

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
<b>Herausgeber:</b>	Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
<b>Band:</b>	84 (1995)
<b>Heft:</b>	1-2
<b>Artikel:</b>	Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in der Schweiz und Schutz der Bevölkerung von Radioaktivität
<b>Autor:</b>	Huber, Otto / Jeschki, Wolfgang / Pretre, Serge
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-308737">https://doi.org/10.5169/seals-308737</a>

### 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:** 29.01.2026

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

# Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in der Schweiz und Schutz der Bevölkerung vor Radioaktivität

von OTTO HUBER<sup>1</sup>, WOLFGANG JESCHKI<sup>2</sup>, SERGE PRETRE<sup>2</sup>  
und HANSRUEDI VÖLKLE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Physikinstitut der Universität Freiburg/Schweiz

<sup>2</sup> Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen/Schweiz

## Vorwort von HANSRUEDI VÖLKLE

Otto Huber (Abb. 1) feiert 1996 bei bester Gesundheit seinen 80. Geburtstag: Herzliche Gratulation! Geboren am 13. August 1916, von Mägenwil/AG, studierte er Physik an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich und war dort Assistent bei Paul Scherrer. 1953 wurde er als Professor an die Universität Freiburg berufen, um die Direktion des Physikinstitutes zu übernehmen. Diese Aufgabe hat er während über dreißig Jahren mit Einsatz und Begeisterung wahrgenommen. Einer ganzen Generation von Physikern, Naturwissenschaftlern und Medizinern bleiben seine lebendigen und mit vielen anschaulichen Experimenten aufgelockerten Physikvorlesungen in bester Erinnerung.

Ein Fachgebiet, das den Kernphysiker Otto Huber von Anfang an faszinierte und das ihn gegen Ende seiner beruflichen Tätigkeit fast vollständig in Anspruch nahm, war der Schutz von Mensch und Umwelt vor der schädigenden Wirkung der Radioaktivität und der ionisierenden Strahlung. Zusammen mit seinem Bruder Paul Huber, Physikprofessor an der Universität Basel, war Otto Huber seit ihrer Gründung im Jahre 1956 Mitglied der *Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität* (KUeR), von 1971 bis Ende 1986 auch deren Präsident. Zusammen mit Joseph Halter führte er seit 1957 in Freiburg Radioaktivitätsmessungen an Umweltproben durch und hat mit großem Engagement den Aufbau des landesweiten Überwachungsnetzes für die Umweltradioaktivität vorangetrieben. Viele der Probenahme- und Meßverfahren, die heute internationaler Standard sind, mußten von Grund auf neu



Abb. 1: Prof. Otto Huber

entwickelt werden. Von allen anthropogenen Umweltbelastungen ist die Radioaktivität diejenige, die von Anfang an systematisch überwacht wurde und für die – basierend auf den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP – schon seit langem strenge gesetzliche Vorschriften bestehen.

Die Umweltbelastung durch kerntechnische Anlagen ist im Normalfall sehr gering. Kernkraftwerke beinhalten jedoch ein großes Gefahrenpotential, und ein schwerer Unfall kann – auch wenn dessen Eintretenswahrscheinlichkeit noch so klein ist – einen großen Schaden mit einer enormen Gefährdung von Mensch und Umwelt zur Folge haben. Die Tschernobyl-Katastrophe hat uns gezeigt, daß die Auswirkungen eines solchen Unfalles große Gebiete betreffen und Jahrzehnte andauern können. Otto Huber hatte sich daher auch mit der Frage auseinanderzusetzen, wie die Bevölkerung bei einem Ereignis mit einer massiven radioaktiven Kontamination der Umwelt, wie etwa eine Atombombenexplosion oder ein Kernkraftwerkunfall, effizient geschützt werden kann.

Wie es keine hundertprozentige Sicherheit bei technischen Anlagen gibt, gibt es auch keinen hundertprozentigen Schutz bei Unfällen; es müssen jedoch alle jene Schutzmaßnahmen vorbereitet und evaluiert werden, die durchführbar sind und zu einer Verminderung der Strahlendosen der Bevölkerung in einem solchen Fall beitragen. Dies bedingte den Aufbau einer

nationalen Einsatzorganisation, die, unter Einbezug von polyvalenten Fachleuten, die Schweiz auf ein solches Ereignis vorbereitet, so daß im Ernstfall die Lage rasch durch Messung erfaßt, die Daten und Meldungen ausgewertet, die Strahlendosen berechnet, Behörden und Öffentlichkeit informiert, die entsprechenden Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung vorgeschlagen und deren Wirksamkeit überprüft werden können. Die von Otto Huber ab den 60er-Jahren mit großen persönlichen Einsatz aufgebaute Organisation, die zum großen Teil auf dem Milizsystem basierte, hat beim Ereignis Tschernobyl ihre Nützlichkeit und Einsatzfähigkeit bewiesen. Wenn auch in Presse und Öffentlichkeit verschiedentlich Kritik an der damaligen Organisation geäußert wurde, kann man doch aus heutiger Distanz und auch im Vergleich damit, wie unsere Nachbarländer dieses Ereignis bewältigt haben, feststellen, daß sich die Organisation von Otto Huber bewährt hat. Gemäß dem Grundsatz, daß nichts so perfekt ist, daß es nicht verbessert werden könnte, wurden nach Tschernobyl die Überwachungs- und die Einsatzorganisation verstärkt, in Verordnungen verankert und mit zusätzlichen technischen und personellen Mitteln ausgestattet.

Den folgenden Artikel hat Otto Huber zusammen mit Fachkollegen verfaßt, die bei der Überwachung und in der Einsatzorganisation beim Unfall Tschernobyl mitgearbeitet haben. Er gibt einen Überblick über die Geschichte der Radioaktivitätsüberwachung in der Schweiz und den Aufbau der Einsatzorganisation und zeigt am Beispiel des Unfalls Tschernobyl deren praktischen Einsatz. Für Otto Huber stehen dabei drei Punkte im Vordergrund: 1) Das oberste Ziel der Einsatzorgane war immer der optimale Schutz der Bevölkerung gemäß den Grundsätzen des Dosis-Maßnahmen-Konzeptes. 2) Der Unfall Tschernobyl hat in unserem Lande zu keinen nachweisbaren gesundheitlichen Auswirkungen bei der Bevölkerung geführt. 3) Die offene und sachliche Information der Öffentlichkeit ist bei einem solchen Ereignis sehr wichtig, und hier muß – vor allem auf Seiten der Medien – noch viel verbessert werden.

## **Einleitung**

Ende April 1996 sind es zehn Jahre, daß der Reaktorblock Nr. 4 des Kernkraftwerkes von Tschernobyl explodierte. Diese Katastrophe führte zu einer Gefährdung von Mensch und Umwelt in einem bis dahin unbekannten Ausmaß, und die gesundheitlichen, sozialen und wirtschaftlichen Folgen sind auch heute noch nicht absehbar. Daß Radioaktivität und Strahlung Mensch und Umwelt gefährden können, wußte man seit den Atombombenabwürfen auf Hiroshima und Nagasaki. Seit Tschernobyl wissen wir auch, welche Auswirkungen die friedliche Nutzung der Kernenergie haben kann, wenn sie außer Kontrolle gerät. In der Schweiz wird die Radioaktivität der Umwelt

– Auslöser waren damals die Kernwaffenversuche der Großmächte in der Atmosphäre – seit den 50er-Jahren kontinuierlich überwacht. Seither befaßt man sich auch mit dem Schutz der Bevölkerung bei einer Gefährdung durch Radioaktivität, sei es durch eine Kernwaffenexplosion, einen Reaktorunfall, einen Transportunfall oder ein anderes Ereignis mit radioaktivem Material. Im folgenden Artikel wird im ersten Teil die Entwicklung der Radioaktivitätsüberwachung sowie der Aufbau der Einsatzorganisation für erhöhte Radioaktivität in unserem Lande dargelegt; im zweiten Teil werden die Auswirkungen des Reaktorunfalles Tschernobyl auf die Schweiz und der Einsatz dieser Organisation beschrieben.

## **Teil 1. Schutz der Bevölkerung vor Radioaktivität**

### *1.1. Die Anfänge der Kernphysik*

Vor hundert Jahren entdeckte Wilhelm Conrad Röntgen die nach ihm benannten Röntgenstrahlen. Ein Jahr später beobachtete Henri Becquerel die natürliche Radioaktivität der Uranpechblende. Marie Curie-Sklodowska isolierte daraus 1898 chemisch die Elemente Polonium und Radium. Aufgrund ihrer ionisierenden und durchdringenden Eigenschaften begann man in den nachfolgenden Jahrzehnten in der Medizin Röntgenstrahlung zur Diagnose und Radium in der Krebstherapie einzusetzen, in der Industrie u.a. zur Herstellung von Leuchtfarben (z.B. für Uhren).

### *1.2. Radioaktivität kann gefährlich sein*

Schon im Jahre 1927 stellte der amerikanische Zoologe und Genetiker Hermann-Joseph Muller durch Röntgenbestrahlung ausgelöste Mutationen des Erbgutes an Fliegen der Gattung *Drosophila* fest. Damit ist erwiesen, daß ionisierende Strahlung außer Schädigungen des Körpers (somatische Schäden) auch Änderungen des Erbgutes (genetische Schäden) hervorrufen kann. Als Folge dieser Entdeckung wurde 1929 eine Kommission ins Leben gerufen, die seit 1950 unter dem Namen *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) das internationale Gewissen des Strahlenschutzes darstellt. Sie hat durch fundamentale und wissenschaftliche Überlegungen die Wirkungsweise von ionisierenden Strahlen in lebenden Zellen und Geweben untersucht. Damit hat diese Kommission die Grundlagen geschaffen und ständig neue Erkenntnisse einbezogen, auf denen seither die nationalen Gesetze und Verordnungen über den Strahlenschutz beruhen.

### *1.3. Zivile und militärische Nutzung der Kernenergie*

Die Entdeckung der künstlichen Radioaktivität im Jahre 1934 durch Frédéric und Irène Joliot-Curie führte in der Folge zu einer starken Erweiterung der Anwendung von Radioisotopen in Forschung und Technik. 1939 beobachteten Otto Hahn und Fritz Strassmann die Kernspaltung in Uran durch Neutronenbestrahlung, bei der Energie – sehr viel Energie – und auch wieder Neutronen freigesetzt werden. Eine Kettenreaktion wurde ermöglicht, die Gewinnung von Energie aus Atomkernen war gefunden. Bereits 1942 wurde der erste, auf diesem Prinzip beruhende Kernreaktor von Enrico Fermi in Chicago in Betrieb genommen. Jetzt konnte auch eine Vielzahl von Radionukliden in großen Mengen hergestellt, in der universitären Grundlagenforschung untersucht und in der Industrie, Technik und Medizin angewendet werden.

Es begann die Zeit, in der chemische und biologische Prozesse durch Markierung mit bestimmten Radioisotopen erforscht und aufgeklärt wurden. Das ganze Stoffwechselverhalten im menschlichen Körper gehört dazu.

Die friedliche, großartige und stürmische, dem Wohle des Menschen dienende Entwicklung der Kernphysik wurde leider durch den Ausbruch des Zweiten Weltkrieges jäh gestoppt. Die Gesellschaft hat, wie schon oft vorher, wissenschaftliche Entdeckungen auch zur Zerstörung von Umwelt und von Menschen benutzt.

Unter völliger Geheimhaltung, mit einem riesigen Aufwand an materiellen und personellen Mitteln, haben hervorragende Wissenschaftler der Alliierten unter Führung der USA die Möglichkeit berechnet, die Kettenreaktion zum Bau einer Atombombe auszunützen. Am 1. April 1945 wurde in New Mexico die fürchterlichste aller Waffen, die erste Kernwaffe, zu Testzwecken gezündet. Am 6. August 1945 wurde die Welt durch die Explosion einer Uranbombe über Hiroshima aufgeschreckt; schon am 9. August 1945 zerstörte eine Plutoniumbombe die Stadt Nagasaki. Diese Abwürfe mit ihren grauenhaften Wirkungen haben zwar den Zweiten Weltkrieg auch in Japan beendet, aber auch ein wahnsinniges Wettrüsten unter den Siegermächten ausgelöst. Ohne Atombomben war eine Großmacht zweitrangig geworden. Schon 1949 führte Stalins Rußland seinen ersten Atombombentest durch – und bis zur Entwicklung der noch viel zerstörerischeren Wasserstoffbombe verging nur wenig Zeit.

Noch heute sitzt die Angst tief in der Seele vieler Bürger, ein Atomreaktor, für friedliche Zwecke zur Produktion von Wärme und Elektrizität konstruiert, sei eine schlummernde Atombombe.

### *1.4. Die Atombombentests kontaminierten die ganze Biosphäre*

Es war das einfachste und billigste für die Großmächte, die Testbomben in der Atmosphäre, über Wüstengebieten zu zünden und die entstehenden hoch-

aktiven Spaltprodukte in der Luft zu «entsorgen». Sie verteilen sich mit den Luftströmungen über die ganze Nordhalbkugel, gelangten bei Megatonnen-Explosionen sogar bis in die Stratosphäre. Die Radionuklide lagerten sich an die Aerosole in der Luft an und setzten sich langsam als «weltweiter radioaktiver Ausfall» (Fallout), vor allem mit Niederschlägen, auf dem Erdboden ab. Dadurch wurden Pflanzen, Boden und Gewässer, auch in der Schweiz, kontaminiert. Durch die Nahrung, mehr als durch Einatmen, gelangte die Radioaktivität in Mensch und Tier. Die Gefährlichkeit dieses unsinnigen Tuns mußte wissenschaftlich bewiesen und offen dargelegt werden, besonders als sich die Atombombenversuche in den 50er-Jahren häuften. Erst aufgrund dieser Messungen konnten sich Amerika, Großbritannien und Rußland entschließen, ab 1962 auf Tests in der Atmosphäre zu verzichten.

### *1.5. Die Ernennung der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität (KUeR)*

Auch wenn die Kontamination in der Schweiz noch nicht gefährlich war, wurde gehandelt. Auf Vorschlag von Bundesrat Philipp Etter, ausgelöst durch einen Vorstoß im Parlament, hat der Bundesrat am 16. November 1956 den Präsidenten und die Mitglieder der KUeR ernannt. Es war eine Handvoll Professoren von Hochschulen, meist Physikinstitutsvorsteher, und ein Meteorologe.

Die Kenntnisse im Strahlenschutz waren noch rudimentär. In der Schweiz gab es 1955 nur «*Richtlinien für den Schutz gegen ionisierende Strahlen in der Medizin, in Laboratorien, Gewerbe- und Fabrikationsbetrieben*» für dort beruflich mit ionisierenden Strahlen beschäftigte Personen. Verordnungen oder Gesetze über den Strahlenschutz gab es nicht; man mußte ganz von vorn beginnen.

Die KUeR hat zielstrebig ihre Aufgabe, anfänglich allerdings mit bescheidenen Mitteln, zu lösen versucht. Durch ihre unbestechliche Arbeit konnte sie sich bei Behörden und der Bevölkerung ein Vertrauenskapital schaffen. Am 6. Februar 1959 wurde durch den Bundesrat das Reglement für die KUeR erlassen, nur 4 Seiten, die aber während 30 Jahren angewendet wurden. Es beinhaltet, sinngemäß, folgende Aufgaben der KUeR:

- a. Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz.
- b. Regelmäßige Berichte an den Bundesrat über die Ergebnisse.
- c. Vorbereitung von Orientierungen des Bundesrates an die Bevölkerung über die Radioaktivitätsüberwachung und über das Verhalten bei allfälliger Zunahme der Radioaktivität.
- d. Anträge an den Bundesrat über Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung im Falle erhöhter Radioaktivität.

Der erste Bericht des Präsidenten der KUeR an den Bundesrat vom 12. Juli 1957 enthält auf 6 Seiten Angaben über die Radioaktivität von Luft

und Regen in Payerne, in Zisternenwasser und in Aare und Rhein. Es wurde beschlossen, Meßnetze, verteilt über die ganze Schweiz, zu erstellen, schwierig zu messende Alpha-Strahlung in das Überwachungsprogramm einzubeziehen und den Gehalt von Strontium-90 im Boden und in der Milch zu erfassen. Die Meßergebnisse sollen im Lichte der Normen der *Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP* bezüglich der Bestrahlung des Menschen diskutiert und beurteilt werden.

### *1.6. Aufbau der KUeR und Zusammenarbeit mit anderen Instanzen*

Die Ernennung von Hochschuldozenten als Mitglieder der KUeR zahlte sich aus. Sie brachten ihre Forschungstätigkeit in Kernphysik ein, auch selbstentwickelte Meßgeräte. Doktoranden an den Hochschulen wurden für Radioaktivitätsmessungen zugezogen. Wichtig waren Diplom- und Doktorarbeiten im Bereich Radioaktivität; wissenschaftliche Publikationen haben der Schweiz einen guten Ruf in der Radioaktivitätsüberwachung gesichert. Der enorme Fortschritt auf diesem jungen Wissenschaftsgebiet konnte mitvollzogen werden. Es entstand ein ganzer Industriezweig zur Herstellung von Radioaktivitäts- und Dosismeßgeräten.

Die KUeR als ein von der Bundesverwaltung unabhängiges Gremium baute in Freiburg am Physikinstitut der Universität ein Labor für die Radioaktivitätsüberwachung auf. Seit 1957 werden dort Messungen durchgeführt. Wichtig war die Zusammenarbeit mit anderen Instanzen, die sich mit Radioaktivitätsmessungen beschäftigten. Dies ermöglichte eine optimale Nutzung der Kenntnisse und der Meßmittel in der Schweiz. Zu erwähnen sind u.a. die *Arbeitsgemeinschaft von Kantonschemikern zur Überwachung der Lebensmittel*, das *Paul-Scherrer-Institut* (früher *Eidg. Institut für Reaktorforschung*), die *Schweizerische Unfall-Versicherungsanstalt* (Luzern), das Kohlenstoff-14-Labor der Universität Bern, das *Institut d'Electrochimie et de Radiochimie der Eidg. Technischen Hochschule* in Lausanne, das Laboratorium Dübendorf der KUeR, der *Service Cantonal de Contrôle des Irradiations* in Genf und die *Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen* in Würenlingen. Vertreter dieser Stellen waren an den KUeR-Sitzungen anwesend. Später kamen die Labors der Kernkraftwerke dazu.

Die KUeR mit ihren aus diesen Labors zugezogenen Experten, unter denen sich auch Mediziner befanden, verkörperte das «*radioaktive Gewissen in der Schweiz*».

### *1.7. Fortschritte bei der Radioaktivitätsüberwachung*

#### *1.7.1. Meßtechnik*

Die ersten Messungen, die die KUeR durchführte, waren sogenannte «*Gesamt-Beta-Messungen*». Damit kann die Radioaktivität von den Nukliden in einer Probe, z.B. in einem Luftfilter, bestimmt werden, die Beta-Strahlen aussenden (Abb. 2).

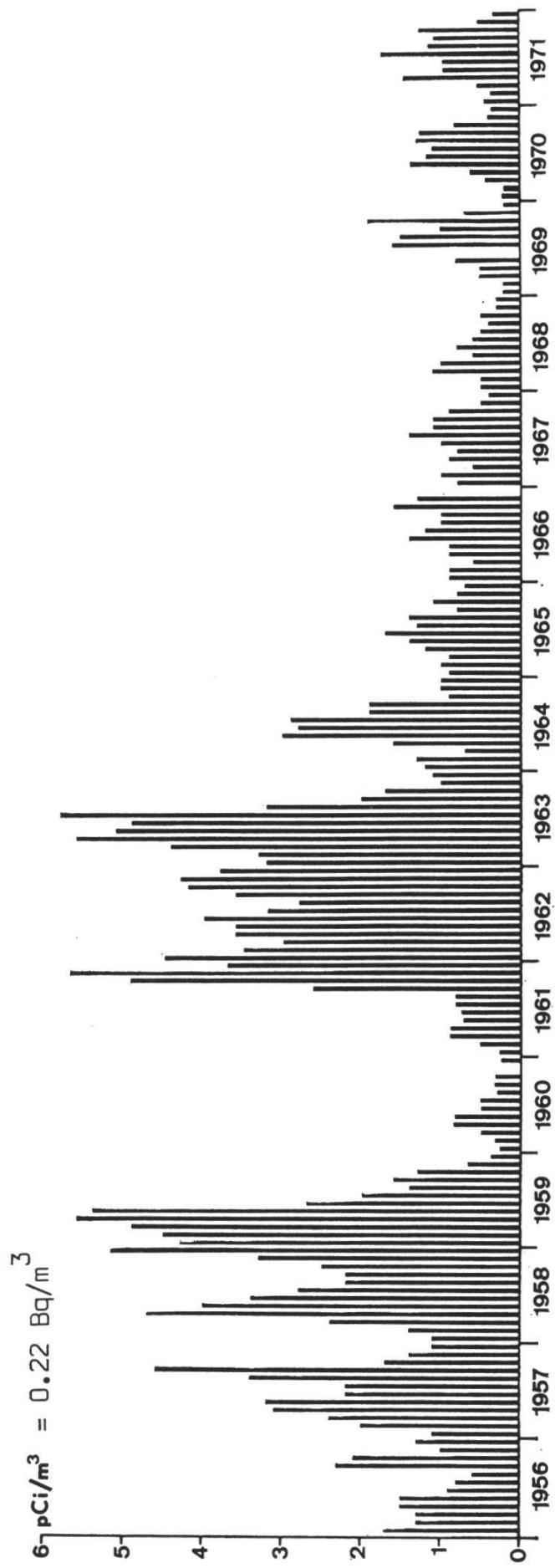


Abb. 2: Gesamt-Beta-Aktivität der Luft (monatliche Mittelwerte) in Payenne/VD: 1956–1971; Angaben in  $\text{pCi}/\text{m}^3$  mit  $6 \text{ pCi}/\text{m}^3$   
 $= 0.22 \text{ Bq}/\text{m}^3$  (aus KUeR-Bericht). Deutlich ist das erste Atom-Teststop-Abkommen von Ende 1958 ersichtlich mit dem  
verzögerten Falloutaktivitätsmaximum 1958/1959. Das zweite Abkommen von Ende 1962 ist ebenfalls zu erkennen.

Eine Aussage darüber, welche Radionuklide sich in der Probe befinden, ist aber nicht möglich. Schon 1959 hat die KUeR durch die Inbetriebnahme eines Natrium-Jodid (NaI)-Szintillationszählers die Energien der ausgesandten Gammastrahlen messen und daraus die einzelnen Radionuklide in einer Probe bestimmen können. Der Germanium-Lithium-Detektor, ein Halbleiterkristall, ermöglichte seit 1968 dank seiner hohen Energieauflösung und Empfindlichkeit eine noch bessere Messung. So konnten alle wichtigen gammastrahlenden Nuklide in der Biosphäre, die zur Bestrahlung des Menschen beitragen, identifiziert werden (Abb. 3). Dank der hohen Energieauflösung dieser Methode konnten nun, in Verbindung mit Computerauswertungen, selbst komplexe Gammaspektren, wie sie etwa nach Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre auf Luftfiltern auftraten, rasch und zuverlässig ausgewertet werden.

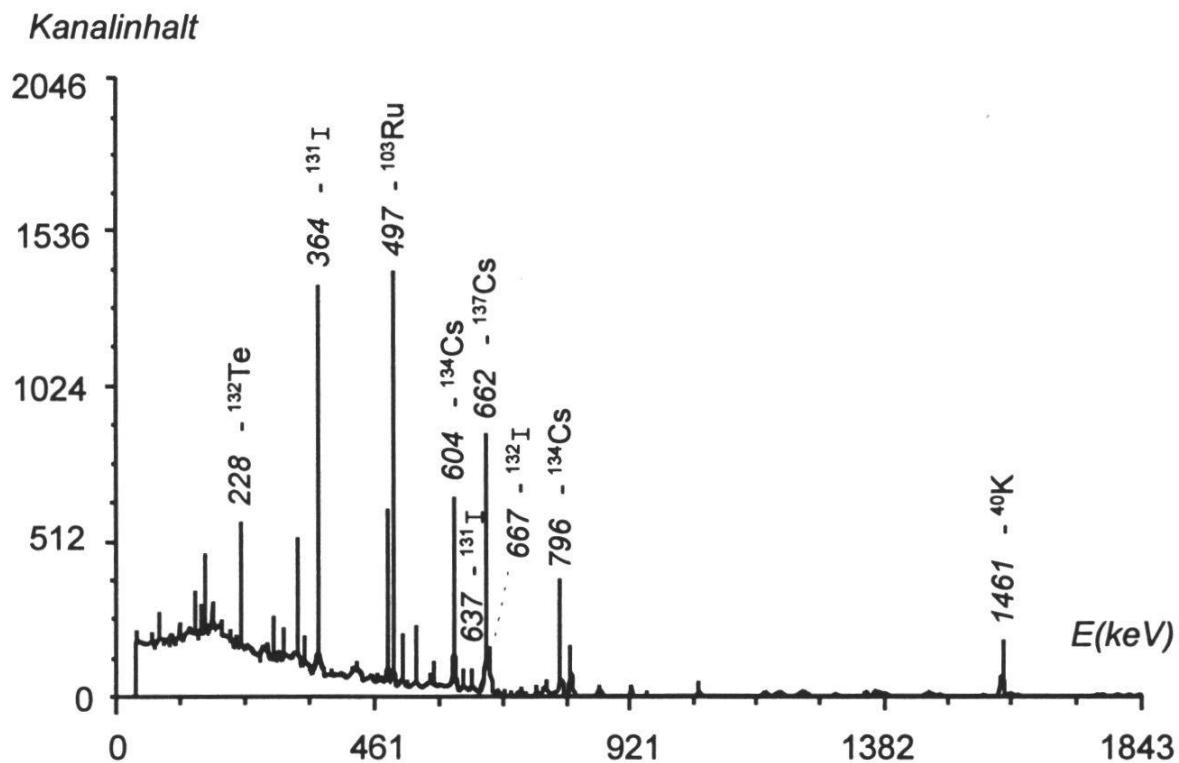


Abb. 3: Gamma-Spektrum einer Salatprobe aus dem Tessin vom 12. Mai 1986, gemessen mit Ge-Detektor im AC-Labor Spiez. Deutlich sind u.a. die Nuklide Ruthenium-103, Jod-131, Tellur-132, Caesium-134 und Caesium-137 und das natürliche Kalium-40 erkennbar.

Parallel dazu wurden radiochemische Methoden entwickelt, um Radionuklide, die keine Gammastrahlen aussenden, zu messen. Dazu gehören z.B. das Tritium, welches für die Leuchtzifferblätter von Uhren verwendet wird, und der Kohlenstoff-14, der für Markierungen in der Biochemie dient. Zu erwähnen sind hier auch die radioologisch wichtigen Nuklide Strontium-89 und Strontium-90, insbesonders aus dem Atombomben-Fallout.

**Radioaktivität** ist die Eigenschaft gewisser (instabiler) Atomkerne, sich ohne äussere Einwirkung umzuwandeln (radioaktiver Zerfall genannt) und dabei eine charakteristische (ionisierende) Strahlung in Form von Alpha- oder Beta-Teilchen sowie von Gamma-Quanten auszusenden. Natürliche radioaktive Stoffe kommen in der Umwelt seit jeher vor; künstliche werden bei Kernwaffenexplosionen freigesetzt, können aber auch aus Kernanlagen, sowie Betrieben und Spitäler, die Radionuklide verarbeiten, stammen, dies bei Normalbetrieb aber auch bei Unfällen.

Die **Radioaktivität** einer Substanz wird in Becquerel (Bq) angegeben. 1 Bq entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde. Ein Tausendstel, ein Millionstel, ein Milliardstel bzw. ein Billionstel Becquerel werden mBq, mikro-Bq, nBq, bzw. pBq (milli-, mikro-, nano- bzw. pico-) geschrieben. Entsprechend werden Tausend, eine Million, eine Milliarde bzw. eine Billion Becquerel als kBq, MBq, GBq bzw. TBq (kilo-, Mega-, Giga- bzw. Tera-) geschrieben. Früher wurde vor allem die Einheit Curie (Ci) verwendet ( $1 \text{ nCi} = 37 \text{ Bq}$  bzw.  $1 \text{ Bq} = 27 \text{ pCi}$ ).

Die **Strahlendosen** der Bevölkerung werden als sogenannte effektive Dosis ( $E$ ) in milli-Sievert (mSv) angegeben. Diese, bezogen auf den ganzen Körper, ist die Summe der (Äquivalent-) Dosen aller bestrahlten Organe des Körpers (z.B. auch die Schilddrüse), gewichtet mit ihrer jeweiligen Strahlenempfindlichkeit. Sie gilt als Bewertungsgröße für die biologische Wirkung der Strahlung auf den ganzen Menschen und ist unabhängig von Art und Herkunft derselben.

Tab. 1: Meßgrößen und Einheiten im Strahlenschutz (aus BAG-Jahresbericht 1994).

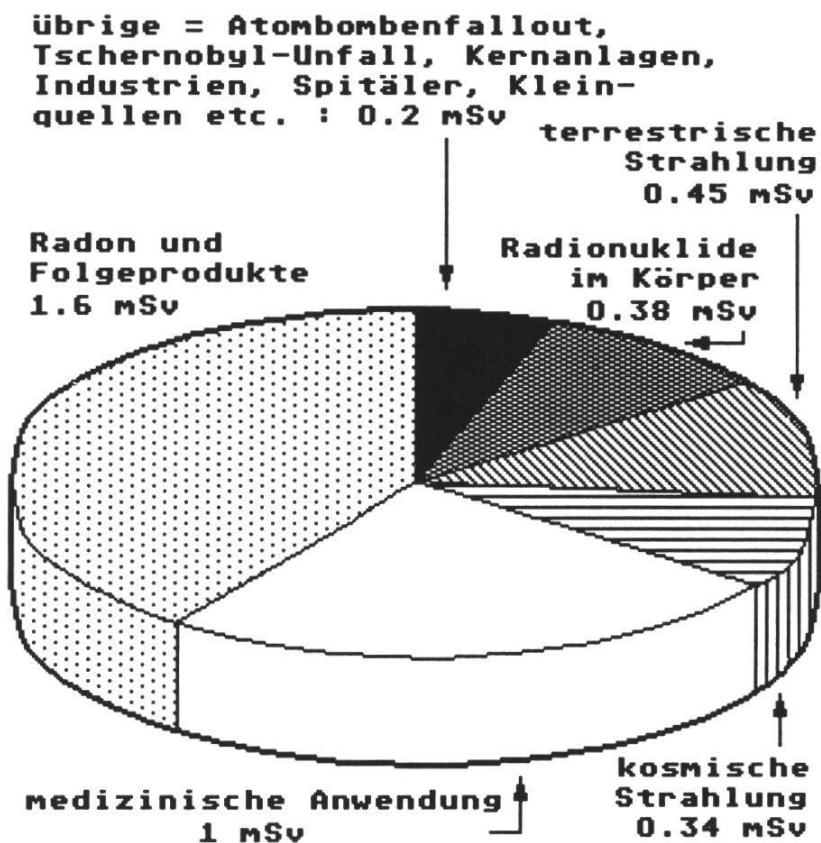


Abb. 4: Mittlere Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung 1994. Summe der einzelnen Beiträge: 4 milli-Sievert (aus BAG-Jahresbericht 1994).

### 1.7.2. Was wird gemessen?

Ziel ist, aus den Messungen die Bestrahlung und daraus die Dosis des Menschen zu ermitteln. Man unterscheidet *externe Bestrahlung* (z.B. kosmische Strahlung, also Strahlung aus dem Weltall, oder terrestrische Strahlung, also Strahlung aus dem Erdboden) und *interne Bestrahlung*, die entsteht, wenn Radionuklide durch Atmen, Trinken und Essen in den Körper aufgenommen werden. Die zwei Bestrahlungsarten werden sowohl von natürlicher als auch künstlich erzeugter Radioaktivität oder ionisierender Strahlung verursacht (Abb. 4). Für die im Strahlenschutz verwendeten Meßgrößen sei auf Tab. 1 verwiesen.

Die externe Bestrahlung kann relativ einfach mit Meßgeräten direkt gemessen werden. Zur Bestimmung der internen Bestrahlung muß die Konzentration der einzelnen Radionuklide in Nahrung und Atemluft bekannt sein. Das bedeutet, daß in repräsentativen Proben von Luft und von Nahrungsmitteln wie Gemüse, Fleisch, Milch, Wasser etc. die Radioaktivität gemessen werden muß.

Die KUER sammelte z.B. mit Aerosol-Filtergeräten, die am Boden stationiert sind, und solchen, die an Flugzeugen befestigt werden können, Aerosol- und Staubproben bis in große Höhen der Atmosphäre (10 bis 15 Kilometer). Dadurch konnten radioaktive Stoffe aus den Atombombentests frühzeitig festgestellt werden. Radionuklide in der Luft werden vor allem mit dem Niederschlag ausgewaschen und gelangen z.B. über den Pfad Gras – Kuh – Milch in den Menschen. Der Pfad vom Gras über die Kuh zur Milch ist besonders wichtig, weil sich das Isotop Jod-131 dabei anreichert. Jod-131 sammelt sich in der kleinen Schilddrüse des Menschen und ruft dort erhöhte Bestrahlungen hervor. Darum wurden in den letzten Jahren in der Schweiz auch Jodtabletten verteilt bzw. bereitgestellt, um bei einer allfälligen zu hohen Jodkonzentration in der Luft oder in der Milch die Schilddrüse durch Sättigung mit inaktivem Jod schützen zu können. Bei den Auswirkungen des Unfalles in Tschernobyl war in der Schweiz diese Maßnahme aber nicht angezeigt.

Es war bedeutsam, daß die KUER während der Fallout-Situation in den Sechzigerjahren aufgrund der Atombombentests wichtige Forschungsarbeiten über das Verhalten der wesentlichen Radionuklide in der Umwelt und der Nahrung durchführen konnte. Man lernte daraus, wie das Jod-131 vom Gras über die Kuh in die Milch übergeht, wieviel Prozent der Radionuklide aus der Milch sich im Käse wiederfinden, wie die Muttermilch bei Einnahme kontaminierten Nahrungsmittel mit Radionukliden belastet wird etc. Alle diese Erkenntnisse halfen sehr bei der Bewältigung der Tschernobyl-Situation in der Schweiz.

Haben die Labors anfänglich hauptsächlich nach Radionukliden aus den Atombombenexplosionen gefahndet, so kam dann die Überwachung der Umgebung von Betrieben, die mit radioaktiven Stoffen umgehen, dazu, ab 1957 Forschungsreaktoren am damaligen *Eidg. Institut für Reaktorforschung* (EIR), der Versuchsreaktor in Lucens, Tritium und Americium verarbeitende Industriebetriebe, Spitäler, die u.a. Jod-131 für Schilddrüsen-Therapien verwendeten und schließlich kommerzielle Kernkraftwerke.

Im Bewilligungsverfahren werden für die Betriebe, Spitäler, Kernkraftwerke etc. Grenzwerte für die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Atmosphäre und an das Abwasser festgelegt, so daß nur kleine Radionuklidkonzentrationen in der Umgebung auftreten. Festgelegte niedrige Dosisrichtwerte für die Bevölkerung, z.B. 0.2 milli-

Sievert pro Jahr bei den Kernanlagen, werden so eingehalten. Ein Hauptzweck der Überwachungsmessungen ist es zu kontrollieren, daß diese Immissionsgrenzwerte und Dosisrichtwerte nirgends überschritten werden. Durch die Überwachung von Abwasserreinigungsanlagen wurde so im Raum Zürich festgestellt, daß Krankenhäuser zu viel Jod-131 mit dem Abwasser abgaben. Die Aufsichtsbehörde hat dann, aufgrund der Messungen des KUeR-Labors, Rückhaltebecken verlangt, in denen das Jod-131 mit seiner Halbwertszeit von rund 8 Tagen in ein inaktives Nuklid (Xenon-131) zerfallen kann.

### *1.8. Schaffung und Aufbau einer Alarmorganisation*

Es zeigte sich bald, dass die KUeR mit ihren beschränkten Mitteln nicht in der Lage gewesen wäre, die durch eine Atombombenexplosion verursachte Katastrophensituation im Frieden und beim Übergang zum aktiven Dienst zu bewältigen. Auf ihren Antrag schuf der Bundesrat eine besondere Alarmorganisation, die vom *Alarmausschuß* geleitet wurde. In diesem befanden sich neben Fachleuten kompetente Vertreter der 6 beteiligten Departemente. Der *Alarmausschuß* erhielt vom Bundesrat in einer Verordnung vom 9. September 1966 den Auftrag, die Grundlagen für die im Falle erhöhter Radioaktivität zum Schutze der Bevölkerung zu treffenden Maßnahmen zu schaffen.

Im Ereignisfall mußte der *Alarmausschuß* im ganzen Lande Ausmaß und Verlauf der erhöhten Radioaktivität verfolgen und dem Bundesrat die notwendigen Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung, bis hin zum Aufsuchen von Kellern oder Schutzräumen, vorschlagen. In dringenden Fällen hatte er die Pflicht, der Bevölkerung über die Massenmedien direkt Schutzmaßnahmen zu empfehlen. Für die Information der Bevölkerung war das *Departement des Innern* zuständig. Die Alarmorganisation koordinierte ihre Mittel von Anfang an mit jenen des *AC-Schutzdienstes* der Armee und des Zivilschutzes. Es war richtig, den Präsidenten der KUeR auf Vorschlag von BR H.P. Tschudi auch zum Chef des *Alarmausschusses* zu wählen. Damit war sichergestellt, daß die ganze Labororganisation der KUeR mit ihren zugewandten Labors im Ereignisfall zugunsten der Alarmorganisation koordiniert eingesetzt werden konnte.

Das Ziel «Schutz der Bevölkerung bei einem A-Ereignis» ist hochgesteckt. Würde nämlich unser Land gefährlich betroffen und müßte der Bundesrat anordnen: «Sofortiges Aufsuchen von Kellern oder Schutzräumen», so wäre dies wohl ein erster notwendiger Schritt. Ein Schutz wäre erst erreicht – einen absoluten gibt es nicht – wenn die betroffene Bevölkerung innert nützlicher Frist Keller oder Schutzräume aufgesucht hätte. Man kann sich die auftretenden Probleme, vor allem in Städten, leicht ausmalen. Es gibt neben der aktiven Bevölkerung Kinder und Betagte, Invalide und Kranke, Schulen, Heime, Spitäler und auch Gefängnisse, an die man denken muß.

Ein wichtiger Schritt zur Zusammenarbeit Bund – Kantone im *AC-Schutzdienst* wurde mit dem Bundesgesetz über die Leitungsorganisation und den

Rat für Gesamtverteidigung (1970) geschaffen. Darin wurden der *Stab Gesamtverteidigung* und die *Zentralstelle Gesamtverteidigung* verankert. Diese hatte die Aufgabe, die Kantone über die Absichten des Bundes im Bereich Gesamtverteidigung zu orientieren und sie bei ihren Vorbereitungen im *AC-Schutzdienst* zu beraten und zu unterstützen.

So wurde der *Alarmausschuß*, um 2–3 Fachleute des C-Schutzes erweitert, als Fachorgan *Ausschuß AC-Schutz* dem *Stab Gesamtverteidigung* unterstellt. Die Leitung der Alarmorganisation übernahm die neu betitelte *Kommission für AC-Schutz*. Für den Ereignisfall wurde eine *Einsatzgruppe* der *Eidg. Kommission für AC-Schutz*, in der Folge «*Einsatzgruppe*» genannt, zur Führung der Alarmorganisation bestimmt.

Die Zusammenarbeit Bund – Kantone auf dem Gebiete *AC-Schutzdienst* wurde 1981 im «*Konzept des koordinierten AC-Schutzdienstes*» verankert, vom Bundesrat zur Kenntnis genommen und von der *Zentralstelle Gesamtverteidigung* den Kantonen zugestellt mit der Einladung, das Konzept, das vom Chef *Ausschuß AC-Schutz* unterschrieben war, zu verwirklichen.

Die Zusammenarbeit zeigte Früchte. Für das Warnen und Alarmieren von Behörden des Bundes und der Kantone standen dem *Alarmausschuß* schon lange die gesamten Übermittlungsmittel der kantonalen Polizeikorps zur Verfügung. Wie aber würde man, auch nachts, die Bevölkerung veranlassen können, Schutzmaßnahmen zu ergreifen? Deshalb hat der *Ausschuß AC-Schutz*, mit Hilfe der *Zentralstelle Gesamtverteidigung*, die Zivilschutzsirenen aus dem Dornröschenschlaf erweckt. Diese wurden reaktiviert, neu ausgerüstet, das Netz wurde verdichtet und teilweise mit Fernsteuerungen versehen. Zweimal im Jahr finden Sirenentests statt.

Gemäß *Konzept* haben die Kantone in ihren Führungsstäben einen verantwortlichen Chef *AC-Schutzdienst* ernannt. Wichtig war die Schaffung einer permanenten Alarmstelle. Der Chef *AC-Schutzdienst* war auch für die Zusammenarbeit mit dem *Ausschuß* zuständig und nahm ab 1976 regelmäßig an den 2–3tägigen AC-Fachkursen der *Zentralstelle Gesamtverteidigung* teil. Da wurden viele Probleme im *AC-Schutzdienst* zwischen Bund und Kantonen bereinigt, neue Erkenntnisse im Strahlenschutz vermittelt und das Dosis-Maßnahmen-Konzept eingehend diskutiert.

Es wurde vereinbart, daß in einem Ereignisfall die «*Einsatzgruppe*» direkt mit den Chefs *AC-Schutzdienst* der Kantone und mit den Kantonchemikern zusammenarbeitet. Bei Tschernobyl waren dies vor allem die meistbetroffenen Kantone Thurgau, St. Gallen, Graubünden und Tessin.

Zwischen Bund und Kantonen hat sich eine erfreuliche Vertrauensbasis gebildet, wenn auch die Erfahrung beim Ereignis Tschernobyl gemacht wurde, daß manchmal «*Jeder sich selbst der Nächste ist*» und daß deshalb immer versucht werden muß, möglichst umfassend alle zu informieren.

## *1.9. Informationsschriften und Merkblätter*

Im Jahre 1973 hatte der *Alarmausschuß* eine Aufklärungsschrift «*Radioaktive Gefährdung und mögliche Schutzmaßnahmen bei einer Atombombenkatastrophe im Frieden*» herausgegeben. Darin sind die Grundlagen des Strahlenschutzes beschrieben und die Maßnahmen, die nötig werden könnten, falls im Frieden eine Atombombenkatastrophe Auswirkungen bis in die Schweiz hätte. Es war die Zeit, in der trotz des SALT-Abkommens 1972 die Vorräte an Kernwaffen ständig zunahmen. Noch 1994 gab es offenbar ca. 40000 nukleare Sprengköpfe.

Die Auswirkungen eines solchen Ereignisses im Frieden, ohne jede Vorwarnung, könnten verheerend sein und wurden in der Schrift beschrieben, ebenso Schutz- und Abwehrmaßnahmen. Je nach Ort, Zeit, Kaliber, Explosionsart (Luft oder Bodenexplosion) und meteorologischen Verhältnissen wären hundert und mehr Kilometer des Landes betroffen. In Zeitnot müßte der *Alarmausschuß* noch einen Sicherheitssfaktor in die Prognose der Gefahrenzone einbauen. Man wagt heute kaum daran zu denken, daß große Teile der Bevölkerung Keller oder Schutzräume aufsuchen müßten. Dann käme die Devise des Zivilschutzes, jedem Einwohner seinen Schutzplatz, voll zur Geltung. Natürlich ist die Wahrscheinlichkeit solcher Unfälle äußerst klein. Wir können nur hoffen, daß die Kontrolle über die nuklearen Sprengköpfe weiterhin einwandfrei bleibt. Es gab schon Flugzeugabstürze mit Atombomben an Bord (Palomares/Spanien 1966, Thule/Grönland 1968), wobei nur der chemische Sprengstoff explodierte, ohne jede Gefahr einer Kernexplosion. Der Unterschied in den Folgen ist riesengroß.

Das Konzept des *Koordinierten AC-Schutzdienstes* fand seinen Niederschlag im Merkblatt «*Alarmierung der Bevölkerung bei drohender Gefahr*», das in jedem Telefonbuch auf den hintersten Seiten zu finden ist.

## *1.10. Die Alarmorganisation und die Kernkraftwerke*

Die schweizerischen Kernkraftwerke mit elektrischen Leistungen bis zu 1100 Mega-Watt stellen ein Gefährdungspotential dar. Obwohl auch die KUeR die Sicherheit der KKW als gut betrachtete, hat deren Präsident an das Bundesamt für Energiewirtschaft 1975 einen Brief gerichtet mit der Bitte, man möge wegen des hohen Gefährdungspotentials und der kurzen Vorwarnzeit bei Kernkraftwerk-Unfällen besondere Vorkehren für den Schutz der Bevölkerung in deren Umgebung treffen. Begründet wurde das Anliegen u.a. mit Einwirkungen von außen, aber auch mit technischem und menschlichem Versagen, das statistisch kaum zu erfassen sei.

Nachdem die Bundesbehörden die Zustimmung zum Anliegen gegeben hatten, wurden am 7. Juli 1977 unter dem Vorsitz von Bundesrat W. Ritschard die Standortkantone von Kernkraftwerken und die daran angrenzenden

Kantone durch den *Ausschuß AC-Schutz* und die *Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen* orientiert. Nach eingehender sachlicher Diskussion haben die Kantone einstimmig dem Aufbau eines *raschen Alarmsystems für die Bevölkerung* (RABE) zugestimmt. Er wurde unter der Leitung der *Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen* zügig an die Hand genommen. Die Realisierung von RABE wirkte stimulierend auf den Ausbau des Bevölkerungsschutzes für die ganze Schweiz. Daran ist ständig weiterzuarbeiten.

### *1.11. Weiterer Auf- und Ausbau der Alarmorganisation in den Achtzigerjahren*

Schon in der Verordnung über die Alarmorganisation im Jahre 1966 ist aufgeführt, daß dem *Alarmausschuß* eine *Überwachungszentrale*, eine *Alarmzentrale* und weitere Mittel zur Verfügung stehen. Erst nach jahrelangen, allzulangen Bemühungen wurde dem Begehr entsprochen, im personellen Bereich und hinsichtlich von Ausrüstungen deutliche Verbesserungen durchzuführen.

Die *Schweizerische Meteorologische Anstalt* plante auf ihrem Gelände in Zürich ein Bauvorhaben. Der *Alarmausschuß* beantragte sogleich, im gleichen Gebäude eine geschützte Alarmzentrale einzurichten. An einer Sitzung im *Eidg. Departement des Innern*, unter dem Vorsitz von Bundesrat H. Hürlimann, im Beisein von Bundesrat R. Gnägi und wenigen direkt interessierten Persönlichkeiten, wurde 1978 beschlossen, die Anlage METALERT bei der *Schweiz. Meteorologischen Anstalt* zu erstellen und darin auch Kommando-Teile der Flieger- und Flabtruppen unterzubringen. Als Projektleiter des Vorhabens bezeichnete Bundesrat H. Hürlimann seinen Generalsekretär. Offenbar überzeugte der Bedürfnisnachweis des *Alarmausschusses* und der *Schweiz. Meteorologischen Anstalt* die vorberatenden Kommissionen der Räte, so daß der Nationalrat in der Dezembersession 1979 und der Ständerat in der Märzesession 1980 dem Bundesbeschuß zur Erstellung der Anlage METALERT ohne Opposition zustimmten.

Trotz vieler zu lösender technischer Probleme ging der Bau METALERT zügig voran. Am 1. Juli 1984 wurde die Anlage in Betrieb genommen, am 22. Oktober 1984 mit einer schlichten Feier eingeweiht. In Bern war im gleichen Jahr eine geschützte Führungsanlage des Bundes errichtet worden, in welcher auch die «*Einsatzgruppe*» ihren Arbeitsplatz zugewiesen erhielt.

Durch den steten Aufbau der Alarmorganisation mit permanenten und aktivierbaren Meßnetzen zur Bestimmung der Umweltradioaktivität, mit Vereinbarungen über Probenahmen im Ereignisfall durch die Labors, einer jederzeit einsetzbaren Labororganisation und der vertraglich geregelten Möglichkeit zur Aufbietung zum aktiven Dienst von AC-Schutzspezialisten ergaben sich große Änderungen in den Strukturen.

Wie schon erwähnt, wurde dem Bevölkerungsschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke besondere Aufmerksamkeit geschenkt und der Einsatz der Alarmorganisation auch auf einen Störfall in einem solchen Werk speziell ausgerichtet.

In einer ausführlichen Schrift «*Schutz der Bevölkerung bei einer Gefährdung durch Radioaktivität*», die nun Nuklearexplorationen und Reaktorunfälle im Frieden miteinbezog, wurde 1983 das neue Einsatzkonzept der Alarmorganisation im Detail dargelegt. Die Schrift wurde weit verbreitet (Eidg. Räte, Behörden von Bund, Kantonen und Gemeinden, Zivilschutz, Medien, Journalisten etc.), fand aber kaum ein Echo. Es wurden darin neue Erkenntnisse im Strahlenschutz und in der Berechnung von Strahlendosen ausführlich dargelegt. Darin ist auch zum ersten Mal (die Autoren meinen weltweit) ein «*Dosis-Maßnahmen-Konzept für den Fall einer Nuklearexplosion oder eines KKW-Unfall im Frieden*» (siehe Tab. 2) beschrieben, das in der Schweiz als Grundlage für die Anträge der «*Einsatzgruppe*» an den Bundesrat für den Schutz der Bevölkerung bei erhöhter Radioaktivität dienen soll und beim Ereignis Tschernobyl auch angewandt wurde.

Die gesamte Führung des Bundes in der neuen Anlage in Bern, zusammen mit der Alarmorganisation («*Einsatzgruppe*» in Bern und Anlage *METALERT* in Zürich), wurde Ende 1984 an einer Gesamtverteidigungsübung getestet, an der auch sämtliche Führungsstäbe der Departemente aufgeboten wurden und gemeinsam unter einem «*3 atü Dach*» arbeiten konnten. Die «*Einsatzgruppe*» war dabei eingebettet in den Führungsstab des *Eidg. Departementes des Innern* mit seiner gesamten Infrastruktur. Beim Ereignis Tschernobyl waren die «*Einsatzgruppe*» und der Info-Chef des Departements auf sich allein gestellt, was ihre Arbeit keineswegs erleichterte.

Die neue Struktur der Alarmorganisation wurde von der Übungsleitung als tauglich befunden. Mängel traten bei der Übermittlung ein, besonders zu den an der Übung beteiligten Kantonen. Die «*Einsatzgruppe*» hatte ihrerseits den Eindruck, daß die Probenahme von Lebens- und Futtermitteln und die Analysen und Auswertungen der Messungen in einem Ereignisfall nie so reibungslos und fristgerecht würden erfolgen können, wie an einer noch so real gestalteten Stabsübung.

Die *Eidg. Kommission für AC-Schutz* war sich trotz sichtbarer Fortschritte bewußt, daß es noch großer Anstrengungen bedarf, die geplanten Vorkehrungen zum Schutze der Bevölkerung vor Radioaktivität, besonders unter dem Zeitdruck eines Ereignisses, zu realisieren. Sie ist ja nur Antragsorgan an den Bundesrat für die Ergreifung aller Maßnahmen zu diesem Schutz. Diese werden von den Bundes- und den Kantonsbehörden, allenfalls von den Gemeinden selbst angeordnet. Die lückenlose Durchführung obliegt aber den Kantonen und Gemeinden, für Bundesbetriebe wie SBB, PTT usw. dem Bund, letztlich aber jedem einzelnen, eine Verantwortung, die schwer wiegt.

Nach all den beschriebenen Fortschritten und Änderungen der Alarmorganisation und neuen Erkenntnissen im Strahlenschutz war die Verordnung des Bundesrates vom 1. September 1966 (Stand Oktober 1981) über die *Alarmorganisation für den Fall erhöhter Radioaktivität* überholt. Die *Eidg. Kommission für AC-Schutz* hat deshalb eine neue Verordnung ausgearbeitet, die den aktuellen Stand der Alarmorganisation im Jahre 1986 rechtlich verankern sollte. Diese Verordnung war zur Beschußfassung schon für eine Bundesratssitzung traktandiert, als sich Tschernobyl ereignete.

So war dann die während Tschernobyl nach diesem Entwurf tätige Alarmorganisation rechtlich nicht abgesichert, arbeitete aber nach dem neuesten Stand der Kenntnisse im Bereich Strahlenschutz. Am 7. Mai 1986 war der Chef der «*Einsatzgruppe*» zur Bundesratssitzung vorgeladen, um Rechenschaft über die bisherige Tätigkeit der Alarmorganisation beim Unfall Tschernobyl abzulegen.

Der Chef der «*Einsatzgruppe*» hat den Bundesrat eingehend über das beim Ereignis Tschernobyl in der Schweiz angewandte, 1983 publizierte *Dosis-Maßnahmen-Konzept* orientiert, ebenso umfassend über die radiologische Lage in der Schweiz und deren weitere Entwicklung. Er hat die Prognose gewagt, daß wahrscheinlich keine Anträge für Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung gemäß *Dosis-Maßnahmen-Konzept* zwingend sein werden. Im Sinne des obersten Grundsatzes des Strahlenschutzes, unnötige Strahlendosen zu vermeiden, seien aber weiterhin direkte Empfehlungen an die Bevölkerung vorgesehen. Der Bundesrat hat diese Orientierung zustimmend zur Kenntnis genommen, die bisherige Arbeit der «*Einsatzgruppe*» gebilligt, die Empfehlungen als ausreichend erachtet und die «*Einsatzgruppe*» aufgefordert, weiterhin die Bevölkerung offen wie bisher zu informieren und den Bundesrat laufend über die Entwicklung der Lage zu unterrichten.

### *1.12. Heutige Organisation zur Überwachung der Radioaktivität und zum Schutz der Bevölkerung*

Im Anschluß an den Reaktorunfall Tschernobyl wurden die Organisation der Radioaktivitätsüberwachung sowie die Einsatzorganisation in der Schweiz angepaßt. War bisher die Verantwortung für Überwachung und Berichterstattung bei der *Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität* (KUeR), so übernahm nun das *Bundesamt für Gesundheitswesen* diese Daueraufgabe im Dienste der Bevölkerung. Das seit 1957 bestehende «*Labor Freiburg der KUeR*», das am Physikalischen Institut der Universität stationiert ist, wurde daher in die *Sektion Überwachung der Radioaktivität* (SUeR) umbenannt und in die Abteilung Strahlenschutz des *Bundesamtes für Gesundheitswesen* integriert. Die *Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität* (KUeR) ist jetzt – wie es in der neuen Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 festgelegt ist – ein beratendes Organ des Bundesra-

tes, des *Eidg. Departementes des Innern* und des *Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements*. Sie äußert sich namentlich zur Radioaktivität der Umwelt, zu den Ergebnissen der Überwachung, ihrer Interpretation und den daraus für die Bevölkerung resultierenden Strahlendosen.

Das *Bundesamt für Gesundheitswesen* ist somit – gemäß Strahlenschutzverordnung – die zuständige Stelle für die Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität der Umwelt. Bei der Umgebungsüberwachung der Kernanlagen und beim *Paul-Scherrer-Institut* arbeitet es mit der *Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen* in Würenlingen zusammen, bei Industriebetrieben, die radioaktive Stoffe verwenden, mit der *Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt SUVA* in Luzern und für die Überwachung der Radioaktivität in den Lebensmitteln mit den Kantonalen Laboratorien. Die *Sektion Überwachung der Radioaktivität* organisiert und koordiniert das Überwachungsprogramm, sammelt die Ergebnisse und erstellt zusammen mit den beteiligten Labors jährlich einen Bericht zur Umweltradioaktivität und den daraus für die Bevölkerung resultierenden Strahlendosen, der vom *Bundesamt für Gesundheitswesen* veröffentlicht wird. An den Messungen sind auch Fachstellen des Bundes und der Hochschulen beteiligt, u.a. das *Paul-Scherrer-Institut* in Würenlingen, die *Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz* in Dübendorf, das AC-Laboratorium der Armee in Spiez, das *Institut de Radiophysique appliquée* in Lausanne, die Universität Bern und die Kantonsspitäler Bern und Genf. Im Falle eines Ereignisses mit erhöhter Radioaktivität sind alle diese Laboratorien in die nationale Einsatzorganisation integriert. Durch den Einbezug aller Fachstellen in unserem Lande ist es möglich, eine optimale Überwachung durchzuführen und den Schutz der Bevölkerung vor ionisierender Strahlung bestmöglichst sicherzustellen. Die Überwachungspläne und Meßverfahren werden laufend dem Stand von Wissenschaft und Technik angepaßt, und die Laboratorien stehen dazu im Kontakt mit Fachgesellschaften, internationalen Organisationen und den entsprechenden Stellen im Ausland. Auch der Information der Öffentlichkeit wird vom Bund die nötige Aufmerksamkeit gewidmet.

Mit der *Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität* (VEOR) vom 26. Juni 1991 wurden die rechtlichen Grundlagen für die heutige Zuständigkeit, Organisation und den Einsatz der Organe des Bundes in Fällen, in denen Bevölkerung und Umwelt durch erhöhte Radioaktivität gefährdet sind oder sein könnten, geschaffen. Den Schutz der Bevölkerung stellt die Einsatzorganisation sicher. Sie umfaßt einen *Leitenden Ausschuß Radioaktivität*, die *Nationale Alarmzentrale* und zusätzliche Stellen und Mittel, wie z.B. die *Alarmstelle* bei der *Schweizerischen Meteorologischen Anstalt*, die Probenahme- und Meßorganisation sowie Übermittlungsnetze.

Der (die) Leiter(in) der Einsatzorganisation und zugleich Chef des *Leitenden Ausschusses Radioaktivität* ist der (die) Generalsekretär(in) des *Eidg.*

*Departements des Innern.* Mitglieder sind u.a. Direktoren von Bundesämtern, die bei einer Lage mit erhöhter Radioaktivität Aufgaben übernehmen müssen, Vertreter von Kantonen und der Vizekanzler Information. Dem Ausschuß stehen Mitglieder der 4 Eidg. Kommissionen, die sich mit Strahlenschutz beschäftigen, mit dem Fachwissen aus diesen Kommissionen zur Verfügung (*Eidg. Kommission für AC-Schutz*, *Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität*, *Eidg. Kommission für Strahlenschutz* und *Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen*).

Der (die) Generalsekretär(in) des *Eidg. Departement des Innern* überwacht die Vorbereitungs- und Koordinationsarbeiten der Einsatzorganisation und sorgt für deren Einsatzbereitschaft. In einem Ernstfall beurteilt der *Leitende Ausschuß Radioaktivität* die Gesamtlage, gestützt auf die von der *Nationalen Alarmzentrale* bereitgestellten Unterlagen zur radiologischen Lage und deren Bewertung. Er koordiniert und berät die Maßnahmen, die dem Bundesrat zur Entscheidung vorgelegt werden sollen. Er überwacht den Vollzug der beschlossenen Maßnahmen.

Die *Nationale Alarmzentrale* mit ihrem Standort in Zürich ist direkt dem (der) Generalsekretär(in) des *Eidg. Departements des Innern* unterstellt. Damit ist die Koordination innerhalb der Einsatzorganisation sichergestellt. Die Alarmzentrale beschäftigt rund 20 Fachleute, unterhält eine Pikettorganisation und kann bei Bedarf rasch den Armeestabsteil der Alarmzentrale mit rund 160 Fachleuten aus Wissenschaft, Forschung, Industrie und Verwaltung aufbieten. Weitere Informationen über die Alarmzentrale können aus dem Faltblatt des *Eidg. Departements des Innern* und aus dem seit 1992 jährlich erscheinenden Bericht entnommen werden (zu beziehen bei der Nationalen Alarmzentrale, 8044 Zürich, Postfach, Tel. 01/256 91 11).

Die heutige Organisation und die personelle und materielle Ausstattung der *Sektion Überwachung der Radioaktivität*, der weiteren beteiligten Laboratorien der Einsatzorganisation Radioaktivität und der *Nationalen Alarmzentrale* sind in der Lage, die Umwelt permanent auf Radioaktivität zu überwachen, in außerordentlichen Lagen rasch zu reagieren und die Bevölkerung immer umfassend zu informieren. Gestützt auf die Erfahrungen und die Pionierarbeit der früheren Stellen steht der Schweiz heute eine effiziente Organisation zur Überwachung der Radioaktivität und zum Schutz der Bevölkerung zur Verfügung.

## 1.13. Das Dosis-Maßnahmen-Konzept (DMK)

### 1.13.1. Grundsätze

Bei einem Ereignis, bei dem Teile der Bevölkerung einer erhöhten Strahlung ausgesetzt sind, benötigt der *Alarmausschuß Radioaktivität* bzw. heute die *Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität* einen Rahmen für seine

Anträge an den Bundesrat. Darin werden Maßnahmen zum Schutze der Bevölkerung formuliert mit dem Ziel, das gesundheitliche Risiko klein zu halten.

Der *Alarmausschuß* hat deshalb im Jahre 1982 ein «*Dosis-Maßnahmen-Konzept*» für den Fall einer Nuklearexplosion oder eines Kernkraftwerkunfalles im Frieden erarbeitet und veröffentlicht. Es war damals wegweisend für ähnliche Konzepte in anderen Ländern und enthielt schon die wesentlichen Elemente des heute gültigen Konzeptes.

Was waren diese Elemente? Es wurde angestrebt, daß keine Person der Bevölkerung bei einem nuklearen Ereignis durch externe Bestrahlung eine Dosis von mehr als 50 milli-Sievert erhalten soll; durch interne Bestrahlung soll eine Limite von 10 milli-Sievert nicht überschritten werden.

Es wurden im Konzept für die externen bzw. für die internen Strahlendosen auch untere Dosisschwellen angegeben, unterhalb derer keine Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind. Gemäß dem obersten Grundsatz des Strahlenschutzes, unnötige Strahlendosen zu vermeiden, war aber vorgesehen, daß die Einsatzorganisation auch unterhalb dieser Dosisschwelle Empfehlungen direkt an die Bevölkerung erläßt, nämlich dort, wo Dosiseinsparungen sinnvoll und mit wenig Aufwand möglich sind.

- Bei externer Bestrahlung, wenn sich die Strahlenquelle außerhalb des menschlichen Körpers befindet, sind dies: Fenster schließen; sich nicht unnötig im Freien aufhalten;
- Bei interner Bestrahlung, wenn Radioaktivität über Atemluft, Trinkwasser und Nahrung in den Körper gelangt, sind dies: Gemüse und Früchte gut waschen, allenfalls schälen. Für bestimmte Personengruppen ist zu empfehlen, gewisse Lebensmittel nicht zu konsumieren.

Übersteigen die zu erwartenden Strahlendosen im Konzept angegebene Dosisschwellen, sind beim Bundesrat Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung zu beantragen.

Grundlage für die im Konzept bezeichneten Dosisbereiche für externe Bestrahlung waren die zu erwartenden Strahlendosen bei einem ständigen Aufenthalt im Freien. Bemerken muß man hier, daß die externen Strahlendosen beim Aufenthalt im Haus ca. 10 mal kleiner sind als im Freien. Als Schutzmaßnahmen «extern» kamen nur in Frage:

- Aufenthalt im Haus (Türen und Fenster schließen);
- Aufsuchen von Kellern oder Schutzräumen (Schutzfaktor 50 bis 500);
- Allenfalls nachträgliche horizontale Evakuierung.

Die Schutzmaßnahmen greifen erst, wenn diese durchgeführt sind. Deshalb war damals und ist heute entscheidend, daß z.B. bei einem Atombombenunfall in der Nähe der Schweiz das angeordnete Aufsuchen von Schutzräumen fristgerecht erfolgt. Dies bleibt eine entscheidende Daueraufgabe für

jede verantwortliche Behörde. Da sind wir in der Schweiz mit dem Schutzplatzkonzept des Zivilschutzes in einer guten Ausgangslage, auch für die Umgebungsbevölkerung eines Kernkraftwerkes. Das Schutzziel «extern» von 50 milli-Sievert ist deshalb erreichbar, wenn rechtzeitig Schutz gesucht wird.

Grundlage für die im Konzept bezeichneten Dosisbereiche für interne Bestrahlung sind die zu erwartenden Strahlendosen «intern», für den Fall, daß sich die Eßgewohnheiten der betroffenen Bevölkerung trotz des nuklearen Ereignisses nicht ändern.

Das heutige *Dosis-Maßnahmen-Konzept* ist eine Vervollkommenung seines Vorläufers aus dem Jahre 1982. Es ist in der *Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität* vom 26. Juni 1991 enthalten.

Etwas vereinfacht wird es hier wiedergegeben.

#### 1.13.2. Dosis-Maßnahmen-Konzept von 1991

1. Das *Dosis-Maßnahmen-Konzept* gibt der *Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität* den Rahmen für die Anordnung von Schutzmaßnahmen mit dem Ziel, das gesundheitliche Risiko der Bevölkerung nach einem Ereignis mit erhöhter Aktivität klein zu halten.
2. Primäre Größen für die Anordnung von Schutzmaßnahmen sind die (ohne Schutzmaßnahmen) erwartete, die eingesparte und die verbleibende Dosis (effektive Individualdosis oder Schilddrüsendosis der am meisten exposierten Bevölkerung).

Weitere wichtige Entscheidungsfaktoren sind insbesondere:

- die verfügbare Zeit,
  - die Durchführbarkeit der Maßnahmen,
  - die Nebenwirkungen von Maßnahmen,
  - die mögliche weitere Entwicklung der radiologischen Lage,
  - die Gesamtlage.
3. Für jede der hauptsächlich in Frage kommenden Schutzmaßnahmen gilt ein Dosisband mit einer unteren (UDS) und einer oberen (ODS) Dosischwelle.
    - a. Liegt die erwartete Dosis unterhalb UDS, wird die betreffende Schutzmaßnahme nicht getroffen.
    - b. Liegt die erwartete Dosis oberhalb ODS, muß die betreffende Schutzmaßnahme, wenn irgend möglich und sinnvoll, getroffen werden.
    - c. Zwischen UDS und ODS werden für die Entscheidung über Schutzmaßnahmen Optimierungskriterien angewendet. Bei einer Optimierung wird, neben allfälligen negativen Nebenwirkungen der Maßnahme, vor allem die durch die Maßnahme eingesparte Dosis berücksichtigt.

Schutzmaßnahmen sind nur sinnvoll, wenn sie mehr nützen als schaden.

4. Die Dosisänderungen des *Dosis-Maßnahmen-Konzepts* sind auf Tab. 2 dargestellt. (Die Dosen sind Ganzkörperdosen, ausgenommen jene bei der Schutzmaßnahme «Einnahme von Jodtabletten», wo es sich um Schilddrüsendosen handelt.)

<b>Schutzmaßnahme</b>	<b>UDS</b>	<b>ODS</b>
Aufenthalt im Haus	1 mSv	10 mSv
Aufenthalt im Keller/Schutzraum	10 mSv	1000 mSv
Evakuierung, sofern geschützter Aufenthalt ungenügend oder nicht länger möglich/zumutbar	100 mSv	500 mSv
Einnahme von Jodtabletten	30 mSv	300 mSv
Einschränkungen im Lebensmittelkonsum	1 mSv	20 mSv

Tab. 2: Das Schweizer Dosis-Maßnahmen-Konzept: Angaben in milli-Sievert [mSv] (aus: Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität [VEOR] vom 26. Juni 1991, Seiten 9–10).

5. Für nicht in Tab. 2 angeführte Schutzmaßnahmen, wie beispielsweise die Räumung, gilt allgemein das Dosisband zwischen 100 und 500 milli-Sievert.
6. Die Einsatzorganisation ist für die Berechnung, Bilanzierung und Überprüfung der Dosen der Bevölkerung verantwortlich. Nach Eintritt des Ereignisses werden zuerst einschneidende Maßnahmen angeordnet; anschließend können sie je nach Lage wieder gelockert werden. Die Maßnahmen werden im Sinne einer Erfolgskontrolle überprüft, mit den jeweils neuesten Dosisbilanzen im Rahmen des *Dosis-Maßnahmen-Konzepts* korreliert und, wenn nötig und sinnvoll, den neuen Gegebenheiten angepaßt.

## 1.14. Die Sicherheit der Kernkraftwerke

### 1.14.1. Die Katastrophe in Tschernobyl

Die Katastrophe im Jahre 1986 im Kernkraftwerk Tschernobyl hat die Diskussion über die Sicherheit der Kernenergie wieder heftig in Gang gebracht. Deshalb hat der Bundesrat gefordert, die Sicherheit der schweizerischen Kernkraftwerke zu überprüfen. Niemand konnte bestreiten, daß der Unfall in Tschernobyl für den Reaktor selbst, für die Betriebs- und Rettungsmannschaft, für die Bevölkerung und die Umgebung katastrophale Auswirkungen hatte und noch immer hat. Was war passiert? Der Reaktor war, aufgrund menschlichen Fehlverhaltens und konstruktiver Auslegungsmängel

«explodiert». Er geriet in Brand, und während mehr als einer Woche wurden große Mengen radioaktiver Stoffe an die Umwelt abgegeben. Die Bevölkerung bis zu einem Abstand von ca. 30 km vom Reaktor sowie mehrere Dörfer außerhalb dieser Zone mußten evakuiert werden. Radioaktive Stoffe breiteten sich über zahlreiche Länder aus, darunter auch über die Schweiz.

30 Personen der Betriebs- und Rettungsmannschaft erhielten so hohe Strahlungsdosen, daß sie bald starben. Mit schädlichen Folgen bei der betroffenen Bevölkerung war zu rechnen. Die *Weltgesundheits-Organisation* (WHO) gibt heute an, daß zusätzlich zu den 30 Todesfällen beim Einsatzpersonal 10 weitere Todesfälle aufgrund der Strahlung nachgewiesen wurden. Erkrankt an Schilddrüsenkrebs sind bisher rund 700 Kinder. Ein weiterer Anstieg in den nächsten Jahren ist zu erwarten. Obwohl bis jetzt bei Leukämie und ähnlichen Blutkrankheiten kein statistisch meßbarer Anstieg nachgewiesen wurde, gehen Experten der WHO davon aus, daß in einigen Jahren die Häufigkeit an Leukämien, Brustkrebs, Blasenkrebs und Nierenleiden bei den durch den Unfall betroffenen Personen in der Umgebung von Tschernobyl ansteigen wird. Provisorische Gesundheitsberichte von Angehörigen der etwa 800 000 Personen umfassenden Aufräumequipen weisen auf den Beginn eines Anstieges dieser Erkrankungen hin.

Neben den direkt durch die Strahlung verursachten Gesundheitsschädigungen haben die psychosozialen Auswirkungen ein großes Ausmaß angenommen. Evakuierungen, Umsiedlungen, Angst vor Auswirkungen der Strahlung sind Ursache für eine große Anzahl gesundheitlicher Störungen wie Atembeschwerden, Verdauungsprobleme, Schlafstörungen, Konzentrationschwierigkeiten und Alkoholmißbrauch.

#### 1.14.2. Die Sicherheit der Kernkraftwerke in der Schweiz

Die ersten Reaktionen auf die Reaktorkatastrophe in Tschernobyl hinsichtlich der Sicherheit der schweizerischen Kernkraftwerke umfaßten die ganze vorstellbare Palette: «*Tschernobyl ist überall, also sind die schweizerischen Kernkraftwerke sofort abzustellen*» bis zu «*der Reaktor in Tschernobyl hat mit den schweizerischen Kernkraftwerken nichts gemeinsam, also hat der Unfall keinerlei Bedeutung für den Betrieb und die Sicherheit der Kernkraftwerke in der Schweiz*».

Wie fast immer besteht die Realität nicht nur aus Schwarz und Weiß: die Folgerungen von Tschernobyl für die schweizerischen Kernkraftwerke mußten sorgfältig untersucht werden. Einerseits stimmt es, daß ein Unfallhergang wie in Tschernobyl aus physikalischen und technischen Gründen in Leichtwasserreaktoren, wie sie in der Schweiz betrieben werden, nicht möglich ist. Andererseits gibt es Unfallabläufe, die zwar sehr unwahrscheinlich sind, bei denen aber große Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt gelangen könnten. Tschernobyl hat hier den Einbau von Containment-Druckentlastungssy-

stemen beschleunigt. Diese bieten die Möglichkeit, einen nach einem schweren Unfall sich im Containment aufbauenden zu hohen Überdruck abzubauen und dabei die an Aerosolen angelagerte Radioaktivität sowie Jod in Filtern zurückzuhalten. Alle schweizerischen Kernkraftwerke verfügen heute über solche Systeme, womit Unfälle mit katastrophalen Auswirkungen auf die Umwelt noch unwahrscheinlicher wurden als sie es schon waren.

Eine weitere Verbesserung brachten die sogenannten *Probabilistic Safety Assessments*; in diesen Studien wird durch Modellierung untersucht, welche Abläufe, welche Fehler in elektrischen, elektronischen und mechanischen Komponenten und Systemen zu einem Unfall mit Austritt größerer Mengen radioaktiver Stoffe führen könnten. Je nach der Wahrscheinlichkeit eines Versagens von Komponenten werden bessere Teile, andere Verfahren benutzt, um Kernkraftwerke noch sicherer zu machen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit von Kernkraftwerken bringt ein gut ausgebildetes, sich seiner Verantwortung voll bewußtes Personal. Hier hat die Schweiz ein hohes Niveau. Dieses Niveau zu halten, ist eine Dauer-aufgabe. Sie wird durch die Ausbildung des Betriebspersonals auf Simulatoren, durch Wiederholungskurse, durch das Lernen aus Fehlern sowie durch eine konsequente Förderung des Nachwuchses erfüllt.

Der Stand der in einem Land, in einem Kernkraftwerk erreichten Sicherheit beim Betrieb der Anlage muß periodisch an internationalen Maßstäben gemessen werden. Das *Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement* hat daher veranlaßt, daß alle schweizerischen Kernkraftwerke einer internationalen Überprüfung unterzogen werden. Eine solche Überprüfung bietet die *Internationale Atomenergie-Organisation* (IAEA) an. Im Jahre 1993 wurde das Kernkraftwerk Leibstadt, im Jahre 1995 das Kernkraftwerk Beznau von einer Gruppe internationaler Experten, einem OSART (*Operational Safety Assessment and Review Team*), unter die Lupe genommen. Beiden Werken wurde ein hoher Sicherheitsstandard und die Verfolgung einer guten Sicherheitskultur attestiert. Die Expertengruppe hat aber auch Empfehlungen gegeben, wie der hohe Sicherheitsstandard in Zukunft aufrecht erhalten und noch weiter verbessert werden kann. Dazu gehören z.B. eine genauere Überprüfung abnormaler Betriebsereignisse, eine vermehrte Berücksichtigung des Einflusses menschlicher Handlungen (Faktor Mensch), eine Verstärkung der Sicherheitsvorgaben durch das Management (wie z.B. das Erzielen tiefer Dosen für das Personal, geringe Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung, eine geringe Anzahl von Betriebsstörungen durch sorgfältigen Unterhalt) und die Pflege einer verstärkt hinterfragenden und selbstkritischen Einstellung. Die beiden anderen schweizerischen Kernkraftwerke, Mühleberg und Gösgen, werden in den nächsten Jahren einer OSART-Überprüfung unterzogen werden.

## **Teil 2. Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl auf die Schweiz**

### *2.1. Das Ereignis*

Im ukrainischen Kernkraftwerk Tschernobyl, ca. 120 km nördlich von Kiew und ungefähr 1500 km von der Schweiz entfernt, ereignete sich am 26. April 1986 um 01.24 Uhr Ortszeit ein schwerer Reaktorunfall. Er war die Folge einer Leistungsexkursion im Zusammenhang mit Experimenten und hatte nicht nur Auswirkungen auf die nähere Umgebung, sondern betraf auch weite Gebiete von Ost-, Nord- und Mitteleruropa. Am Standort des Kernkraftwerkes Tschernobyl standen vier graphitmoderierte Siedewasser-Druckröhrenreaktoren vom Typ «RBMK» mit einer elektrischen Leistung von je 1000 Megawatt. Vom Unfall betroffen war der Block 4, der im Jahre 1984 in Betrieb genommen worden war. Der Unfall führte infolge einer Explosion mit einem 10 Tage dauernden Brand des Graphitblockes zur vollständigen Zerstörung des Reaktors und während dieser Zeit zur Freisetzung großer Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt. Die zum Zeitpunkt des Unfalles herrschende Wetterlage und der im Kernkraftwerk wütende Brand waren die Ursache dafür, daß die freigesetzten radioaktiven Stoffe in große Höhen gelangten, was zur weiträumigen Verbreitung der Radioaktivität über viele Länder führte. Der zerstörte Reaktor wurde mit Sand, Ton, Dolomit, Kalkstein, einer Borverbindung und Blei überschüttet und später einbetoniert.

Erste Meldungen über den Unfall erfolgten am Abend des 28. April 1986 in den Medien: «*In Skandinavien ist am Vortag erhöhte Radioaktivität in der Luft gemessen worden; als Ursache wird ein Unfall in einem Kernkraftwerk in der Ukraine vermutet*». Die radioaktive Wolke zog anfangs gegen Skandinavien und von dort wieder nach Süd/Südost. Das im Raum Kiew vorhandene Windfeld führte in der Folge radioaktiv kontaminierte Luftmassen in den unteren Luftsichten Richtung Skandinavien und im oberen Niveau einen Tag später Richtung Mitteleuropa. Die Luftmassen in den höheren Schichten kamen vorerst nur zögernd voran, wurden dann aber ab dem 29. April 1986 mit wesentlich höherer Geschwindigkeit weggetrieben.

### *2.2. Die radioaktive Wolke erreicht die Schweiz*

Der radioaktive Ausfall der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl erreichte am 30. April 1986 auch die Schweiz. Eine erste Lagebeurteilung durch die Landeswetterzentrale der *Schweizerischen Meteorologischen Anstalt* vom 29. April 1986 hatte ergeben, daß es aufgrund der damaligen Wetterlage wenig wahrscheinlich sei, daß die radioaktive Wolke die Schweiz erreichen würde. Der diesbezügliche Wortlaut der Pressemitteilung der *Eidg. Kommiss*-

sion für AC-Schutz vom Dienstag dem 29. April 1986 um ca. 12.00 Uhr lautete: «Nach Auskunft der Landeswetterzentrale der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt besteht bei der herrschenden Wetterlage keine Gefahr, daß die radioaktive Wolke gegen unser Land treiben würde». Weil Wettervorhersagen nie zu 100 Prozent richtig sein können, bot der Präsident der Eidg. Kommission für AC-Schutz trotzdem die Sektion Überwachungszentrale in Zürich auf; später wurden alle vorhandenen Mittel der Eidg. Kommission für AC-Schutz Zug um Zug, gemäß Einsatzkonzept, zeitgerecht eingesetzt.

Die Wolke mit den freigesetzten Spaltprodukten erreichte um Mitternacht 29./30. April 1986 die Schweiz von Osten her und löste am Mittwoch, dem 30. April 1986 um 12.30 Uhr bei der automatischen Luftüberwachungsanlage (Frühwarnposten) Weißfluhjoch bei Davos Alarm aus. Zwischen 11.00 Uhr und 13.00 Uhr stiegen auch die Meßwerte der NADAM-Sonden in Zürich-SMA, Luzern, Engelberg und Altdorf um das zwei- bis vierfache an. Um ca. 15.00 Uhr wurde die Wolke auch von der Station Freiburg registriert. Auf Abb. 5 ist die Ortsdosisleistung der Station Zürich-SMA dargestellt.

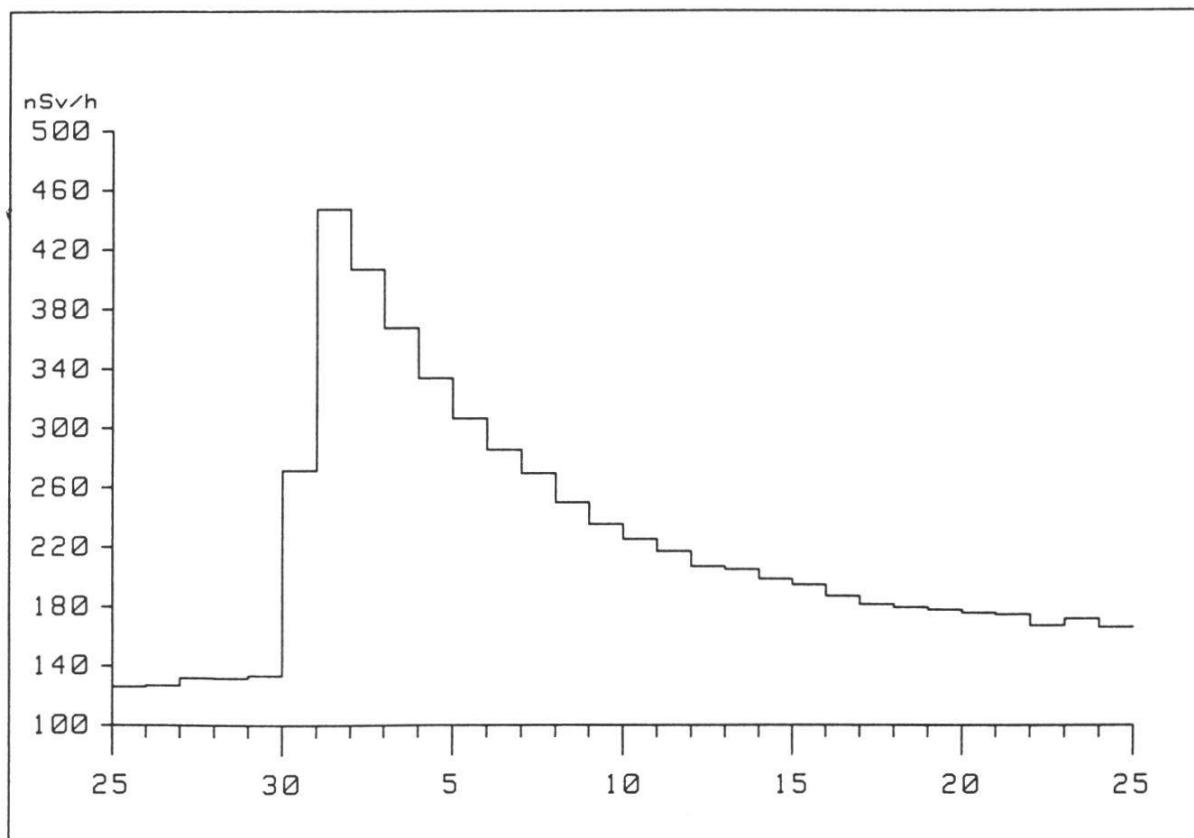


Abb. 5: Registrierung der Ortsdosisleistung mit der NADAM-Sonde «Zürich-SMA» vom 25.4.–25.5.1986 angegeben in nSv/h ( $=10^{-9}$  Sievert pro Stunde) (aus KUER-Bericht 1985/86).

Schon am 29. April 1986 wurde vom Präsidenten der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* am Schweizer Fernsehen DRS um 14.00 Uhr über die Alarmorganisation in der Schweiz berichtet. Am 30. April 1986 gaben Mitglieder der *Einsatzgruppe der Eidg. Kommission für AC-Schutz* (im folgenden kurz «*Einsatzgruppe*» genannt) an der Pressekonferenz von Vizekanzler Achille Casanova – im Anschluß an die morgendliche Bundesratssitzung – Auskunft über die radiologische Lage an diesem Tag und die Vorbereitung der Alarmorganisation.

Gemäß den Laboranalysen der Luftfilter zeigte die Konzentration der Radioaktivität in der Luft keine ausgeprägten regionalen Unterschiede. Der Caesium-137-Gehalt der Luft stieg Anfang Mai auf ca. 1–2 Becquerel pro m<sup>3</sup> und nahm in der Folge wieder stetig ab. Die Aktivität anderer Radionuklide in der Luft lag beispielweise beim aerosolgebundenen Jod-131 beim 3.5fachen derjenigen des Caesiums-137, für Caesium-134 beim 0.52fachen, für Ruthenium-103 beim 1.9-fachen, für Strontium-90 bei 1 Prozent derjenigen von Caesium-137. Die gesamte Jod-Aktivität, d.h. einschließlich der des elementaren Jods-131, lag in der Luft etwa beim 3fachen des aerosolgebundenen Jods-131. Ausschlaggebend war im Mai 1986, ob in der betreffenden Region während des Durchzuges der Wolke Regen fiel. Über die Niederschläge gelangte nämlich wesentlich mehr Radioaktivität auf Boden und Pflanzen, als bei trockener Ablagerung. Deshalb kam es in Teilen der Ostschweiz (30. April – 2. Mai 1986), im Tessin (ab dem 3. Mai 1986) und, etwas schwächer, auch in einzelnen Gegenden des Juras (ab dem 3. Mai 1986) zu einer stärkeren Kontamination von Boden und Bewuchs. Dies führte in der Folge zu einer Zunahme der Ortsdosisleistung und zu deutlich erhöhten, aber ungefährlichen Radioaktivitätswerten in Gras, Gemüse, Milch und gewissen Milchprodukten. Die regionale Ablagerung von Caesium-137 ist auf der Abb. 6 dargestellt.

Schon in der Pressemitteilung vom 2. Mai 1986 betreffend die radiologische Lage vom 1. Mai um 16.00 Uhr wurde über erhöhte Meßwerte der Ortsdosisleistung orientiert und diese folgendermaßen erläutert: «*Würden diese erhöhten Werte während eines ganzen Monats anhalten, ergäbe das für eine Person, die sich dauernd im Freien aufhält, eine zusätzliche Strahlendosis, die einem Viertel der jährlichen Strahlenexposition in der Schweiz entspricht*». Deshalb mußten gemäß dem Dosismaßnahmen-Konzept keine Einschränkungen im Bezug auf den Aufenthalt der Bevölkerung im Freien erwogen werden. Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, welche Überlegungen die «*Einsatzgruppe*» während des ganzen Tschernobyl-Einsatzes regelmäßig angestellt hat. Ergeben nämlich die Prognosen für zu erwartende Strahlendosen tiefere Werte als die entsprechenden Richtwerte des Dosismaßnahmen-Konzeptes, dann sind beim Bundesrat keine Schutzmaßnahmen zu beantragen; vorbehalten bleiben allenfalls Empfehlungen an die Bevölkerung. Die Meßwerte des automatischen Überwachungsnetzes NADAM belegten

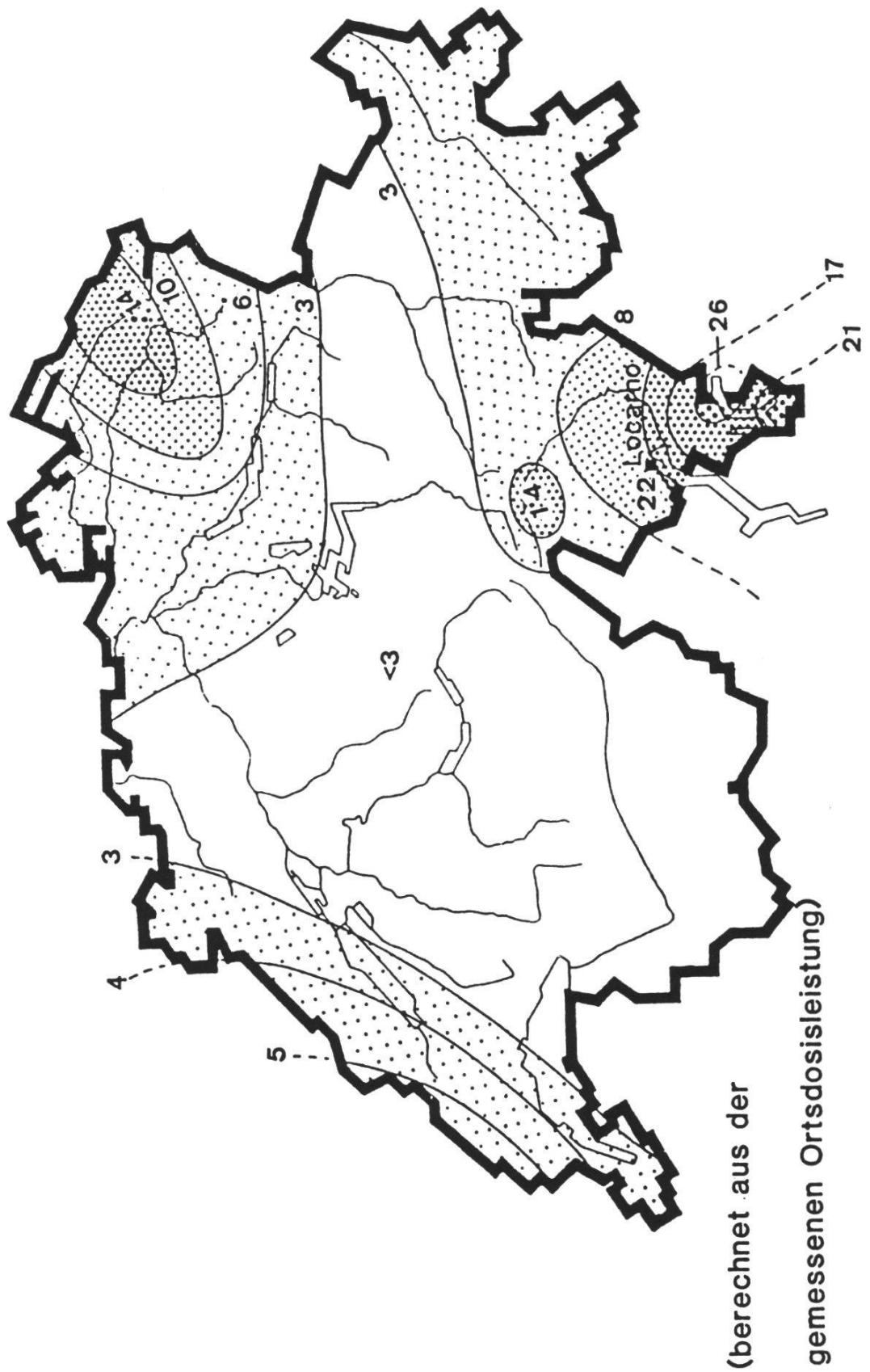


Abb. 6: Mittlere Caesium-137-Ablagerung in der Schweiz in kBq/m<sup>2</sup> (1 kBq/m<sup>2</sup> = 1000 Becquerel pro m<sup>2</sup>) berechnet durch die HSK aus den Ortsdosismessungen (aus KUeR-Bericht 1985/86).

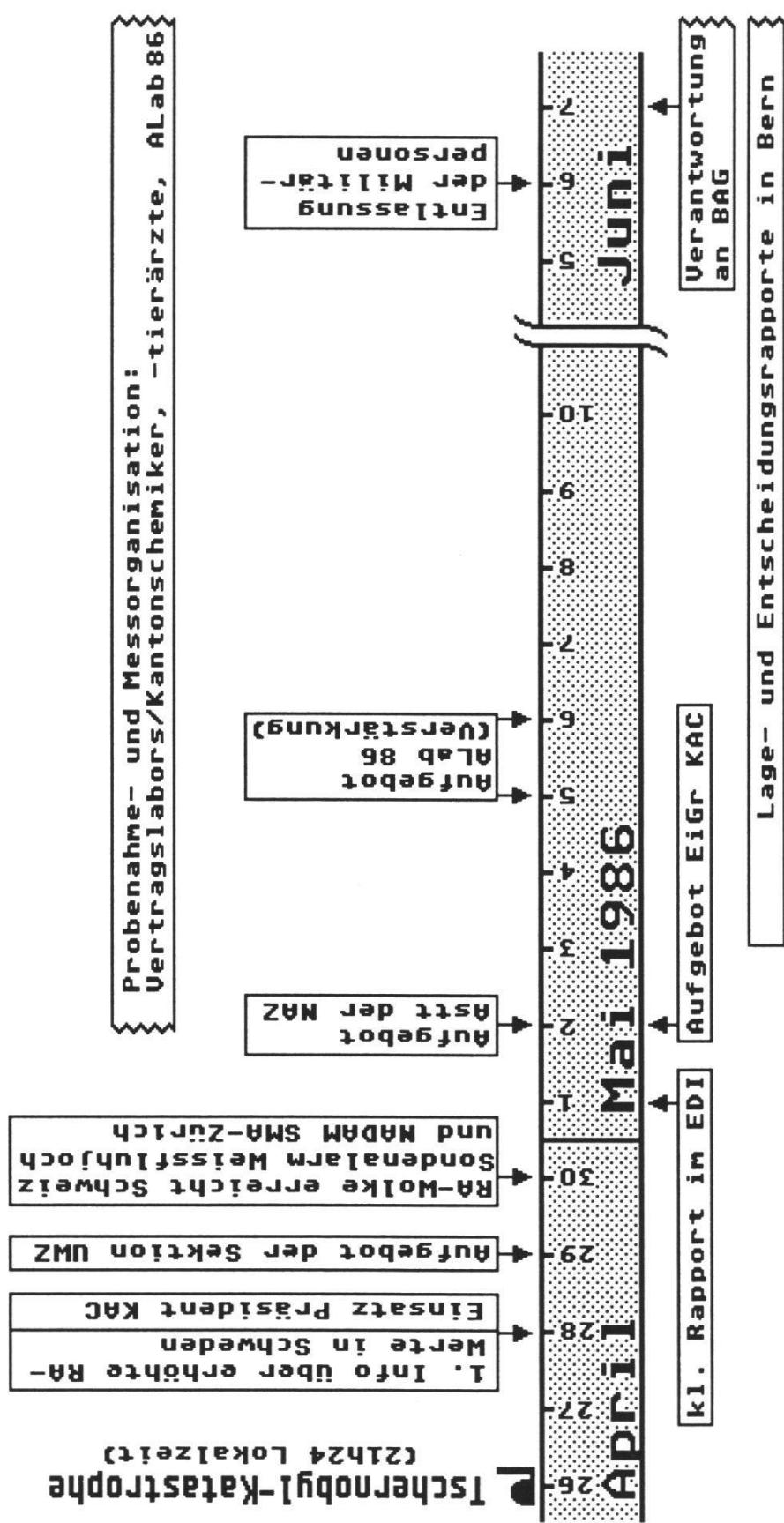


Abb. 7: Zeitlicher Verlauf des Einsatzes in der Schweiz beim Unfall Tschernobyl (aus Proceedings der Tschernobyl-Tagung in Bern, 20.-22.10.1986 Seite 13).

später, daß die Dosisprognosen auf der sicheren Seite waren und der Entscheid, beim Bundesrat keine Maßnahme zu beantragen, richtig war. Die «*Einsatzgruppe*» war immer auf einer Gratwanderung: *Mußten Schutzmaßnahmen beantragt werden, oder reichten Empfehlungen an die Bevölkerung?* In der Schweiz konnte man bei Empfehlungen bleiben, da die Prognosen über zu erwartende Strahlendosen – basierend auf der jeweiligen Lagebeurteilung – keine Überschreitungen nationaler Dosisgrenzwerte erwarten ließen. Dieser Entscheid kann auch aus heutiger Sicht als richtig beurteilt werden.

### 2.3. *Die Einsatz- und Meßorganisation in der Schweiz*

In der Schweiz wurden bereits am 29. April 1986 erste Elemente der gut vorbereiteten Einsatzorganisation, die unter der Verantwortung der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* stand, durch deren Präsident aufgeboten. Der zeitliche Ablauf dieser Einsätze ist aus der Abb. 7 ersichtlich. Die Einsatzorganisation umfaßte:

- a. Die «*Einsatzgruppe*» welche die Alarmorganisation leitete und nach außen vertrat. Sie stellte beim Eidg. Departement des Innern z.H. des Bundesrates bei einer Gefährdung durch Radioaktivität, unter Berücksichtigung der Gesamtlage, Anträge für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, oder wenn solche nicht zwingend erforderlich waren, gab sie direkt Empfehlungen an die Bevölkerung.
- b. Die *Alarmstelle Radioaktivität* bei der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt, die jederzeit in der Lage sein mußte, Meldungen entgegenzunehmen oder zu übermitteln.
- c. Die *Sektion Überwachungszentrale* in Zürich war eine vollamtliche Einheit aus Bundesbeamten, welche einen Pikettdienst unterhält. Meldungen über Ereignisse treffen von der *Alarmstelle Radioaktivität* beim Pikettdienst ein, der nach ersten Abklärungen Sofortmaßnahmen bis hin zur Alarmierung der Bevölkerung einleitet. Das Aufgebot der *Sektion Überwachungszentrale* bildete die erste Stufe des Einsatzes. So war es auch bei Tschernobyl.
- d. Die *Nationale Alarmzentrale* ist die Fachstelle für die Warnung und Alarmierung der Behörden und die Alarmierung der Bevölkerung. Sie hat Aufgaben bei jeder Gefährdung durch Radioaktivität, auch bei Störungen in Kernkraftwerken oder Kernwaffeneignissen. Bei großer Dringlichkeit alarmiert sie in eigener Kompetenz und verbreitet Verhaltensanweisungen direkt an die Bevölkerung. Sie ist auch bei Satellitenabstürzen, Staudammbrüchen oder Gefährdung durch chemische Stoffe involviert. Die *Nationale Alarmzentrale* wurde von der *Sektion Überwachungszentrale* betrieben; im Ereignisfall ist sie als Armeestabsteil organisiert, dem auch

die Sektion *Überwachungszentrale* angehört. Im Armeestabsteil, der zum aktiven Dienst aufgeboten werden kann und am 2. Mai 1986 auch aufgeboten wurde, sind nach Bedarf AC-Offiziere und -Spezialisten eingeteilt die zum größten Teil auch zivil im Strahlenschutz tätig sind, Kernphysiker, EDV- und Übermittlungsspezialisten usw. Sie absolvieren ihre Dienstleistungen in der *Nationalen Alarmzentrale* und werden auf ihre Aufgabe vorbereitet. Im weiteren kann auch ein Radiodetachement der Abteilung *Presse und Funkspruch* aufgeboten werden, das völlig unabhängig informiert. Bei der Katastrophe Tschernobyl war Radio DRS vom 2.–7. Mai 1986 mit ausschließlich zivilem Personal in der *Nationalen Alarmzentrale* vertreten und hatte Zugang zu allen Informationen. Die *Nationale Alarmzentrale* nimmt alle Meldungen und Meßresultate entgegen, wertet sie aus, beurteilt sie, steht laufend mit der «*Einsatzgruppe*» in Verbindung und stellt Anträge für Maßnahmen oder Empfehlungen. Sie hält auch Verbindung zu den entsprechenden Stellen im Ausland, sammelt Informationen und erstellt Lageberichte. Dazu hat der Armeestabsteil auch die notwenige Infrastruktur; er ist der eigentliche «*Brain Trust*» der Alarmorganisation.

Für die Frühwarnung bei einer radioaktiven Kontamination standen 1986 sechs automatisch registrierende Frühwarnposten entlang der Schweizer Grenze im Betrieb. Diese überwachen die Radioaktivität der Aerosole der Luft und lösen bei Überschreiten eines bestimmten Aktivitätspegels einen Alarm aus; so geschah es auch an der Station Weißfluhjoch-Davos am 30. April 1986 um 12.30 Uhr. Im weiteren standen 7 von der *Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität* betriebene Regensammelstationen zur Erfassung der Radioaktivität der Niederschläge im Betrieb. Leider waren zum Zeitpunkt des Tschernobyl-Unfalles vom landesweiten *Netz für Automatische Dosis-Alarmierung und Messung* (NADAM) mit 58 Stationen erst 12 Sonden – 8 davon in der Westschweiz – im Betrieb. Zur Erfassung der externen Dosen standen 111 mit dem Spürgerät «A73» ausgerüstete Atomwarnposten bei der Polizei zur Verfügung. Das A73-Spürgerät erwies sich bei Tschernobyl als zu wenig empfindlich. Hätten die Ortsdosen allerdings gefährlich erhöhte Werte erreicht, hätten sie auch mit dem A73-Gerät erfaßt werden können. Weiter standen für Probenahmen und Messungen anfangs 3, später bis 12 gut ausgerüstete Meßwagen der Laboratorien im Einsatz. Ein Armee-Helikopter mit einem AC-Offizier und Spürgerät wurde in abgelegenen Bergregionen eingesetzt.

Zur direkten nuklidspezifischen Messung der Bodenkontamination vor Ort im Gelände konnte auch ein tragbares in-situ-Gammaspektrometer eingesetzt werden. Bei diesem Meßverfahren müssen nicht Boden- und Grasproben entnommen und im Labor analysiert werden, sondern die Gamma-Strahlung wird mit dem Spektrometer direkt im Freien gemessen. Dadurch wird eine rasche qualitative und quantitative Erfassung der nach einem

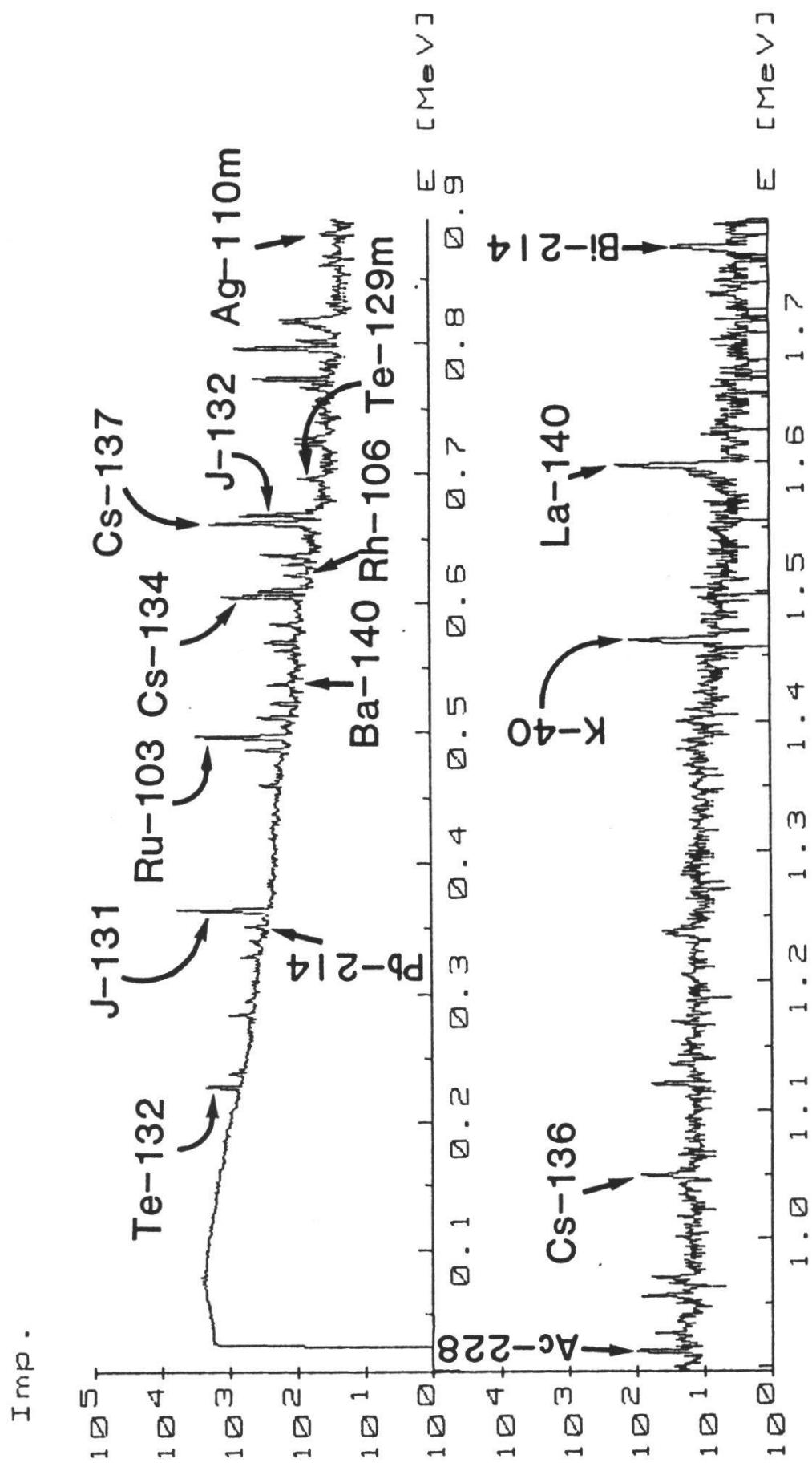


Abb. 8: In-Situ-Messung mit tragbarem Germanium-Spektrometer in La Haute-Borne/JU vom 15. Mai 1986 (Dauer der Messung 2000 Sek.). Ausser Wismut-214, Blei-214, Actinium-228 und Kalium-40 (natürlich) sind alle angeschnriebenen Gamma-Linien dem Tschernobyl-Unfall zuzuordnen (aus KUE-R-Bericht 1985/86).

Unfall auf dem Boden abgelagerten Radioaktivität in Becquerel/m<sup>2</sup> und die Berechnung der daraus resultierenden Ortsdosen ermöglicht. Abb. 8 zeigt ein solches Gamma-Spektrum, das am 15. Mai 1986 im Freien in La Haute-Borne (JU) aufgenommen wurde; bestimmt sind auf dem Spektrum die nach dem Unfall mit dem Niederschlag auf Boden und Gras abgelagerten Radionuklide.

Die Verstrahlungskarten «Extern», die aufgrund der Messungen der Ortsdosen im Freien nach dem Unfall Tschernobyl laufend in der *Nationalen Alarmzentrale* erstellt wurden, ermöglichen Prognosen über die Kontamination der landwirtschaftlichen Kulturen. Wo nämlich die Ortsdosen durch Tschernobyl gering waren, war auch die Kontamination von Gras und Gemüse, Milch etc. entsprechend klein, so daß in diesen Gegenden weniger Proben erhoben werden mußten.

Zur Erfassung der Kontaminationslage in Lebens- und Futtermitteln stand ab dem 30. April 1986 – durch entsprechende Abmachungen und Verträge mit Meßstellen des Bundes und der Kernkraftwerke – eine vorbereitete Probenahme-, Meß- und Labororganisation zur Verfügung, die noch durch AC-Spezialisten der Armee verstärkt wurde. Von den bestellten 30 AC-Laborausstattungen der Armee mit Natriumjodid-Spektrometern waren im Mai 1986 allerdings erst zwei Geräte ausgeliefert, die dann den meistbetroffenen Kantonen Tessin und Graubünden übergeben wurden. Die Speziallaboratorien, zu denen auch das Kantonslabor Basel-Stadt und das AC-Labor der Armee in Spiez/BE gehörten, erhielten laufend von der Einsatzorganisation Probenahme- und Meßaufträge und meldeten die Ergebnisse umgehend per Telefax. Die verwendeten Probenahme- und Meßverfahren entsprachen dem Stand von Wissenschaft und Technik. Dank der Verstärkung durch AC-Spezialisten der Armee, die zum aktiven Dienst aufgeboten wurden, war teilweise ein 24h-Betrieb möglich, so daß Messung und Meldung der Ergebnisse an die *Nationale Alarmzentrale*, trotz anfänglicher Engpässe, funktionierten.

Ab Anfang Juni wurde die Verantwortung von der «Einsatzgruppe» an die «Gesamtleitung Tschernobyl» im Bundesamt für Gesundheitswesen übertragen, die von einer Beratergruppe der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* unterstützt wurde. Insgesamt wurden bis im Frühjahr 1987 in der Schweiz rund 20000 Proben auf Radioaktivität untersucht: Luftfilter, Niederschläge und Zisternenwasser, Gewässer, Erdboden, Gras, Futtermittel sowie alle Arten von einheimischen und importierten Lebensmitteln pflanzlicher oder tierischer Herkunft und zahlreiche weitere Proben, wie u.a. Vliese von Gemüsekulturen und Klärschlamm.

Für die Information der Öffentlichkeit hatte Bundespräsident Alfons Egli die «Einsatzgruppe» angewiesen, «offen, umfassend und der Wahrheit verpflichtet zu informieren und ohne Seitenblick auf ökonomische Folgen zu handeln.» Die Verfasser dieses Berichtes meinen, diese Devise sei eingehalten worden. Die gesamte Informationstätigkeit geschah im vollen Einvernehmen

men mit dem Pressechef des *Eidg. Departementes des Innern* und wurde über den Pressedienst abgewickelt. In den Pressemitteilungen wurde ausführlich über die Messungen und die radiologische Lage in den verschiedenen Gegenden des Landes, über Ortsdosen und die Kontamination der Lebensmittel berichtet. Es wurden Empfehlungen an die Bevölkerung abgegeben und erläutert sowie zahlreiche Strahlenkarten, Tabellen, Meßergebnisse und Analysen verbreitet. Die Kantone und die Kantonschemiker wurden über die Lage noch separat orientiert; mit den meistbetroffenen Kantonen Graubünden (Kantonschemiker) und Tessin (Kantonschemiker und Kantonsveterinär) war die Zusammenarbeit sehr eng. Einen Überblick über die Öffentlichkeitsarbeit bei Tschernobyl zeigt Tab. 3.

29 Pressemitteilungen für Presse, Radio und Fernsehen;
8 Radiointerview's; 6 TV-Sendungen;
170 Minuten Sendezeit aus der <i>Nationalen Alarmzentrale</i> ;
8 Zusatz-Info's und Entgegnungen;
Sorgentelefon: 6. - 30. Mai 1986;
automatischer Tf-Beantworter 1. - 6. Juni 1986;
Strahlenkarten, Messergebnisse, Analysen.

Tab. 3: Öffentlichkeitsarbeit beim Ereignis Tschernobyl in der Schweiz: 29. April – 5. Juni 1986.

Zahlreiche Medien – elektronische und gedruckte – und die Repräsentanten der SRG bei der *Nationalen Alarmzentrale* haben mitgeholfen, daß die Schweiz die Katastrophe Tschernobyl im großen und ganzen gut gemeistert hat. Man hat allerdings auch den in die *Nationale Alarmzentrale* delegierten freien Radio-Journalisten, die «an der Quelle» waren und frei berichten konnten, nicht immer geglaubt, daß sie die volle Wahrheit über die radiologische Lage sagen.

Es gab andere Berichterstatter, welche die amtlichen Verlautbarungen «bearbeiteten», die Lage dramatisierten und Ängste in der Bevölkerung schürten. Unterstützt wurden sie durch Kommentare und übertriebene Reaktionen aus dem Ausland.. So konnte man am 13. Mai 1986 in einer unabhängigen Schweizer Tageszeitung u.a. lesen: «*Schweiz fiel beim „Atom-Test“ durch. Es gab Pannen über Pannen. Aus dem benachbarten Ausland häuften sich die Alarmmeldungen. Doch bei uns hieß es immer wieder, keine Gefahr.*» So geschah es, daß viele Bewohner den sachlichen und nüchternen, aber stets die Lage richtig einschätzenden amtlichen Berichten nicht immer trauten, auch wenn es in der Pressemitteilung Nr. 15 des *Eidg. Departementes des Innern* am gleichen 13. Mai 1986 hieß: «*Fachleute der Nuklearmedizin sind heute Vormittag in Bern zusammengekommen. Sie haben die radiologische Lage geprüft und kamen zum Schluß, daß die seit Tagen gültigen Empfehlungen für Kleinkinder, schwangere Frauen und stillenden Mütter angemessen sind und vollkommen genügen, die Gesundheit der Bevölkerung zu gewähr-*

*leisten. Die Empfehlungen sollen beibehalten werden».* Damit erübrigte sich damals jede weitere Erwiderung auf den «Pannenartikel», um diesem nicht noch mehr Publizität zu verschaffen. Natürlich fand die Pressemitteilung Nr. 15 keinen Platz in der obgenannten unabhängigen Schweizer Tageszeitung.

Im folgenden seien noch einige weitere Beispiele aufgeführt: Im Mai 1986, in Kommentaren zum Ereignis Tschernobyl, konnte man in auflagenstarken ausländischen Presseberichten, z.B. unter den Titeln: «*Leben mit der Strahlenangst*» oder «*Das dicke Ende kommt noch*» Widersprüchliches zur radiologischen Lage in den betreffenden Ländern lesen, das sicher nicht beitrug, die Bewohner objektiv zu informieren. Da las man: «*Und immer wieder die beruhigenden, stereotypen Radiomeldungen: Die Strahlenwerte gehen bundesweit zurück*». Später steht im selben Artikel: «*Plötzlich müssen die Kinder nach dem Spielen geduscht werden und dürfen nicht mit den Schuhen in die Wohnung gehen*», und weiter: «*Wie die Bürger trauen auch wir Journalisten den amtlichen Angaben nicht mehr*».

Verwirrung gab es in Deutschland auch um die Milch, wie man den erwähnten Artikeln entnimmt: «*Die Deutsche Strahlenschutzkommission setzt 500 Becquerel Jod-131 pro Liter als Grenzwert fest. Einige Länder nennen ein Limit von 100, Schleswig-Holstein von 50 und Hessen gar von 20 Becquerel/Liter*». Dann liest man weiter im Artikel: «*Wann und wie jedoch selbst kleine Strahlendosen für den Menschen gefährlich werden, wissen auch die versiertesten Nuklearmediziner nicht. Fest steht, daß viele Bundesbürger künftig mit einem erhöhten Gesundheitsrisiko leben müssen – und das macht einige jetzt schon krank*».

Aber nicht nur ausländische Presseberichte haben die Bevölkerung verunsichert. Am 18. Mai 1986, am Pfingstsonntag, erschien in einer vielgelesenen Schweizer Zeitung ein Beitrag zu Tschernobyl unter dem Titel: «*Mehr Krebs! So verändert Tschernobyl unser Leben*». Untertitel: «*Schweizer Wissenschaftler warnen: Das dicke Ende kommt noch!*». Wenn man weiter liest, steht: «*Wir dürfen wieder Milch trinken. Trotzdem wird Tschernobyl uns und unsere Kinder ein Leben lang verfolgen. Die Folgen sind furchtbar: Mehr Krebs und Leukämie, auch bei Kindern. Die Welt nach Tschernobyl ist nicht mehr dieselbe. Wieviele Kinder für Tschernobyl büßen müssen und mit Mißbildungen zur Welt kommen, wird man erst nach Jahrzehnten genauer abschätzen können. Das größte Problem werden die Fische sein. Einmal werden wir sie nicht mehr essen dürfen*».

Die «Einsatzgruppe» war froh und dankbar, daß kompetente Strahlenschutzfachleute in der Schweiz auf Initiative von Frau Prof. Dr. H. Fritz-Niggli schon am 21. Mai 1986 eine ausführliche Stellungnahme über «*Mögliche gesundheitliche Risiken der Schweizer durch Tschernobyl*» den Massenmedien übergeben. Die Stellungnahme beginnt mit dem Satz: «*Meldungen über angebliche gesundheitliche Schäden des Schweizers als Folge der Verstrahlungslage von Tschernobyl bedürfen einer Richtigstellung*». Dann wurden

die Horrorvisionen des oben beschriebenen Artikels klar und eindeutig widerlegt. Hoffen wir, daß viele Leser Sensationsnachrichten nicht mehr für bare Münze halten und diese Einsicht andauern möge. Radioaktivität kann gefährlich sein, aber nur, wenn der Mensch eine zu große Dosis erhält, und das müssen wir verhindern.

Es gab auch bemerkenswert objektive und fundierte Kommentare, aber man weiß, daß einmal ausgelöste Ängste nur schwer abzubauen sind. So war der zwei volle Seiten umfassende Bericht von Walter Schiesser in der *Neuen Zürcher Zeitung* vom 17./18. Mai 1986 «*Unsere Begegnung mit der Strahlung*» ein willkommener Lichtblick für die verantwortlichen Behörden. Er ist heute noch lesenswert und zeigt eindrücklich, welche Bedeutung den Massenmedien, besonders beim emotionalen Thema Radioaktivität, zukommt. Bundesrat A. Egli hat in seinem 12-Punkte-Programm nach Tschernobyl gefordert: «*Die Information ist zu überdenken und zu verbessern*» und daß die Bevölkerung durch eine Broschüre über Radiaktivität zu orientieren sei.

Am 29. Mai 1986 waren in einigen Zeitungen ernstzunehmende Vorwürfe zu lesen: «*Unsere Strahlenhüter haben schlicht und einfach unsere Strahlenschutzverordnung vom 30. Juni 1976 ignoriert. Damit haben wahrscheinlich Tausende von Schweizer Kindern eine Dosis von radioaktivem Jod in der Schilddrüse erhalten, die den dort gesetzlich festgelegten Wert von 15 milli-Sievert pro Jahr deutlich überschreitet.*» Mit gleichem Datum von 29. Mai 1986 wurde diese Behauptung in einem amtlichen Communiqué wiederlegt, aber auch hier kein Wort davon in denjenigen Zeitungen, welche die Vorwürfe in großer Aufmachung veröffentlicht hatten.

Die «*Einsatzgruppe*» hat bei Tschernobyl zum Schutz von Leben und Gesundheit alle Maßnahmen getroffen, welche nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik notwendig sind, wie es der Art. 10 des *Bundesgesetzes über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz* vom 23. Dezember 1959 vorschreibt. Auch die *Eidg. Kommission für Strahlenschutz* hat an ihrer Plenarsitzung vom 4. Juni 1986 das Vorgehen der Einsatzorgane als richtig beurteilt. Sie schreibt in ihrer Pressemitteilung: «*Bei der Beurteilung der Lage inbezug auf die Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung im Anschluß an den Kernkraftwerkunfall Tschernobyl überzeugte sich die Kommission, daß die verantwortlichen Organe der Alarmorganisation den Umständen entsprechend rasch und richtig gehandelt haben. Zeitgerechte, umfangreiche und zuverlässige Messungen bildeten die Grundlage für die Anwendung des bereits 1982 vorbereiteten und publizierten Einsatz- und Maßnahmenkonzeptes der Alarmorganisation. Nach Meinung der Eidg. Kommission für Strahlenschutz ist die Verordnung über den Strahlenschutz aus dem Jahre 1976 nicht für einen Fall wie <Tschernobyl> geschaffen.*» Die Einsatzorgane verwendeten für ihre Beurteilungen und Dosisberechnungen die neuesten Erkenntnisse, insbesondere auch die neuesten Dosisumrechnungsfaktoren für Kinder und Kleinkinder.

## 2.4. Empfehlungen zum Schutz der Bevölkerung

Die wichtigsten Empfehlungen zur Reduktion der Strahlendosen der Bevölkerung in der Schweiz sind auf der Abb. 9 zusammengestellt. Sie wurden als Pressemitteilungen verbreitet und immer wiederholt und haben zu Dosiseinsparungen von bis 0.2 milli-Sievert bei Erwachsenen, bzw. bis 0.9 milli-Sievert bei Kindern geführt. Gemäß dem Dosis-Maßnahmen-Konzept der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* werden Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung erst dann dem Bundesrat vorgeschlagen, wenn die zu erwartende Strahlendosis «Intern» über das gesamte Ereignis 5 milli-Sievert für Einzelpersonen der Bevölkerung übersteigt. Daß dieses Schutzziel in der Schweiz nach dem Tschernobyl-Unfall nicht überschritten würde, stand relativ früh aufgrund der zahlreichen Messungen und Dosisberechnungen auf der Basis international anerkannter Modelle fest. Deshalb waren keine Anträge an den Bundesrat für die Anordnung von Schutzmassnahmen erforderlich. Nach dem obersten Grundsatz des Strahlenschutzes, unnötige Strahlendosen zu vermeiden, auch wenn die Schutzziele nicht überschritten werden, erließ die «*Einsatzgruppe*» gewisse Empfehlungen an die Bevölkerung, nämlich dort, wo Dosiseinsparungen mit wenig Aufwand möglich waren. Die Analyse aus heutiger Sicht bestätigt, daß diese Empfehlungen zum richtigen Zeitpunkt, für den richtigen Ort und für die richtige Bevölkerungsgruppe erfolgten. Dies soll als Beispiel anhand der Pressemitteilung vom 3. Mai 1986 dargelegt werden, die ausführt: «*Der Genuß von Frischmilch ist aufgrund der zurzeit vorliegenden Meßresultate unbedenklich. Im Sinne einer Empfehlung kann Frischmilch durch Milchpulver oder Kondensmilch ersetzt werden. Frisches Gemüse ist gründlich zu waschen. Es sei daran erinnert, daß es sich hierbei nicht um zwingende Schutzmaßnahmen, sondern lediglich um Empfehlungen bei Kindern unter zwei Jahren sowie bei schwangeren Frauen (später auch bei stillenden Müttern) zur Verminderung der Personendosen handelt.*

In der Vorbereitungsphase zum Schutz der Bevölkerung bei erhöhter Radioaktivität hat die *Eidg. Kommission für AC-Schutz* auch Maßnahmen auf dem Milchsektor mit dem *Zentralverband Schweizerischer Milchproduzenten* (ZVSM) besprochen und geregelt. Danach kann das Jod-131-Problem in der Milch beseitigt und die Gefährdung durch Caesium-134 und Caesium-137 entschärft werden, indem aus der Milch Rahm, Butter oder Käse hergestellt wird und diese Produkte einige Zeit gelagert werden. Beim späteren Konsum ist dann das Jod-131 abgeklungen und die Konzentration der radioaktiven Caesium-Isotope durch Abreicherung bei der Herstellung von Rahm, Butter oder Käse vermindert.

Im Kanton Tessin wurde vom damaligen Kantonschemiker A. Massarotti im Einvernehmen mit der «*Einsatzgruppe*» und in Zusammenarbeit mit dem *Zentralverband Schweizerischer Milchproduzenten* (ZVSM) und dessen Sektion Tessin ab dem 7. Mai 1986 Milch aus den Sammelstellen des Tessins

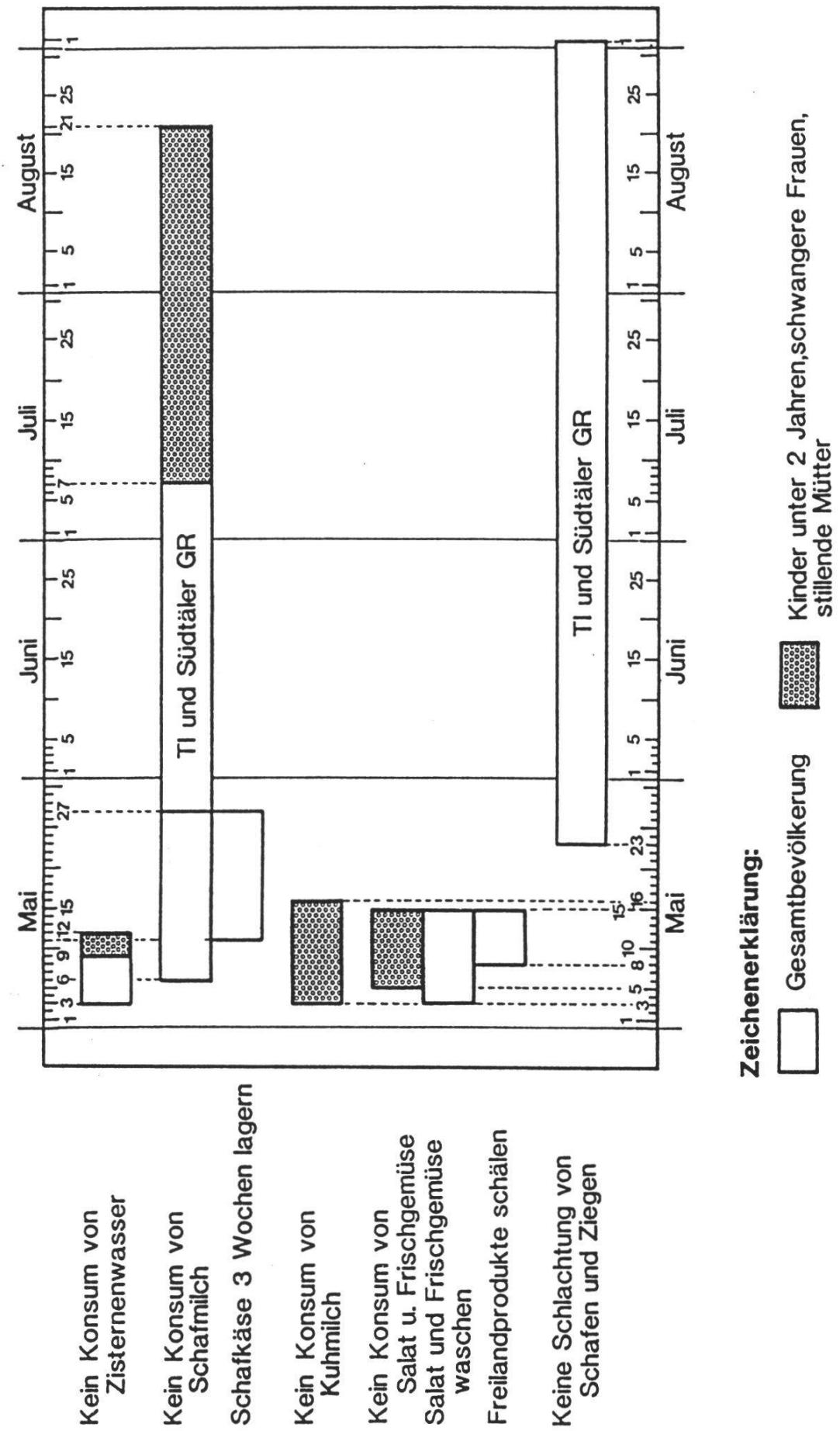


Abb. 9: Rekapitulation der beim Unfall Tschemnobyl an die Bevölkerung abgegebenen Empfehlungen (aus KUeR-Bericht 1985/86).

mit einer Aktivität von mehr als 370 Becquerel Jod-131 pro Liter in zwei Milchverarbeitungsbetriebe der Innerschweiz umgeleitet und dort zu Milchprodukten verarbeitet. Bis zum 27. Mai 1986 gelangten mehr als 100 000 Liter in die Innerschweiz, nachher noch ca. 20 000 Liter. Die Milch aus den verschiedenen Regionen des Tessins wurde täglich im Labor Freiburg der KUER untersucht und wies Anfang Mai Spitzenwerte bis 2000 Becquerel Jod-131 pro Liter auf. Die Werte nahmen jedoch in der Folge rasch wieder ab. Da das Gras Anfang Mai 1986 in raschem Wachstum stand, betrug die effektive Halbwertszeit von Jod-131 beim Ereignis Tschernobyl etwa 5 Tage, die physikalische Halbwertszeit des Jod-131 liegt bei 8 Tagen. Mit obiger Maßnahme konnte die Jod-Dosis für die Bevölkerung generell reduziert werden, auch für Risikogruppen für den Fall, daß diese die Empfehlungen nicht eingehalten hätten.

Zur Illustration dieses Sachverhaltes sei eine kleine Rechnung angefügt: Trinkt ein Kleinkind während 10 Tagen täglich 0.7 Liter Milch mit einem Jod-131-Gehalt von 370 Becquerel pro Liter, dann beträgt seine Jod-131-Aufnahme 2600 Becquerel, was zu einer Schilddrüsendosis von 10 milli-Sievert bzw. einer Ganzkörperdosis von 0.5 milli-Sievert führt. Daraus kann gefolgert werden, daß der Grenzwert für die Schilddrüsendosis von 15 milli-Sievert für «Personen unter 16 Jahren» (= Kinder) der damaligen Strahlenschutzverordnung im allgemeinen eingehalten werden konnte.

Das einzige Verbot, das auf Antrag der «Gesamtleitung Tschernobyl» vom Bundesrat erlassen wurde, galt der Fischerei im Lugarersee vom 3. September 1986 bis 9. Juli 1988. Die Fische im Lugarersee wiesen noch 1987 Aktivitätskonzentrationen von über 1000 Becquerel Caesium-137 pro kg auf (siehe Abb. 10). Die Berufsfischer wurden vom Bund über den Kanton Tessin entschädigt.

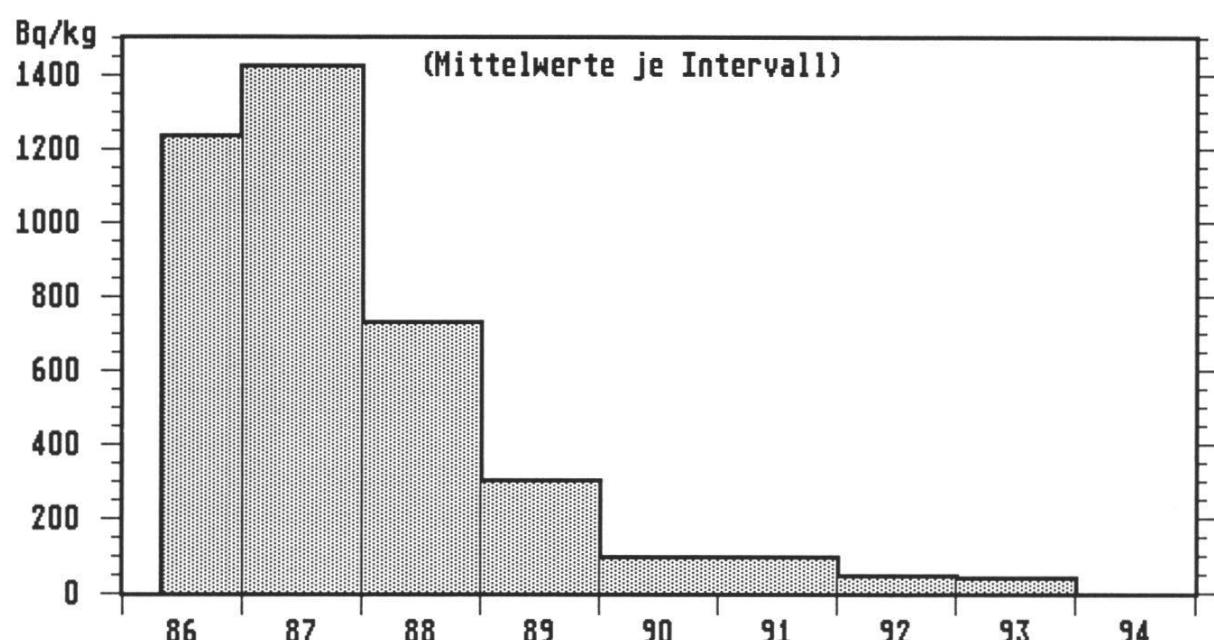


Abb. 10: Zeitlicher Verlauf der mittleren Caesium-137-Aktivität in Fischen aus dem Lugarersee 1986–1993, angegeben in Becquerel pro kg.

Für Lebensmittel wurde in einer Verordnung des *Eidg. Departements des Innern* vom 8. September 1986 – in Anlehnung an entsprechende Vorschriften der Europäischen Gemeinschaft – die Konzentration der beiden Caesiumnuklide 134 und 137 zusammen auf 370 Becquerel pro kg für Milch, Rahm, Milchkonserven und Kindernährmittel bzw. 600 Becquerel pro kg für alle übrigen Lebensmittel begrenzt.

## 2.5. Die einzelnen Beiträge zur Strahlenexposition

Betrachtet man die radiologischen Auswirkungen des Ereignisses von Tschernobyl auf die Schweizer Bevölkerung, so lassen sich die folgenden Komponenten zur Strahlendosis unterscheiden: Die externe Bestrahlung durch die radioaktive Wolke in den ersten Tagen nach dem Unfall war unbedeutend. Die interne Dosis durch inhalede radioaktive Aerosole und Jod beim Vorbeizug der radioaktiven Wolke während der ersten Maiwoche war mit höchstens 0.01 milli-Sievert ebenfalls gering, mit kleinen regionalen Unterschieden. Nach wenigen Tagen dominierte die externe Dosis durch die auf dem Boden abgelagerten Radionuklide; nachher der Ingestionspfad, d.h. die Aufnahme von Radioaktivität mit pflanzlicher und tierischer Nahrung. Diese beiden Beiträge machten im Schweizerischen Durchschnitt im Jahr 1986 für die externe Bestrahlung 0.05 und für die interne Bestrahlung 0.17 milli-Sievert aus (siehe Tab. 4), im meistbetroffenen Tessin 0.18 bzw. 0.77 milli-Sievert. Bei den Selbstversorgern aus dem Tessin waren diese Werte im ungünstigsten Fall, wenn die Empfehlungen nicht eingehalten wurden, bis 10 mal höher.

milli-Sievert/Jahr	1986	1987	1988	1989	1990 und folgende	Summe bis 2000
externe Dosen	0.05	0.026	0.017	0.012	_ 0.01	0.167
intern: $^{131}\text{I}$	0.065	-	-	-	-	0.065
intern: $^{134+137}\text{Cs}$	0.09	0.10	0.04	0.02	_ 0.01	0.28
Milch & -Prod.	36%	20%	17%	21%	--	--
Gemüse, Früchte	33%	18%	21%	18%	--	--
Getreide	0.3%	18%	7%	11%	--	--
Fleisch (ohne Wild)	22%	28%	27%	17%	--	--
Rest, incl. Wild, Pilze	9%	16%	28%	33%	--	--
intern: übrige	0.01	--	-	-	--	0.01
Summe	0.22	0.13	0.057	0.032	_ 0.02	0.52

Tab. 4: Durchschnittliche jährliche Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung durch den Reaktorunfall Tschernobyl in milli-Sievert pro Jahr.

Für die Ingestionsdosis war in den ersten Wochen nach dem Unfall die direkte Kontamination der Pflanzen durch Ablagerung aus der Luft verantwortlich; es waren somit in erster Linie Blattgemüse sowie – über den Pfad Gras → Tier – die Milch, die Milchprodukte und das Fleisch dieser Tiere betroffen. Im Mai 1986 stammte der größte Anteil der Aktivität vom kurzlebigen Jod-131 (Halbwertszeit 8 Tage), später von den beiden Nukliden Caesium-134 und Caesium-137 mit Halbwertszeiten von 2 bzw. 30 Jahren. Weitere Radionuklide, wie etwa Strontium-90 (Halbwertszeit 28 Jahre) oder Plutonium-239 (Halbwertszeit 24 400 Jahre) wurden zwar nachgewiesen, sie spielten jedoch radiologisch keine Rolle: Beispielsweise lag die Strontium-90-Aktivität bei einem Prozent derjenigen des Caesiums-137, dies im Gegensatz zum Kernwaffenausfall der 50er- und 60er-Jahre, bei dem Caesium-137 und Strontium-90 etwa gleich stark abgelagert wurden.

Bei den im Sommer und Herbst 1986 nachwachsenden Pflanzen wurde die Aktivität nur noch über die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen. Deshalb waren die Aktivitätswerte rund eine Größenordnung tiefer als vorher. Da im Winter 1986/87 auch Heu verfüttert wurde, das im Mai/Juni 1986 geerntet worden war, kam es bei Milch und Milchprodukten, wie erwartet, nochmals zu einen Anstieg der Aktivität. Der zeitliche Verlauf der Caesium-137-Aktivität in der Milch aus dem Tessin ist auf der Abb. 11 dargestellt. Deutlich erkennbar sind:

- die direkte Kontamination des Grases durch Ablagerung aus der Luft im Mai/Juni 1986;
- der Winteranstieg durch Verfüttern von kontaminiertem Heu von 1986;
- die Aktivitätsaufnahme über die Wurzeln des Grases ab Sommer 1987.

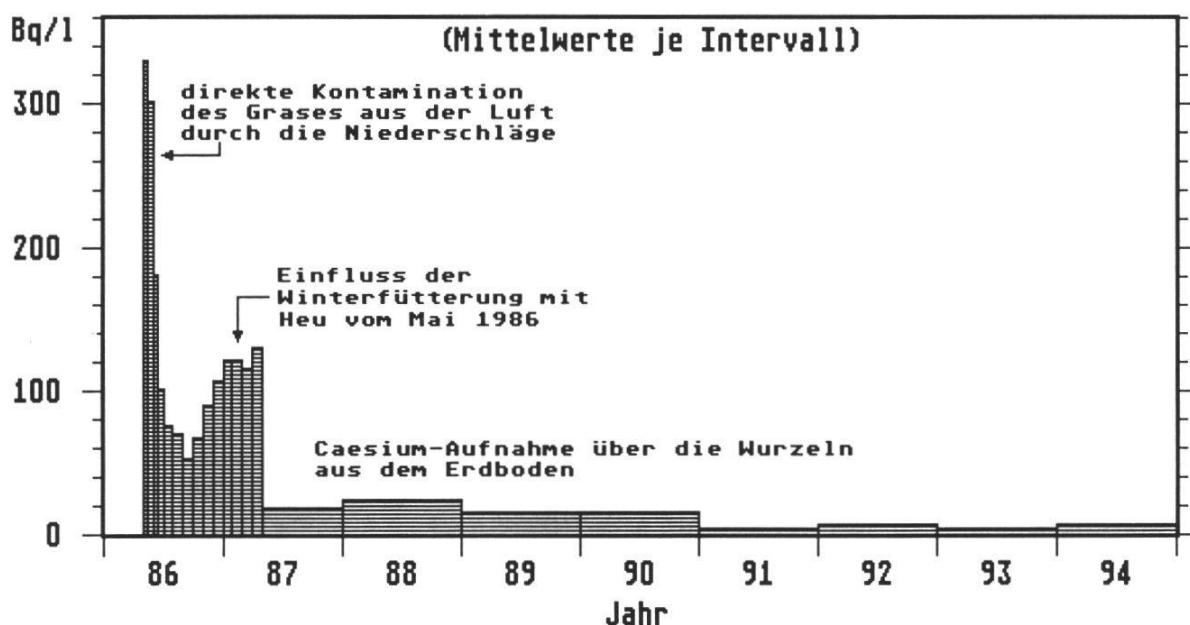


Abb. 11: Zeitlicher Verlauf der mittleren Caesium-137-Aktivität in Milchproben, angegeben in Becquerel pro Liter, aus dem Kanton Tessin 1986–1994.

Was die Hauptnahrungsmittel Milch und Mich-Produkte, Gemüse, Getreide und Fleisch von Großvieh betrifft, war die Lage ab Sommer 1987 praktisch wieder normal.

Heute, nach zehn Jahren, ist die Bodendosis durch das langlebige Caesium-137 – der Beitrag durch die kurzlebigen Radionuklide verschwand bereits nach wenigen Wochen – in den meistbetroffenen Gegenden immer noch meßbar: Da das Caesium in den Erdboden eingedrungen ist, hat dieser Beitrag aber deutlich abgenommen. Dies ist auf Abb. 12 am Verlauf der externen Dosis im Freien am Beispiel von Caslano TI, einer der meistbetroffenen Stellen, zu erkennen.

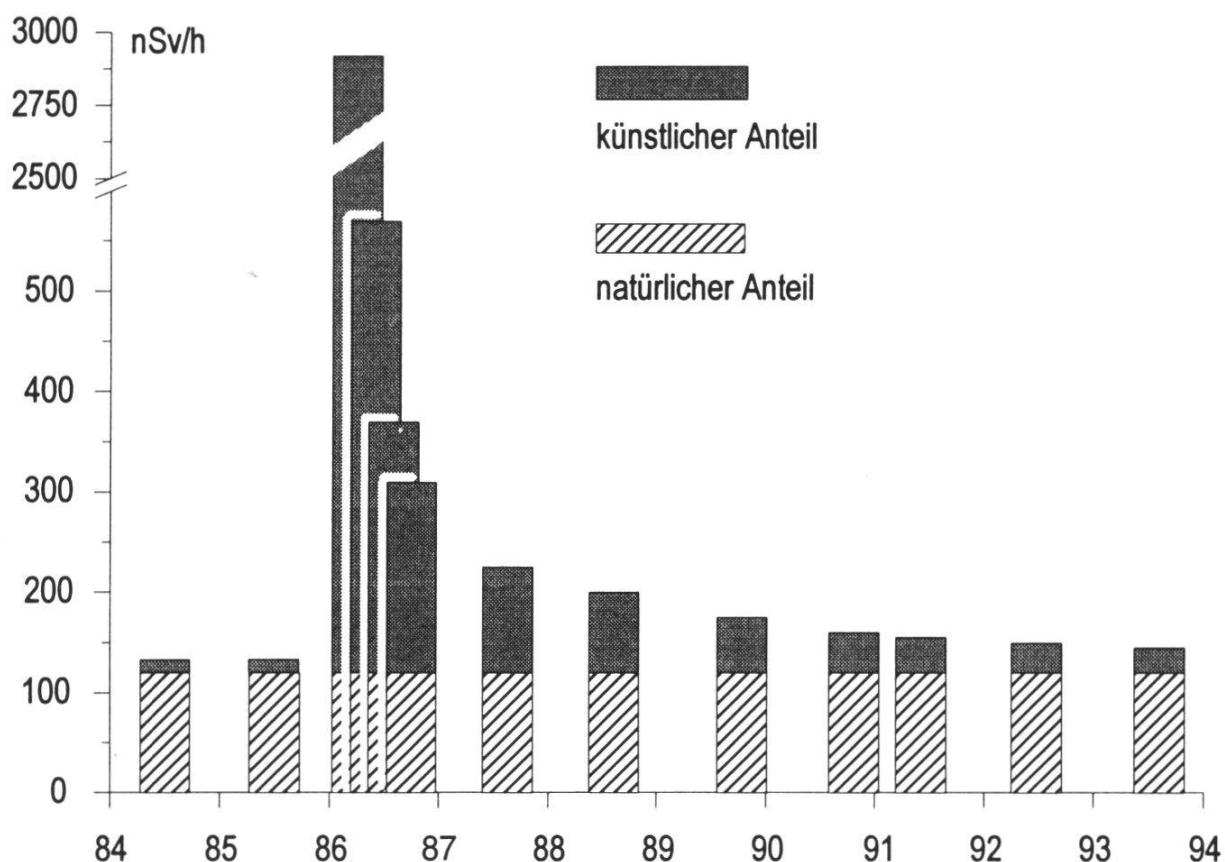


Abb. 12: Zeitlicher Verlauf der Ortsdosisleistung (natürlicher und künstlicher Beitrag; d.h. Kernwaffenausfall und Unfall Tschernobyl) in Caslano/TI, berechnet aus den Messungen mit in-Situ-Spektrometer, 1984–1994 (aus BAG-Bericht 1994), angegeben in nSv/h (=10<sup>-9</sup> Sievert pro Stunde).

## 2.6. Spezialfälle: Wild und Pilze

Lediglich bei gewissen Wildpilzen sowie beim Wild und teilweise auch beim Kleinvieh wie Ziegen und Schafen aus dem Berggebiet erfolgte der Aktivitätsrückgang nur verzögert, da sich diese Tiere vermehrt von stärker

kontaminiertem Gras (beim Wild auch von Pilzen) in den Bergregionen ernähren. Mit Ausnahme gewisser einheimischer Wildpilze wie Maronröhrlingen und Ziegeunerpilzen, die auch heute noch Caesium-137-Werte bis gegen 3000 Becquerel pro kg aufweisen, ist beim Wild – sowohl beim einheimischen als auch beim importierten – nun auch eine Aktivitätsabnahme festzustellen. Berücksichtigt man aber die geringen Konsumraten sowohl von Wildfleisch als auch von Wildpilzen im Vergleich zu den Hauptnahrungsmitteln, betragen deren Dosisbeiträge nur wenige Prozent der gesamten Ingestionsdosis und sind damit unbedeutend. Interessanterweise stammt das heute noch nachgewiesene Caesium-137 in den Pilzen zu einem beträchtlichen Anteil nicht nur vom Unfall Tschernobyl, sondern auch noch vom Atombombenfall der 50er- und 60er-Jahre. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß das Caesium in Waldböden in der obersten – hauptsächlich organischen – Humusschicht stärker gebunden ist als in Acker- und Wiesenböden und daher von gewissen Pilzen über das Mycel aufgenommen wird.

## 2.7. Radiologische Auswirkungen auf die Schweizer Bevölkerung

Die durchschnittlichen Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung durch den Tschernobyl-Unfall sind in Tab. 4 in milli-Sievert pro Jahr angeben. Bei den meistbetroffenen Personen, d.h. bei Selbstversorgern im Tessin und insbesondere bei Personen, deren Konsumverhalten deutlich vom Durchschnitt abweicht, können die Dosen in den ersten drei Jahren in den ungünstigsten Fällen etwa zehnmal höher liegen als beim Durchschnitt der Bevölkerung, aber nur, wenn die Empfehlungen, die dem obersten Gebot des Strahlenschutzes Rechnung trugen, nicht eingehalten worden sind. Aber auch dann wären keine feststellbaren gesundheitlichen Auswirkungen entstanden. Für 1986 lag die durchschnittliche Strahlendosis im Tessin beim vierfachen und in der Ostschweiz beim 1.5fachen der Durchschnittsdosis in der ganzen Schweiz. Der zeitliche Verlauf der Dosisbeiträge im schweizerischen Mittel ist auf der Abb. 13 dargestellt.

Die internen Strahlendosen durch das über die Nahrung aufgenommene Caesium wurden auf der Basis der Messungen an Lebensmitteln berechnet. Zur Überprüfung dieser Berechnungen wurden Ganzkörpermessungen, d.h. Messungen des Caesiumgehaltes am lebenden Menschen, an zahlreichen Personen aus der ganzen Schweiz durchgeführt. Diese bestätigten, daß die Berechnungen konservativ, d.h. auf der sicheren Seite waren.

Im Durchschnitt erhielt die Schweizer Bevölkerung durch die Katastrophe Tschernobyl total eine zusätzliche Strahlendosis von einem halben milli-Sievert, mit einer Variationsbreite von ca. 0.2 bis 5 milli-Sievert. Die gesamte durchschnittliche Strahlendosis, die wir in der Schweiz durch den radioaktiven Ausfall der Kernwaffenversuche der 50er- und 60er-Jahre erhalten haben, beträgt zum Vergleich ca. 1.2 milli-Sievert.

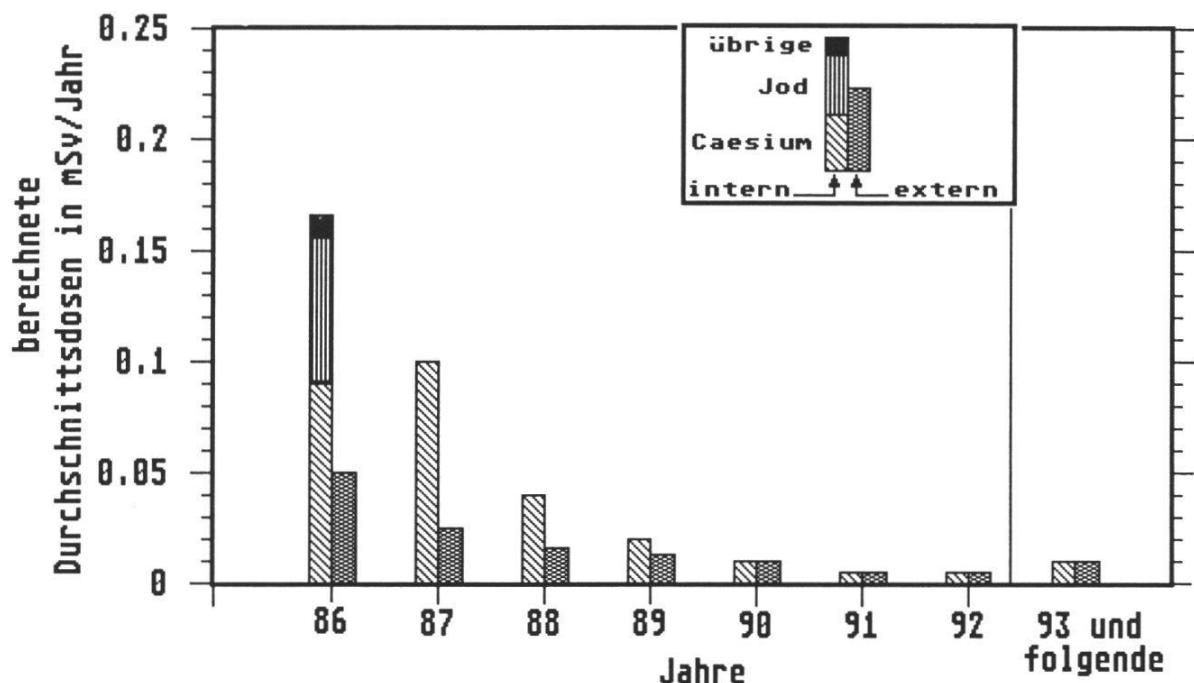


Abb. 13: Zeitlicher Verlauf der mittleren Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung durch den Unfall Tschernobyl 1986–1993, angegeben in milli-Sievert pro Jahr .

Für die radiologische Beurteilung kann der Mittelwert von 0.52 milli-Sievert durch die Katastrophe Tschernobyl zur durchschnittlichen natürlichen Strahlenexposition der Bevölkerung während einer Generation in Bezug gesetzt werden, die – ohne Radon-Dosis – rund 35 milli-Sievert ausmacht. Tschernobyl brachte somit eine Dosiserhöhung um rund 1.5 Prozent. Die jährliche Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung inkl. Radon beträgt dauernd rund 4 milli-Sievert, mit einem Wertebereich von 1 bis über 100 milli-Sievert pro Jahr. Im Vergleich dazu ist die totale Folgedosis durch den Unfall Tschernobyl von 0.2 bis 5 milli-Sievert unbedeutend und damit auch deren gesundheitliche Auswirkungen auf die Schweiz.

## 2.8. Schlußfolgerungen

Der Unfall Tschernobyl war für eine weite Umgebung des Werkes eine echte Katastrophe, zu deren Bewältigung es auch heute noch großer Anstrengungen bedarf. Die betroffenen Personen verdienen unser Mitgefühl, und die Behörden benötigen echte materielle Hilfe über lange Zeit.

In der Schweiz haben die verantwortlichen Strahlenschutzsachverständigen gemäß dem vorbereiteten *Dosis-Maßnahmen-Konzept* gehandelt, sorgfältig und richtig die gewonnenen Daten interpretiert und den Behörden keine übertriebenen oder ungerechtfertigten Maßnahmen empfohlen, wie das im Ausland zum Teil geschehen ist. Der Chef des *Departements des Innern* war jederzeit über die Lage informiert. Die elektronischen Medien und die Presse

zeigten ein starkes Interesse, kommentierten aber teilweise die Pressemitteilungen und die Lage nicht immer sachgerecht und trugen – vor allem durch das Ausland – zu einer gewissen Verunsicherung der Bevölkerung bei. Aus heutiger Sicht ergibt sich, daß die radiologische Lage damals in der Schweiz richtig eingeschätzt wurde und daß die Auswirkungen dieser zusätzlichen Strahlendosen auf Mitteleuropa und die Schweiz glücklicherweise gering waren. Bei den Extremfällen, wie etwa Selbstversorgern in der Ostschweiz und im Tessin, dürften die Dosen, wie bereits erwähnt, etwa zehn mal höher als im Durchschnitt gewesen sein, blieben aber radiologisch immer noch unbedeutend. Auch die Schilddrüsendosis durch radioaktives Jod bei Kindern unter 2 Jahren war (gemäß den Berechnungen im Jahresbericht der *Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität* für 1985/86 Seite 7.1 f) bei den Meistbetroffenen unter 8 milli-Sievert, falls die Empfehlungen der «*Einsatzgruppe*» eingehalten wurden, aber höchstens 35 milli-Sievert ohne Einhaltung der Empfehlungen, was aber nicht zu Organschäden führt.

Die Auswertung der durch den Unfall Tschernobyl verursachten radiologischen Situation in der Schweiz erfolgte in verschiedenen Berichten und Publikationen, so schon an einer wissenschaftlichen Tagung am Inselspital Bern vom 20.– 22. Oktober 1986 mit Beiträgen der involvierten Laboratorien und Amtsstellen. Daß die damalige Einsatzorganisation der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* das Ereignis, trotz einer gewissen Kritik, im allgemeinen gut gemeistert hat und der Schutz der Bevölkerung stets gewährleistet war, gilt aus heutiger Distanz als gesichert. Die pragmatische Art der Schweizer Einsatzorgane, die auf übertriebene oder ungerechtfertigte Maßnahmen verzichteten, stand in krassem Widerspruch zu einzelnen unserer Nachbarländer, wo teilweise überreagiert wurde. Insbesondere hat sich das Schweizerische *Dosis-Maßnahmen-Konzept* bewährt, das 1982 von der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* als Leitfaden auch für einen Fall wie Tschernobyl erarbeitet wurde. In seinem schriftlichen Grußwort zur Tagung in Bern schreibt der damalige Bundespräsident und Innenminister A. Egli: «*Vor drei Jahren ist der Presse das Dosismaßnahmen-Konzept bei radioaktiver Verstrahlung unseres Landes vorgestellt worden. Es fand kein Echo und war bei Eintreten des Tschernobyl-Ereignisses in Vergessenheit geraten. – Umsomehr freut es mich, daß die Wissenschaftler auf den Vorfall vorbereitet und gerüstet waren und adäquat handelten. – Daß sie nun (d.h. mit dieser Tagung in Bern) zu einer Versachlichung der vielfach auch durch die Medien hochgespielten Meldungen beitragen wollen, ist anerkennenswert. – Unsere Wissenschaftler haben beim Ereignis von Tschernobyl eine große Verantwortung übernommen. In internationalen Gremien fand ihr Tun und Wirken mehr Zustimmung als im eigenen Lande.*»

Die Reaktorkatastrophe Tschernobyl hat dazu geführt, daß die bei der Notall- und Meßorganisation schon lange als notwendig erkannten Verbesserungen vorgenommen und die notwendigen Geldmittel bereitgestellt wurden.

Viele Politiker und Parlamentarier, aber auch Amtsstellen, erkannten nämlich erst nach dem Reaktorunfall Tschernobyl die Wichtigkeit der von der *Eidg. Kommission für AC-Schutz* geleisteten Arbeit und die Notwendigkeit, daß gewisse von dieser längst vorgeschlagene Erweiterungen und Verbesserungen beschleunigt realisiert werden müssen. Dies betraf auch das längst fällige *Bundesgesetz über den Strahlenschutz* (StSG) und die darauf basierende, wissenschaftlich angepaßte neue *Strahlenschutzverordnung* (StSV), die nun am 1. Oktober 1994 in Kraft gesetzt wurden. Verbessert wurde auch die Meßorganisation für den Fall erhöhter Radioaktivität, indem die schon vor Tschernobyl geplante Verbesserung der Meßkapazität – insbesondere bei den Kantonalen Laboratorien – verwirklicht wurde. Das landesweite automatische Überwachungsnetz für die Ortsdosen mit 58 Stationen wurde fertiggestellt und später durch entsprechende Fernüberwachungsnetze für die Nahumgebung der Kernanlagen ergänzt. Für die Überwachung der Radioaktivität der Aerosole der Luft wurde ein entsprechendes automatisches Netz aufgebaut. Die nationale Einsatzorganisation wurde in zwei Verordnungen (*Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität* und *Verordnung über die Nationale Alarmzentrale*) verankert, ebenso auch das *Dosis-Maßnahmen-Konzept*. Die internationale Zusammenarbeit wurde intensiviert, und es wurden Abkommen über die rasche gegenseitige Benachrichtigung der Länder bei Unfällen abgeschlossen (z.B. *Early Notification Treaties* mit der *Internationalen Atomenergieagentur IAEA* in Wien und der *Europäischen Union*). Die Mittel zur Warnung und Information von Bevölkerung und Behörden wurden verbessert. Betreffend das Verhalten radioaktiver Stoffe in der Umwelt, deren Transfer in Pflanzen und Tiere sowie in die menschliche Nahrung, aber auch betreffend deren Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung sowie schließlich auch im Bezug auf die Überwachungs- und Meßverfahren erwiesen sich die bisherigen Kenntnisse und Modelle im Grundsatz als richtig; sie konnten jedoch aufgrund der Messungen nach Tschernobyl verbessert und verfeinert werden. Die diesbezüglichen Erkenntnisse und Erfahrungen haben zu zahlreichen Tagungen und hunderten von wissenschaftlichen Publikationen geführt.

## Zusammenfassung – Résumé – Abstract

### Zusammenfassung

Der Artikel schildert die Anfänge der Radioaktivitätsüberwachung in unserem Lande, bei der dem Labor Freiburg eine Schlüsselrolle zukommt, und beschreibt anschließend den Aufbau einer Alarmorganisation zum Schutz der Bevölkerung vor Radioaktivität bei Kernwaffenexplosionen und Kernkraftwerkunfällen. Im zweiten

Teil werden die radiologischen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl vom 26. April 1986 auf unser Land und der praktische Einsatz der Alarmorganisation dargelegt.

## Résumé

L'article résume l'histoire de la surveillance de la radioactivité en Suisse, où le laboratoire de Fribourg a joué un rôle clef. Il décrit ensuite la mise sur pied d'une organisation d'alarme, destinée à assurer la protection radiologique de la population lors d'une explosion nucléaire ou d'un accident grave dans une centrale nucléaire. La deuxième partie décrit l'impact radiologique de la catastrophe de Tchernobyl en avril 1986 sur notre pays ainsi que le fonctionnement de l'organisation d'alarme dans ce cas réel.

## Abstract

The first part of the article contains the history of the environmental radioactivity monitoring program in Switzerland, where the laboratory at the University of Fribourg played an important role. An emergency organisation has been established to prepare the radiological protection of the population in the case of an atomic bomb explosion or a severe accident in a nuclear power station. The second part contains a description of the radiological impact of the Chernobyl disaster in our country. This accident made it possible to test the emergency organisation under realistic conditions.

## Literatur

- HUBER, O., HUBER, P., WINIGER, P., HALTER, J., und LOOSLI, H.: Jahresberichte der Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität, 1956–1988. Herausgegeben durch das Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern.
- LOOSLI, H., PORETTI, G., und RAMELET, J.-B. (Herausgeber): Radioaktivitätsmessungen in der Schweiz nach Tschernobyl und ihre wissenschaftliche Interpretation. Tagungsbericht Inselspital Bern, 20.–22. Oktober 1986. Herausgegeben durch das Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern.
- VÖLKLE, H. (Herausgeber): Jahresberichte des Bundesamtes für Gesundheitswesen zu Umweltradioaktivität und Strahlendosen der Bevölkerung, ab 1989. Herausgegeben durch das Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern.