

Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 25 (1981)

Rubrik: 25. Bericht der Eidg. Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivitaet fuer das Jahr 1981 zuhanden des Bundesrates

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 09.11.2024

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

25. BERICHT DER EIDG. KOMMISSION
ZUR UEBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITAET FUER DAS JAHR 1981
ZUHANDEN DES BUNDESRATES ¹⁾

VON PROF. DR. O. HUBER, PRAESIDENT DER KOMMISSION, FREIBURG ²⁾

1. EINLEITUNG

Der Mensch war seit jeher ionisierender Strahlung ausgesetzt. Bis zum Beginn dieses Jahrhunderts war diese Strahlendosis ausschliesslich natürlichen Ursprungs, verursacht durch die kosmische Strahlung und die natürliche Radioaktivität der Erdkruste. Auch heute stammt der grösste Teil der Strahlenbelastung der Bevölkerung - lässt man die medizinischen Anwendungen beiseite - trotz der vielfältigen Verwendung radioaktiver Stoffe in Kernenergie, Industrie und Wissenschaft immer noch von natürlichen Strahlenquellen und bewirkt zum Beispiel eine mittlere Gonadendosis von 105 mrem/Jahr ³⁾; Anwendungen von Röntgenstrahlung und radioaktiven Stoffen in der medizinischen Diagnostik liefern einen etwa gleich grossen Beitrag zur mittleren Gonadendosis der Bevölkerung wie die natürliche Strahlung, während die restliche zivilisatorische Strahlenbelastung gesamthaft weniger als 1/10 der natürlichen beträgt.

Künstliche radioaktive Stoffe entstehen bei der Kernspaltung oder werden durch Kernreaktionen erzeugt. Von jedem chemischen Element sind ein oder mehrere radioaktive Isotope bekannt, die sich voneinander bezüglich Strahlung, Energie und Halbwertszeit unterscheiden. Die Anwendungen dieser Stoffe in Industrie, Medizin und technischen Gebrauchsgegenständen sind zahlreich. Sowohl bei der Kernenergiegewinnung wie auch bei der Erzeugung und Anwendung radioaktiver Stoffe können gewisse Mengen davon

1) Texte français, voir page 51

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) Als Bewertungseinheit für das Strahlenrisiko dient das rem
(1 rem = 1000 mrem)

in die Umwelt gelangen und eine externe Bestrahlung sowie - nach Inkorporation d.h. Aufnahme über Atemluft und Nahrung - eine interne Bestrahlung der Bevölkerung verursachen. Grundsätzlich ist die Wirkung der beim Zerfall dieser Isotope ausgesandten Strahlung gleich wie diejenige der natürlichen Strahlung. Zur Ermittlung der Strahlenbelastung des Menschen durch Radioisotope, angegeben in rem, muss aber nebst Art und Energie der Strahlung auch das chemisch-biologische Verhalten dieser Stoffe im menschlichen Körper bekannt sein, was für die in die Umwelt gelangenden Radionuklide weitgehend der Fall ist.

Die Aufgabe der KUER besteht darin, die Zusammensetzung und Konzentration der Radioaktivität in der Umwelt zu erfassen und daraus Rückschlüsse auf die Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung zu ziehen.

1981 konnte die KUER auf eine 25-jährige Tätigkeit auf dem Gebiet der Radioaktivitätsüberwachung in der Schweiz zurückblicken. Sie wird aus diesem Anlass einen separaten Bericht herausgeben, der die Zusammenfassung einiger wichtiger Untersuchungen und Ergebnisse seit Beginn der Messungen im Jahre 1956 enthält.

2. ALLGEMEINE UEBERWACHUNG

Seit dem 16. Oktober 1980, als die Volksrepublik China in Lop Nor in der Atmosphäre eine Atombombe von 200-1000 kt ¹⁾ zur Explosion brachte, fanden keine Kernwaffenversuche in der Atmosphäre mehr statt. Spaltprodukte dieser Bombe konnten teilweise schon im November-Dezember 1980 in der Schweiz festgestellt werden; sie gelangten jedoch zum grösseren Teil im Frühling und Sommer 1981 in die bodennahen Luftschichten.

2.1. Luft

Die Radioaktivität der bodennahen Luft ist zum grössten Teil natürlichen Ursprungs; daran haben das radioaktive Edelgas Radon-222 (aus der Uran-Zerfallsreihe) und dessen kurzlebige Folgeprodukte mit je 50 bis 500 pCi/m³ (je nach Jahreszeit und Witterung) den grössten Anteil, während der Beitrag des aus der Thorium-Reihe stammenden Radon-220 und seiner kurzlebigen Folgeprodukte je 50-100 pCi/m³ ausmacht. Messungen an Luftfiltern ergaben für.

1) Gemäss den Angaben von W. Weiss, A. Sittkus, H. Stockburger, H. Sartorius (Untersuchungen der Spaltproduktschwaden des chinesischen Kernwaffentests vom 16. Okt. 1980, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg) handelte es sich um eine Dreiphasenbombe mit einer Stärke von 3-5 Mt

Blei-210 (Betastrahler, $T_{1/2} = 22$ Jahre ¹⁾) im Jahresmittel 11 fCi/m^3 Luft ²⁾ und für die langlebige Gesamtalphaaktivität rund 2 fCi/m^3 . Der grösste Teil dieser Alphaaktivität rührt von Polonium-210 ³⁾ ($T_{1/2} = 138$ Tage) her. Diese Werte stimmen mit den Angaben von UNSCEAR 1977 ⁴⁾ für die mittleren Breiten der Nordhemisphäre (Blei-210 14 fCi/m^3 , Polonium-210 $3,3 \text{ fCi/m}^3$) überein. Die Konzentration des durch die kosmische Strahlung erzeugten Beryllium-7 lag 1981 im Mittel bei 80 fCi/m^3 .

Die in der Luft enthaltene natürliche Radioaktivität in Form von Aerosolen oder Gasen bewirkt durch ihre Gamma-Strahlung eine externe Bestrahlung, während die Alpha- und Beta-Strahlung dieser Isotope infolge Inhalation und Einbau in Körperorgane eine interne Strahlenbelastung, hauptsächlich des Lungengewebes (ca. 100 mrem/Jahr) und der Bronchiolen (ca. 450 mrem/Jahr), verursacht.

Etwa $3/4$ des in Luft und jungen Pflanzen vorhandenen Kohlenstoff-14 ($T_{1/2} = 5730$ Jahre), nämlich rund 6 pCi/g Kohlenstoff, ist natürlichen Ursprunges, d.h. wurde durch die kosmische Strahlung gebildet, während knapp $1/4$ noch von den Atombombenversuchen in der Atmosphäre stammt.

Nachdem im Sommer 1980 die Konzentration künstlicher Radionuklide in der Luft stark zurückgegangen war, wurden im November und Dezember desselben Jahres und ab Frühjahr 1981 frische Spaltprodukte der chinesischen Bombe vom 16.10.80 festgestellt. Das Maximum der Konzentration wurde im Monat April erreicht, nachher nahmen die Konzentrationen der einzelnen Nuklide infolge Zerfall und Ablagerung auf dem Boden wieder ab (Fig. 1).

Die in der Luft enthaltenen künstlichen Radionuklide von Kernwaffenversuchen ergaben 1981 infolge Inhalation im Lungengewebe eine akkumulierte Dosis von ca. $0,5 \text{ mrem}$.

Argon-37-Bestimmungen in der Luft ergaben 1981 Werte zwischen 30 und 1400 fCi/m^3 . Diese Aktivität ist zum grössten Teil künstlichen Quellen zuzuschreiben, z.B. unterirdischen Kernwaffenexplosionen oder der Kernindustrie. Die dadurch bewirkte Jahresdosis ist viel kleiner als 1 mrem/Jahr und deshalb für den Strahlenschutz bedeutungslos. Zu den weltweit verbreiteten langlebigen künstlichen Radioisotopen gehören schliesslich Tritium, Krypton-85 und Jod-129, die aus früheren Kernexplosionen und von der Nuklearindustrie stammen; sie verursachen heute ebenfalls nur unbedeutende Dosen.

1) $T_{1/2} =$ Halbwertszeit

2) $1 \text{ fCi} = \frac{1}{1000} \text{ pCi} \approx 3,2$ Kernzerfälle pro Tag

3) Beim Veraschen der Filter für die Alpha-Messung verdampft das Polonium teilweise

4) Sources and effects of ionizing radiation, United Nations, New York, 1977

2.2. Niederschläge

Die Gesamt-Beta-Aktivität ($E_{\beta} > 150$ keV) der Niederschläge von 7 über die Schweiz verteilten Regensammelstationen zeigte als Folge der chinesischen Bombe vom 16. Okt. 1980 im Jahr 1981 gegenüber 1980 erhöhte Werte. Das Maximum der Aktivität wurde im April festgestellt; ab September lagen die Werte wieder auf dem Pegel von Januar/Februar 1981 (Tab. 1).

Durch trockene Staubablagerung wurden 1981 dem Erdboden in Locarno rund $0,9$ mCi Betaaktivität pro km^2 zugeführt (1980: $0,5$ mCi/ km^2), während die durch den Regen abgelagerte Aktivität bei 19 mCi/ km^2 lag (1980: 5 mCi/ km^2).

Die Tritiumaktivität in Niederschlägen lag im Berichtsjahr an den verschiedenen Messstationen nördlich der Alpen im Mittel (Monatswerte) zwischen 100 und 400 pCi/Liter, südlich der Alpen bei 150 pCi/Liter. Die Tritiumaktivität der Sammelstelle Bern, wo die Konzentrationen wahrscheinlich wegen den Tritium-Abgaben mit der Abluft eines tritiumverarbeitenden Betriebes erhöht waren, lag im Mittel der Monatsproben 1981 bei 400 pCi/Liter (Mittelwert 1979: 630 pCi/Liter; 1980 910 pCi/Liter). Betr. Tritiumkonzentration im Regen in der Umgebung der Radium-Chemie Teufen und von La Chaux-de-Fonds vergl. Kap. 4.

2.3. Oberflächenwässer

Im Jahresmittel war die Gesamt-Alphaaktivität der Monatsmischproben von Wasser aus dem Rhein bei Rekingen/AG ($0,8$ pCi/Liter), bei Village Neuf unterhalb Basel ($0,8$ pCi/Liter), der Rhone bei Porte du Scex/VS (ca. 1 pCi/Liter), bei Chancy/GE (≤ 1 pCi/Liter), dem Ticino bei Riazzino ($\leq 0,9$ pCi/Liter) und dem Doubs bei St. Ursanne (≤ 1 pCi/Liter) unverändert gegenüber früheren Jahren.

Die Gesamt-Beta-Aktivität der Monatsproben dieser Flüsse und von Stichproben aus der Tresa bei Ponte Tresa und dem Inn bei Martinsbruck betrug immer weniger als 10 pCi/Liter. Die Gesamt-Beta-Aktivität der wöchentlichen oder monatlichen Sammelproben betrug im Mittel im Rhein bei Rekingen $2,5$ pCi/Liter, bei Village Neuf 3 pCi/Liter, in der Rhone bei Porte du Scex/VS 2 pCi/Liter, bei Chancy/GE $1,5$ pCi/Liter, im Ticino bei Riazzino 2 und im Doubs bei St. Ursanne 1 pCi/Liter (Fig. 2).

Die Tritiumaktivität in wöchentlichen oder monatlichen Sammelproben ergab im Mittel in der Aare oberhalb Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) 300 pCi/Liter, im Rhein bei Schmitter/SG 230 pCi/Liter, bei Rekingen 230 pCi/Liter, bei Village Neuf 260 pCi/Liter, in der Rhone bei Porte du Scex 200 pCi/Liter, bei Chancy 250 pCi/Liter und im Ticino bei Riazzino 190 pCi/Liter, und lag damit im selben Bereich wie in den Niederschlägen (Fig. 3). Nur der Doubs bei St. Ursanne zeigte Wochenwerte bis 2300 pCi/Liter. Stichproben aus den Flüssen unterhalb der Kernanlagen ergaben Werte zwischen 100 und 600 pCi/Liter, nicht signifikant anders als an den übrigen Stellen.

2.4. Erdboden und Gras

Als Folge der chinesischen Atombombe vom 16. Oktober 1980 ergab sich 1981 für die Konzentrationen von Caesium-137 und Strontium-90 (Tab. 2) im Gras ein geringfügiger Anstieg, während sie im Erdboden leicht zurückgegangen sind. Wie schon in früheren Jahren ist die spezifische Aktivität dieser Isotope in den Proben aus Davos-Stillberg deutlich höher als in denjenigen aus dem Unterland.

Entsprechend den örtlichen Unterschieden in der Zusammensetzung des Bodens ergeben sich für die Caesium-137-Konzentrationen im Erdboden und Gras lokale Unterschiede. Unter der Verwendung der Daten der letzten drei Jahre zeigt sich, dass im Mittel die Konzentrationswerte der Proben von Arenenberg etwa um einen Drittel tiefer liegen als jene von Grangeneuve, die Proben aus der Umgebung Mühleberg um einen Drittel und jene aus den Umgebungen Leibstadt (Kernkraftwerk (KKW) noch nicht im Betrieb) und Gösgen um einen Faktor 1,5-2,5 höher als die entsprechenden Werte von Grangeneuve. Für Strontium-90 sind die Unterschiede weniger ausgeprägt. Für die Umgebungen von Leibstadt und Gösgen beträgt die Erhöhung gegenüber Grangeneuve etwa 10-30%, während sich für die Umgebung Mühleberg kein Unterschied zu Grangeneuve zeigt. Die geringfügige Erhöhung in der Umgebung der Kernkraftwerke ist ausschliesslich eine Folge der unterschiedlichen geologischen und meteorologischen Verhältnisse und steht in keinem Zusammenhang mit den Radioaktivitätsabgaben der KKW; so bewirkten beispielsweise 1981 die Abgaben von Caesium-137 über die Abluft aus dem Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) am kritischen Ort eine Caesium-137-Ablagerung, die mindestens 100 mal geringer ist als die Caesium-137-Ablagerung des Atombombenfallouts im gleichen Jahr.

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

Weitere Fallout-Isotope der genannten chinesischen Bombe wie Cer-144 ($T_{1/2} = 285$ Tage), Antimon-125 ($T_{1/2} = 990$ Tage), Ruthenium-Rhodium-106 ($T_{1/2} = 368$ Tage, 30 Sekunden) und Zirkon-Niob-95 ($T_{1/2} = 66$ bzw. 35 Tage) zeigten in den Grasproben Aktivitäten, die bis eine Grössenordnung über dem Caesium-137-Gehalt lagen. In den Bodenproben war deren Gehalt jedoch kleiner als die Caesium-137-Konzentration.

2.5. Milch, Getreide und andere Lebensmittel (In Zusammenarbeit mit der ARL ¹⁾)

Ausser der natürlichen Aktivität (rund 1200 pCi Kalium-40/Liter) wiesen die Milchproben der Mittellandstationen eine Caesium-137-Aktivität von weniger als 4 pCi/Liter auf, im Mittel etwa 2 pCi/Liter. Einzig die Milchprobe aus Davos zeigte einen erhöh-

1) Arbeitsgemeinschaft zur Ueberwachung der Radioaktivität der Lebensmittel

ten Wert und blieb mit 60 pCi Caesium-137/Liter auf dem Vorjahresniveau.

Die Strontium-90-Aktivität in der Milch blieb mit 2-10 pCi/Liter (im Mittel rund 4 pCi/Liter) im Mittelland, 46 pCi/Liter in Davos (1980: 56 pCi/Liter) und 20 pCi/Liter in Mürren (1980: 30 pCi/Liter) beinahe unverändert gegenüber 1980.

Im Weizen der Ernte 1981 zeigten die Proben aus der Umgebung der Kernkraftwerke keinen Unterschied zu einer Mischprobe von fünf Stellen aus dem schweizerischen Mittelland und einer Probe aus Bellinzona. Die Caesium-137-Aktivitäten aller Proben lagen unter 20 pCi/kg (im Mittel ca. 10 pCi/kg). Die Strontium-90-Aktivität dieser Proben lag im Mittel bei 22 pCi/kg (1980: 25 pCi/kg), diejenige des natürlichen Kalium-40 bei 3500 pCi/kg.

In Weissmehlproben von 1980 lag der Strontium-90-Gehalt bei 6 pCi/kg, im dunkeln Mehl bei 8 pCi/kg, in der Kleie bei 43 pCi/kg.

Einzelne Proben von Gemüsen und Früchten ergaben keine erhöhten Gesamt-Beta-Aktivitäten. Alle untersuchten Lebensmittel sind vom Strahlenschutzstandpunkt aus für den Genuss unbedenklich.

2.6. Menschlicher Körper

Die Messungen von 20 Schülerinnen und 21 Schülern von 17-19 Jahren aus dem Kanton Genf mit dem Ganzkörperspektrometer des Service Cantonal de Contrôle des Irradiations (SCCI) in Genf zeigte eine durchschnittliche Caesium-137-Konzentration von 9,4 pCi/kg Körpergewicht bei den Männern und 7,7 pCi/kg bei den Frauen. Dies führt noch zu einer Ganzkörper-Jahresdosis von rund 0,1 mrem. Die mittlere Kalium-40-Konzentrationen von 2000 pCi/kg Körpergewicht bei den Männern und 1700 pCi/kg bei den Frauen führen zu einer Ganzkörperdosis von 18 bzw. 16 mrem/Jahr.

Die Bestimmung von Strontium-90 in Wirbeln von 22 Erwachsenen aus der Gegend von Lausanne ergab 1981 für das Skelett ein mittleres Verhältnis von 0,7 pCi Strontium-90/g Calcium. Dieser Wert ist seit 1975 praktisch konstant und entspricht einer jährlichen Strahlenbelastung der blutbildenden Organe von rund 2 mrem.

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

3.1. Uebersicht

Kernkraftwerke (KKW) geben - auch bei Normalbetrieb- radioaktive Stoffe an die Umwelt ab. Es sind dies Edelgase, Aerosole und Jod-Isotope (gasförmig und an Aerosole angelagert) sowie Kohlenstoff-14, die über die Abluft in die Umgebung gelangen. Freigesetzte radioaktive Stoffe lagern sich teilweise auf Boden und Pflanzen ab und gelangen ebenfalls aus dem Boden in die Pflanzen.

Radioaktive Spalt- und Aktivierungsprodukte und Tritium werden auch über das Abwasser in die Flüsse abgegeben und können aus dem Wasser in Wasserpflanzen, Fische und Flusssedimente übergehen. Die freigesetzten radioaktiven Stoffe verursachen zunächst eine externe Bestrahlung von Personen. Ueber Atemluft, Trinkwasser und Nahrung können sie auch in den menschlichen Körper aufgenommen werden, wo sie eine interne Bestrahlung verursachen.

Die Festlegung der Abgabelimiten für KKW basiert auf der Richtlinie R-11 ¹⁾, gemäss der keine Person der Umgebungsbevölkerung durch Immissionen aus dem Werk eine Dosis von mehr als 20 mrem/Jahr erhalten darf.

Der Betreiber eines Werkes ist verpflichtet, sämtliche radioaktiven Emissionen lückenlos zu messen und zu bilanzieren. Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) kontrolliert die Angaben des Betreibers durch stichprobenartige eigene Messungen und durch Ueberprüfung seiner Messgeräte. Darüber hinaus kontrollieren die Labors von HSK und KUER die Messresultate des Betreibers durch Parallelmessungen.

Eine eventuelle Direktstrahlung aus einem Werk (z.B. durch die hochenergetische Gamma-Strahlung von Stickstoff-16 im Dampfkreislauf eines Siedewasserreaktors) darf ausserhalb des umzäunten Areals höchstens eine Ortsdosis von 10 mrem/Woche verursachen. Die Direktstrahlung beschränkt sich auf ein eng begrenztes Gebiet ausserhalb der Umzäunung, wo niemand wohnt und sich Passanten nur kurze Zeit aufhalten. Eine weitere zahlenmässige Beschränkung dieser Ortsdosisleistung soll gemäss R-11 dann erfolgen, wenn die über sämtliche Belastungspfade akkumulierte Jahresdosis von Einzelpersonen der Bevölkerung, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Expositionszeiten bzgl. Direktstrahlung, den Wert 30 mrem überschreiten würde. Die zu erwartende Expositionszeit ist unter konservativen Annahmen und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten festzusetzen.

Zur Festlegung der Emissionslimiten ²⁾ sowie zur Berechnung der Strahlenbelastung durch die Abgaben eines Werkes werden Modellrechnungen benützt, die die Ausbreitung radioaktiver Stoffe in die Umgebung, den Uebergang in Pflanzen und Nahrung und die Aufnahme in den menschlichen Körper beschreiben. Diese Modelle setzen unter anderem Kenntnisse über die meteorologische und topographische Situation am KKW-Standort sowie über die Ernährungsgewohnheiten der Bevölkerung voraus. Zur Bestimmung der Ablagegeschwindigkeit von Jod (gasförmig) und Aerosolen auf Boden und Bewuchs, der Uebergangsfaktoren Luft → Gras → Milch, Boden →

1) Richtlinie R-11: "Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken".
HSK-KSA-KUER (Mai 1980)

2) Diese Limiten können jederzeit neuen Verhältnissen oder Erkenntnissen angepasst werden

Pflanzen, Wasser → Fische etc. dienen nebst gezielten Experimenten auch die langjährigen Messreihen von radioaktivem Ausfall nach Atombombenversuchen in der Atmosphäre. Die Berechnung der Strahlendosen für einzelne Isotope oder Isotopengemische aufgrund von gemessenen oder berechneten Aktivitätskonzentrationen in Luft, Wasser und Nahrung geschieht gemäss der in der Strahlenschutzverordnung (SSVO) enthaltenen Umrechnung der Jahresaufnahme in eine Ganzkörper- bzw. Organdosis.

Die Emissionsüberwachung im KKW wird durch die Umgebungsüberwachung ¹⁾ ergänzt. Diese ergibt eine zusätzliche Sicherheit bei der Ermittlung der durch die Abgaben verursachten maximalen Bevölkerungsdosen. Durch die Umgebungsüberwachung wird die Ortsdosis an mehreren Stellen und die Radioaktivität aller wichtigen Glieder der Belastungspfade teilweise kontinuierlich, teilweise stichprobenartig gemäss einem für jedes Werk spezifischen Mess- und Probenahmeprogramm erfasst. Dieses Programm umfasst die Messung der Radioaktivität von Luft, Aerosolen, Niederschlägen, Boden, Gras, Milch, Getreide, Gewässern, ausserdem von Wasserpflanzen, Schwebestoffen, Sedimenten und Fischen. Die Messungen, die der Kernkraftwerksbetreiber ausführt, werden stichprobenartig durch Messungen der KUER überprüft.

Aus den gemessenen Emissionswerten in Verbindung mit Ausbreitungs- und Dosisberechnungen und aus den Resultaten der Umgebungsüberwachung können die maximalen Dosen für Personen der Bevölkerung in der Umgebung mit einer Genauigkeit hergeleitet werden, die die Ueberprüfung der Einhaltung des Dosisgrenzwertes von 20 mrem/Jahr gestattet.

Für die Beurteilung der Auswirkung einer Anlage auf die Umwelt ist es wichtig, Radioaktivität und Ortsdosen in der Umgebung des Werkes vor dessen Inbetriebnahme zu kennen. Deshalb wird im Rahmen der radiologischen Beweissicherung das gesamte Umgebungsüberwachungsprogramm bereits einige Jahre vor Betriebsaufnahme begonnen ²⁾. Beim Kernkraftwerk Gösgen-Däniken (KKG) wurden diese Messungen 1976 aufgenommen, die Betriebsaufnahme erfolgte im Januar 1979. Beim Kernkraftwerk Leibstadt (KKL) wurden die ersten Messungen der Beweissicherung im Sommer 1979 durchgeführt. Die Ueberwachungsprogramme für die Beweissicherung werden zusammen mit der HSK, dem Service de la Protection de l'Air in Payerne und den beteiligten Laboratorien und Messstellen geplant und durchgeführt. Da das KKL an der Landesgrenze liegt, wurden die

1) vgl. auch H. Völkle, J. Halter, O. Huber und B. Michaud:
"Umgebungsüberwachung von Kernkraftwerken: Methoden und Resultate". SVA-Vertiefungskurs: Strahlenschutz bei Planung, Betrieb und Unterhalt von Kernkraftwerken, HTL-Brugg, 24.-26. März 1981

2) Berichte über die Beweissicherung des KKL und des KKG,
H. Völkle, Ch. Murith, J. Czarnecki und J. Schuler, Freiburg-Würenlingen, Juni 1981

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 abgesprochen.

3.2. Emissionen aus Kernanlagen

Die flüssigen und gasförmigen Abgaben aus Kernanlagen an die Umwelt sowie die daraus berechneten maximalen Personendosen und die gemäss Abgabereglement zulässigen Jahresabgaben sind in Tab. 3 zusammengestellt. Wie in den früheren Jahren lagen auch 1981 die Jahresabgaben und die dadurch bewirkten Dosen in der Umgebung weit unter den Limiten.

Die Emissionen der Kernanlagen werden getrennt nach Abwasser und Abluft nuklidspezifisch bilanziert. Die Zusammensetzung der Abgaben geht aus den Tab. 4 und 5 hervor. Die Resultate von Parallelmessungen durch HSK und KUER zeigten 1981 im allgemeinen eine befriedigende Übereinstimmung mit den Messungen der Werke. Bei den Abwasserproben war sie, wie schon in früheren Jahren, für die gut löslichen Spaltprodukte (Caesium, Jod, etc.) besser als für die schlecht löslichen Aktivierungsprodukte (Mangan, Kobalt, Zink etc.), da sich infolge Absetzung in den Messgefässen die Messgeometrie verändert (Tab. 6-8).

Gemäss den Auflagen in den Betriebsbewilligungen über die Abgabebegrenzung darf die Aktivitätskonzentration $10 C_w$ ¹⁾ (EIR: Kontrollkammer; KKB, KKM und CNL: Abwassertanks) ²⁾ bzw. $5 C_w$ (KKG: Abwassertank) nicht übersteigen. Stichproben aus den Abgabetanks ergaben folgende maximalen Konzentrationen: KKB $2,2 C_w$; KKG: $0,001 C_w$; KKM $1 C_w$ und EIR: $0,01 C_w$. In den je 12 Monatsmischproben aus Abwassertanks des KKM und des KKG lag die Konzentration immer unter $1 C_w$ bzw. $0,001 C_w$. Proben von Abwasser aus der CNL ergaben maximale Abwasserkonzentrationen von $0,01 C_w$ ($90 \text{ pCi Caesium-137/Liter}$, $28 \text{ pCi Strontium-90/Liter}$ und $0,5 \text{ } \mu\text{Ci Tritium/Liter}$). Zwei Proben aus dem Kavernensumpf der CNL, wo sich Sickerwasser ansammeln, zeigten Aktivitäten von 170 bzw. $130 \text{ pCi Caesium-137/Liter}$, 130 bzw. $12 \text{ pCi Strontium-90/Liter}$ und $0,75$ bzw. $0,55 \text{ } \mu\text{Ci Tritium/Liter}$.

- 1) $1 C_w$ ist diejenige Aktivitätskonzentration im Wasser, die bei Dauerkonsum von $1,1 \text{ Liter/Tag}$ an $250 \text{ Tagen pro Jahr}$ (beruflich strahlenexponierte Personen) zu den höchstzulässigen Dosen gemäss SSVÖ führen würde
- 2) EIR = Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen
KKB = Kernkraftwerk Beznau
KKM = " Mühleberg
KKG = " Gösgen-Däniken
CNL = Centrale nucléaire expérimentale de Lucens

Aus den Versuchsreaktoren der ETHL und der Universitäten Basel und Genf wurden keine Aktivitäten in flüssiger Form an die Umwelt abgegeben.

Nebst Abwasserproben wurden von HSK und KUER in den KKW auch Stichproben von Abgas, Aerosolfiltern und im KKG Aktivkohlepatronen zur Bestimmung des Jodausstosses zur Analyse entnommen. Im KKM werden die Abgaben kurzlebiger radioaktiver Aerosole durch ein automatisches SchrittfILTERGERÄT überwacht. Durch Gamma-Analyse ganzer Filterrollen (Sammeldauer ca. 70 Tage) kann auch der geringe Anteil der langlebigen Isotope, der beim SchrittfILTERGERÄT wegen der Präsenz der kurzlebigen nicht gemessen werden kann, bestimmt werden. Auch diese Abgaben lagen, wie alle andern, weit unter den Limiten gemäss Betriebsbewilligung (Tab. 9, 10).

3.3. Umgebungsüberwachung

3.3.1. Ortsdosis

Die Ortsdosen in der Umgebung der Kernanlagen werden mit Thermolumineszenzdosimetern (TLD) überwacht, die vierteljährlich ausgewertet werden. Die Genauigkeit der ermittelten Brutto-Jahresdosen (inkl. natürlicher Untergrund) liegt bei 15-20%. An je 4 Stellen in der Umgebung jedes Werkes sind zusätzlich zu den werkeigenen TLD auch solche der KUER installiert. 1981 ergab die Ueberwachung mit TLD die in Tab. 11 angegebenen Jahresdosen.

Die Messungen zeigen Unterschiede der natürlichen Ortsdosis an den einzelnen KKW-Standorten, bis rund 30% (Mittelwert Umgebung KKB/EIR 70 mrem/Jahr, Umgebung KKM 90 mrem/Jahr). Auch in der Umgebung jedes einzelnen Werkes treten lokale Unterschiede der natürlichen Ortsdosis von bis zu 35 mrem/Jahr auf. Dafür ist die unterschiedliche Zusammensetzung des Bodens sowie für einzelne Messstellen die Nähe von Gebäuden verantwortlich. Die natürliche Ortsdosisleistung und deren zeitliche Variationen hängen ausserdem von meteorologischen Faktoren ab. Da für alle Messstellen in der Umgebung eines Reaktors der zeitliche Gang der natürlichen Dosisleistung etwa als gleich betrachtet werden darf, wurde eine Methode entwickelt ¹⁾, die gestattet, unter Berücksichtigung der örtlichen Variationen der natürlichen Ortsdosis, eventuelle auf Abgaben des KKW beruhende Dosiserhöhungen zu ermitteln (Fig. 4). Mit dieser Methode gelingt es, zusätzliche Dosen aus einem KKW bis zu einigen mrem/Jahr nachzuweisen.

1) J. Czarnecki, M. Baggenstos, J. Schuler und H. Völkle: Zur Interpretation von TLD-Messwerten der Umgebungsüberwachung von Kernkraftwerken. 4. Fachgespräch: Ueberwachung der Umweltradioaktivität. 10.-12. März 1981 in München

J. Czarnecki, M. Baggenstos, J. Schuler und H. Völkle: Eine Methode zur Auswertung von Messresultaten der Umgebungsüberwachung von KKW mit TLD. Fachverband für Strahlenschutz-Jahrestagung, 30.9.-2.10.1981 in Lausanne

Die in Tab. 11 ersichtlichen systematischen Unterschiede zwischen den Dosimetern der KKW und denjenigen der KUER sind auf systematische Unterschiede bei der Kalibrierung und Auswertung der TLD zurückzuführen. Sie haben jedoch auf die Berechnung der Nettodosen nach obiger Methode 1) nur einen unerheblichen Einfluss.

Zusätzlich zu den TLD wurden auch Messungen der Ortsdosis mit Hochdruckionisationskammern durchgeführt; sowohl kurze Messungen (einige Minuten) an 30-40 Stellen wie auch kontinuierliche Registrierungen über längere Zeit (Fig. 5). 1981 ergaben sich auf das Jahr umgerechnet folgende Resultate in mrem/Jahr:

Kurze Messungen (einige Minuten)

Umgebung	Datum	Anzahl Stellen	Streubereich der Messwerte	Mittelwert
KKL (Reaktor im Bau)	28.7.81	32	63- 88	77 ₊₆
KKG	4.6.81	38	65- 80	74 ₊₄
KKM 2)	12./18.8.81	59	67-102	81 ₊₇

Kontinuierliche Registrierungen

Werk	Stelle	Dauer der Messung	Jahresdosis 3) mrem	TLD in der Nähe dieser Stellen
KKM	Ufem Horn (500m W)	6 Monate	103	100
KKM	BKW-Schaltzentrale (800m ENE)	10 Monate	91	89
KKB	WKW-Beznau (800m NE)	10 Monate	81	76
KKG	200 kV-Schaltanlage ATEL (800m ENE)	10 Monate	79	72
KKL	Leibstadt-Bernau Zoll (1000m WSW)	8 Monate	83	76

Die mit den verschiedenen Methoden erhaltenen Resultate stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein.

Erhöhte Ortsdosen infolge Direktstrahlung

Mit Ausnahme des KKG und des noch nicht in Betrieb stehenden KKL wurde bei allen Kernanlagen in der Schweiz (KKB, KKM, EIR, CNL)

1) siehe Fussnote 1), Seite 10

2) Ohne Stellen im Bereich der Direktstrahlung

3) Genauigkeit: 5-10%

eine Erhöhung der Ortsdosisleistung unmittelbar ausserhalb der Umzäunung durch Direktstrahlung aus der Anlage festgestellt. Auch 1981 lagen die Netto-Dosen überall unter der maximal zulässigen Ortsdosis von 500 mrem/Jahr für öffentlich zugängliche Gebiete ausserhalb der Anlagen.

In der unmittelbaren Umgebung des KKM und entlang der Umzäunung wurden Dosismessungen zur Erfassung der Direktstrahlung schon in früheren Jahren durchgeführt. Im Frühjahr 1981 wurden, wie bereits im Jahresbericht 1980 erwähnt, die auf der SW-Seite des Reaktorgebäudes provisorisch gestapelten Abfallfässer verlagert, so dass die durch diese Fässer verursachte Direktstrahlung entlang des Umgehungsweges SSW des Reaktorgebäudes verkleinert worden ist. Dies wurde am 8.5.81 durch erneute Messungen bestätigt.

Erhöhte Ortsdosen bis 500 mrem/Jahr in der unmittelbaren Umgebung ausserhalb des umzäunten Areals sind auch beim EIR (durch Bestrahlungsanlage, Übungsgelände der Schule für Strahlenschutz, Verbrennungsanlage, Abfallager) vorhanden (vgl. Jahresbericht 1979, Seite 13).

Seit Anfang 1981 sind beim KKB entlang der Umzäunung 12 zusätzliche Dosimeter aufgestellt, um eine ev. Direktstrahlung genauer erfassen zu können. Die Dosimeter ergaben im Mittel inkl. natürlichem Untergrund 74 ± 2 mrem/Jahr, mit Ausnahme des Sektors Nord - Ost: Zwei Dosimeter an der nördlichen Umzäunung ergaben 110 bzw. 155 mrem/Jahr, drei weitere entlang der östlichen Umzäunung (beim Eingang zum Areal) ergaben 385, 480 und 230 mrem/Jahr. Drittpersonen halten sich in diesen Bereichen nur kurze Zeit auf und akkumulieren dadurch nur geringe Dosen.

3.3.2. Aerosole und Niederschläge

Die Radioaktivität von Aerosolen in der Luft wird durch Sammlung auf Vaselinplatten und durch monatliche Messung der Gesamt-Beta-Aktivität überwacht. 1981 ergab sich, wie beim Niederschlag, eine Erhöhung gegenüber 1980 infolge Fallout der chinesischen Bombe:

Standort	Anzahl Stellen	Abgelagerte Radioaktivität, Jahresmittelwert in mCi/km ²
EIR/SIN 1)/ KKB	1 EIR-Nord	8,3
	6 übrige Stellen	6,6
	13 weitere Stellen in den umliegenden Ortschaften	7,5
KKM	11	2,4
KKG	4	9,3
KKL	4	9,9

1) Schweiz. Institut für Nuklearforschung in Villigen

Aerosole werden zusätzlich kontinuierlich auf Zellulosefiltern beim KKG (Niedergösgen, 220 kV-Schaltanlage ATEL), beim KKL (Full, Wasserreservoir beim Schützenhaus) und nördlich des EIR gesammelt und monatlich (EIR: wöchentlich) auf gammastrahlende Nuklide analysiert. Die Messungen zeigen deutlich den Frühlingsanstieg ab März 1981, als Spaltprodukte der letzten chinesischen Bombe vom 16.10.80 in die Troposphäre gelangten, in Übereinstimmung mit den Messungen der Filter von Freiburg. Der Betrieb der Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle im EIR vom 5.-16. Januar und vom 19. Oktober - 22. Dezember 1981 ergab nur eine unbedeutende Erhöhung der Radioaktivität der Aerosole.

Niederschlagsproben werden beim KKG (Niedergösgen, 220 kV-Schaltanlage) und beim KKL (Full, Wasserreservoir beim Schützenhaus) gesammelt und wöchentlich auf Gesamt-Beta-Aktivität untersucht. Die gemessenen Konzentrationen an diesen Stationen stimmen mit denjenigen von Freiburg innerhalb der Schwankungsbreite überein.

3.3.3. Kohlenstoff-14-Messungen an Laubblättern

Um festzustellen, ob die Kohlenstoff-14-Abgaben der KKW in Pflanzen der Umgebung zu einer Erhöhung dieses Nuklids führen, wurden 1981 in der Umgebung von KKL/KKB/EIR/SIN Stichproben von Baumblättern auf Kohlenstoff-14 ($T_{1/2} = 5730$ Jahre) untersucht und mit Blättern von möglichst unbeeinflussten Referenzstationen verglichen.

In den Blättern der Referenzstationen liegt die Kohlenstoff-14-Aktivität heute noch ca. 280% über dem natürlichen Wert. Diese Erhöhung, herrührend von den Kernwaffentests in der Atmosphäre, führt zu einer zusätzlichen Ganzkörperdosis von ca. 0,3 mrem/Jahr. An den Referenzstationen nahm in den letzten Jahren die Kohlenstoff-14-Aktivität pro Jahr um ca. 18%¹⁾ ab, weil die durch die Kernwaffentests erhöhte Kohlenstoff-14-Konzentration im CO₂ der Luft (infolge Austausch mit den Ozeanen) langsam abnimmt.

Messungen von Stichproben zeigten, dass 1980 und 1981 die Kohlenstoff-14-Aktivitäten in Blättern aus der Umgebung des KKG und des KKL mit denjenigen von Blättern der Referenzstationen übereinstimmen. In Blättern aus der Umgebung KKB-EIR-SIN war die Kohlenstoff-14-Aktivität relativ zu derjenigen der Referenzstationen auch 1981 erhöht. Die grösste Erhöhung ist in einer Probe aus dem Nordosten der Institute EIR-SIN gemessen worden und beträgt ca. 140% gegenüber der Referenzstation (Fig. 6).

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 der Aktivität zu entsprechenden Proben aus andern Landesgegenden (vgl. auch Kap. 2.5.).

1) Die Kohlenstoff-14-Aktivität wird in % als relative Differenz zwischen der Probenaktivität und der eines Standards angegeben (Stuiver und Polach, Radiocarbon 19, 1977)

3.3.5. Wasser, Sedimente, Wasserpflanzen, Fische

Flusswasserproben oberhalb und unterhalb der Kernanlagen werden kontinuierlich gesammelt und wöchentlich auf Gesamt-Beta-Aktivität ($E_{\beta} > 150$ keV) untersucht; sie ergaben, mit wenigen Ausnahmen beim KKM, immer Werte unter 10 pCi/Liter in Übereinstimmung mit anderen Oberflächengewässern der Schweiz (vgl. Fig. 2).

Die Tritium-Aktivität von Stichproben von den gleichen Stellen betrug 100 bis 500 pCi/Liter (Fig. 3).

Grundwasserstichproben aus Pumpwerken in der Umgebung der Kernanlagen zeigten Gesamt-Beta-Aktivitäten unter 5 pCi/Liter und Tritium-Aktivitäten von 100-500 pCi/Liter. Auch diese Messungen lassen keinen Einfluss der Kernanlagen erkennen.

Proben von Sediment und Wasserpflanzen aus den Flüssen unterhalb der Kernanlagen zeigten teilweise neben den natürlichen Radionukliden auch Aktivitäten von Jod-131, Caesium-134 und -137, Cobalt-58 und -60, Zink-65 etc, mit Konzentrationen bis zu einigen 1000 pCi/kg Trockensubstanz (TS) (Tab. 12). Diese rühren hauptsächlich von den Kernanlagen her, doch stammt ein Teil des Caesium-137 noch von Fallout; Jod-131 wird auch von Spitälern abgegeben. Aufgrund der Anreicherung von Radionukliden sind solche Proben sehr empfindliche Indikatoren für den Nachweis der Radioaktivität.

Proben von Fischfleisch (Filets) ergaben nebst natürlichem Kalium-40 lediglich Spuren von Caesium-137 (≤ 60 pCi/kg Frischgewicht), das vor allem vom Ausfall der Atombombenversuche stammt.

4. INDUSTRIEN, SPITÄLER UND FORSCHUNGSBETRIEBE

4.1. Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Sammelproben von Abwasser der Städte Zürich, Bern und Lausanne beim Auslauf aus den Abwasserreinigungsanlagen werden teils wöchentlich, teils monatlich auf Radioaktivität untersucht.

ARA Zürich Werdhölzli: Die Gesamt-Alphaaktivität mit rund 1 pCi/Liter und die Tritiumaktivität mit Werten zwischen 150 und 770, im Mittel ca. 330 pCi/Liter, am Ausfluss der ARA entsprachen den in Niederschlägen und Oberflächengewässern in der Schweiz festgestellten Werten (Fig. 7).

Der Jod-131-Gehalt von Wochenproben betrug im Jahresmittel 48 pCi/Liter Abwasser (1980: 70 pCi/Liter). Der für Vorfluter nach SSV0 1) geltende Richtwert für das Wochenmittel von 200 pCi Jod-

1) SSV0 = Verordnung über den Strahlenschutz

l31/Liter wurde nicht mehr überschritten (Fig. 8). Der gesamte Jahresabfluss von Jod-131 über die ARA Zürich-Werdhölzli in die Limmat lässt sich für 1981 zu ca. 4 Ci/Jahr errechnen. Daraus ergibt sich für die Limmat eine mittlere Aktivität von ca. 1,5 pCi Jod-131/Liter. Der ständige Gebrauch dieses Wassers als Trinkwasser würde bei Erwachsenen zu einer Schilddrüsendosis von 2 mrem/Jahr führen (für Einzelpersonen der Bevölkerung unter 16 Jahren maximal 1500 mrem/Jahr zulässig).

Seit Februar 1981 sind im Universitätsspital Zürich Rückhaltebecken für radioaktives Jod installiert.

ARA Bern-Stuckishaus: Der Tritiumgehalt in der ARA lag mit einem Jahresmittel von 850 pCi/Liter (1980: rund 800 pCi/Liter) höher als derjenige im Niederschlag, jedoch mit einem maximalen Wochenmittel von 6000 pCi Tritium/Liter noch weit unter dem für Vorfluter geltenden Richtwert von $3 \cdot 10^5$ pCi Tritium/Liter im Wochenmittel gemäss SSVO Art. 107 (Fig. 7). Die gesamte Tritiumabgabe von 55 Ci/Jahr aus der ARA an die Aare erhöhte in dieser die Tritiumkonzentration im Jahresmittel um 15 pCi/Liter, einen Wert, der innerhalb der Messgenauigkeit liegt.

Die mittlere Jod-131-Konzentration im Abwasser der ARA Bern-Stuckishaus betrug 58 pCi/Liter, mit einem Maximalwert von 160 pCi/Liter (Fig. 8). Aus der totalen Abgabe von 3,8 Ci Jod-131 errechnet sich im Wasser der Aare eine mittlere Aktivität von ca. 1 pCi/Liter.

ARA Lausanne: Im Abwasser von Lausanne lagen im Jahresmittel die Alphaaktivität bei 0,6 pCi/Liter, die Gesamt-Betaaktivität bei 8 pCi/Liter und die Tritiumaktivität bei 170 pCi/Liter. Diese Werte haben sich gegenüber dem Vorjahr praktisch nicht verändert.

4.2. Umgebung La Chaux-de-Fonds

Die Monatsmittelwerte der Tritiumaktivität im Niederschlag von "Anciens Moulins" lagen zwischen 370 und 1000 pCi/Liter, der gewichtete Jahresmittelwert bei 480 pCi/Liter gegenüber 550 pCi/Liter im Vorjahr. Bei einer Niederschlagsmenge von 1458 mm im Jahr 1981 ist in der Umgebung von "Anciens Moulins" 0,7 Ci Tritium pro km² ausgerechnet worden, wovon rund die Hälfte der Leuchtfarbenindustrie in La Chaux-de-Fonds zuzuschreiben ist. An der Vergleichsstation Les Hauts-Geneveys betrug die gemittelte Tritiumkonzentration 280 pCi/Liter und die pro Jahr mit dem Regen abgelagerte Tritiumaktivität 0,4 Ci/km² (Fig. 9).

Monatliche Sammelproben aus der ARA La Chaux-de-Fonds enthielten zwischen 2200 und 110'000 pCi Tritium/Liter (Fig. 10); das Jahresmittel liegt bei 64'000 (1980: 100'000 pCi/Liter). Die total 1981 über die städtische ARA abgegebene Tritiumaktivität betrug ca. 550 Ci (1980: 800 Ci).

Stichproben aus der Entwässerung der Abfalldeponie La Sombaille ergaben Tritium-Konzentrationen zwischen 30'000 und 260'000 pCi/Liter, solche aus der ehemaligen Deponie La Charrière zwischen 2000 und 64'000 pCi/Liter.

5 Stichproben von Doubswasser oberhalb des Einflussbereiches von La Chaux-de-Fonds ergaben Aktivitäten zwischen 100 und 300 pCi Tritium/Liter (Mittel: 180 pCi/Liter), wie in anderen Schweizer Flüssen. Je 5 Stichproben aus 2 Quellen direkt am Doubs 2 km oberhalb und 300 m unterhalb La Rasse, die versickertes Wasser aus dem Raum La Chaux-de-Fonds enthalten, ergaben Aktivitätswerte zwischen 2000 und 60'000 pCi Tritium/Liter; Proben aus der Ronde zeigten Werte zwischen 500 und 5000 pCi/Liter. 31 Wochenproben aus dem Doubs bei St. Ursanne ergaben Werte zwischen 400 und 2300 pCi Tritium/Liter.

Gemäss SSV0 darf im Wochenmittel die Tritium-Konzentrationserhöhung im Vorfluter 330'000 pCi/Liter nicht übersteigen; die ausschliessliche Verwendung von solchem Wasser als Trinkwasser würde zu 50 mrem/Jahr Ganzkörperdosis führen.

Das Trinkwasser von La Chaux-de-Fonds, welches von der Areuse-schlucht stammt, unterscheidet sich im Tritiumgehalt nicht vom Trinkwasser anderer Städte.

Bei den Tritium-Immissionen in der Umgebung von La Chaux-de-Fonds zeigt sich 1981 im Regen und in der ARA gegenüber früheren Jahren eine Abnahme. Im übrigen ist die "Chaudière No. 5" des städtischen Fernheizwerkes, in der tritiumhaltige Rückstände verbrannt wurden, seit Anfang 1981 nicht mehr in Betrieb.

4.3. Einzelne Industriebetriebe (In Zusammenarbeit mit der SUVA)

Radium-Chemie A.G. Teufen

Die Radium-Chemie A.G. Teufen gab 1981 über das Abwasser ca. 0,3 Ci Tritium an die Kanalisation ab. Stichproben aus der ARA Teufen zeigten Tritiumkonzentrationen zwischen 900 und 2200 pCi/Liter. Noch immer stammt ein wesentlicher Teil dieser Tritiumaktivität vom Niederschlag, der von der tritiumhaltigen Abluft der Radium-Chemie kontaminiert wird. Stichproben von Wasser der langjährigen Erhebungsstelle "Brunnen Reifler" (140m westlich des Kamins) wiesen 1981 Tritiumkonzentrationen von 400'000 - 1'000'000 pCi/Liter auf, solche aus dem "Bach unterhalb RCT", in den dieser Brunnen abfließt, 5000 - 35'000 pCi/Liter. Personen, die ausschliesslich Wasser des "Brunnen Reifler" als Trinkwasser verwenden würden, hätten eine Ganzkörperdosis von ca. 100 mrem/Jahr akkumuliert. Da dieses Wasser aber nicht als Trinkwasser benützt wird, kann eine interne Bestrahlung von Personen ausgeschlossen werden (Fig. 11).

Das Trinkwasser von verschiedenen Stellen in der Gemeinde wies Tritiumkonzentrationen zwischen 300 und 900 pCi/Liter auf, entsprechend Jahresdosen von ca. 0,1 mrem; ist somit gegenüber dem Tritiumgehalt von Flüssen und Niederschlägen in der übrigen Schweiz nur unbedeutend erhöht.

Die Tritiumaktivität im Niederschlag, 65m östlich des Kamins der Radium-Chemie AG, ergab Werte zwischen 6000 und 150'000 pCi/Liter. In den Monaten Juli bis Oktober wurde neben der Tritiumaktivität auch die Niederschlagsmenge der Wochenproben gemessen; sie betrug total 637,7 mm. Der gewichtete mittlere Tritiumgehalt

dieses Niederschlages lag bei 35'000 pCi/Liter. Seit Mitte 1979 ist die Konzentration im Regen um etwa einen Faktor 5 zurückgegangen. Damals wurde eine Tritium-Rückgewinnungsanlage (die nach Angaben der SUVA die Tritium-Abgaben über die Abluft um etwa einen Faktor 5 reduziert) von der Radium-Chemie Teufen in Betrieb genommen.

Eine Erhebung von Urinproben von Bewohnern aus der Umgebung der Radium-Chemie A.G. (50-400m Entfernung) im Dezember 1981 erfasste 56 Personen, deren Urin schon im Oktober 1979 und Mai 1980 untersucht worden war. Mit Ausnahme der Werte einer Familie, die seit der letzten Untersuchung umgezogen ist und deren Tritium-Konzentration im Urin zurückgegangen ist, stimmen die Messresultate der 3 Untersuchungsserien gut überein. Unter der Annahme, dass die gemessene Tritiumkonzentration im Urin einer Person über das ganze Jahr konstant sei, lässt sich eine hypothetische Ganzkörperdosis für die untersuchten Personen berechnen; die so extrapolierten Jahresdosen liegen durchwegs unter 5 mrem/Jahr. Der nach Art. 107 der SSV0 geltende Richtwert für die Tritiumabgabe in die Atmosphäre würde zu einer Ganzkörperdosis von 50 mrem/Jahr führen.

Die Gesamtbetaaktivität ($E_{\beta} \geq 150$ keV) in Stichproben der ARA Teufen und vom "Bach unterhalb RCT" lag unter 15 pCi/Liter und damit nicht wesentlich über der Aktivität von Niederschlagsproben. Eine Stichprobe des "Brunnen Reifler" ergab eine Gesamt-Beta-Aktivität von rund 20 pCi/Liter. Die Alphaaktivität von 5 Stichproben des Wassers der ARA Teufen lag zwischen 0,9 und 2,1 pCi/Liter Wasser, wie in den Flüssen der Schweiz, jene vom "Bach unterhalb RCT" zwischen 3,5 und 8 pCi/Liter (5 Stichproben), zum grössten Teil verursacht durch Radium-226 mit Folgeprodukten. Radium-226-Bestimmungen ergaben für den "Brunnen Reifler" ca. 2 pCi/Liter und für den "Bach unterhalb RCT" ca. 1 pCi/Liter. Damit ist eine unzulässige Inkorporation von Radium-226 durch Personen der Bevölkerung ausgeschlossen, um so mehr als das Wasser des "Brunnens Reifler" ohnehin nicht als Trinkwasser genutzt wird.

Die endgültige Lagerung der bei der Sanierung des Geländes RCT angefallenen radiumhaltigen Gartenerde (ca. 100 m³ mit ca. 50 mCi Radium-226) fällt in den Zuständigkeitsbereich der Bewilligungsbehörde. Eine aus Vertretern von BAG, EAWAG, EIR, KUER und SUVA Ende 1981 gebildete Arbeitsgruppe überprüft die Aspekte der radiologischen Situation in der Umgebung der RCT erneut. Die Dokumentation mit Vorschlägen zur Sanierung, die sich auf die langjährigen Messungen bezüglich Tritium, Strontium-90 und Radium-226 im Areal und in der Umgebung der Firma abstützt, wird 1982 fertiggestellt.

In den Entwässerungen der Deponien "Bächli" (Zivilschutzgelände Teufen) und "List" (Gemeinde Stein), auf denen die RCT früher Abfälle und Bauschutt abgelagert hatte, wurden, wie schon in frühern Jahren, Tritium-Aktivitäten von $5-7 \cdot 10^5$ bzw. $0,2-5 \cdot 10^6$ pCi/Liter festgestellt. Da diese Entwässerungen jedoch nach wenigen Metern in Bächen auf völlig unbedeutende Werte verdünnt werden, besteht keine Gefahr, dass dadurch Personen unzulässig bestrahlt werden. Im Abwasser der Deponie "Bächli" wurde auch

Radium-226 (5-14 pCi/Liter) und Strontium-90 (200-500 pCi/Liter) festgestellt. Infolge der unmittelbar nachher erfolgenden Verdünnung kann jedoch auch hier eine Gefährdung ausgeschlossen werden. Die ungelösten Schwebestoffe dieser Entwässerung weisen ca. 10 pCi Strontium-90/g TS und 10-70 pCi Radium-226/g TS auf.

Merz und Benteli - Microtec AG; Niederwangen BE

Mit dem Abwasser gab die Firma 1981 0,4 Ci Tritium an die Kanalisation ab. Im Stadtbach bei Bümpliz (unterhalb Niederwangen) lag der Tritiumgehalt bei 2000 pCi/Liter. Ab 1982 werden auch die Abgaben über die Abluft bilanziert.

Die Firma Merz & Benteli fabrizierte bis 1964 Leuchtfarbe auf Radiumbasis, bis 1974 solche mit Tritium in ihrem damaligen Betrieb in Bern-Bümpliz. Die ehemaligen Fabrikationsgebäude und einige Stellen in deren unmittelbarer Umgebung sind, wie 1980 von der SUVA festgestellt und durch Messungen der KUER bestätigt wurde, teilweise stark mit Radium kontaminiert. Bodenproben von 6 Stellen ergaben Radium-226-Konzentrationen zwischen 9000 und 9'000'000 pCi/kg TS. Der Strontium-90-Gehalt dieser Proben lag im Mittel bei einem hundertstel der Radium-226-Konzentration. In drei Grasproben lag der Radium-226-Gehalt zwischen 45'000 und 320'000 pCi/kg TS. Die Liegenschaft befindet sich seit 1977 im Besitz der Stadt Bern und soll 1982 samt der unmittelbaren Umgebung unter Aufsicht der SUVA und des BAG saniert werden (Dekontamination und Abbruch der Gebäude sowie Abtransport von Bauschutt und kontaminierter Erde).

Cerberus A.G. Männedorf und Volketswil

Im Werk Männedorf der Cerberus A.G. wird Tritium, im Werk Volketswil Americium-241 verarbeitet. Vier Stichproben pro Jahr von Abwasser aus jedem der beiden Betriebe werden auf Gesamt-Alpha-, Gesamt-Beta- und Tritiumaktivität untersucht. Erhöhte Tritiumkonzentrationen wurden erwartungsgemäss nur im Abwasser der Cerberus Männedorf mit 7000-9000 pCi/Liter festgestellt (Richtwert SSVO für Tritium im Vorfluter 300'000 pCi/Liter), im Werk Volketswil wurden dagegen nur ca. 300 pCi/Liter gemessen. Erhöhte Alphakonzentrationen ergaben sich im Abwasser der Cerberus A.G. Volketswil, die Americium verarbeitet, mit bis zu 15 pCi/Liter (Richtwert SSVO für Americium-241 im Vorfluter 300 pCi/Liter). Die Gesamt-Beta-Aktivität lag im Abwasser beider Betriebe (je 4 Stichproben) immer unter 10 pCi/Liter.

4.4. Schweizerisches Institut für Nuklearforschung (SIN)

Aus dem SIN wurden gemäss Mitteilung 1981 nur geringe Mengen an flüssigen radioaktiven Stoffen in die Aare abgegeben (30 m³ Wasser mit ca. 0,02 mCi Cobalt-56-Aequivalent, entsprechend $8,4 \cdot 10^{-4}$ C_w). Die gasförmigen Abgaben setzten sich zusammen aus ca. 100 Ci Argon-41 und ca. 2400 Ci kurzlebigen Beta-Strahlern (wovon 38% Kohlenstoff-10, 27% Kohlenstoff-11, 20% Stickstoff-13 und 15% Sauerstoff-15). Die Abgaben von Tritium und Beryllium-7 sind vernachlässigbar klein. Die maximal zulässige Abgabe beträgt 2500 Ci/Jahr Argon-41-Aequivalent.

Messungen der Gamma-Ortsdosisleistung entlang der Umzäunung des SIN ergaben nur an der SE-Ecke des Areals beim Abfallager eine geringe Erhöhung der Dosis durch Direktstrahlung von (auf das Jahr umgerechnet) 130-260 mrem/Jahr (brutto), während der natürliche Untergrund bei 70-90 mrem/Jahr liegt. Gemäss den Messungen des SIN beträgt die Nettodosis beim SIN-Gästehaus ca. 10 mrem/Jahr, am Zaun entlang der Strasse (W-Seite) 5-25 mrem/Jahr und an der SE-Ecke des Areals (beim Abfallager) 40-100 mrem/Jahr.

An 6 Stellen in der Umgebung des SIN wird die Neutronendosis mit speziellen Dosimetern des EIR registriert, um einen allfälligen Einfluss der Teilchenbeschleuniger des SIN festzustellen. Es ergaben sich 1981 folgende Neutronendosen in mrem/Jahr:

EIR-Süd (Wohnhaus) (350m SE)	3,8 \pm 1,0
Scheune Schödler (150m WNW)	7,1 \pm 1,0
Scheune Fehlmann (550m SSW)	2,9 \pm 1,0
Tüeliboden (400m NW)	3,2 \pm 1,0
SIN-Gästehaus (300m NNE)	3,2 \pm 1,0
Villigen (Schulhaus, 1200m SSW)	1,9 \pm 1,0
Ennetbaden	2,4 \pm 1,0

Nur "Scheune Schödler" und "EIR-Süd" zeigen leicht erhöhte Werte. Aus den Messwerten der übrigen Stationen lässt sich der Mittelwert des natürlichen Neutronenuntergrundes zu 2,7 \pm 0,6 mrem/Jahr abschätzen. (Nach Angaben des UNSCEAR-Berichtes beträgt die natürliche Neutronendosis auf Meeresebene bei 40°N 3,5 mrem/Jahr). Nach den Messungen des SIN beträgt die Netto-Neutronendosis beim SIN-Gästehaus ca. 1 mrem/Jahr, am Zaun entlang der Strasse (W-Seite) 1-25 mrem/Jahr und an der SE-Ecke (Abfallager) ca. 10 mrem/Jahr.

5. TAETIGKEIT DES ALARMAUSSCHUSSES RADIOAKTIVITAET (AA)

Der AA behandelt seine Aufgaben in jährlich 3 Sitzungen; dabei erteilt er auch Aufträge zur Lösung bestimmter Probleme an Arbeitsgruppen, um seinen Einsatz zu Gunsten der Bevölkerung bei einer Gefährdung durch Radioaktivität zu verbessern und neuen Erkenntnissen anzupassen. Durch den Beschluss des Bundesrates vom 25. Juni 1980 über die "Schaffung einer permanenten Einsatzgruppe für den Fall drohender Gefahren" bei der Ueberwachungs-zentrale der Schweiz. Meteorologischen Anstalt (SMA) drängte sich eine Teilrevision der "Verordnung über die Alarmorganisation für den Fall erhöhter Radioaktivität" auf. Diese Aenderung hat der Bundesrat am 29.4.81 genehmigt und auf den 1. Juli 1981 in Kraft gesetzt. Folgende Hauptpunkte der Aenderungen seien hier aufgeführt:

- a) Die Zusammensetzung des AA wird in der Verordnung neu festgelegt und die Zahl der Mitglieder auf 15 beschränkt.
- b) Ferner werden in der Verordnung die der Alarmorganisation zur Verfügung stehenden Fachstellen, u.a. die permanente Alarmstelle bei der SMA und die Einsatzgruppe der Ueberwachungszentrale, bezeichnet sowie deren Pflichten umschrieben.
- c) Neu verfügt die Alarmorganisation über einen Pikettdienst von AC-Fachleuten.
- d) Um bei einem Alarmfall eine rasche und zweckmässige Information auf allen Ebenen zu ermöglichen, wurden neu zwei Informationswege festgelegt:
 - bei Unfällen in schweizerischen Kernanlagen erfolgt die Antragstellung des AA zuhanden des Bundesrates über das EVED, welches auch für die Information der Bevölkerung zuständig ist
 - bei allen übrigen Fällen einer radioaktiven Gefährung ist analog das EDI zuständig.
- e) Der Alarmausschuss Radioaktivität untersteht weiterhin dem EDI; neu ist er administrativ der SMA angegliedert.

Durch diese Revision der Verordnung wurde der AA von der KUER losgelöst. Deshalb wird in zukünftigen KUER-Berichten nicht mehr über die Tätigkeit des Alarmausschusses Radioaktivität berichtet. Bei einem Einsatz der Alarmorganisation stellt die KUER weiterhin alle ihre Mittel zur Verfügung. Zur Koordination dieser Mittel bleibt sie mit einem Mitglied im AA vertreten.

6. ZUSAMMENFASSUNG; STRAHLENBELASTUNG DER SCHWEIZER BEVOELKERUNG

Die Luft sowie Lebensmittel und Trinkwasser wiesen 1981 nie unzulässige Aktivitätskonzentrationen auf. Im Berichtsjahr zeigte die künstliche Radioaktivität der Luft in der Schweiz infolge der chinesischen Atombombenexplosion vom 16. Oktober 1980 einen leichten Anstieg gegenüber 1980, hauptsächlich an Spaltprodukten mittlerer Lebensdauer.

Im Jahr 1981 wurden die Abgabevorschriften von allen Kernkraftwerken und dem Eidg. Institut für Reaktorforschung eingehalten.

Im Wasser der ARA Zürich, Bern und Lausanne lagen die Konzentrationen an Radionukliden immer unter dem für Vorfluter geltenden Richtwert. Gegenüber dem Vorjahr ging die Jod-131-Konzentration in der ARA Zürich im Jahresmittel um rund 30% zurück.

Aufgrund der Radioaktivitätsmessungen der KUER und der von den Kontrollinstanzen zusammengestellten Radioaktivitätsabgaben aus

Betrieben und Dosen beruflich strahlenexponierter Personen lässt sich die mittlere Personendosis in der Schweiz im Jahr 1981 ermitteln. Sie setzt sich, nach Ursachen aufgeteilt, folgendermassen zusammen:

6.1. Natürliche Strahlung

In der Schweiz variiert die natürliche Ortsdosis zwischen ca. 50 mrem/Jahr im Jura und ca. 300 mrem/Jahr in einzelnen Alpenregionen. Diese und die im Körper vorhandenen natürlichen Radionuklide, vor allem Kalium-40, verursachen im Mittel der schweizerischen Bevölkerung Dosen von 145 mrem/Jahr im roten Knochenmark resp. von 105 mrem/Jahr in den Gonaden. Diese natürliche Strahlenbelastung kann als Vergleichsgrösse bei der Beurteilung der aus künstlichen Quellen stammenden Dosen dienen.

6.2. Weltweiter Ausfall von Atombombenexplosionen

Die chinesische Atombombenexplosion vom 16.10.80 bewirkte 1981 in der Schweiz eine Personendosis von ca. 0,1 mrem. Von früheren Atombomben stammendes, auf den Boden abgelagertes Caesium-137 und über die Nahrung in den Knochen eingebautes Strontium-90 ergeben immer noch Dosen von je ca. 2 mrem/Jahr.

Weitere langlebige Radionuklide aus früheren Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, wie Tritium, Kohlenstoff-14, Rhodium-106 und Antimon-125 bewirken ebenfalls eine zusätzliche Bestrahlung, die aber gesamthaft unter 1 mrem/Jahr liegt.

6.3. Kleinquellen und erhöhte natürliche Bestrahlung

Weitere Strahlendosen ergeben sich durch ungleichmässig verbreitete Kleinquellen, wie Uhren mit Leuchtzifferblättern und Farbfernsehgeräte, sowie bei Flügen in grosser Höhe (kosmische Strahlung: ca. 0,5 mrem/Stunde in 10 km Höhe; ergibt im Bevölkerungsmittel ca. 1 mrem/Jahr) und durch Rauchen ¹⁾ (Polonium-210). Diese Beiträge können insgesamt zu wenigen mrem/Jahr abgeschätzt werden.

6.4. Kernanlagen und Forschungsinstitute

Die Immissionen sowohl über das Abwasser wie über die Abluft von Kernanlagen sind auch in der unmittelbaren Umgebung gering und meistens nicht nachweisbar. Die möglichen Personendosen in der Umgebung werden deshalb aus den durch Messungen überwachten Emissionen abgeschätzt. Die mit dem Abwasser abgegebene Radioaktivität führt zu hypothetischen Dosen unter 0,1 mrem/Jahr, diejenige mit der Abluft zu solchen von höchstens 1 mrem/Jahr. Lediglich die Schilddrüsendosis von Kleinkindern, die nur Milch von am kritischen Ort in der Umgebung des Eidg. Institutes für Reaktorforschung grasenden Kühen getrunken hätten, hätte maximal 5 mrem/Jahr betragen (Kernkraftwerk Mühleberg: 1 mrem/Jahr).

1) vgl. H. Völkle "Zur Strahlenbelastung durch Zigarettenrauchen", Jahrestagung der Schweiz. Gesellschaft für Strahlenbiologie und Strahlenphysik, Oktober 1981 in Zürich

Die Radioaktivität der Immissionen in der Umgebung der Kernkraftwerke nimmt mit der Entfernung rasch ab. Die dadurch bewirkte mittlere Strahlenbelastung der Bevölkerung ist daher vernachlässigbar klein (1981 weit unter 1 mrem/Jahr). Die Bestrahlung durch weltweit in der Atmosphäre verteilte langlebige Spaltprodukte aus der Kernenergie (Tritium, Kohlenstoff-14, Krypton-85, Jod-129) ist unerheblich.

Erhöhte Ortsdosen infolge Direktstrahlung wurden in der unmittelbaren Umgebung ausserhalb der Umzäunung der Kernanlagen (Mühleberg, Beznau, Eidg. Institut für Reaktorforschung) und der ehemaligen "Centrale nucléaire expérimentale de Lucens", sowie beim Schweizerischen Institut für Nuklearforschung festgestellt. Die Nettodosen betragen am Ort des Maximums beim Kernkraftwerk Mühleberg und beim Eidg. Institut für Reaktorforschung ca. 500 mrem/Jahr, beim Schweizerischen Institut für Nuklearforschung 100 mrem/Jahr, beim Kernkraftwerk Beznau und der ehemaligen "Centrale nucléaire expérimentale de Lucens" 400 mrem/Jahr. Die zusätzliche jährliche Personendosis (= Ortsdosis mal Aufenthaltsdauer pro Jahr) von Einzelpersonen der Umgebungsbevölkerung, die sich kurze Zeit an diesen in unbewohntem Gebiet liegenden Stellen aufhalten, liegt unter 20 mrem/Jahr. An ständig bewohnten Orten in der Umgebung dieser Anlagen lag die Ortsdosis durch Direktstrahlung unter 2 mrem/Jahr.

6.5. Industrien und Spitäler

Industriebetriebe und Spitäler geben verschiedene Radioisotope über Abwasser und Abluft ab. Die dadurch bewirkte Erhöhung der Radioaktivität in Gewässern ist gering und führt zu unbedeutenden Strahlendosen. Tritium, das als Wasserstoffisotop im Wasser gebunden ist, kann bei der Trinkwasseraufbereitung nicht entfernt werden. Die ausschliessliche Verwendung von Wasser aus dem Doubs unterhalb La Chaux-de-Fonds, dem Fluss mit der höchsten Tritiumkonzentration in der Schweiz, als Trinkwasser würde zu einer Dosis von weniger als 1 mrem/Jahr führen.

Drei Untersuchungsserien von Urinproben von Anwohnern der Radium-Chemie A.G. Teufen/AR auf Tritium lassen den Schluss zu, dass die Tritium-Emissionen dieses Betriebes über die Abluft in der unmittelbaren Umgebung infolge Einatmen von Tritium zu Ganzkörperdosen von weniger als 10 mrem/Jahr führten. In einigen 100 m Entfernung ist diese zusätzliche Dosis unmessbar klein.

Das Fabrikgelände der Firma Radium-Chemie AG Teufen sowie das ehemalige Betriebsareal der Firma Merz & Benteli in Bümpliz werden gegenwärtig unter Aufsicht der SUVA und des Bundesamtes für Gesundheitswesen saniert.

6.6. Beruflich strahlenexponierte Personen

Im Jahr 1981 wurden von den drei Kontrollinstanzen 43'431 beruflich strahlenexponierte Personen überwacht. Zusammen akkumulierten sie 2062 rem (im Mittel 47 mrem/Person). Gemittelt über die

Gesamtbevölkerung ergibt dies ca. 0,3 mrem/Jahr. Dieser Wert ist massgebend für die Beurteilung der genetischen Effekte in der Bevölkerung.

6.7. Medizinische Anwendungen

Gemäss einer Erhebung aus dem Jahr 1971 ergibt sich für die Strahlenbelastung aus röntgendiagnostischen Untersuchungen eine genetisch signifikante Dosis von ca. 40 mrem/Jahr bei einer mittleren Gonadendosis von 80 mrem/Jahr, während die mittlere Knochenmarkdosis ca. 120 mrem/Jahr beträgt.

Nuklearmedizinische Untersuchungen ¹⁾ ergaben 1976 für die Bevölkerung von Basel-Stadt eine genetisch signifikante Dosis von 0,5 mrem/Jahr (mittlere Gonadendosis 10 mrem/Jahr).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Diesem Bericht kann entnommen werden, dass die zivilisatorische Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung, mit Ausnahme des Beitrages durch medizinische Anwendungen, 1981 eine mittlere Jahresdosis von weniger als 10 mrem bewirkte. Dies ist mehr als zehnmal kleiner als die natürliche Strahlenbelastung.

Die mittlere Strahlendosis durch röntgendiagnostische Untersuchungen ist etwa gleich gross wie die natürliche Dosis.

Herrn Bundesrat Dr. H. Hürlimann, Generalsekretär E. Marthaler EDI und Direktor Dr. U. Frey des Bundesamtes für Gesundheitswesen sei der beste Dank für die Unterstützung der KUER in allen Belangen ausgesprochen. Ebenso möchten wir uns bei allen Experten und Mitarbeitern der beteiligten Laboratorien und Probenahmestellen, sowie insbesondere bei der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt und der Sektion Strahlenschutz des Bundesamtes für Gesundheitswesen für die vorzügliche Zusammenarbeit bedanken.

Zusammensetzung der Kommission:

Prof. Dr. O. Huber, Universität Freiburg, Präsident
PD Dr. H. Loosli, Universität Bern, Vizepräsident
PD Dr. C. Bovet, CERN, Genf
Prof. Dr. A. Donath, Kantonsspital, Genf
Prof. Dr. G. Poretti, Inselspital, Bern
Prof. Dr. W. Stumm, ETH, Zürich
Prof. Dr. J. Wellauer, Universitätsspital, Zürich

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

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 / Dr. M. Schüpbach, Kant. Laboratorium Baselstadt)
- 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 / H.H. Brunner, 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. Bezegh, A. Lück)
- LFER 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, C. Murith, Frau D. Siradovic, L. Baeriswyl, Frau M. Gobet)
- NESTEC Société d'assistance technique pour produits Nestlé S.A., La Tour-de-Peilz (M. Arnaud, Frau I. Bracco)
- PBE Physikalisches Institut der Universität Bern (Prof. Dr. H. Oeschger, PD Dr. H. Loosli, U. Schotterer)
- 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)

Freiburg, Juli 1982 /mg