

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

**Herausgeber:** Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

**Band:** 23 (1979)

**Rubrik:** 23. Bericht der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivitaet fuer das Jahr 1979 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:** 12.01.2026

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

## 23. BERICHT DER EIDG. KOMMISSION

### ZUR UEBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITAET FUER DAS JAHR 1979

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

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

#### 1. EINLEITUNG

In der Umwelt gab es seit jeher radioaktive Nuklide. Einerseits erzeugt die kosmische Strahlung in der Atmosphäre eine Reihe von Radioisotopen, darunter als spezifisch aktivste in der bodennahen Luft: Kohlenstoff-14 mit rund 1 pCi/m<sup>3</sup> <sup>3)</sup>, Tritium mit 0,2 pCi/m<sup>3</sup> und Beryllium-7 mit 0,1 pCi/m<sup>3</sup>. Andererseits enthält der Erdboden in der Schweiz natürlich radioaktive Substanzen; vor allem je nach mineralogischer Zusammensetzung 10000-30000 pCi Kalium-40/kg, das im natürlichen Kalium mit 0,012 Gewichtsprozent vorhanden ist. Die Radionuklide der Uran-Radium- und der Thoriumreihe sind in der Schweiz mit je 500-2000 pCi/kg Erde enthalten.

Aus der Uran-Radium- und aus der Thoriumreihe gelangt Radon-222 (Halbwertszeit 3,8 Tage) bzw. Radon-220 (Halbwertszeit 55 Sekunden) als Edelgas in die Luft. Der Radongehalt der Luft hängt ausser vom Boden auch von den meteorologischen Bedingungen ab und variiert zwischen rund 50 und 500 pCi/m<sup>3</sup> Luft für das Radon-222 und einem Zehntel dieser Werte für das Radon-220. Im radioaktiven Gleichgewicht haben die radioaktiven Folgeprodukte der beiden Radonisotope je die gleichen Aktivitäten wie die Muttersubstanzen.

-----

1) Texte français, voir page 47

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

3) 1 pCi (pico-Curie) = 10<sup>-12</sup> Ci (Curie)  $\hat{=}$  2,2 radioaktive Zerfälle pro Minute; 1 fCi (femto-Curie) = 10<sup>-15</sup> Ci.

Die künstliche Radioaktivität in der Atmosphäre ist teils mehr oder weniger gleichmässig über die Schweiz verteilt (Ausfallprodukte früherer Kernwaffenexplosionen und langlebige Isotope aus der Kernindustrie), teils geringfügig lokal erhöht (Umgebung von Kernanlagen und Tritium verarbeitenden Industrien). Mit Ausnahme der Edelgase und von Tritium und Kohlenstoff-14 in gasförmigen Verbindungen lagern sich die künstlichen Radionuklide vorwiegend an Aerosole an. Die mittlere Gesamt-Beta-Aktivität der Aerosole erreichte 1962 an einzelnen Tagen Werte von über  $20 \text{ pCi/m}^3$  Luft und liegt gegenwärtig in der Grössenordnung  $0,01 \text{ pCi/m}^3$  Luft. Zum Nachweis dieser gegenüber der natürlichen Aktivität schwachen künstlichen Aktivität werden die Aerosole auf Filtern gesammelt und gammaspektroskopisch untersucht. Ein Gammaskpektrum hoher Energieauflösung erlaubt z.B. bei einem Luftdurchsatz von  $1000 \text{ m}^3$  die quantitative Bestimmung der einzelnen Nuklide bis zu Aktivitätskonzentrationen von  $10^{-3} \text{ pCi/m}^3$  Luft. Die Identifizierung von Radionukliden, welche mit der gammaspektroskopischen Messung von Luftfiltern nicht erfasst werden (reine Betastrahler, Edelgase), erfolgt durch spezielle Verfahren. Solche werden angewendet für die Bestimmung von z.B. Tritium, Kohlenstoff-14, Argon-37, Strontium-90.

Aus der Luft gelangt Radioaktivität durch Einatmen und über den Pfad Ablagerung auf den Erdboden, Einbau in Pflanzen, Aufnahme durch die Nahrung, in den menschlichen Körper. Die Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUER) unternimmt deshalb auch Radioaktivitätsmessungen von Niederschlag, ober- und unterirdischen Gewässern, Erdboden, Pflanzen, Nahrungsmitteln (in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft zur Ueberwachung der Radioaktivität der Lebensmittel, ARL) und dem menschlichen Körper.

Da seit 1976 keine Kernwaffen im Megatonnenbereich mehr in der Atmosphäre gezündet worden waren und im Berichtsjahr überhaupt keine oberirdische Testexplosion stattfand, lag die Neuzufuhr (aus der Stratosphäre) von Bombenspaltprodukten sehr tief.

Am 1.1.79 wurden für die Kernkraftwerke (KKW) Beznau und Mühleberg neue, einschränkende Vorschriften für die Abgabe von Radioaktivität in Kraft gesetzt. Das KKW Gösgen-Däniken nahm im Verlaufe des Berichtsjahres den Leistungsbetrieb auf. Das Reglement über die Abgabe radioaktiver Stoffe aus diesem Werk und über die Umgebungsüberwachung wurde von der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (ASK) und der KUER ausgearbeitet und vom Bundesamt für Energiewirtschaft am 29.9.78 in Kraft gesetzt.

Der Alarmausschuss der KUER (AA/KUER) hielt am 1. und 2. November seine 50. Sitzung ab. Im Beisein des Bundespräsidenten Dr. Hans Hürlimann wurde eine Analyse der gegenwärtigen Situation vorgenommen. Der erreichte beachtliche Stand in den Vorbereitungsarbeiten zum Schutze der Bevölkerung wurde dargelegt. Andererseits wurde auf die existierenden Lücken hingewiesen und die in den nächsten Jahren zu erreichenden Ziele formuliert.

Die Planungsarbeiten der Alarmzentrale an der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich (SMA) (Projekt Metalert), begonnen 1976, führten zu einer Botschaft des Bundesrates vom 15.8.79

an die eidg. Räte. Das Bauprojekt wurde vom Nationalrat in der Dezembersession 1979 und vom Ständerat in der Märzsession 1980 ohne Opposition gutgeheissen. Die Arbeiten werden 1980 beginnen (Dauer 3 Jahre).

Der Unfall im KKW Three Mile Island bei Harrisburg USA am 28. März 1979 hat nicht nur die Öffentlichkeit, sondern auch die Wissenschaftler beschäftigt. Bei einem entsprechenden Unfall in der Schweiz hätte der AA über genügend Zeit für sein Zusammen treten verfügt, ebenso für Anträge an den Bundesrat über zu ergreifende Massnahmen. Damit aber der AA auch bei einer sich rasch entwickelnden Gefahrensituation in einem KKW seine Empfehlungen über die Massenmedien verbreiten kann, ist seit Januar 1980 ein Pikettdienst an der Ueberwachungszentrale bei der SMA eingerichtet. Vorbereitete Alarmmeldungen können im Bedarfsfall rasch angepasst und der Schweizerischen Radio-Gesellschaft (SRG) übermittelt werden. Diese hat seit dem gleichen Datum einen Pikettdienst während der Nacht eingeführt, sodass zu jeder Zeit Alarmmeldungen des AA über Radio verbreitet werden könnten.

Am 21.9.79 fand eine Mess-, Uebermittlungs- und Auswerteübung statt, der als Arbeitshypothese ein Kernwaffenunfall im Ausland zugrundegelegt wurde. Beteiligt waren daran der AA/KUER, die Atomwarnposten, die Laboratorien der Alarmorganisation, Betriebsfunktionäre verschiedener eidg. Departemente und die Uebermittlungsorganisation der Kantonspolizeikorps. Uebungen dieser Art tragen wesentlich zur Funktionsbereitschaft der Alarmorganisation bei und gestatten bestehende Mängel zu erkennen und zu beheben.

Eine Vereinbarung zwischen dem schweizerischen Bundesrat und der Regierung der Bundesrepublik Deutschland über den radiologischen Notfallschutz ist am 10.1.79 in Kraft getreten. Eine analoge Vereinbarung mit Frankreich trat am 13.12.79 in Kraft.

## 2. ALLGEMEINE UEBERWACHUNG

1979 wurden keine oberirdischen Kernwaffenversuche durchgeführt. Die letzte chinesische Atombombe (20 Kilotonnen) explodierte am 14.12.78 im Raume Lop Nor.

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

Die künstliche Aktivität der Bodenluft in der Schweiz war 1979 ungefähr gleich gross wie 1976, dem Jahr mit den tiefsten Werten seit Beginn der Messungen im Jahre 1957. Gegenüber 1978 ging die Caesium-137-Aktivität auf rund ein Viertel, die der übrigen langlebigen Spaltprodukte Cer-144, Rhodium-106 und Antimon-125 entsprechend ihren Halbwertszeiten auf noch kleinere Werte zurück. Die gegenwärtige künstliche Aktivität der Luft rührt grösstenteils noch von der chinesischen 4 Megatonnen-Bombe vom 17.11.1976 her. Kurzlebige Spaltprodukte zeigten sich nur am Jahresanfang, als Folge der Bombe vom 14.12.78.



Die Höhenflüge zu Anfang des Jahres 1979 wurden in der oberen Troposphäre ausgeführt, um festzustellen, ob Spaltprodukte der Bombe vom 14.12.78 in diese Höhe gelangt seien. Das Resultat war, wie wegen des kleinen Kalibers der Bombe zu erwarten, negativ. Die späteren Höhenflüge in der unteren Stratosphäre ergaben nur langlebige Spaltprodukte früherer Explosionen mit 5 bis 10 mal schwächeren Aktivitäten als im Vorjahr.

Die künstliche Strahlenbelastung durch externe Bestrahlung und Inhalation der Luft lag 1979 um 0,1 mrem/Jahr <sup>1)</sup>. Darin sind auch die Beiträge der langlebigen Radionuklide Tritium, Kohlenstoff-14, Krypton 85 und Jod-129 aus früheren Kernexplosionen und aus Kernreaktoren und Wiederaufbereitungsanlagen, sowie der Argon-37-Aktivität enthalten. Diese stammt zum grössten Teil aus unterirdischen Kernexplosionen und variierte im Berichtsjahr zwischen 0,025 und 9,3 pCi/m<sup>3</sup> Luft. Eine etwas grössere Dosis, ca. 0,3 mrem/Jahr, ruft die künstliche Kohlenstoff-14-Aktivität auf dem Weg über die Nahrung hervor.

Die Messungen natürlicher Radionuklide in der Luft bestätigten die Ergebnisse früherer Jahre mit Aktivitäten pro m<sup>3</sup> Luft von 0,1 pCi Beryllium-7, 0,01 pCi Blei-210 und weniger als 0,01 pCi langlebige Alphastrahler, grösstenteils Polonium-210.

## 2.2. Niederschläge (Tab. 2)

1979 wurde eine neue Sammelstation beim Kernkraftwerk Gösgen-Däniken (Niedergösgen) in Betrieb genommen.

Die Abnahme der Aktivität in der Luft wirkte sich auch auf diejenige im Regen aus. Im Durchschnitt betrug die spezifische Aktivität der Niederschläge und auch die auf den Erdboden abgesetzte Aktivität 1979 noch rund einen Drittel derjenigen von 1978 und erreichte wieder die Werte von 1976.

Die trocken abgesetzte Aktivität in Locarno machte mit 0,7 mCi/km<sup>2</sup> (1978: 1,3 mCi/km<sup>2</sup>) rund 1/10 der mit dem Niederschlag abgelagerten (7 mCi/km<sup>2</sup>) aus.

Die mittlere Tritiumaktivität im Niederschlag ging gegenüber 1978 an allen Messstationen um 20-40% zurück und lag 1979 zwischen 140 und 400 pCi/Liter. Erhöhte Werte wurden wie schon seit einigen Jahren in Bern (1979: 630 pCi Tritium/Liter, 1978: 850 pCi/Liter) und La Chaux-de-Fonds (1979: 1450 pCi Tritium/Liter, 1978: 2100 pCi/Liter) registriert (s. auch unter Kapitel 4).

## 2.3. Oberflächengewässer, Grund- und Trinkwasser

In den Monatsmischproben von Flusswasser lag die mittlere totale Alpha-Aktivität der Rhone bei Porte du Scex bei 1,5 pCi/Liter, des Rheins bei Rekingen und Village Neuf bei 1 pCi/Liter und der Rhone bei Chancy (ab April 1979), des Ticino bei Riazino und des Doubs bei St. Ursanne unterhalb dieses Wertes.

-----  
1) Die biologische Wirkung ionisierender Strahlen wird in rem angegeben (1 rem = 1000 mrem)

Auch die gesamte Beta-Aktivität im Wasser an diesen Stellen sowie ober- und unterhalb der Kernkraftwerke Mühleberg, Gösgen-Däniken und Beznau blieb unterhalb 10 pCi/Liter, mit Ausnahme von 2 Proben aus der Rhone bei Porte du Scex (20 pCi/Liter). Gemäss dem Probenmessplan sind Flusswasserproben mit mehr als 50 pCi Gesamt-Beta/Liter auf Strontium-90 zu analysieren. Dies war bei keiner Probe nötig.

In je 6 nahe der Oberfläche und aus 40 m Tiefe im Vierwaldstättersee erhobenen Proben betrug die Aktivität der Oxalate weniger als 1 pCi/Liter.

Die Tritiumaktivität im Flusswasser hat gegenüber 1978 analog der niedrigeren Niederschlagsaktivität leicht abgenommen und lag zwischen 100 und 600 pCi/Liter. Nur der Doubs bei St. Ursanne wies nach wie vor eine erhöhte Tritiumkonzentration auf (s. Kap. 4).

Schwebestoffe, Wasserpflanzen und Sediment aus der Aare ober- und unterhalb der Kernkraftwerke und aus dem Rhein bei Leibstadt zeigten Gesamt-Beta-Aktivitäten ( $E_{\beta} > 0,15$  MeV) zwischen 10000 und 35000 pCi/kg Trockensubstanz (T.S.). Lediglich eine Wasserpflanzenprobe vom 9.8.79 aus dem Stausee Niederried zeigte 45000 pCi Gesamt-Beta/kg T.S. (kalibriert mit Kalium-40). Die Gammaanalyse dieser Probe ergab neben rund 20000 pCi/kg T.S. natürlichen Radioisotopen eine künstliche Aktivität von rund 50000 pCi/kg T.S., wovon der grösste Teil auf Neutronenaktivierungsprodukte aus dem Kernkraftwerk Mühleberg (Mangan-54, Kobalt-58, Kobalt-60, Zink-65) entfiel. Aufgrund der Anreicherung von Radionukliden sind solche Wasserpflanzen sehr empfindliche Indikatoren für den Nachweis der Radioaktivität. Sie dienen nicht der menschlichen Ernährung und sind deshalb vom Standpunkt des Strahlenschutzes aus unbedenklich.

#### 2.4. Erdboden und Gras (Tab. 3, 4)

Zu den bisherigen Entnahmestationen ist die Umgebung des sich im Bau befindenden Kernkraftwerks Leibstadt neu dazugekommen. Diese Messungen dienen der Beweissicherung.

Während 1979 die Messwerte der Strontium-90- und Caesium-137-Aktivität im Erdboden innerhalb des Streubereiches der letzten Jahre lagen, hat die Caesium-137-Aktivität im Gras von 1978 auf 79 um rund die Hälfte, im Durchschnitt der Mittellandstationen von rund 200 pCi/kg Trockensubstanz auf 100 pCi/kg T.S., abgenommen. Dass dieser Rückgang signifikant ist, zeigt sich daran, dass im Mittel jeder einzelnen Station die Aktivität zurückgegangen ist und dass auch im Gras aus Stillberg eine Verminderung von 600 auf 240 pCi Caesium-137/kg T.S. festzustellen ist. Dagegen beträgt die Abnahme der Strontium-90-Aktivität im Gras nur rund 25%. Dieses unterschiedliche Verhalten ist darauf zurückzuführen, dass beim Gras das Verhältnis der Aufnahme aus dem Boden zur Ablagerung aus der Luft für Strontium bedeutend höher ist als für Caesium.

Andere langlebige Spaltprodukte von radioaktivem Bomben-Fallout (Cer-144, Rhodium-106, Antimon-125) wurden im Erdboden in der Um-

gebung der Kernkraftwerke Gösgen und Mühleberg und in Grangeneuve mit Aktivitätskonzentrationen je von der Grössenordnung 100 pCi/kg T.S. festgestellt d.h. ungefähr wie 1978 in der Umgebung des Kernkraftwerkes Gösgen anlässlich der Beweissicherungsmessungen. Bei der Beweissicherung Leibstadt konnten diese Radionuklide im Boden nur teilweise nachgewiesen werden. Im Gras war nur noch Cer-144 eindeutig nachzuweisen (im Mittel 150 pCi/kg T.S.), während Rhodium-106 und Antimon-125 teils knapp über, teils unter der Nachweisgrenze von 50 bzw. 20 pCi/kg T.S. lagen. Gegenüber dem Vorjahr sind diese Isotope im Gras um einen Faktor 4 - 10 zurückgegangen.

Da sich die Caesium-137-Aktivität in der obersten Bodenschicht von 1978 auf 79 praktisch nicht geändert hat, bleibt auch die durch dieses Isotop hervorgerufene externe Dosis bei dauerndem Aufenthalt im Freien bei rund 2 mrem/Jahr.

#### 2.5. Milch und andere Lebensmittel (in Zusammenarbeit mit ARL)

Die Caesium-137- und Strontium-90-Aktivität der Milch von den Mittellandstationen liegt seit einigen Jahren nahe der Nachweisgrenze, d.h. unter 10 pCi/Liter, wobei kein Unterschied zwischen Entnahmestellen in der Nähe und in weiterer Entfernung von Kernkraftwerken feststellbar ist. Dagegen enthält die Milch von Höhenstationen erfahrungsgemäss rund 10 mal höhere Aktivitätskonzentrationen. 1979 betrugen sie in einer Stichprobe aus Stillberg-Davos 76 pCi Caesium-137/Liter und 44 pCi Strontium-90/Liter, und im Mittel von 53 Milchproben aus Mürren wurden in der Oxalatfraktion 47 pCi Gesamt-Beta pro Liter, darunter 33 pCi Strontium-90/Liter gemessen. Je 12 Analysen der Oxalatfraktion von Milch aus Graubünden ergaben mittlere Aktivitäten von  $4 \pm 4$  pCi/Liter in Chur,  $17 \pm 4$  pCi/Liter in Pontresina und  $23 \pm 4$  pCi/Liter in Davos.

Proben von Weizen aus der Umgebung der Kernkraftwerke (inklusive Leibstadt) enthielten 16-24 pCi Strontium-90/kg und 15-55 pCi Caesium-137/kg, wie diejenigen aus andern Gegenden der Schweiz. Strontium-90-Messungen von Gemüse und Obst aus der Schweiz und Italien ergaben Aktivitäten der Grössenordnung 10 pCi/kg.

Die Messung von Paranüssen (Kerne) aus Brasilien, welche bekanntermassen einen relativ hohen Radiumgehalt aufweisen, ergab folgende Konzentrationen an Radionukliden: Radium-226 450 pCi/kg, Actinium-228 aus der Thoriumreihe 800 pCi/kg, Kalium-40 5000 pCi/kg, Strontium-90 250 pCi/kg und Caesium-137 30 pCi/kg.

Alle untersuchten Lebensmittel sind vom Strahlenschutzstandpunkt aus unbedenklich. Nur Paranüsse würden bei einer täglichen Einnahme von 100 g nach ungefähr 20 Jahren zur höchstzulässigen Dosis für Einzelpersonen gemäss Strahlenschutzverordnung (SSVO) führen.

#### 2.6. Menschlicher Körper

Die Bestimmung von Strontium-90 in menschlichen Wirbeln aus der Gegend von Lausanne ergab für das Skelett ein mittleres Verhältnis von 0,7 pCi Strontium-90/g Calcium. Dieser Wert ist seit 1975

praktisch konstant mit leichter Tendenz zur Abnahme und entspricht einer jährlichen Strahlenbelastung der blutbildenden Organe von weniger als 2 mrem.

Das Service Cantonal de Contrôle des Irradiations (SCCI) in Genf unternahm 1979 Ganzkörper-Gammamessungen an je 20 Männern und Frauen von 17-18 Jahren. Die Resultate liegen nahe an der Nachweisgrenze des Ganzkörperspektrographen. Die durchschnittliche Cs-137-Konzentration lag bei den Männern bei 15 pCi Caesium-137/kg Körpergewicht, bei den Frauen bei 16 pCi Caesium-137/kg. Für beide Geschlechter bedeutet dies eine Ganzkörperdosis von 0,2 mrem/Jahr. Der natürliche Kalium-40-Gehalt wurde für die Männer im Mittel zu 2000 pCi/kg, für die Frauen zu 1600 pCi/kg bestimmt, was zu Ganzkörperdosen von 18 resp. 15 mrem/Jahr führt.

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

#### 3.1. Uebersicht

In Kernkraftwerken (KKW) entstehen durch Kernspaltung und Neutronenaktivierung radioaktive Stoffe, von denen ein kleiner Teil über Abluft und Abwasser in die Umwelt gelangt. Durch geeignete Massnahmen, wie Abwasseraufbereitung, Aktivkohleanlage oder Abklingbehälter für das Abgas und Jod- und Aerosolfilter für die Abluft der Gebäudeventilation werden die Abgaben stark reduziert. Der Betreiber einer Anlage muss zuhanden der Behörde die radioaktiven Abgaben laufend bilanzieren. ASK und KUER können jederzeit entsprechende Proben entnehmen, sowie Einsicht in alle Protokolle und Registrierungen nehmen, die mit der Abgabe radioaktiver Stoffe in Zusammenhang stehen. Alle vom Betreiber verwendeten Methoden für die Analysen der Abgaben müssen den Anforderungen der ASK und der KUER genügen und können Gegenstand spezieller Forderungen sein, welche die ASK in ihrer Eigenschaft als Kontrollinstanz erlässt.

Die höchstzulässigen Strahlendosen von Einzelpersonen der Allgemeinbevölkerung sind in der Strahlenschutzverordnung (SSVO), Art. 44 (beispielsweise 500 mrem/Jahr Ganzkörperbestrahlung) festgelegt. Die Ortsdosen an allgemein zugänglichen Stellen ausserhalb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen bzw. Lagerstellen von radioaktiven Strahlenquellen werden in Art. 53 bzw. 98 auf 10 mrem/Woche d.h. 500 mrem/Jahr beschränkt. In Art. 107 wird die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt so limitiert, dass die dadurch in Luft und Wasser verursachten Immissionen nicht mehr als 1/300 der für beruflich strahlenexponierte Personen geltenden Richtwerte betragen und damit zu höchstens 50 mrem/Jahr über Atemluft oder Trinkwasser führen können. Bei der Festlegung der Abgabelimiten für Kernkraftwerke gelangt ein Konzept von ASK/Eidg. Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen (KSA)/KUER zur Anwendung, das die Abgaben so beschränkt, dass dadurch keine Person der Umgebungsbevölkerung eine zusätzliche Jahresdosis von mehr als 20 mrem erhalten kann.



Nach diesem Konzept darf darüberhinaus die Direktstrahlung aus einem Kernkraftwerk an keinem begehbaren Ort ausserhalb des umzäunten Areals eine höhere Ortsdosisleistung als 10 mrem pro Woche verursachen. Eine weitere zahlenmässige Beschränkung dieser Ortsdosisleistung soll dann erfolgen, wenn die über sämtliche Belastungspfade akkumulierte Jahresdosis von Einzelpersonen der Bevölkerung unter Berücksichtigung der zu erwartenden Expositionszeiten bzgl. direkte Strahlung den Wert 30 mrem überschreiten würde. Die zu erwartende Expositionszeit ist unter konservativen Annahmen und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten festzusetzen.

Mit Hilfe von Ausbreitungsmodellen werden die maximal zulässigen Abgaben so festgelegt, dass diese Dosislimiten nicht überschritten werden. Dieselben Modelle werden auch angewendet, um aus den tatsächlichen Jahresabgaben die Dosen zu berechnen, die in der Umgebung wohnende Personen unter den ungünstigsten Voraussetzungen erhalten können. Dabei wird dauernder Aufenthalt am kritischen Ort, Ernährung eines Kleinkindes mit der Milch einer dort grasenden Kuh, sowie Konsum von Trinkwasser und 20 kg Fisch pro Jahr aus dem Vorfluter unterhalb des Werkes angenommen. Diese Modelle müssen die meteorologischen Bedingungen am Kernkraftwerk-Standort (Windverteilung), die Topographie und die Kaminhöhe berücksichtigen; sie setzen aber auch Kenntnisse über die Ablagerungsgeschwindigkeit von Aerosolen sowie über den Uebergang radioaktiver Stoffe von der Luft bzw. aus dem Boden in die Pflanzen und in die Nahrung voraus.

Wie bereits im Jahresbericht 1978 (Seite 9) ausgeführt, wurde das Ausbreitungsmodell für gasförmige Emissionen für das Kernkraftwerk (KKW) Mühleberg experimentell überprüft. Dabei zeigte sich, dass die zusätzlichen Jahresdosen durch radioaktive Edelgase in der Luft mit einer Genauigkeit von einem Faktor 2-4 angegeben werden können <sup>1)</sup>. Betreffend Ablagerungsgeschwindigkeiten sowie die Uebergangsfaktoren in die Pflanzen sind in der Fachliteratur zahlreiche Resultate von Experimenten veröffentlicht. Dass diese Werte auch für die Schweiz anwendbar sind, zeigt der Vergleich mit den Falloutmessungen der KUER seit 1958. Zur Berechnung der Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper sowie des Einbaus in den einzelnen Organen und der dadurch bewirkten Dosen ist die SSVO massgebend, die sich auf die International Commission on Radiological Protection (ICRP) abstützt.

Die Emissionsüberwachung im KKW wird ergänzt durch die Umgebungsüberwachung. Erfasst wird dadurch die Ortsdosis und Radioaktivität aller relevanten Belastungspfade gemäss einem für jedes Werk spezifischen Mess- und Probenahmeprogramm. Es wird in der Umgebung des Werkes die Radioaktivität von Luft, Aerosolen, Niederschlag, Boden, Gras, Milch, Getreide, Gewässern, ausserdem Wasserpflanzen, Schwebestoffen, Sedimenten und Fischen ermittelt.

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

Messresultate des Werkes werden durch Stichproben überprüft. Die Orstdosis wird an mehreren Stellen durch Thermolumineszenzdosimeter und Ionisationskammern registriert. Die Messmethoden gestatten eine unzulässige Erhöhung der Ortsdosen bzw. Immissionen durch zu hohe Abgaben des Werkes festzustellen. Solange die Messwerte innerhalb des Schwankungsbereiches der natürlichen bzw. Fallout-bedingten Radioaktivität am Messort liegen, kann geschlossen werden, dass durch die Emissionen des Werkes keine Person der Umgebungsbevölkerung eine Personendosis von mehr als 20 mrem/Jahr erhält.

Die Messungen für die radiologische Beweissicherung vor Betriebsaufnahme in der Umgebung des Kernkraftwerks Leibstadt (KKL) wurden im Sommer 1979 begonnen. Sie umfassen die gleichen Untersuchungen bzgl. Radioaktivität und Ortsdosis, wie sie auch im späteren Umgebungsüberwachungsprogramm nach Betriebsaufnahme vorgesehen sind. Dieses Programm wurde in Zusammenarbeit mit der ASK, dem Service de la Protection de l'Air in Payerne (SPA) und den beteiligten Mess- und Probenahmestellen aufgestellt. Da das KKL an der Grenze liegt, wurden die Messprogramme sowie die Untersuchungsmethoden für die deutsche und die schweizerische Seite mit dem Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung des Landes Baden-Württemberg in Stuttgart und der Landesanstalt für Umweltschutz in Karlsruhe koordiniert. Periodischer Austausch und Besprechung der Untersuchungsergebnisse sowie Parallelmessungen zum Vergleich der Messverfahren wurden vereinbart.

### 3.2. Emissionen aus Kernanlagen 1979 (Fig. 2, Tab. 5 - 12)

Die flüssigen und gasförmigen Abgaben aus Kernanlagen an die Umwelt sowie die daraus errechneten maximalen Personendosen und die gemäss Reglement erlaubten maximalen Jahresabgaben sind in Tab. zusammengestellt. Wie in früheren Jahren lagen auch 1979 alle Abgaben weit unter den Limiten.

Im Kernkraftwerk Beznau (KKB) werden die Kaminabgaben seit Januar 1979 mit einem neuen Messsystem erfasst, das eine nuklidspezifische Bilanzierung gestattet. Im Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) wurden im September für die Edelgasabgaben ebenfalls empfindlichere Messgeräte zur kontinuierlichen Ueberwachung in Betrieb genommen. Die Aerosolabgaben werden ab August wöchentlich nuklidspezifisch bilanziert. Für die täglichen Analysen von Abgasstichproben wird neu Abgas in einer Druckflasche auf 200 bar aufgepumpt.

Parallelmessungen zwischen den KKW, ASK und KUER ergaben innerhalb der Messgenauigkeit übereinstimmende Resultate. Dabei zeigte sich, dass in Abwasserproben aus dem KKM, infolge Ablagerung in den Messgefässen, bei Aktivierungsprodukten wie Mangan-54, Kobalt-60 und Zink-65, deren Löslichkeit gemäss Messungen zwischen 10 und 40% liegt, die Uebereinstimmung weniger gut war als bei Spaltprodukten wie Caesium-134, Caesium-137 und Iod-131, deren Löslichkeit gemäss Messungen zwischen 80 und 100% lag.



Gemäss der Vorschrift für Kernkraftwerke darf die Aktivitätskonzentration im Abwassertank vor der Abgabe  $10 C_w$  <sup>1)</sup> (KKB und KKM) bzw.  $5 C_w$  (Kernkraftwerk Gösgen / KKG) nicht übersteigen. Abwasserstichproben ergaben folgende maximale Konzentrationen: KKB:  $7 C_w$ , KKM:  $2 C_w$ , KKG:  $10^{-4} C_w$ , Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR):  $3 \cdot 10^{-2} C_w$  und Centrale nucléaire de Lucens (CNL): 180-240 pCi Caesium-137/Liter, 50-70 pCi Strontium-90/Liter sowie 0,15-0,48  $\mu$ Ci Tritium/Liter. Im KKB werden die radioaktiven Abwässer durch gleichzeitig abgegebene inaktive Abwässer verdünnt. Proben, die während der Abgabe eines Tanks aus der Abwasserleitung vor Einmündung in die Aare entnommen wurden, zeigten Konzentrationen unter  $2 C_w$ . In den 12 Monatsmischproben von Abwässern aus dem KKM lag die Konzentration immer unter  $1 C_w$ . Proben aus dem Kavernensumpf des CNL, wo sich eindringende Sickerwässer ansammeln, zeigten Aktivitäten von 640-770 pCi Caesium-137/Liter, 7-20 pCi Strontium-90/Liter sowie 0,92-2,1  $\mu$ Ci Tritium/Liter.

In Stichproben von Aerosolfiltern aus dem KKM wurden auch die Anteile langlebiger Nuklide ermittelt. Sie ergaben folgende Abgaben in  $\mu$ Ci/Woche: Cobalt-60: 0,9; Antimon-125: 0,44; Caesium-134: 0,42; Caesium-137: 1,4. Stichproben von Aerosolfiltern und Aktivkohle (zur Bestimmung der gasförmigen Jod-Abgaben) aus dem KKG ergaben folgende Resultate in pCi/Woche: Jod-131 gasförmig 440-1700; als Aerosol 10-44; Jod-133: gasförmig 100-1300; als Aerosol 30; Chrom-51: 20; Antimon-125: 30; Caesium-137: 2.

Die 2048 in den Kernanlagen beschäftigten beruflich strahlenexponierten Personen akkumulierten 1979 694 rem, d.h. im Mittel 340 mrem pro Person <sup>2)</sup>.

### 3.3. Umgebungsüberwachung

#### 3.3.1. Externe Gamma-Dosis (Fig. 3)

Die externe Dosis in der Umgebung von Kernanlagen wird mit Thermolumineszenzdosimetern (TLD) überwacht, die vierteljährlich ausgewertet werden. Die Genauigkeit der so ermittelten Jahresdosis liegt bei ca. 15-20%. An je 4 Stellen in der Umgebung jedes Werkes sind zusätzlich zu den werkeigenen TLD auch solche der KUER installiert. Infolge von Unterschieden in der Zusammensetzung und dem Wassergehalt des Bodens sowie der Nähe von Gebäuden weichen die Messwerte der einzelnen Messstellen leicht voneinander ab.

1979 ergab die Ueberwachung mit TLD in der Umgebung von Kernanlagen folgende Jahresdosen (inklusive natürlichem Untergrund) in mrem: (Bei Mittelwerten über mehrere Stellen ist die einfache Standardabweichung angegeben).

- 
- 1)  $1 C_w$  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
  - 2) Eidg. Kommission für Strahlenschutz: Expertengruppe für Personendosimetrie, 4. Bericht, 1979

- Umgebung EIR/Schweizerisches Institut für Nuklearforschung (SIN) und KKB: 35 Messstellen:

- Insel Beznau, 700 m von KKB	75
- 6 Stellen um das KKB in 1 km Abstand	64 <sub>+7</sub>
- 3 Stellen ausserhalb der Umzäunung des EIR in den beiden Hauptwindrichtungen in 0,5-1 km Entfernung	71
- 11 Stellen in 1 km Entfernung verteilt um das EIR	65 <sub>+6</sub>
- 10 Dosimeter in den umliegenden Ortschaften: Würenlingen, Stilli, Villigen, Kleindöttingen, Full, Koblenz, am Stausee Klingnau	70 <sub>+6</sub>
- Muri	69

- Umgebung KKM: 17 Messstellen:

- Mittel über alle Stationen	100 <sub>+7</sub>
(Parallelmessung durch EIR)	99 <sub>+5</sub>
- tiefste Werte: Leimeren	89
hint. Rewag	89
Talmatt	91
- höchste Werte: Fuchsenried	107
Murzelen	105
Ufem Horn	105

Ab Juli 1979 wurden in unmittelbarer Umgebung des KKM zur Erfassung der Direktstrahlung 10 weitere Dosimeter aufgestellt. Sie ergaben die folgenden Resultate auf das Jahr umgerechnet in mrem/Jahr:

- Umgehungsweg, zwei Stellen am Waldrand	} 270
S Reaktorgebäude	
- oberer Waldweg, Runtigenrain, S Reaktorgebäude (2 Messstellen)	140
- Weekendhaus auf der rechten Aareseite gegenüber Reaktorgebäude	136
- Besucherpavillon	232
- 4 Stellen entlang der Umzäunung des Areals	274

- Umgebung KKG: 21 Messstellen

- Mittelwert aller Stationen	78 <sub>+8</sub>
- 5 Stationen bis 1 km Entfernung von KKG	69 <sub>+5</sub>

Die an 4 Stellen aufgestellten KUER-TLD ergaben innerhalb der Messgenauigkeit übereinstimmende Ergebnisse mit den KKG-eigenen TLD an diesen Stellen.

- Umgebung KKL: 17 Messstellen		
- Mittelwert aller Stationen (ab Sommer)		73±7

Zusätzlich zu den TL-Dosimetern werden auch Messungen der Ortsdosisleistung mit Hochdruckionisationskammern durchgeführt: kurze Messungen (einige Minuten) an 30-40 Stellen, KKG, KKL, sowie kontinuierliche Registrierungen an einigen Stellen (KKM: Ufem Horn und BKW-Schaltzentrale, KKG: bei Schaltanlage ATEL in Niedergösgen). 1979 ergaben sich auf das Jahr umgerechnet folgende Resultate in mrem/Jahr:

- Umgebung KKG (Mittelwert von kurzen Messungen an 40 Stellen)	78	(Einfache Standardabweichung der Messwerte 5-10%)
- davon die Stellen bis 1 km Entfernung vom KKG, Mittelwert (Messung bei Reaktor in Betrieb)	76	
- Mittelwert Umgebung KKL (kurze Messung an 32 Stellen)	68	
- KKM: Ufem Horn (während 9 Monaten)	105	(Genauigkeit 5-10%)
- KKM: BKW-Schaltzentrale (während 10 Monaten)	95	
- KKG: Schaltanlage ATEL, Niedergösgen (während 10 Monaten)	78	

Aus der kontinuierlichen Registrierung der Dosisleistung in den letzten Jahren bei "Ufem Horn", 500 m westlich des KKM, konnte durch Korrelation mit der automatischen Aufzeichnung der Edelgasabgaben im Kamin der Langzeit-Verdünnungsfaktor für diese Stelle ermittelt werden. Es ergab sich  $(7\pm 4) \cdot 10^{-4}$  s/m<sup>2</sup> 1), in guter Uebereinstimmung mit früheren Experimenten (Xenon-133-Methode), die für diese Stelle  $(5-10) \cdot 10^{-4}$  s/m<sup>2</sup> ergaben. Zur Bestimmung kleinster Dosisbeiträge durch gasförmige Abgaben des KKM wurde ein Verfahren erprobt, das durch Korrelation mit Windrichtung am Kamin, Regenmenge und Schneehöhe durch Wettereinfüsse bedingte Schwankungen von durch die Kaminabgaben verursachten zu unterscheiden gestattet 2).

Erhöhte Ortsdosen infolge Direktstrahlung in der unmittelbaren Umgebung ausserhalb der Umzäunung von Kernanlagen wurden nur beim KKM, EIR und CNL festgestellt (vgl. Jahresber. 1978, S. 12, 14, 16):

- 
- 1) J. Czarnecki, H. Völkle and S. Prêtre: Detection of Low-Level Environmental Exposure Rates Due to Noble Gas Releases from the Mühleberg Nuclear Power Plant. 5th Intern. Congress of the IRPA, Jerusalem: March 1980
  - 2) H. Völkle und J. Czarnecki: Kontinuierliche Messung der Dosisleistung aus der Abluftfahne eines Kernkraftwerkes. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Oktober 1978, Norderney/D

Beim KKM erzeugt die Direktstrahlung aus dem Maschinenhaus (Stickstoff-16 im Primärkreislauf) und vom provisorischen Lagerplatz von Abfallfässern auf der Westseite des Reaktorgebäudes Ortsdosen bis 500 mrem/Jahr.

Auf der Südseite des EIR-Areals wird ein erhöhter Wert von 0,5-1 mrem/Stunde durch Kalibrierquellen verursacht. Diese sind jedoch nach Angaben des EIR nur wenige Stunden pro Jahr in Bestrahlungsposition, sodass die zusätzliche jährliche Personendosis ausserhalb des Zauns unter 20 mrem liegt. Auf einem kleinen Gebiet beim Abfallager und dem Messgelände der Schule für Strahlenschutz wurden Ortsdosen bis 500 mrem/Jahr festgestellt.

Um das CNL wurden erhöhte Ortsdosen erstmals 1978 gemessen. Aufgrund dieser Messresultate hat der Betreiber der Anlage Massnahmen getroffen, um die Dosisleistung ausserhalb der Umzäunung zu vermindern. Durch eine Mauer sowie das Versetzen des Zauns beim Abfallager (Stapelung von Komponenten des ehemaligen Reaktors) konnte erreicht werden, dass die zusätzliche Ortsdosis am Zaun auf der Strassenseite nur noch 140 mrem/Jahr und auf der Bergseite nur noch 370 mrem/Jahr beträgt. Damit ist Art. 98 der SSVO respektiert, der die Ortsdosis ausserhalb solcher Lagerstellen, wo Personen sich aufhalten können, auf max 10 mrem/Woche bzw. 500 mrem/Jahr limitiert. Zur besseren Erfassung einer eventuellen Direktstrahlung sollen auch beim KKG und beim KKB entlang des Zauns zusätzliche Dosimeter aufgestellt werden.

An 6 Stellen in der Umgebung des SIN sowie an einer Referenzstation (Ennetbaden) wird die durch die Teilchenbeschleuniger verursachte Neutronendosis mit speziellen Dosimetern registriert. Einzig im 3. und 4. Quartal konnte an einer Station 140 m WNW des SIN eine gegenüber dem Untergrund von  $0,5 \pm 0,5$  mrem/Quartal leicht erhöhte Neutronendosis von  $2,2 \pm 0,5$  bzw.  $2,5 \pm 0,5$  mrem/Quartal festgestellt werden.

### 3.3.2. Aerosole

Die Radioaktivität der Aerosole wird durch Sammlung auf Vaselinplatten und durch monatliche Messung von deren Gesamt-Beta-Aktivität überwacht. 1979 ergaben sich folgende Resultate:

Standort	Anzahl Stellen	Mittelwert ( $\pm$ einf. Standardabweichung) in mCi/km <sup>2</sup> für 1979
EIR/SIN/KKB	7	EIR-Nord: 3,4; übrige 6 Stellen: $1,2 \pm 0,2$
KKM	11	$0,8 \pm 0,2$ ; Minimum: Salvisberg 0,6 Maximum: Wileroltigen 1,3
KKG	4	$1,4 \pm 0,2$
KKL	4	$0,6 \pm 0,2$ ; ab August, umgerechnet auf das Jahr

Einzig an der Station EIR-Nord wurde ab Mitte September bis Ende Jahr eine leicht erhöhte Aerosol-Aktivität festgestellt, die durch die während dieser Zeit in Betrieb stehende Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle verursacht wurde. Die Herkunft der Aerosole wurde auch durch nuklidspezifische Analysen der Aerosole bestätigt.

Aerosole werden zudem auch mit Luftfiltrieranlagen nördlich des EIR und beim KKG (Niedergösgen, bei Schaltanlage ATEL) gesammelt und gamma-spektrometrisch untersucht. Während die Filter von Niedergösgen nur Spaltprodukte von radioaktivem Bombenfallout ergaben in ähnlichen Konzentrationen wie die Filter von Freiburg, zeigten sich beim EIR zwischen dem 17.9. und dem 14.12.79 (Verbrennungsanlage in Betrieb) Caesium-137-Konzentrationen zwischen 1 und 17 fCi/m<sup>3</sup> Luft, während in derselben Zeit die entsprechenden Werte der Filter Freiburg und Niedergösgen zwischen 0,1 und 0,5 fCi/m<sup>3</sup> lagen. Zur gleichen Zeit zeigten sich in den Filtern von EIR-N auch Spuren von Caesium-134, Cobalt-60, Tellur-121m, Tellur-123m, Jod-131 und Silber-110m, die ebenfalls von der Verbrennungsanlage stammten. Bezüglich Strontium-89, -90 und Alpha-Aktivität ist kein Einfluss der Verbrennungsanlage feststellbar.

Niederschlagsproben werden in Niedergösgen gesammelt und wöchentlich auf Gesamt-Beta-Aktivität untersucht. Es ergab sich keine signifikante Abweichung zu andern Gegenden des Schweizerischen Mittellandes.

### 3.3.3. Kohlenstoff-14-Messungen an Laubblättern

In der Umgebung des KKM (Probenahme am 10./14.9.77) und des KKG (Probenahme am 9.10.79) wurden Kohlenstoff-14-Messungen von Laubblättern durchgeführt, um einen eventuellen Einfluss der Kohlenstoff-14-Abgaben des KKW festzustellen <sup>1)</sup>. Das CO<sub>2</sub> aus der Luft wird von den Pflanzen während der Wachstumszeit assimiliert. Der gegenwärtig in der Luft vorhandene Kohlenstoff-14 ist zu etwa 3/4 natürlichen Ursprungs (erzeugt durch die kosmische Strahlung) und etwa ein Viertel stammt von den Kernwaffenexplosionen. Während in der Umgebung des KKG 1979 keine signifikante Zunahme in den Blättern festzustellen war (KKG im Probetrieb mit verminderter Leistung), ergab sich um das KKM bis in 2-3 km Entfernung eine Erhöhung um 5-10 % in Übereinstimmung mit den über das Ausbreitungsmodell aus den Abgaben berechneten Werten.

### 3.3.4. Erde, Gras, Getreide, Milch

Proben von Erde, Gras, Getreide und Milch, die periodisch in der Umgebung von Kernanlagen erhoben werden, zeigten keine signifikanten Abweichungen zu entsprechenden Proben aus andern Landesgegenden (siehe Tabelle 3).

-----  
1) G. Schriber, J. Czarnecki, H. Loosli, H. Oeschger: Emissions- und Immissionsmessungen von Kohlenstoff-14 beim Kernkraftwerk Mühleberg, Schweiz; Symposium über Strahlenschutzprobleme im Zusammenhang mit der Verwendung von Tritium und Kohlenstoff-14 und ihren Verbindungen. Berlin, November 1979.



### 3.3.5. Wasser, Sediment, Wasserpflanzen, Fische

Flusswasserproben oberhalb und unterhalb von Kernanlagen werden kontinuierlich gesammelt und wöchentlich auf Gesamt-Beta-Aktivität untersucht; sie ergaben 1979 durchwegs Aktivitäten unter 10 pCi/Liter. Gammaanalysen von Aarewasserproben oberhalb und unterhalb des EIR zeigten teilweise Spuren von Jod-131, das aus Spitälern stammt. Periodisch erhobene Grundwasserproben aus Pumpwerken um Kernanlagen ergaben Gesamt-Beta-Aktivitäten unter 5 pCi/Liter. Die Tritium-Aktivität der Flusswasser- und Grundwasserproben lag meist zwischen 200 und 600 pCi/Liter. Ein Einfluss der Kernanlagen war somit im Wasser nicht feststellbar.

Proben von Seston, Sediment und Wasserpflanzen zeigten teilweise Aktivitäten von Jod-131, Caesium-137, Caesium-134, sowie Mangan-54, Cobalt-58, -60, Zink-65 etc. aus Abgaben von Kernanlagen und Spitälern, die jedoch nicht zu unzulässigen Bestrahlungen von Personen führen können.

Proben von Fischfleisch ergaben lediglich Spuren von Caesium-137 ( $\leq 80$  pCi/kg).

## 4. INDUSTRIEN, SPITÄLER

### 4.1. Abwasserreinigungsanlagen (ARA) (Fig. 4)

Die Abwässer der Agglomerationen Basel und Genf werden für die Messung der Radioaktivität nach ihrer Vermischung mit dem Rhein in Village Neuf bzw. der Rhone in Chancy erfasst. Abwasser der drei andern Grossstädte wird beim Auslauf der Abwasserreinigungsanlagen entnommen und auf Radioaktivität untersucht.

ARA Zürich-Werdhölzli: Hier lag die mittlere Alphaaktivität unter 1 pCi/Liter, die Tritiumaktivität bei 420 pCi/Liter. Die Gesamt-Beta-Aktivität ( $E_\beta > 150$  keV) wies wie in den letzten Jahren grosse Unterschiede (Wochenmittelwerte zwischen 7 und 118 pCi/Liter; bezogen auf die Zeit der Messung und kalibriert mit Kalium-40) auf. Die Aktivität rührte weiterhin vorwiegend von der Jodabgabe der Spitäler her, welche gemäss den Gammaanalysen im Jahresdurchschnitt zu 114 pCi Jod-131/Liter Abwasser in der Kläranlage führte. Die für Vorfluter nach SSVO geltende Limite von 200 pCi Jod-131/Liter war während 4 Wochen überschritten (Spitzenwert 520 pCi/Liter im Wochendurchschnitt). Die gesamte über die ARA Werdhölzli 1979 in die Limmat gelangte Jod-131-Aktivität lässt sich zu rund 10 Ci berechnen. 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).

ARA Bern-Stuckishaus: Die gesamte Betaaktivität des Wassers aus der ARA Bern betrug im Jahresmittel 24 pCi/Liter ( $E_\beta > 150$  keV,



bezogen auf die Zeit der Messung und kalibriert mit Kalium-40). Dies bedeutet einen totalen jährlichen Abfluss von 1-2 Ci Betastrahler. Die an den zwei aktivsten Proben ausgeführten Gammaanalysen ergaben Jod-131-Aktivitäten von 430 resp. 200 pCi/Liter Abwasser; die nach SSVÖ für Vorfluter geltende Limite von 200 pCi Jod-131/Liter war während einer Woche überschritten. Mit Wochenmittelwerten zwischen 600 und 2000 pCi Tritium/Liter betrug die durchschnittliche Tritiumaktivität im Wasser der ARA Bern rund 1000 pCi/Liter. Daraus errechnet sich eine mittlere Erhöhung der Tritiumaktivität in der Aare um 20 pCi/Liter. Das ARA-Wasser weist höhere Tritiumkonzentrationen auf als der Niederschlag in Bern (630 pCi/Liter im Jahresmittel, s. Kap. 2.2.). 11 Stichproben von oberflächennahem Grundwasser aus dem Raum Bern zeigten Tritiumaktivitäten zwischen 700 und 900 pCi/Liter. Diese Tritiumkonzentrationen in der ARA liegen weit unter der für Vorfluter geltenden Limite von  $3 \cdot 10^5$  pCi/Liter.

ARA Freiburg: 4 Stichproben von Wasser aus der ARA Freiburg zeigten Jod-131-Aktivitäten unterhalb der in Vorflutern maximal erlaubten Konzentration von 200 pCi/Liter. Der Tritiumgehalt betrug 250 pCi/Liter.

ARA Lausanne: Das Abwasser von Lausanne zeigte mit Durchschnittswerten von weniger als 1 pCi Gesamt-Alpha/Liter, 8 pCi Gesamt-Beta/Liter und 230 pCi Tritium/Liter Aktivitätswerte, die mit denjenigen im Regen- und Flusswasser vergleichbar sind.

#### 4.2. Tritium in der Gegend von La Chaux-de-Fonds (Fig. 5, 6)

Die Monats-Mischproben von Regenwasser von "Anciens Moulins" am Nordostende der Stadt enthielten 500-4000 pCi Tritium/Liter, im gewichteten Jahresmittel 1450 pCi/Liter. Dies bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme um rund ein Viertel. Die Vergleichstation les Hauts-Geneveys zeigte mit einer mittleren Tritiumaktivität von 380 pCi/Liter Regenwasser ebenfalls einen leichten Rückgang (1978: 470 pCi/Liter).

Proben von Wasser aus der städtischen Abwasserreinigungsanlage enthielten im Monatsmittel 60000-270000 pCi Tritium/Liter, im Jahresmittel 137000 pCi/Liter, und zeigten damit ähnliche Werte wie in den letzten Jahren. Ueber das Abwasser wurden 1979 wieder rund 1000 Ci Tritium aus La Chaux-de-Fonds an den Doubs abgegeben.

Das Wasser aus dem Doubs unterhalb La Chaux-de-Fonds bei St. Ursanne wies mit Wochenmittelwerten von 500-10000 pCi Tritium/Liter die üblichen Konzentrationen auf. Die ausschliessliche Verwendung von solchem Wasser als Trinkwasser würde zu einer Dosis von weniger als 1 mrem pro Jahr führen. Das Trinkwasser von La Chaux-de-Fonds, welches von der Areuseschlucht stammt, unterscheidet sich im Tritiumgehalt nicht vom Trinkwasser anderer Städte.

Oberhalb La Chaux-de-Fonds enthält das Doubswasser, wie Stichproben seit mehreren Jahren zeigen, ungefähr gleichviel Tritium wie andere Schweizerflüsse (s. Kap. 2.3.). Quellen, die aus Sickerwasser aus dem Raum La Chaux-de-Fonds gespiesen werden, führen ihm Wasser von einigen 1000 pCi Tritium/Liter zu.

#### 4.3. Einzelne Industriebetriebe (Fig. 7 - 9)

##### Radium-Chemie AG, Teufen

Die Radium-Chemie AG in Teufen gab im Berichtsjahr über das Abwasser weniger als 1 Ci Tritium an die Kanalisation ab. Stichproben von Wasser aus der ARA Teufen (mittlerer Durchfluss 1200 m<sup>3</sup>/Tag) wiesen Konzentrationen zwischen 2000 und 4000 pCi/Liter auf. Diese Aktivität stammt zu weniger als der Hälfte vom Abwasser der Radium-Chemie; der grössere Teil ist auf Regen und Porenwasser zurückzuführen, welche mit der Abluft abgegebenes Tritium der Radium-Chemie enthalten. In einer Messreihe des Tritiumgehaltes in der Luftfeuchtigkeit vom Oktober 1979 an 5 Stellen ergab sich als grösster Wert ausserhalb des Areals der Radium-Chemie, direkt am Zaun, ein Tritiumgehalt von 1000 pCi/m<sup>3</sup> Luft (nach SSVÖ maximal zulässig: 30000 pCi/m<sup>3</sup>).

Von Wasserproben aus der Umgebung zeigte der in früheren Jahresberichten erwähnte Brunnen, ca. 140 m westlich des Kamins, die höchsten Tritiumkonzentrationen, nämlich zwischen  $0,8 \cdot 10^6$  und  $1,7 \cdot 10^6$  pCi/Liter Wasser. Der Bach bei der Leuchtfarbenfabrik, in den der Brunnen abfliesst, wies wie in früheren Jahren Tritiumkonzentrationen zwischen  $3 \cdot 10^4$  und  $5 \cdot 10^4$  pCi/Liter auf. Das Trinkwasser der Gemeinde Teufen - mit weniger als 2000 pCi/Liter - verursachte eine Jahresdosis unter 1 mrem und ist durch die Abgaben der Radium-Chemie an die Umgebung nicht gefährdet.

Seit 1972 durchgeführte Studien <sup>1)</sup> über die Tritiumkontamination haben gezeigt, dass der Tritiumpegel der Niederschläge und des Bodenwassers (Quell- und Porenwasser) in der Umgebung der Radium-Chemie Teufen erhöht ist. Die maximale Konzentration in der unmittelbaren Umgebung war einige hundert mal grösser als im Niederschlag anderer Landesgegenden; ein Einfluss war bis in mehrere Kilometer Entfernung festzustellen. Diese Erhöhung widerspiegelt sich in der Konzentration des Wassers in biologischen Materialien, inclusive Mensch und Tier. Der wassergebundene Tritiumgehalt in Menschen und Tieren ist massgeblich von der Entfernung und der Himmelsrichtung des Aufenthaltsortes bezüglich der Fabrik abhängig. Aus diesen Studien geht u.a. hervor, dass die Tritiumkonzentration im Niederschlag 65 m östlich des Fabrikkamins von  $1,8 \cdot 10^5$  -  $1,1 \cdot 10^6$  pCi/Liter mit einem Mittelwert von  $4 \cdot 10^5$  pCi/Liter vor dem 15. Mai 1979 auf  $4 \cdot 10^4$  -  $2,2 \cdot 10^5$  pCi/Liter mit einem Mittelwert von  $7 \cdot 10^4$  pCi/Liter für den Rest des Jahres zurückging. Die Entscheidung, ob dieser Rückgang auf den Einbau einer im Mai in Betrieb genommenen Rückgewinnungsanlage zurückzuführen ist, kann erst anhand längerdauernder Messreihen getroffen werden.

-----

1) M. Bezzegh, Gas-Wasser-Abwasser 55, 787, 1975.

M. Bezzegh, K. Steiner und U. Ritter, Gas-Wasser-Abwasser 59, 329, 1979.

M. Bezzegh, U. Ritter, K. Steiner und A. Lück, Gas-Wasser-Abwasser 60, 19, 1980.

Für die Bestimmung der Dosis durch in den Körper aufgenommenes Tritium eignet sich die Messung des Tritiumgehaltes im Urin. Im Oktober 1979 wurde je eine Urinprobe von 65 Personen, die in 50 bis 400 m Entfernung von der Radium-Chemie wohnen, untersucht. Aus diesen Messungen errechnete sich eine hypothetische Strahlenbelastung einzelner Personen von maximal 6 mrem/Jahr mit einem Durchschnitt von 1,5 mrem/Jahr. Die nach Art. 107 der SSVÖ zulässige Tritium-Immission würde zu 50 mrem/Jahr führen.

Die im Jahresbericht 1978 angeführten Bodenkontaminationen und die dadurch bewirkten erhöhten Ortsdosen im firmeneigenen Gelände wurden durch die SUVA, die auch die notwendigen Sanierungsmassnahmen angeordnet hat, detailliert erfasst. Die Strahlenbelastung der Bewohner eines Wohnhauses auf dem Gelände der Firma durch externe Bestrahlung und Tritiuminhalation wurde von der Kontrollinstanz SUVA abgeschätzt und beträgt weniger als 500 mrem/Jahr, die höchstzulässige Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung nach SSVÖ.

Ausserhalb des Firmengeländes, entlang der Umzäunung, sowie auf der ehemaligen Deponie Bächli in Teufen (Zivilschutzgelände) und der Deponie Stein/AR wurden Kontaminations- und Ortsdosismessungen durchgeführt.

Oestlich des Fabrikareals, 1 m ausserhalb des Zauns, in der Nähe der Stelle, wo auf dem Firmengelände der grösste Radiumgehalt gefunden wurde, wurden auch im Erdboden erhöhte Kontaminationen festgestellt, nämlich in den obersten Bodenschichten 80000 pCi Radium-226/kg T.S. und 2300 pCi Strontium-90/kg T.S.; in 1 m Tiefe lag die Radiumkonzentration noch bei 10000 pCi/kg T.S.. Wenige Meter von dieser Stelle entfernt wurde in der obersten Bodenschicht noch 20000 pCi Radium-226/kg T.S. festgestellt. Grasproben von der erstgenannten Stelle zeigten 2000 pCi Radium-226/kg T.S.. An diesem Ort, wenige Meter entlang des Zauns, ist auch die Ortsdosisleistung erhöht, teilweise durch die Bodenkontamination, teilweise auch durch direkte Strahlung aus dem Firmengelände. Die gemessenen Werte der Ortsdosis ergeben auf das Jahr umgerechnet maximal 540 mrem. Da sich jedoch Personen nicht längere Zeit dort aufhalten, ist die dadurch verursachte Personendosis unbedeutend. Eine Erhöhung der Radium-226-Konzentration in der Luft (Aerosole) konnte nicht festgestellt werden. Zwei weitere Erdproben, ca. 150 m westlich bzw. 250 m WSW der Firma, ergaben 1300 bzw. 1500 pCi Radium-226/kg T.S. sowie 220 bzw. 310 pCi Strontium-90/kg T.S. und sind damit nicht signifikant höher als an andern Stellen in der Schweiz. (Im schweizerischen Mittelland wurden im Erdboden Konzentrationen von 500 bis 1500 pCi Radium-226/kg T.S. und 100 bis 300 pCi Strontium-90/kg T.S. gemessen). Im Bach unterhalb der Firma (südlich) wurden Radium-226-Konzentrationen von rund 1-3 pCi/Liter Wasser und eine Gesamt-Beta-Aktivität von 4 pCi/Liter festgestellt.

Von der Deponie Bächli in Teufen (Zivilschutzgelände) wurden in Erdproben Radiumkonzentrationen zwischen 1300 und 2300 pCi/kg T.S., in Schlamm- und Sedimentproben aus der Entwässerung der Deponie 7000 bis 73000 pCi/kg T.S. sowie 11000 pCi Strontium-90/kg T.S. gefunden, während das Sickerwasser maximal 20 pCi Radium-226/

Liter und 540 pCi Strontium-90/Liter enthielt. Der Tritiumgehalt in diesem Wasser lag zwischen 550000 und 710000 pCi/Liter. Die Ortsdosen auf dem Zivilschutzgelände lagen zwischen 6 und 12 Mikroröntgen pro Stunde ( $\mu\text{R/h}$ ) und zeigten somit keine Erhöhung gegenüber dem natürlichen Untergrund.

Auf der Deponie List/Stein AR wurde an einem Punkt eine erhöhte Bodenkontamination festgestellt. Zwei Erdproben von dieser Stelle ergaben 4000 und 15000 pCi Radium-226/kg T.S. sowie 460 und 1200 pCi Strontium-90/kg T.S.. In der Entwässerung der Deponie ergab sich eine Radium-226-Konzentration von ca. 1 pCi/Liter. Die Tritiumkonzentration in diesem Wasser lag bei 950000 pCi/Liter. Die Ortsdosisleistung auf dem Gelände lag überall zwischen 6 und 12  $\mu\text{R/h}$  und zeigte somit keine Erhöhung gegenüber dem natürlichen Untergrund.

Obwohl diese Bodenkontaminationen an wenigen Stellen deutlich feststellbar sind, besteht keine Gefahr, dass dadurch Personen unzulässigen Bestrahlungen ausgesetzt sind, da die Radioaktivität zum grössten Teil im Boden fixiert ist. Eine Sanierung einiger Stellen ist im Gang.

#### Merz und Benteli, Nuklear AG, Niederwangen (BE)

Die Nuklear AG gab 1979 mit dem Abwasser total 2 Ci Tritium an die Kanalisation und mit der Abluft 1000-3000 Ci gasförmiges Tritium und weniger als 40 Ci als tritierten Wasserdampf an die Umgebung ab. Die Abgabekonzentrationen genügten den Vorschriften; insbesondere war die aus den Abgaben berechnete Tritiumkonzentration in der Luft an der Grenze des Betriebsareals um Grössenordnungen unter dem Richtwert.

#### Cerberus AG, Männedorf und Volketswil

Im Abwasser der Firma Cerberus AG, Männedorf, wurden Tritiumkonzentrationen zwischen  $1 \cdot 10^4$  und  $8 \cdot 10^4$  pCi/Liter gemessen (im Vorfluter erlaubt  $3 \cdot 10^5$  pCi Tritium/Liter), während die Tritium-Aktivität im Abwasser des Werkes Volketswil gegenüber derjenigen in den Niederschlägen nicht erhöht war. Im Abwasser des Betriebs Volketswil, welcher Americium-241 verarbeitet, wurden 4 Stichproben auf Alpha-Strahler untersucht. Sie zeigten Werte zwischen 2 und 7 pCi Alpha/Liter (für Americium-241 zulässig im Vorfluter 300 pCi/Liter).

## 5. ZUSAMMENFASSUNG: STRAHLENBELASTUNG DER SCHWEIZER BEVÖLKERUNG

Dank der Tatsache, dass 1979 keine Nuklearbomben in der Atmosphäre getestet wurden, nahm die Radioaktivität in der Luft weiter ab und erreichte beinahe den Tiefstand von 1976. Dadurch blieb die Strahlenbelastung durch Bombenausfall praktisch konstant und beschränkte sich auf die Wirkungen der langlebigen Isotope Caesium-137 (hauptsächlich externe Bestrahlung) und Strontium-90 (interne Bestrahlung durch Einbau in die Knochen).



Im Laufe des Jahres 1979 nahm das Kernkraftwerk Gösgen-Däniken stufenweise den Betrieb auf. Die Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung aus allen KKW und dem EIR lagen unterhalb den vorgeschriebenen Limiten. Auch die Direktstrahlung aus Kernanlagen überstieg die Grenzwerte nicht. Aufgrund von Messungen von 1978 beim Abfallager der ehemaligen Kernanlage Lucens wurde 1979 eine Mauer erstellt und ein Zaun versetzt. Dies bewirkte eine Verminderung der maximalen Ortsdosis ausserhalb des Geländes um einen Faktor 10.

Die Immissionen von Verbrauchern radioaktiver Stoffe, wie Leuchtfarbenhersteller und -setzereien und Spitäler, werden gezielt erfasst. Im Wasser der ARA Zürich waren wiederum während einigen Wochen Jod-131-Konzentrationen über dem durch die SSVO vorgeschriebenen Grenzwert in Vorflutern festzustellen. In der Limmat wird das Abwasser der Stadt Zürich allerdings stark verdünnt. Untersuchungen in der Umgebung der Radium-Chemie AG, Teufen, ergaben keine die vorgeschriebenen Limiten überschreitende Immission. Unter anderem wurden auch Urinanalysen von Bewohnern aus der Umgebung durchgeführt. Die höchste dabei festgestellte Personendosis durch Tritium betrug 6 mrem/Jahr.

Die Messungen der KUER erfassen auch die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch nicht homogen verteilte radioaktive Immissionen aus künstlichen Quellen. Sie liefern eine wesentliche Grundlage zur Bestimmung der mittleren akkumulierten Dosis der Schweizer Bevölkerung.

Unter Einbezug der Ergebnisse der drei Kontrollinstanzen betr. die Dosen beruflich strahlenexponierter Personen ergibt sich die mittlere Individualdosis in der Schweiz, nach Ursachen aufgeteilt, wie folgt:

#### 5.1. Natürliche Strahlung

Bei einer natürlichen Ortsdosis in der Schweiz zwischen 50 (Jura) und 300 mrem/Jahr (Bergell) akkumulieren die strahlenbiologisch empfindlichsten Organe rotes Knochenmark und Gonaden im Mittel rund 145 bzw. 105 mrem/Jahr. In diesen Zahlen sind die Beiträge von 40 resp. 20 mrem/Jahr durch im Körper vorhandene natürliche Nuklide, vor allem Kalium-40, inbegriffen.

Die natürliche Strahlenbelastung wird als Vergleichsgrösse bei der Beurteilung der aus künstlichen Quellen stammenden Dosen herangezogen.

#### 5.2. Weltweiter Ausfall von Atombombenexplosionen

Den Hauptanteil der Dosis durch den weltweiten Ausfall von Bombenspaltprodukten bewirken weiterhin das auf dem Erdboden abgesetzte Caesium-137 und das über die Nahrung im Körper eingebaute Strontium-90, die je eine mittlere Dosis von etwa 2 mrem/Jahr hervorrufen. Alle übrige von Bomben stammende Aktivität, wie die langlebigen Gammastrahler Rhodium-106 und Antimon-125 auf dem Erdboden, Tritium und Kohlenstoff-14 im Körper, ergibt zusammen weniger als 1 mrem/Jahr.

### 5.3. Kleinquellen und erhöhte natürliche Bestrahlung

Der Einfluss ungleichmässig verbreiteter Kleinquellen, wie Farbfernsehgeräte und Leuchtzifferblätter, und einer erhöhten natürlichen Bestrahlung z.B. bei Flügen in grosser Höhe (kosmische Strahlung) oder beim Rauchen (Polonium-210) kann nur grössenordnungsmässig zu 0,1-1 mrem/Jahr abgeschätzt werden.

### 5.4. Kernanlagen

Radioaktive Abgaben aus Kernanlagen (Beznau I und II, Mühleberg, Gösgen, 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, Gösgen) 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 15 mrem/Jahr betragen.

Erhöhte Ortsdosen infolge Direktstrahlung in der unmittelbaren Umgebung ausserhalb der Umzäunung von Kernanlagen wurden beim KKM, EIR und CNL mit folgenden Maximalwerten festgestellt: Mühleberg 500 mrem/Jahr; Eidg. Institut für Reaktorforschung 500 mrem/Jahr; Lucens 400 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 unter 20 mrem/Jahr.

Die Radioaktivität in der Umgebung nimmt mit der Entfernung rasch auf unmessbar kleine Werte ab. Deshalb ist auch die dadurch bewirkte mittlere Strahlenbelastung der Bevölkerung vernachlässigbar. Die von KKW und Wiederaufbereitungsanlagen weltweit verbreitete Aktivität langlebiger Nuklide wie Tritium, Kohlenstoff-14, Jod-129 und Krypton-85 ergibt eine Dosis unter 1 mrem/Jahr <sup>1)</sup>.

### 5.5. Industrien und Spitäler

Industriebetriebe und Spitäler geben verschiedene Radioisotope mit dem Abwasser ab. 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 in der Schweiz, als Trinkwasser würde eine Dosis von weniger als 1 mrem/Jahr ergeben.

Die Abluft von Leuchtfarbenherstellern führte in der Umgebung zu Dosen durch Tritium von maximal 6 mrem/Jahr (Radium-Chemie, Teufen).

-----

1) Emission radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken im Normalbetrieb, Bericht der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG), Beiheft zum Bulletin 1978/3 der SNG



Solche Kontaminationen sind lokal, sodass die mittlere Bestrahlung der Schweizer Bevölkerung vernachlässigbar klein ist.

#### 5.6. Beruflich strahlenexponierte Personen

Von den 3 Kontrollinstanzen wurden 1979 41280 beruflich strahlenexponierte Personen überwacht. Zusammen akkumulierten sie 2410 rem 1).

Zur mittleren Dosis der Gesamtbevölkerung - solche Mittelwertbildungen dürfen für die Beurteilung der genetischen Effekte der Strahlenbelastung herangezogen werden - tragen die beruflich strahlenexponierten Personen 0,4 mrem/Jahr bei.

#### 5.7. Medizinische Anwendungen

Einer Erhebung aus dem Jahr 1971 2) gemäss ergibt sich für die Strahlenbelastung aus röntgendiagnostischen Untersuchungen eine genetisch signifikante Dosis 3) von 42 mrem/Jahr, eine mittlere Gonadendosis von 80 mrem/Jahr und eine mittlere Knochenmark-Dosis von ca. 120 mrem/Jahr.

Eine Untersuchung 4) 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) Eidg. Kommission für Strahlenschutz: Expertengruppe für Personendosimetrie, 4. Bericht, 1979
  - 2) G.G. Poretti, F. Ionesco-Farca, W. Lanz, Schweiz. med. Wschr. 106, 1976, 1682.
  - 3) 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.
  - 4) J. Roth: Die Bestimmung der Strahlenbelastung der Patienten in der Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin. Kantonsspital Basel, Dezember 1978.

## 6. SCHLUSSFOLGERUNG

Die Ueberwachung der Radioaktivität in der Schweiz zeigt, dass die zivilisatorische Strahlenbelastung der Bevölkerung, mit Ausnahme des Beitrages durch medizinische Anwendungen, 1979 eine mittlere Jahresdosis von weniger als 10 mrem bewirkte. Dies ist um mehr als eine Grössenordnung kleiner als die nicht beeinflussbare natürliche Strahlenbelastung. Diejenige durch röntgendiagnostische Untersuchungen ist mit der natürlichen Strahlendosis vergleichbar.

Dem 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 der KUER in allen Belangen ausgesprochen. Ebenso möchten wir uns bei allen beteiligten Laboratorien und Probenahmestellen, insbesondere bei der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen und der Sektion Strahlenschutz des Bundesamtes für Gesundheitswesen, für die vorzügliche Zusammenarbeit bedanken.

### 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 /mg

## 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, Dr. H. Völkle, L. Baeriswyl, Frau M. Gobet)
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, PD Dr. H. Loosli, U. Schotterer, Dr. U. Siegenthaler)
SCCI	Service cantonal de contrôle des irradiations, Genf (Prof. Dr. A. Donath)
SUVA	Sektion Physik der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt, Luzern (Dr. D. Galliker, Dr. T. Lauffenburger)