messergebnisse der Beweissicherung sind in einem speziellen Bericht zusammengestellt <sup>1)</sup>.

Messungen der Ortsdosis an insgesamt 58 Stellen (mit TL-Dosimetern und Ionisationskammer) ergaben für die Beobachtungsperiode 1976 bis 1978 einen Mittelwert von  $77 \pm 5$  mrem/Jahr, wobei die Mittelwerte der einzelnen Stationen zwischen 67 und 96 mrem/Jahr lagen. Die Messwerte der TLD-Stationen zeigten trotz der begrenzten Messgenauigkeit teilweise systematische Unterschiede von einem Jahr zum andern. Die Messwert der Ionisationskammern ergaben dagegen im Vergleich zwischen 1977 und 1978 eine gute Uebereinstimmung.

Die Aerosolaktivität, gesammelt bei der 220 kV-Schaltanlage der ATEL in Niedergösgen, zeigte dieselbe Nuklidzusammensetzung wie jene in Freiburg. Auch die übrigen Proben (Oberflächen- und Grundwasser, Schwebestoffe, Sedimente, Wasserpflanzen, Fische, Erdboden, Gras, Getreide, Milch) wichen, wie erwartet, nicht von andern Proben aus dem schweizerischen Mittelland ab.

-----

1) H. Völkle, J. Czarnecki: Beweissicherung KKW Gösgen-Däniken: Berichte über die radiologische Umgebungsüberwachung vor Betriebsaufnahme des Kernkraftwerkes.

### 3.5. Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR), Würenlingen und Schweiz. Institut für Nuklearforschung (SIN), Villigen (Tab. 8)

Aus den Reaktoren und Laboratorien des Eidg. Institutes für Reaktorforschung wurden 1978 folgende Mengen radioaktiver Stoffe an die Umwelt abgegeben:

Abluft: 0,5 Ci Jod-131, 0,012 Ci Jod-123, 0,3 Ci Jod-125, 0,001 Ci Jod-133 sowie Aerosole mit einer Gesamt-Beta-Aktivität von 0,025 Ci (hauptsächlich Caesium-137, Caesium-134, Zink-65, Tellur-123m, Rhodium-106) und einer Gesamt-Alpha-Aktivität von 0,3 mCi (davon rund 90% Polonium-210, die übrigen 10% Aktiniden). Abwasser: 250 mCi Gesamtaktivität, bezogen auf eine Nuklidgemisch mit einem Richtwert von  $C_w=10^{-4}$  Ci/m<sup>3</sup>, sowie 290 mCi Tritium.

Diese Abgaben führten für Personen in der Umgebung zu Dosen von höchstens 0,1 mrem/Jahr für den Abluftpfad und 0,002 mrem/Jahr für den Abwasserpfad. Die Schilddrüsendosis von Kleinkindern, die nur Milch von am kritischen Ort grasenden Kühen getrunken hätten, hätte 20 mrem/Jahr ergeben.

Das Thermolumineszenzdosimeternetz in der Umgebung des EIR registrierte 1978 folgende Ortsdosiswerte (brutto) in mrem/Jahr: im EIR-Areal maximal 170<sub>+13</sub>; drei Dosimeter ausserhalb des EIR-Areals in den beiden Hauptwindrichtungen in 0,5 bis 1 km Entfernung; 61<sub>+3</sub>; 11 Dosimeter verteilt um das EIR in 1 km Entfernung 54<sub>+3</sub>; 11 Dosimeter in den umliegenden Ortschaften Würenlingen, Stilli, Villigen, Klein-Döttingen, Full, Koblenz, Muri (Referenzstation), sowie am Stausee Klingnau: 56<sub>+3</sub>.

An zwei Stellen ausserhalb des EIR-Areals, auf der Strasse vor der Brücke zum SIN und auf der Nordseite des Areals beim Abfallager, wurde eine, teilweise erhebliche, Erhöhung der Ortsdosisleistung festgestellt. Ein erhöhter Wert auf der Südseite des EIR-Areals von 0,5-1 mrem/Stunde wird durch Kalibrierquellen verursacht; da diese Quellen nach Angaben des EIR jedoch nur wenige Stunden pro Jahr in Bestrahlungsposition sind, liegt die zusätzliche Personendosis ausserhalb des Zauns unter 20 mrem/Jahr. Auf einem kleinen Gebiet ausserhalb des Zauns beim Abfallager und dem Messgelände der Schule für Strahlenschutz wurden Ortsdosen von über 500 mrem/Jahr festgestellt. Auch hier sind die Personendosen infolge kurzer Aufenthaltsdauer unbedeutend.

Im SIN werden durch Teilchenbeschleuniger schnelle Neutronen erzeugt, die durch die Abschirmung nicht vollständig absorbiert werden. Die Neutronendosis wird an 6 Stellen in der Umgebung EIR/SIN gemessen, wobei sich kein signifikanter Unterschied zur Referenzstation (Ennetbaden) zeigte. Der Mittelwert aller Stationen lag bei 3,0<sub>+0,5</sub> mrem/Jahr.

Aerosole werden an 5 Stellen in der Umgebung EIR/SIN auf Vaselineplättchen gesammelt und deren Gesamt-Beta-Aktivität monatlich bestimmt. Für 1978 ergaben sich die folgenden Resultate in mCi/km<sup>2</sup>: EIR-Nord: 6,3; EIR-Ost: 6,0; EIR-Süd: 4,4; EIR-West: 4,6; SIN: 3,9. In der Umgebung des Kernkraftwerkes Gösgen-Däniken, das 1978 noch nicht im Betrieb war, wurde 3,9 mCi/km<sup>2</sup> gemessen. Zudem werden Aerosole auch an einer Stelle nördlich des EIR-Areals auf Staub-Fil-

tern gesammelt und wöchentlich gammaspektrometrisch analysiert. Die Messungen ergaben dieselben langlebigen Spaltprodukte in ähnlichen Konzentrationen wie die Filter von Freiburg und Nieder-Gösgen. Auch die Gesamt-Alpha-Aktivität der Filter zeigte keinen signifikanten Unterschied zu denjenigen von Stein/AG (vgl. 2.1.)

Die kontinuierlich gesammelten Aare-Wasserproben oberhalb EIR, zwischen EIR und Kernkraftwerk Beznau und unterhalb Kernkraftwerk Beznau, die wöchentlich auf Gesamt-Beta-Aktivität untersucht werden, zeigten immer Aktivitäten unter 5 pCi/Liter Wasser, ebenso auch Stichproben von Grundwasser aus den umliegenden Ortschaften. Die Tritium-Aktivität der Stichproben von Aarewasser und Grundwasser lag zwischen 400 und 570 pCi/Liter, wobei oberhalb EIR, zwischen EIR und Kernkraftwerk Beznau und unterhalb Kernkraftwerk Beznau kein signifikanter Unterschied feststellbar war.

Mit Ausnahme von Jod-131, das in einigen Stichproben von Schwebstoffen, Wasserpflanzen und Sedimenten festgestellt wurde, unterschieden sich verschiedene Stichproben aus der Aare (insbesondere auch Fische) nicht signifikant von Proben aus andern Landesgegenden. Die in der aquatischen Komponente festgestellten Jod-131-Konzentrationen konnten mit Jod-Abgaben aus den Kläranlagen Zürich-Werdhölzli und Aarau in Beziehung gebracht werden. Auf der Höhe des EIR sind Aare, Reuss und Limmat noch wenig durchmischt, sodass zwischen dem linken und rechten Ufer deutliche Unterschiede in der Jod-Konzentration auftreten, proportional zu den in Aarau und Zürich abgegebenen Jod-Mengen <sup>1)</sup>. Erst im Stausee Klingnau ist die Durchmischung vollständig. Die Konzentrationen von Jod-131 im Aarewasser lagen jedoch immer um mindestens eine Grössenordnung unter dem Wert von 200 pCi/Liter, der gemäss Strahlenschutzverordnung zu einer Jahresdosis von maximal 50 mrem Ganzkörperäquivalent führen würde.

### 3.6. Ehemaliges Versuchsatomkraftwerk Lucens (CNL)

Aus der CNL wurde 1978 aus dem Abgabetank eine Gesamtbetaaktivität von 200  $\mu$ Ci (entsprechend höchstens 44  $\mu$ Ci Strontium-90-Äquivalent) in total 134 m<sup>3</sup> Wasser an die Broye abgegeben. Die Abgaben dieser Abwässer in die Broye (mittlere Wasserführung 6 m<sup>3</sup>/s) erfolgt mit 0,7 Liter/s. Die durch diese Abgaben verursachten Strahlendosen für Personen, die ihren ganzen Trinkwasserbedarf aus der Broye unterhalb der CNL decken würden, sind unbedeutend.

Das in die Kaverne eindringende Sickerwasser wird im Kavernensumpf gesammelt; Stichproben zeigten folgende Aktivitätskonzentrationen: Caesium-137: 1900-3200 pCi/Liter; Strontium-90: 1300 pCi/Liter und Tritium 800-1300 nCi/Liter. Von dort wird dieses Wasser in den Abgabetank gepumpt, wo es mit Wasser von Reinigungs- und Unterhaltsarbeiten verdünnt wird. Stichproben von abgabebereitem Abwasser zeigten folgende Aktivitätskonzentrationen: Caesium-137: 250-710 pCi/Liter; Strontium-90: 100-700 pCi/Liter und Tritium: 30-350 nCi/Liter.

1) E. Nagel: Belastung der Limmat und der unteren Aare durch Jod-131 aus der Nuklearmedizin. Jahrestagung des Fachverband für Strahlenschutz. Norderney, Deutschland, Okt. 1978



Am 13./14. Juni 1978 wurden in Zusammenarbeit mit der ASK Dosismessungen und Probenahmen in der näheren Umgebung der CNL durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass entlang der Umzäunung infolge Strahlung aus dem Abfallager die Ortsdosis teilweise erheblich erhöht ist. Auf der Vorderseite des Abfallagers, bei der Zufahrtstrasse, lag die höchste gemessene zusätzliche Ortsdosis bei 500 mrem/Jahr; auf der Rückseite des Abfallagers (Bergseite), einer allerdings schlecht zugänglichen Stelle ausserhalb des Zauns, wurde ein Spitzenwert der zusätzlichen Ortsdosis von 4000 mrem/Jahr registriert. Auf Grund dieser Messungen wird der Betreiber der Anlage die Abschirmungen des Abfallagers soweit verbessern, dass die zusätzliche Ortsdosis ausserhalb des Zauns um etwa eine Grössenordnung gesenkt wird. Diese Ortsdosiswerte sind hoch. Sie erstrecken sich allerdings nur auf wenige m<sup>2</sup> Gelände ausserhalb der Umzäunung, das landwirtschaftlich nicht genutzt und teilweise schlecht zugänglich ist, sodass mögliche Personendosen niedrig sind. An andern Stellen in der Umgebung der CNL, insbesondere beim Abluftkamin und beim Auslauf der CNL-Abwässer in die Broye, konnten keine Dosiserhöhungen festgestellt werden. Ebenso zeigten Wasserproben aus der Broye und aus dem Bächlein bei der CNL keine erhöhten Gesamt-Beta- oder Tritium-Konzentrationen. Proben von Sediment (incl. Schlamm) aus der Broye sowie Proben von Erdboden (incl. Moos und Lehm) zeigten denselben Gehalt an natürlichen Radionukliden und Caesium-137 wie Proben aus andern Landesgegenden.

#### 4. INDUSTRIEN, SPITÄLER

##### 4.1. Abwassereinigungsanlagen (ARA) (Fig. 8)

Zur Kontrolle der über das Abwasser von Städten in die Biosphäre gelangenden radioaktiven Substanzen untersucht die KUER regelmässig Wochenmischproben aus den Abwasserreinigungsanlagen der Städte Lausanne und Zürich. Die Gesamt-Alpha-Aktivität dieser Proben ergab Durchschnittswerte von 0,7 pCi/Liter in Lausanne und 1,0 pCi/Liter in Zürich. Die Tritiumaktivitäten lagen bei 320 pCi/Liter bzw. 620 pCi/Liter (Spitzenwert Zürich 2950 pCi/Liter in der Woche 7.-14. Februar 1978). Die Gesamt-Beta-Aktivität ( $E_{\beta} > 0,15$  MeV) im Wasser der ARA Lausanne ergab im Jahresmittel 8 pCi/Liter. Diese Konzentrationen entsprechen denjenigen im Regen- und Flusswasser. Die Gesamt-Beta-Aktivität des Wassers der ARA Zürich zeigte meist leicht erhöhte Werte (Mittel 50 pCi/Liter; Maximum: 112 pCi/Liter, kalibriert mit Kalium-40).

Die wöchentlichen Gammaanalysen von Wasser aus der ARA Zürich-Werdhölzli ergaben im Jahresmittel eine Konzentration von 126 pCi Jod-131 pro Liter Abwasser, was einer Jahresfracht von 11 Ci Jod-131 entspricht, das aus den Zürcher Spitälern über die Kanalisation in die ARA gelangt. Während 14 Wochen war im Wasser der ARA der gemäss der Strahlenschutzverordnung für Vorfluter festgelegte Richtwert

von 200 pCi Jod-131/Liter überschritten (Spitzenwert 320 pCi/Liter). Rückhaltebecken für radioaktives Jod sollen in den Zürcher Spitälern bis Ende 1980 installiert sein, was eine starke Abnahme des Jod-131-Gehaltes im Abwasser bewirken wird.

In der Limmat verursachte das Wasser aus der ARA Zürich-Werdhölzli eine mittlere Jod-131-Konzentration von 3-4 pCi/Liter. Der ständige Gebrauch dieses Wassers als Trinkwasser würde zu einer Schilddrüsendosis von rund 6 mrem/Jahr führen (für Personen der Bevölkerung unter 16 Jahren erlaubter Höchstwert 1500 mrem/Jahr).

Die Aktivität in der Aare unterhalb Bern wird durch die Messung von Wasser aus kontinuierlich sammelnden Geräten im Rahmen der Ueberwachung des Kernkraftwerkes Mühleberg kontrolliert. Dabei waren nie erhöhte Werte festzustellen. Zusätzlich wurden einzelne Stichproben von Abwasser aus der ARA Bern-Stuckishaus untersucht. Diese wiesen normale Gesamt-Beta-Konzentrationen auf, bis auf eine Probe vom 2.11.78, welche eine Jod-131-Konzentration von 880 pCi/Liter aufwies. Deshalb werden ab 1.1.79 Wochensammelproben von Abwasser aus der ARA Bern-Stuckishaus, wie diejenigen von Zürich und Lausanne, auf Radioaktivität untersucht.

#### 4.2. Tritium in der Gegend La Chaux-de-Fonds (Fig. 9, 10)

In der Gegend von La Chaux-de-Fonds werden Tritium-Immissionen, die vorwiegend aus Leuchtfarbensetzereien stammen, in Regen, Abwasser, Sickerwasser und im Doubs seit 1972 von der KUER überwacht.

1979 wird das Kantonslaboratorium Neuenburg, zusätzlich zu den Erhebungen der KUER, eine Apparatur zur automatischen Entnahme von Abwasserproben aus der Kanalisation von La Chaux-de-Fonds einrichten, um die Herkunft der hohen Tritium-Konzentrationen im Abwasser abzuklären.

Das Regenwasser von "Anciens Moulins" am Nordostende der Stadt wies Monatsmittelwerte von 1000 - 10000 pCi Tritium/Liter auf. Im Jahresdurchschnitt ergab sich eine Tritiumkonzentration von 2000 pCi pro Liter. An der Vergleichsstation Les Hauts-Geneveys (8 km südöstlich La Chaux-de-Fonds) betrug der Tritium-Gehalt im Jahresmittel 470 pCi/Liter, vergleichbar mit dem Tritium-Gehalt im Regen anderer schweizerischer Gebiete (siehe 2.2.).

Am Ausfluss der Abwasserreinigungsanlage von La Chaux-de-Fonds enthielt das Abwasser im Monatsmittel 50'000 - 240'000 pCi Tritium/Liter, im Jahresmittel 134'000 pCi/Liter. Die gesamte Tritium-Fracht über die ARA betrug 1978 rund 1000 Ci. Der ständige Konsum des ARA-Wassers als Trinkwasser würde zu einer jährlichen Dosis von 20 mrem führen. Das Trinkwasser von La Chaux-de-Fonds wird allerdings aus der Areuseschlucht bezogen und weist einen Tritiumgehalt von einigen 100 pCi/Liter auf, was der normalen Konzentration in schweizerischen Oberflächengewässern entspricht.

Der Tritiumgehalt im Doubs sowie in der Ronde, die den Abfluss aus der ARA enthält, betrug oberhalb der Eintrittsstellen von Sickerwasser aus dem Raum La Chaux-de-Fonds 300 pCi/Liter. Unterhalb La Chaux-de-Fonds zeigten Stichproben aus den Zuflüssen des Doubs, von Sickerwasser und aus der Ronde vor der Einmündung in den Doubs Kon-

zentrationen zwischen 2000 und 7000 pCi Tritium/Liter. In den Wochenmischproben von Wasser aus dem Doubs bei St. Ursanne wurden Werte zwischen 500 und 5700 pCi Tritium pro Liter (im Jahresmittel 1900 pCi/Liter) gemessen. Konzentrationen über 3000 pCi/Liter traten ausschliesslich während der Trockenperiode im Herbst, bei kleiner Wasserführung des Doubs, auf. Die über den Doubs 1978 abgeflossene Tritiummenge lag bei 1200 Ci; davon stammen ca. 300 Ci von der normalen Tritium-Aktivität des Niederschlages. Aus La Chauv-de-Fonds gelangen somit ca. 900 Ci Tritium in den Doubs, in Uebereinstimmung mit den Messungen in der ARA. Die Verwendung von Doubs-Wasser als Trinkwasser würde zu Dosen unter 1 mrem/Jahr führen.

#### 4.3. Einzelne Industriebetriebe

Aus dem Betrieb der Radium-Chemie AG Teufen/AR gelangt Tritium über Abluft und Abwasser in die Umgebung, wo es verdünnt wird. Die durch Einatmen tritiumhaltiger Luft verursachte Strahlenbelastung von Personen aus der Nachbarschaft liegt unter 25 mrem/Jahr. Seit 1975 werden im Rahmen eines Forschungsprojektes <sup>1)</sup> eingehende Untersuchungen über die Tritium-Konzentrationen von Niederschlag, Quell- und Bodenwasser (Porenwasser) durchgeführt; sie ergaben Tritium-Konzentrationen zwischen 1000 und  $10^6$  pCi/Liter, je nach Windrichtung und Entfernung vom Betrieb. Von Wasserproben aus der Umgebung ergab diejenige aus einem nahegelegenen Brunnen den höchsten Wert mit  $10^6$  pCi/Liter. In einem Bächlein unterhalb des Betriebes wurden Werte zwischen 20'000 und 50'000 pCi/Liter gemessen; die Verwendung dieses Wassers als Trinkwasser würde zu höchstens 10 mrem/Jahr führen. Am Ausfluss der Kläranlage Teufen lag die Tritium-Konzentration zwischen 2000 und 10000 pCi/Liter. Die Konzentration im Trinkwasser der Gemeinde Teufen lag unter 2000 pCi/Liter und ergibt eine Strahlenbelastung von weniger als 1 mrem/Jahr.

Aus früheren Arbeiten der Firma mit Radium-226 und Strontium-90 sind immer noch Bodenkontaminationen dieser Isotope in der Umgebung der Fabrikationsgebäude vorhanden; sie sind jedoch weitgehend auf das firmeneigene Gelände beschränkt und im Boden fixiert. Die dadurch ausserhalb des Fabrikgeländes bewirkte erhöhte Ortsdosis beschränkt sich auf eine kurze Strecke entlang des Zauns der Firma und beträgt maximal 450 mrem/Jahr. Da sich dort Personen nicht längere Zeit aufhalten, ist die dadurch verursachte Personendosis kleiner als 20 mrem/Jahr. In den Häusern der Nachbarschaft ist sie bedeutend geringer. Die KUER prüft in Zusammenarbeit mit der SUVA, ob ausserhalb des Grundstückes der Firma Radium-Chemie AG noch weitere Kontaminationen existieren.

Die Merz & Benteli Nuklear AG in Niederwangen/BE gab 1978 gesamthaft 2 Ci Tritium mit dem Abwasser an die Kanalisation ab; im Jahresmittel wurde dadurch der Tritium-Gehalt im Wasser der ARA um 50 pCi/Liter erhöht. Der höchste Wochenwert (31.1.-6.2.) lag bei 187 mCi, was den Tritiumgehalt im Wasser der Abwasserreinigungsanlage in dieser Woche um 250 pCi/Liter erhöhte. Die hundertfache Verdünnung des Ab-

1) M.M. Bezzegh, K. Steiner, U. Ritter und H.L. Le Roy: Tritium in Niederschlägen, Quell- und Bodenwasser in der Region einer Leuchtfarbenfabrik. Gas Wasser Abwasser 1979/7 Nr. 926 S. 329 ff.

wassers aus der ARA Bern in der Aare führte zu einer unbedeutenden Erhöhung des Tritiumgehaltes im Flusswasser, die für Personen, die dieses Wasser als Trinkwasser verwendet hätten, zu völlig bedeutungslosen Dosen geführt hätte.

Im Abwasser der Cerberus AG Männedorf wurden Tritium-Konzentrationen zwischen 16'000 und 50'000 pCi/Liter gemessen, während im Abwasser des Betriebes Volketswil dieser Firma die Tritiumkonzentration derjenigen des Regens entsprach (400 - 550 pCi/Liter). Im Abwasser des Betriebes Volketswil, welcher Americium-241 verarbeitet, wurden 4 Stichproben auf Alphastrahler untersucht. Die gemessenen Werte lagen zwischen 1,5 und 13 pCi/Liter. (Zulässige Konzentration für Americium-241 im Vorfluter 300 pCi/Liter).

## 5. ZUSAMMENFASSUNG: STRAHLENBELASTUNG DER SCHWEIZER BEVÖLKERUNG

Die Strahlenbelastung ist nicht gleichmässig über die Bevölkerung verteilt. Einerseits variiert die natürliche Strahlendosis je nach Ort und Höhe, andererseits sind verschiedene Gruppen der Bevölkerung in unterschiedlichem Mass künstlicher ionisierender Strahlung ausgesetzt. Die Ueberwachung von beruflich strahlenexponierten Personen ist in der Strahlenschutzverordnung geregelt. Aufgabe der KUER ist es, die Dosen von Personen der Bevölkerung durch radioaktive Immissionen zu bestimmen. Die Dosen von Patienten bei medizinischen Anwendungen ionisierender Strahlung (z.B. Röntgendiagnostik) unterliegen medizinischen Kriterien und werden in diesem Bericht nur als Beitrag zur mittleren Bevölkerungsdosis angegeben. Strahlentherapie und Nuklearmedizinische Untersuchungen ergeben im Mittel zur Bevölkerungsdosis einen um eine Grössenordnung kleineren Beitrag als die Röntgendiagnostik.

1978 verteilte sich die mittlere Strahlenbelastung der Bevölkerung zu etwa gleichen Teilen auf die natürliche Bestrahlung und die Anwendungen in der Medizin, während die übrigen Beiträge wesentlich geringer waren. Im einzelnen ergab sich folgendes Bild:

### 5.1. Natürliche Strahlendosis

Die natürliche Ortsdosis in der Schweiz liegt zwischen 50 und 300 mrem/Jahr. Die strahlenbiologisch empfindlichsten Organe, rotes Knochenmark und Gonaden, akkumulieren im Mittel ca. 145 resp. 105 mrem/Jahr (inkl. ca. 40 resp. ca. 20 mrem/Jahr durch im Körper eingebaute natürliche Radionuklide wie Kalium-40, Polonium-210, Kohlenstoff-14 etc.). Die Gonadendosis infolge natürlicher Strahlenbelastung entspricht der genetisch signifikanten Dosis. Diese ergibt sich aus der mit der Kindererwartung gewichteten mittleren Gonadendosis. Diese Dosiswerte können bei der Beurteilung von Dosen aus künstlichen Quellen herangezogen werden.

### 5.2. Weltweiter Ausfall von Atombombenexplosionen

Der weltweite Ausfall von langlebigen radioaktiven Spaltprodukten der Kernwaffen-Explosionen der Jahre 1961/62 gibt in der Schweiz

immer noch eine Dosis von 4-5 mrem/Jahr, wovon je die Hälfte auf externe Bestrahlung durch auf dem Boden abgelagertes Caesium-137 und auf interne Bestrahlung, wesentlich durch Strontium-90, entfällt, das mit der Nahrung in die Knochen gelangt. Die Ganzkörperdosis durch Kohlenstoff-14 aus Atombombenexplosionen beträgt rund 0,4 mrem/Jahr. Die zusätzliche Dosis aus den Spaltprodukten mittlerer Lebensdauer der chinesischen Bombe vom 17.11.76 und den kurzlebigen Produkten der beiden chinesischen Bomben vom 16.3.78 und 14.12.78, betrug total nur ca. 0,1 mrem.

### 5.3. Kleinquellen und erhöhte natürliche Bestrahlung in besonderen Situationen

Kleinquellen wie Leuchtzifferblätter und Farbfernsehgeräte, sowie eine erhöhte natürliche Bestrahlung durch Rauchen (Polonium-210) und Flugreisen (kosmische Strahlung) führen bei den betroffenen Personen zu kleinen zusätzlichen Dosen. Beispielsweise sind Flugpassagiere in 10-20 km Höhe einer Strahlendosis ausgesetzt, die 40-80 mal höher ist als die natürliche Dosis am Boden. Durch Zigarettenrauch gelangen zusätzlich langlebige Folgeprodukte des natürlichen radioaktiven Edelgases Radon-222 in die Lunge und verteilen sich über die Blutbahn im Körper. Das Rauchen von einem Paket Zigaretten pro Tag führt zu 1-3 mrem/Jahr.

Die mittlere Dosis der Bevölkerung durch diese Quellen zusammen kann zu weniger als 1 mrem/Jahr abgeschätzt werden.

### 5.4. Kernanlagen

Radioaktive Abgaben aus Kernanlagen (Beznau I und II, Mühleberg, EIR) über das Abwasser führten zu hypothetischen Dosen von maximal 0,1 mrem/Jahr.

Die Immissionen über die Abluft von Kernanlagen (Beznau I und II, Mühleberg) ergaben in der bewohnten Umgebung kaum messbare Dosen von höchstens 3 mrem/Jahr. Dies trifft auch für die externe Bestrahlung und die Inhalation in der Umgebung des Eidg. Institutes für Reaktorforschung zu. Die Schilddrüsendosis von Kleinkindern, die nur Milch von am kritischen Ort grasenden Kühen getrunken hätten, hätte maximal 20 mrem/Jahr betragen.

Die Direktstrahlung aus den Kernanlagen ergab an einzelnen Stellen ausserhalb der Umzäunung folgende maximalen Ortsdosen: Kernkraftwerk Beznau 100 mrem/Jahr; Mühleberg 500 mrem/Jahr; Eidg. Institut für Reaktorforschung ca. 500 mrem/Jahr; Lucens 4200 mrem/Jahr. Die Stellen mit erhöhten Ortsdosen liegen ausnahmslos in unbewohntem Gebiet. Die zusätzliche jährliche Personendosis (= Ortsdosisleistung mal Aufenthaltsdauer pro Jahr) von Einzelpersonen der Bevölkerung aus der Direktstrahlung von Kernanlagen liegt aber unter 20 mrem/Jahr.

Die 1978 durch die Kernenergie bewirkte mittlere Dosis der Schweizer Bevölkerung (incl. Berufstätige) lag unter 1 mrem/Jahr, unter Einbezug der Bestrahlung durch weltweit in der Atmosphäre verteilte langlebige Spaltprodukte (Tritium, Kohlenstoff-14, Jod-129 und Krypton-85).

### 5.5. Industrien und Spitäler

Industriebetriebe und Spitäler geben verschiedene Radioisotope mit dem Abwasser ab (die Abluft wird in der Regel nicht überwacht). Ausser Tritium, das als Wasserstoffisotop im Wasser gebunden ist, werden diese Verunreinigungen bei der Aufbereitung zu Trinkwasser weitgehend entfernt. Die hypothetische Verwendung von Wasser aus dem Doubs unterhalb La Chaux-de-Fonds, dem Fluss mit der höchsten Tritiumkonzentration, als Trinkwasser würde eine Dosis von ca. 0,2 mrem/Jahr ergeben. Das Trinkwasser der Stadt La Chaux-de-Fonds selbst stammt aus der Areuseschlucht und entspricht im Tritium-Gehalt den andern schweizerischen Oberflächengewässern.

### 5.6. Beruflich strahlenexponierte Personen

Die von den drei Kontrollinstanzen überwachten 38072 beruflich mit ionisierender Strahlung Beschäftigten akkumulierten 1978 zusammen eine Dosis von 2433 rem (Kernanlagen 1325 Personen mit total 688 rem; Industrie 2581 Personen mit total 144 rem externe Bestrahlung und 293 rem interne Bestrahlung durch Tritium; Medizin und Forschung 34166 Personen mit total 1308 rem <sup>1)</sup>). Ueber die gesamte Bevölkerung gemittelt (zur Beurteilung der genetischen Effekte) ergibt sich eine Jahresdosis von 0,4 mrem/Person.

### 5.7. Rntgendiagnostische und nuklearmedizinische Untersuchungen

Einer Erhebung aus dem Jahr 1971 <sup>2)</sup> gemäss ergibt sich für die Strahlenbelastung aus röntgendiagnostischen Untersuchungen eine genetisch signifikante Dosis von 42 mrem/Jahr, eine mittlere Gonadendosis von 80 mrem/Jahr und eine mittlere Knochenmark-Dosis von ca. 120 mrem/Jahr.

Eine Untersuchung <sup>3)</sup> ergab für die Bevölkerung des Kantons Basel-Stadt 1976 durch nuklearmedizinische Untersuchungen eine genetisch signifikante Dosis von 0,5 mrem/Jahr und eine mittlere Gonadendosis von 10 mrem/Jahr.

-----  
1) Strahlenbelastung und Dosimetrie der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz im Kalenderjahr 1978. Eidg. Kommission für Strahlenschutz, Expertengruppe für Personendosimetrie.

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

3) J. Roth: Die Bestimmung der Strahlenbelastung des Patienten in der Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin. Kantonsspital Basel, Dezember 1978.

Dem Bundespräsidenten und Vorsteher des Eidg. Departementes des Innern und dem Direktor des Bundesamtes für Gesundheitswesen sei der beste Dank für die Unterstützung der KUER und des Alarmausschusses ausgesprochen. Ebenso danken wir allen beteiligten Laboratorien und Probenahmestellen, insbesondere der Sektion Personen- und Umgebungsschutz der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, für die grosse Unterstützung und 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 Anstalt, Zürich  
Prof. Dr. W. Stumm, ETH, Zürich  
Prof. Dr. J. Wellauer, Universitätsspital, Zürich

Freiburg, November 1979 /mj

## 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, Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern)
- ASK           Sektion Personen- und Umgebungsschutz der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Würenlingen (S. Prêtre, Dr. J. Czarnecki, W. Jeschki, J. Schuler)
- CBE           Institut für anorganische, analytische und physikalische Chemie, Universität Bern (Prof. Dr. H.R. von Gunten)
- EIR           Abteilung Strahlenüberwachung des Eidg. Institutes 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)
- LDU           Laboratorium Dübendorf der KUER, c/o Abt. Radioaktivität der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Prof. Dr. W. Stumm, Frau Dr. M. Bezzegh, K. Steiner)
- LFR           Laboratorium Freiburg der KUER, c/o 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 (Dr. D. Galliker)