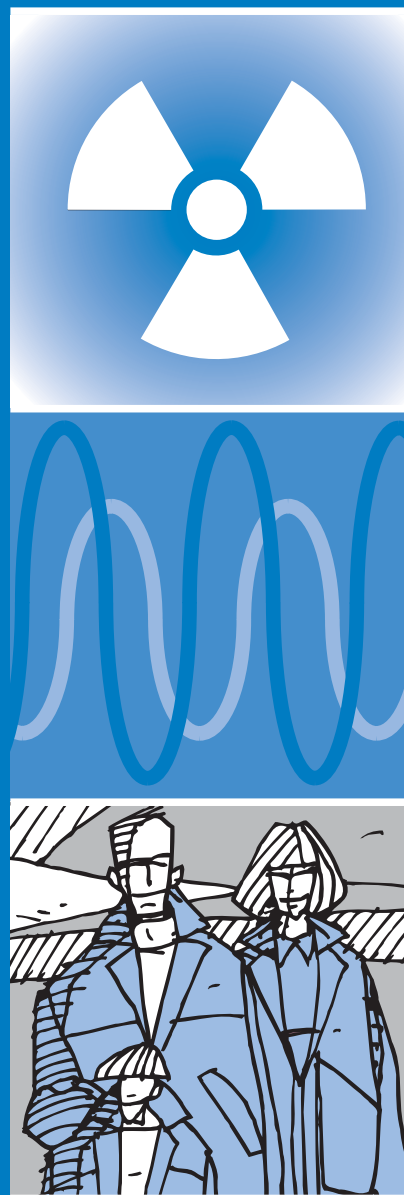


# Jahresbericht 2004 der Abteilung Strahlenschutz Rapport annuel 2004 de la division Radioprotection



# Jahresbericht 2004 der Abteilung Strahlenschutz

<b>Editorial</b>	<b>2</b>
<b>Die Abteilung Strahlenschutz</b>	<b>3</b>
Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor Strahlung	3
<b>Radiologische Zwischenfälle im Jahr 2004</b>	<b>5</b>
Gefährliche radioaktive Strahlenquellen im Altmetall	5
Radioaktiv kontaminierte Verbrennungsschlacke	5
Anonyme Abgabe radioaktiver Stoffe an der Universität Zürich	6
Illegal entsorgte Tritium-Betalight-Lichtquellen	6
<b>Bewilligungen und Aufsicht</b>	<b>7</b>
Aufgaben	7
Tätigkeiten und Ergebnisse	7
Aufsichtstätigkeiten	8
Medizin	9
Grossanlagen	11
Radioaktive Abfälle und Altlasten	12
Beurteilung	13
<b>Radon</b>	<b>14</b>
Aufgaben	14
Die Radonkarte ist erstellt	15
Bis 2014 müssen 5000 Häuser saniert werden	16
Ausbildung	17
Information über verschiedene Kanäle	18
Evaluation	19
Gesundheitliche Auswirkungen von Radon sind beachtlich	19
<b>Umweltüberwachung</b>	<b>20</b>
Aufgaben	20
Tätigkeiten und Ergebnisse	21
Beurteilung	25
<b>Strahlendosen</b>	<b>26</b>
Aufgaben	26
Tätigkeiten und Ergebnisse: Strahlendosen der Bevölkerung	26
Beruflich strahlenexponierte Personen	28
Beurteilung	29
<b>Nichtionisierende Strahlung und Schall</b>	<b>31</b>
Aufgaben	31
Tätigkeiten und Ergebnisse	31
Bereich elektromagnetische Felder	32
Optische Strahlung	33
Schall	34
Beurteilung	35
<b>Pour le texte français, voir page</b>	<b>37</b>

# Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Entsprechend dem gesetzlichen Auftrag berichtet die Abteilung Strahlenschutz des BAG jährlich über folgende Themen: Ergebnisse der Personendosimetrie, Ergebnisse der Überwachung der Radioaktivität der Umwelt, die Radonproblematik und Strahlendosen der Schweizer Bevölkerung. Bisher wurde darüber in vier separaten Publikationen informiert. Im vorliegenden Jahresbericht sind neu alle Aspekte des Strahlenschutzes im Aufsichtsbereich des BAG sowie die Tätigkeiten der Abteilung zusammengefasst. Mehr über die technischen Details erfahren Sie unter: [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch).

## **Schwerpunkte im Jahr 2004**

Das vergangene Jahr war für die Abteilung Strahlenschutz in verschiedener Hinsicht ein schwieriges Jahr. Es hat sich ein radiologischer Zwischenfall ereignet, den wir bisher in der Schweiz als nicht für möglich erachtet haben. Dass gefährliche Therapiequellen aus einem Schweizer Spital auf dem Schrott landen, war für uns ein unvorstellbares Szenario. Nur dank dem vorbildlichen Verhalten eines Altmetallhändlers konnte Schlimmeres vermieden werden. Solche Vorfälle möchten wir in Zukunft vermeiden: Die Abteilung Strahlenschutz wird deshalb die Aufsicht in diesem Bereich verstärken und ein besonderes Augenmerk auf ausgediente Strahlenquellen richten. Die Betriebe wurden aufgefordert, nicht mehr benutzte Strahlenquellen möglichst rasch und gesetzeskonform zu entsorgen.

Am 30. September 2004 liefen die zehnjährigen Übergangsfristen der Strahlenschutzverordnung von 1994 ab. Trotzdem hatten zu Beginn des Jahres noch 1000 Ärztinnen und Ärzte den vor 10 Jahren geforderten Nachweis über den Sachverstand nicht erbracht. Dank einem Grosseinsatz aller Beteiligten und der Möglichkeit, die verlangte Prüfung über Internet abzulegen, konnte diese Pendenz abgeschlossen werden.

Für Aufregung hat auch eine holländische Studie über UMTS-Strahlung gesorgt. Sie zeigte einen signifikanten

Einfluss der UMTS-Technologie auf das Wohlbefinden der Leute auf. Dies hat zu unzähligen Anfragen aus der Bevölkerung, der Medien und zu Interpellationen von Politikern geführt. Um die Aussagen zu erhärten, soll die Studie in der Schweiz wiederholt werden.

Seit zehn Jahren ist die neue Strahlenschutzgesetzgebung (1994) in Kraft. Jetzt war bzw. ist es an der Zeit, einen kritischen Blick in die Vergangenheit und in die Zukunft zu werfen. Das BAG hat deshalb die Strahlenschützer der Schweiz zu einem zweitägigen Kolloquium eingeladen. Diese kritische Auseinandersetzung hat wertvolle Ansätze für die Zukunft gebracht, die es nun umzusetzen gilt. Mit den immer knapper werdenden Ressourcen werden wir uns noch vermehrt den hohen Dosen und Risiken zuwenden und uns vollumfänglich mit einem wirkungsorientierten Strahlenschutz befassen.

## **Unsere Aufgaben – unsere Ziele**

Die Abteilung Strahlenschutz verfolgt aufmerksam die internationalen Entwicklungen im Strahlenschutz und ist bestrebt, einen international harmonisierten Strahlenschutz zu betreiben. Vor 10 Jahren war die Schweiz das erste Land, welches die damals neusten Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) in die nationale Gesetzgebung aufgenommen und die neuen strengereren Grenzwerte eingeführt hat. Deshalb wurden auch die verschiedenen neueren Entwürfe der ICRP zu neuen Empfehlungen mit viel Interesse verfolgt. Der letzte Entwurf, für den im Jahre 2004 ein internationales Konsultationsverfahren durchgeführt wurde, entsprach nicht der Qualität früherer Empfehlungen. Die Schweizer Behörden für den Strahlenschutz haben deshalb vorgeschlagen, die Empfehlungen zu überarbeiten und in dieser Form nicht herauszugeben. Es wurde befürchtet, dass die neuen Empfehlungen den Strahlenschutz nicht verbessern.

Herzlichen Dank für Ihr Interesse!

Werner Zeller, Leiter Abteilung Strahlenschutz

# Die Abteilung Strahlenschutz

## Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor Strahlung

In der Schweiz ist der Schutz der Menschen und der Umwelt vor ionisierender Strahlung durch die Strahlenschutzgesetzgebung geregelt. Der Schutz gilt bei allen Tätigkeiten, Einrichtungen, Ereignissen und Zuständen, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen und eine erhöhte Radioaktivität der Umwelt bewirken können. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist – neben anderen Behörden – mit dem Vollzug der Strahlenschutzgesetzgebung betraut; zuständig dafür ist die Abteilung Strahlenschutz.

Die Bevölkerung wird immer mehr mit nichtionisierender Strahlung wie elektromagnetischen Feldern, optischer Strahlung sowie Schall belastet. Die Abteilung Strahlenschutz befasst sich mit denjenigen Aspekten dieser nichtionisierenden Strahlungen, die zu einer kurz- oder längerfristigen Beeinträchtigung der Gesundheit führen können.

Die Abteilung Strahlenschutz

- beurteilt gesundheitliche Risiken,
- erarbeitet Strategien zur Optimierung des Strahlenschutzes,
- trifft Massnahmen zur Reduktion der Strahlendosen,
- überwacht die Strahlendosen in Bevölkerung und Umwelt,
- informiert Bevölkerung und Institutionen und
- vollzieht die gesetzlichen Vorschriften.

Der Risikominimierung für Bevölkerung und Umwelt wird mit folgenden Aktivitäten und Programmen Rechnung getragen:

### **Aufsicht und Bewilligungen**

Die Abteilung Strahlenschutz ist Bewilligungsbehörde für den Umgang mit ionisierender Strahlung in den Bereichen Medizin, Industrie (Kernanlagen ausgenommen), Forschung und Ausbildung. Zusammen mit der

Suva überwacht sie die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften und führt Inspektionen durch. Sie informiert und berät Bewilligungsinhaber und Betriebspersonal bei der Umsetzung der Vorschriften.

### **Störfälle**

Die Abteilung Strahlenschutz unterstützt Betriebe und weitere Betroffene bei der Bewältigung von Störfällen und Strahlenunfällen.

### **Dosisintensive Röntgenuntersuchungen**

Röntgendiagnostische Untersuchungen mittels Computertomografie (CT) und mit Durchleuchtungsanlagen können zu relativ hohen Strahlendosen bei Patientinnen und Patienten führen. Zusammen mit der Ärzteschaft erarbeitet und empfiehlt die Abteilung Strahlenschutz Optimierungsmassnahmen, um diese Strahlendosen zu begrenzen.

### **Radon**

Das radioaktive Gas Radon ist überall vorhanden. Es kann hohe Strahlendosen und als Folge davon Lungenkrebs verursachen. Die Abteilung Strahlenschutz beurteilt die Radonsituation, erarbeitet und empfiehlt Sanierungsmassnahmen für bestehende Gebäude und vorsorgliche Massnahmen bei Neubauten. Sie koordiniert die Aktivitäten auf nationaler Ebene.

### **Überwachung der Radioaktivität**

Die Ausbreitung natürlicher und künstlicher Radioaktivität in Atmosphäre und Umwelt wird kontinuierlich überwacht, insbesondere in der Umgebung von Kernanlagen, Industriebetrieben, Forschungsinstituten und Spitälern, die radioaktive Stoffe verwenden. Für die Bestimmung des Strahlenrisikos der Bevölkerung werden Strahlendosen aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen ermittelt und die Ergebnisse werden regelmässig veröffentlicht.

### Zentrales Dosisregister

Die Strahlendosen beruflich strahlenexponierter Personen werden im schweizerischen Dosisregister registriert, beurteilt und kontrolliert.

### Aus- und Weiterbildung

Die Abteilung Strahlenschutz ist für die Anerkennung von Aus- und Weiterbildungen im Strahlenschutz in Medizin, Lehre und Forschung zuständig.

### Radioaktive Abfälle

Die Abteilung Strahlenschutz organisiert die Abgabe von radioaktiven Abfällen aus Medizin, Industrie und Forschung an die Sammelstelle des Bundes.

### Radiopharmazeutika

Die Abteilung Strahlenschutz beurteilt klinische Studien, bei denen radioaktiv markierte Stoffe zum Einsatz kommen. Sie ist zusammen mit der Swissmedic für die Zulassung von Radiopharmazeutika zuständig.

### Nichtionisierende Strahlung

Die Belastung der Bevölkerung mit elektromagnetischen Feldern, optischer Strahlung (UV, Laser) sowie Freizeitlärm wird ermittelt. Mögliche gesundheitliche Auswirkungen werden beurteilt und Schutzmassnahmen empfohlen.

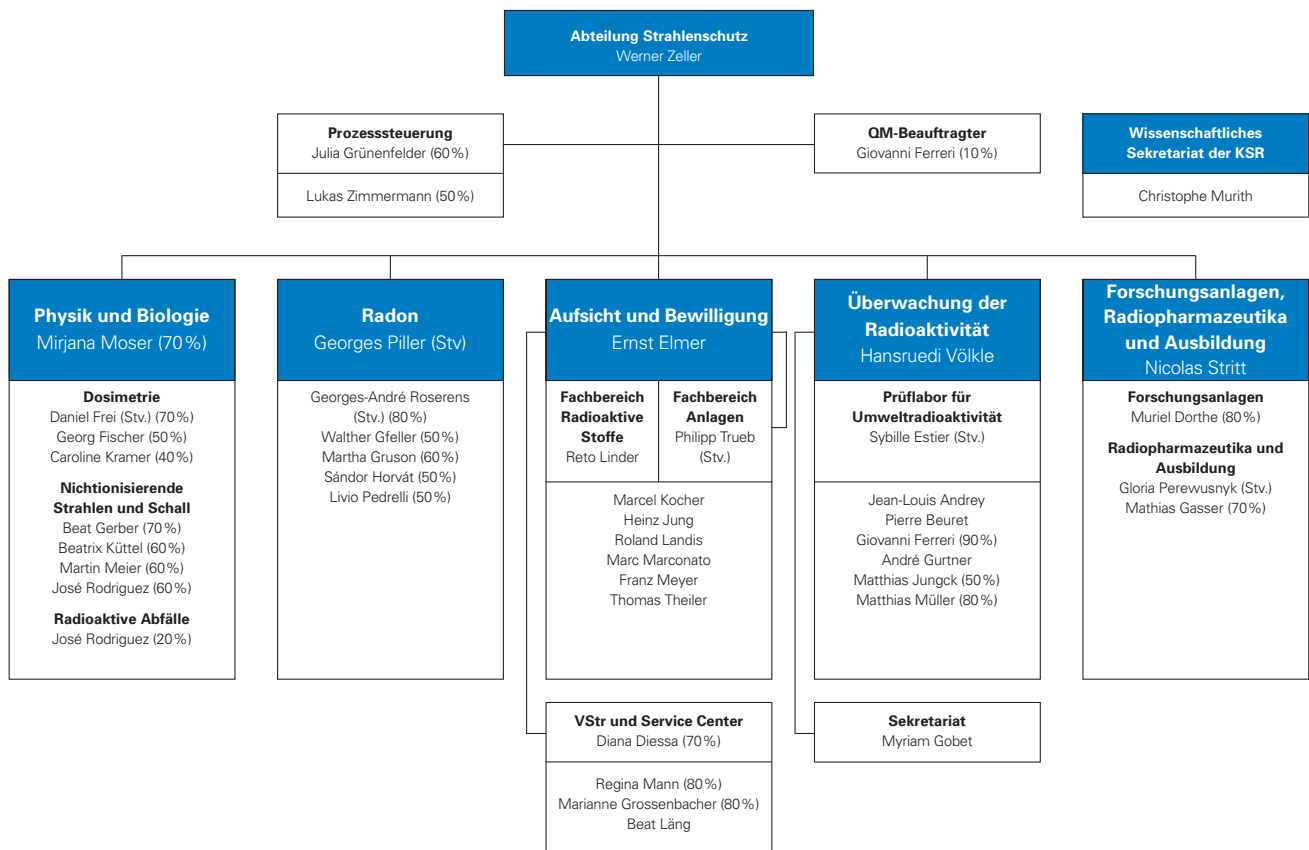


Fig.1: Organigramm der Abteilung Strahlenschutz

# Radiologische Zwischenfälle im Jahr 2004

## Gefährliche radioaktive Strahlenquellen im Altmittel

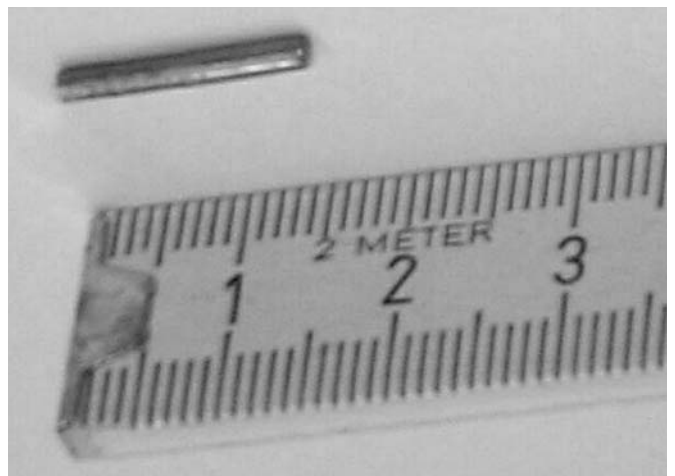
Im Rahmen einer Räumungsaktion des Kantonsspitals Baden wurde im Februar 2004 ein Tresor mit radioaktiven Caesiumstiften (Cs-137) zusammen mit anderem Altmittel rechtswidrig entsorgt. Dies aufgrund diverser innerbetrieblicher Versäumnisse. Dank der Eingangskontrolle von Altmittel mit einem Strahlenmessgerät bei der Entsorgungsfirma konnten vom ursprünglichen Inventar von 15 Strahlenquellen 14 sichergestellt werden. Derartige Caesiumstifte wurden bis in die 80er-Jahre in der Gynäkologie für die Behandlung von Tumoren verwendet. Diese radioaktiven Strahlenquellen stellen ein erhebliches Gefährdungspotenzial dar, wenn sie unkontrolliert und unbemerkt in die Umwelt gelangen und Personen damit in näheren Kontakt kommen. Die Auswirkungen für die Gesundheit können gravierend sein. Bei längerer Exposition sind als Frühschäden Verbrennungserscheinungen der Haut und als Spätfolgen eine Krebs-



**Fig. 2: Tresor mit Strahlenquellen im Altmittel**

erkrankung nicht auszuschliessen. Deshalb wurde nach der fehlenden Quelle mit hochempfindlichen Messgeräten intensiv gesucht: in den Betriebsarealen des Spitals, der betroffenen Altmittelbetriebe sowie auf dem Trans-

portweg des Tresors, leider ohne Erfolg. Das BAG beurteilt das Risiko für eine unzulässige Strahlenexposition von Personen durch diese nicht mehr auffindbare Quelle jedoch als gering. Um ähnlichen Vorkommnissen vorzubeugen, klärt das BAG systematisch ab, ob noch in anderen Spitälern weitere Quellen dieser Art gelagert werden, damit diese bei Nichtgebrauch einer ordnungsgemässen Entsorgung zugeführt werden können. Im Fall Kantonsspital Baden hat die Bundesanwaltschaft gerichtspolizeiliche Ermittlungen betreffend Widerhandlungen gegen das Strahlenschutzgesetz durchgeführt. Diese wurden abgeschlossen und zur Urteilsfindung an die zuständige kantonale Stelle überwiesen.



**Fig. 3: Caesiumstift**

## Radioaktiv kontaminierte Verbrennungsschlacke

Im Februar 2004 wurde bei der Eingangskontrolle einer Deponie festgestellt, dass die angelieferte Verbrennungsschlacke (ca. 10 m<sup>3</sup>) aus der Kehrichtverbrennungsanlage Biel (Müve) radioaktive Stoffe enthält. Die radioaktive Kontamination der Verbrennungsschlacke wurde offenbar durch die Verbrennung von Radiumleuchtfarbe verursacht, welche früher in der Uhrenindustrie verwendet wurde. Da bei der Anlieferung die Leuchtfarbe nicht erkannt wurde, konnte kein Verursa-

cher ermittelt werden. Nach einer aufwendigen Sortieraktion der Schlacke durch Fachkräfte der Suva und des BAG konnten 0,6 m<sup>3</sup> stark kontaminierte Schlacke aussortiert und zur Weitergabe an die Sammelstelle für radioaktive Abfälle bereitgestellt werden. Der Rest der Schlacke wurde – unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen – deponiert. Das BAG empfiehlt den Betreibern von Kehrichtverbrennungsanlagen, alle Abfallgänge mit empfindlichen Strahlenmessgeräten zu überwachen. Nur so können Kontaminationen in dieser Größenordnung vermieden werden.

### Anonyme Abgabe radioaktiver Stoffe an der Universität Zürich

Ende Mai 2004 erhielt das Medizinhistorische Institut der Universität Zürich ein Paket mit anonymem Absender. Beim Öffnen wurde festgestellt, dass sich darin radioaktive Stoffe befanden. Da ein krimineller Hintergrund nicht auszuschliessen war, hat der Sicherheitsdienst der Universität Zürich unverzüglich die Nationale Alarmzentrale (NAZ) informiert. Die alarmierten Einsatzkräfte der Polizei und des Strahlenschutzpiketts des

Paul Scherrer Institutes (PSI) untersuchten diesen Vorfall. Der Absender des Pakets konnte jedoch bis heute nicht ermittelt werden. Durch das korrekte Vorgehen des Betriebes konnte eine Gefährdung der betroffenen Personen durch radioaktive Stoffe vermieden werden. Die Strahlenquellen wurden an die Sammelstelle für radioaktive Abfälle des PSI gebracht und vorschriftsmässig entsorgt.

### Illegal entsorgte Tritium-Betalight-Lichtquellen

Im Oktober 2004 erhielt die zuständige Aufsichtsbehörde Suva Kenntnis, dass aus der Firma RUAG Land Systems in Thun im Mai 2003 total 703 radioaktive Betalight-Lichtquellen, die insgesamt 42 TBq Tritiumgas enthielten, zusammen mit anderen nicht radioaktiven Altstoffen entsorgt worden waren. Das Material gelangte vermutlich ins Schmelzwerk der Stahl-Gräfelingen. Es ist davon auszugehen, dass das radioaktive Tritium in die Umwelt gelangte. Auswirkungen auf die Umwelt konnten bisher jedoch nicht festgestellt werden. Die Aufsichtsbehörde hat Strafanzeige erstattet. Untersuchungen zur genaueren Abklärung des Vorfalles sind im Gange.

# Bewilligungen und Aufsicht

## Aufgaben

Die Abteilung Strahlenschutz überwacht gesamtschweizerisch den Vollzug der Strahlenschutzgesetzgebung. Damit wirken wir präventiv gegen das Auftreten von Strahlenschäden (Patienten und Patientinnen, Betriebspersonal, Bevölkerung) bei der Anwendung ionisierender Strahlung in medizinischen, technischen und gewerblichen Bereichen. Wir erteilen Bewilligungen für den Umgang mit ionisierender Strahlung in Medizin, Industrie und Forschung (z.B. Röntgenanlagen, radioaktive Stoffe und Radiopharmazeutika) und Zulassungen für bestimmte Publikumsprodukte, welche den Anwender von der Bewilligungspflicht befreien. Zudem sind wir Aufsichtsbehörde für medizinische Betriebe, Ausbildungsstätten und Grossanlagen wie CERN und Paul Scherrer Institut und führen entsprechende Inspektionen durch. Insbesondere überprüfen wir auch die Ausbildung (Sachkunde und Sachverstand) der Personen, die in einem Betrieb Strahlenschutzaufgaben zu erfüllen haben. Für industrielle und gewerbliche Betriebe ist die Suva die zuständige Aufsichtsbehörde. Bei Verstössen gegen die Strahlenschutzgesetzgebung führen wir entsprechende Untersuchungen und Strafverfahren im Rahmen des Verwaltungsstrafrechtes durch. Jährlich organisieren wir eine Sammelaktion für radioaktive Abfälle, die an der zentralen Sammelstelle des Bundes am Paul Scherrer Institut in eine zwischen- und endlagerfähige Form konditioniert und im Bundeszwischenlager zwischengelagert werden. Später werden sie in ein geologisches Tiefenlager verbracht. Wir beraten Firmen und Betriebe in unserem Aufsichtsbereich bezüglich Umsetzung der Strahlenschutzvorschriften. Unser Ziel: ein optimaler Strahlenschutz für alle betroffenen Personen. Um dies zu erreichen, erlassen wir entsprechende Ausführungsbestimmungen (Weisungen und Merkblätter). Bei Zwischenfällen in den Betrieben oder beim Auffinden und Beheben von Altlasten (z.B. herrenlose radioaktive Strahlenquellen) führen wir als neutrale Stelle Abklärungen und Untersuchungen durch und sorgen für die Behebung eventueller Gesundheitsrisiken für Mensch und Umwelt.

## Tätigkeiten und Ergebnisse

### Bewilligungsverfahren

Der Umgang mit radioaktiven Strahlenquellen und Röntgenanlagen unterliegt gemäss der schweizerischen Strahlenschutzgesetzgebung der Bewilligungspflicht. Jeder Anwender ionisierender Strahlung muss vorgängig beim Bundesamt für Gesundheit (BAG) ein Gesuch einreichen. Aufgrund dessen prüft die zuständige Aufsichtsbehörde, ob beim Anwender ionisierender Strahlung Voraussetzungen zum Schutz von Mensch und Umwelt erfüllt sind. Für medizinische Betriebe und Ausbildungsstätten ist die Abteilung Strahlenschutz des BAG zuständig, für industrielle und gewerbliche Betriebe die Suva. Nach Erteilung der Bewilligung klären wir innerhalb der zehnjährigen Gültigkeitsdauer ab, ob und wie die gesetzlichen Strahlenschutzvorschriften zum Schutz der Patientinnen und Patienten, des Betriebspersonals und der Bevölkerung in den bewilligten Betrieben praktisch umgesetzt werden. Dabei werden individuelle Gegebenheiten berücksichtigt. 2004 wurden 1351 Bewilligungsgesuche für den Umgang mit ionisierender Strahlung (hauptsächlich medizinische Röntgenanlagen und radioaktive Stoffe) bearbeitet und 4886 Erst- oder Folgebewilligungen erteilt. Stichprobenweise wurden gesamtschweizerisch 879 Betriebsinspektionen durchgeführt.

### Erneuerung von Bewilligungen

Mit dem Inkrafttreten der neuen Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 wurde die Gültigkeit der zu diesem Zeitpunkt unbeschränkt erteilten Bewilligungen bis zum 30.9.2004 befristet. Dies betraf 6500 Bewilligungen medizinischer Röntgenanlagen und 400 Bewilligungen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen und nichtmedizinischen Röntgenanlagen.

Damit das BAG alle ablaufenden Bewilligungen rechtzeitig erneuern konnte, begannen wir bereits Mitte 2003, diese um weitere zehn Jahre zu verlängern. Dabei musste geprüft werden, ob die Voraussetzungen zur Erneuerung erfüllt wurden. Im Jahr 2004 wurden rund 2500 Bewilligungen erneuert und auf 10 Jahre befristet.



### **Gebühren für die Erneuerung von Bewilligungen**

Die vom BAG erhobenen Gebühren für die Bewilligungserteilungen sind teilweise – hauptsächlich bei der Ärzteschaft – auf Unverständnis gestossen. Den Bewilligungen hat jeweils ein Merkblatt beigelegt, welches über die Gebühren informiert hat. Offensichtlich hat dieses Merkblatt nicht immer die notwendige Beachtung gefunden. Die Gebühren basieren auf den nachfolgend aufgeführten Gegebenheiten. Im Strahlenschutzgesetz hat das Parlament den Bundesrat dazu verpflichtet, Gebühren für die Erteilung von Bewilligungen und die Ausübung der Aufsicht im Strahlenschutz festzusetzen. Dies ist letztmals im Jahre 1999 geschehen mit dem Erlass einer Gebührenverordnung nach dem Grundsatz von kostendeckenden Gebühren. Der Rechnungsbetrag für eine Bewilligungserteilung setzt sich wie folgt zusammen: aus einer Administrativpauschale von Fr. 125.–, welche den Aufwand für das Ausstellen der Bewilligung und das gesamte Datenhandling abdeckt, sowie einer vom Bewilligungsgegenstand abhängigen Aufsichtspauschale für alle Aufsichtstätigkeiten während der folgenden zehnjährigen Gültigkeit der Bewilligung (u.a. administrative Aufsicht, Beratungen und stichprobenweise Inspektionen vor Ort in den medizinischen Betrieben). Mit der Gebühr werden alle Leistungen vergütet, welche die Bewilligungs-/Aufsichtsbehörde innerhalb der auf eine Bewilligungserteilung folgenden Gültigkeitsdauer von 10 Jahren erbringt. Also nicht wie oft irrtümlich angenommen nur der Aufwand anlässlich der Bewilligungserneuerung. Wir erachten die gegenwärtigen Gebühren nach wie vor als angemessen.

## **Aufsichtstätigkeiten**

### **Inspektionen und Audits in den Betrieben**

Neben administrativen Aufsichtstätigkeiten, wie Einforderung und Prüfung von Daten der Röntgen- und Handelsfirmen über installierte oder gewartete Röntgenanlagen sowie verkaufte radioaktive Stoffe, wurden gesamtschweizerisch stichprobenweise rund 900 Betriebsinspektionen und Audits durchgeführt. Ziel dieser Aufsichtstätigkeit vor Ort ist es, die Umsetzung der Strahlenschutzvorschriften zu überprüfen, zusätzlich in Zusammenarbeit mit den sachverständigen Personen Potenziale für zusätzliche Strahlenschutzmassnahmen für Personal und Patienten zu erkennen und umzusetzen. Durch diese Aufsichtstätigkeit wurden 16 Verstösse gegen die Strahlenschutzvorschriften festgestellt und der für das Verwaltungsstrafrecht zuständigen Stelle im BAG gemeldet. Dabei handelte es sich hauptsächlich um das Betreiben einer Röntgenanlage ohne gültige Bewilligung und das Nichteinhalten von Bewilligungsaufgaben.

### **Seminar für Röntgentechniker von Fachfirmen**

Für Röntgentechniker von Installationsfirmen für medizinische Röntgenanlagen wurden zwei halbtägige Seminare zu ausgewählten Themen wie Qualitätssicherung, Röntgentechnik und baulichem Strahlenschutz durchgeführt. Die Tätigkeiten der Röntgenfirmen werden durch das BAG bewilligt und beaufsichtigt. Dabei delegiert das BAG auch gewisse Strahlenschutzkontrollen an die Röntgenfirmen. Der gegenseitige Informationsaustausch ist hier besonders wichtig, da die Firmen auch als Multiplikatoren in Sachen Strahlenschutz in den medizinischen Betrieben wirken.

### **Grossquelleninventar**

Im Grossquelleninventar sind die Quellen aufgelistet, welche eine Aktivität von mehr als das Zwanzigmillionenfache der Bewilligungsgrenze erreichen. Bis heute sind über 500 Quellen ins Inventar aufgenommen worden. Im Rahmen der Aufsichtskontrolle werden die Betriebe mit solchen Quellen zwecks Inventarüberprüfung vom BAG jährlich angeschrieben.

### **Verwaltungsstrafrecht**

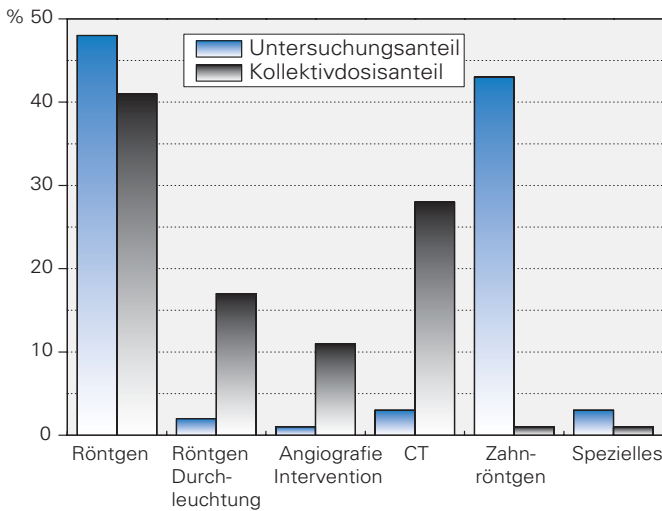
Bei Übertretungen gegen die Strahlenschutzgesetzgebung führt die Abteilung Strahlenschutz des Bundesamtes für Gesundheit als zuständige Bewilligungsbehörde die entsprechenden Verwaltungsstrafverfahren durch. Dieses Jahr sind 8 Strafbescheide im abgekürzten und 11 Strafbescheide im ordentlichen Verfahren erstellt worden. Bei den gemeldeten Widerhandlungen handelte es sich um

- die Einrichtung und den Betrieb von medizinischen Röntgenanlagen ohne Bewilligungen der Betreiber
- das Nichteinhalten von Bewilligungsaufgaben
- die Einfuhr einer radioaktiven Sendung ohne Bewilligung des Empfängers
- das Nichtunterziehen einer angeordneten Dosimetrie
- Falschdeklaration der Zolldeklaranten bei der Einfuhr von radioaktiven Stoffen
- das Nichteinhalten der regelmässigen Durchführung der Wartung mit Zustandsprüfung an medizinischen Röntgenanlagen durch deren Betreiber
- das Durchführen der Wartung mit Zustandsprüfung an medizinischen Röntgenanlagen durch Röntgenfirmen, welche dafür keine Berechtigung hatten
- das Nichtdurchführen oder unvollständige Durchführen der Abnahmeprüfung anlässlich der Installation von medizinischen Röntgenanlagen durch Röntgenfirmen oder Betreiber der Anlagen.

Medizin

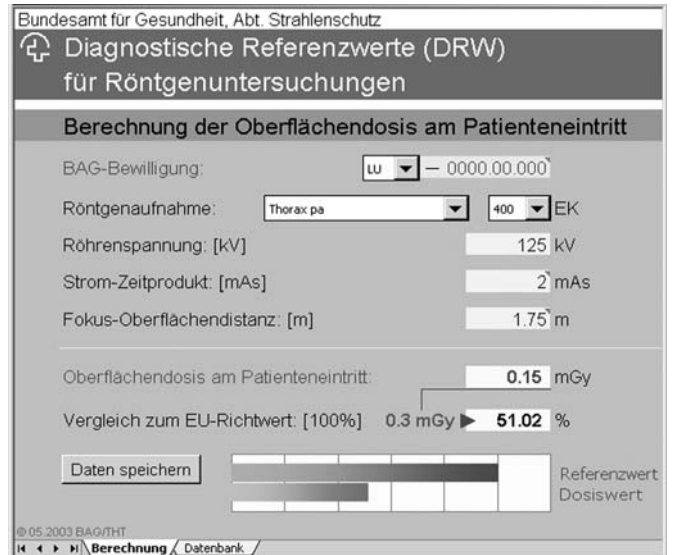
**Diagnostische Referenzwerte in der Medizin**

Aus der schweizweiten Erhebung [Aroua A, Vader JP, Valley JF. Enquête sur l'exposition par le radio-diagnostic en Suisse. Lausanne: IRA/IMSP. 2000. www.hospvd.ch/public/instituts/ira/] über die applizierten Dosen und die Häufigkeiten der Untersuchungen resultierten die folgenden Ergebnisse:



**Fig. 4: Häufigkeit von diagnostischen Untersuchungen und Kollektivdosis**

In der Röntgendiagnostik existieren für den Patienten keine Dosisgrenzwerte. Röntgenuntersuchungen müssen jedoch in jedem Fall aufgrund einer medizinischen Indikation gerechtfertigt sein und unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden, um einen angemessenen Schutz des Patienten zu gewährleisten. Bereits 1996 hat die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) die Benutzung von «diagnostischen Referenzwerten (DRW)» vorgeschlagen. Es handelt sich dabei um einen Beurteilungswert, der sich auf eine leicht messbare Grösse bezieht. DRW sind Schwellenwerte, oberhalb deren die Ursache für die Überschreitung begründet und die Technik angepasst werden muss. Bei Anwendung von «Good-practice»-Regeln bezüglich diagnostischer und technischer Leistung wird erwartet, dass die DRW bei Standardverfahren unterschritten bzw. nicht überschritten werden. Im Fall der Röntgenaufnahme ist die verwendete Grösse die Oberflächendosis am Patienteneintritt (in mGy). Im BAG-Merkblatt R-08-04 (www.str-rad.ch) wird erläutert, wie die Dosiswerte ermittelt und mit internationalen Vorgaben (=Referenzwerten) verglichen werden können. Zur Unterstützung der Ermittlung und zum visuellen Vergleich steht auf der Homepage der Abteilung Strahlenschutz eine Excel-basierte Softwareapplikation (DRWCalc) zum Download bereit: www.str-rad.ch.

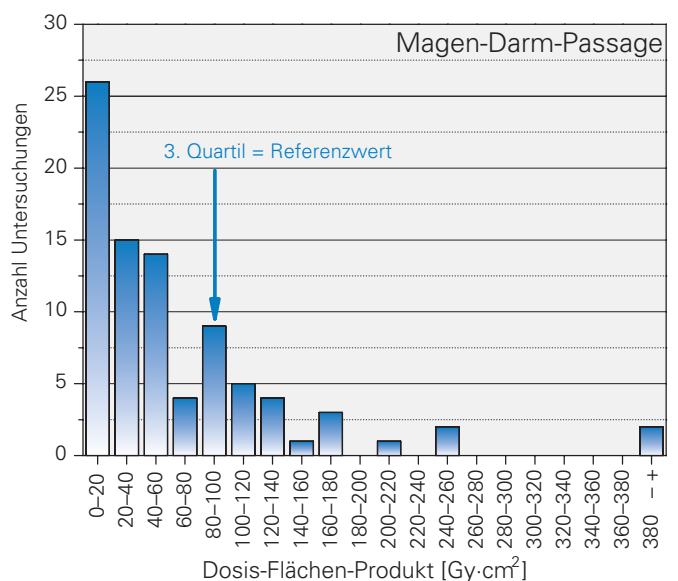


**Fig. 5: Berechnung der diagnostischen Referenzwerte über Internet**

**Dosisintensive medizinische Untersuchungen**

Speziell bei dosisintensiven Untersuchungen (Untersuchungen mit Computertomografen oder Durchleuchtungen in der Kardiologie) können Vergleiche der Patientendosen mit den diagnostischen Referenzwerten ein erhebliches Optimierungspotenzial aufzeigen.

Diagnostische Referenzwerte (DRW) sind bei Röntgenuntersuchungen im Durchleuchtungsmodus schwierig zu definieren, speziell solche in der Angiografie und in der interventionellen Radiologie. Der Grund liegt in der grossen Variabilität zwischen den einzelnen Untersuchungen: Durchleuchtungszeit, Zahl der Röntgenbilder,



**Fig. 6: Bestimmung des DRW am Beispiel der Untersuchung der Magen-Darm-Passage**

benötigte Bildqualität. Um diese Problemstellung in der Schweiz anzugehen, wurde eine dosimetrische Erhebung bei den fünf universitären Spitälern durchgeführt. Ziel der Erhebung: Festlegen der diagnostischen Referenzwerte (DRW) bei acht Untersuchungstypen in der diagnostischen und interventionellen Radiologie. Jedes Zentrum wurde aufgefordert, für jede dieser acht Typen bei 20 Untersuchungen die Daten über den Patienten und die technischen Parameter zu erheben. Aus den erhaltenen Angaben wurden die Verteilungen des Dosis-Flächen-Produktes, der Zahl der Röntgenbilder und der Durchleuchtungsdauer erstellt.

Es zeigte sich eine grosse Variabilität in den Untersuchungstechniken. Aus den erhaltenen Verteilungen wurde ein Satz von DRW ermittelt. Dabei wurde die 3.-Quartil-Methode verwendet. Die Ergebnisse wurden zusammen mit Vorschlägen zur Dosisoptimierung an die beteiligten Radiologen versandt.

### **Neue Verordnungen und BAG-Weisungen / Merkblätter**

*Neue Beschleunigerverordnung:* In der Strahlenschutzverordnung vom 22.6.1994 wird der Erlass von diversen Detailvorschriften im Hinblick auf den Vollzug der Strahlenschutzgesetzgebung an das EDI delegiert.

Die bestehende Beschleunigerverordnung (für medizinische Elektronenbeschleuniger-Anlagen in Spitälern mit radioonkologischen Kliniken) aus dem Jahre 1980 wird durch eine neue abgelöst und dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst. Die Verordnung vom 15. Dezember 2004 des EDI über den Strahlenschutz bei medizinischen Elektronenbeschleuniger-Anlagen (Beschleunigerverordnung, BeV) ist am 1. Februar 2005 in Kraft getreten.

### **Weisungen / Merkblätter**

Als Hilfsmittel für die Anwender ionisierender Strahlen und im Speziellen für die sachverständigen Personen in den Betrieben, welche Verantwortung für den Strahlenschutz gegenüber ihren Mitarbeitern und Patienten wahrnehmen müssen, wurden zur praktischen Umsetzung der Strahlenschutzvorschriften im Berichtsjahr 8 Weisungen und 4 Merkblätter revidiert oder neu erarbeitet. Diese sind auf der Strahlenschutz-Homepage [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch) einsehbar. Sie erläutern die Qualitätssicherung bei der Anwendung ionisierender Strahlung am Menschen sowie organisatorische und bauliche Strahlenschutzmassnahmen.

### **Nuklearmedizin**

Zur Durchsetzung und zur Vereinheitlichung der Qualitätssicherung bei nuklearmedizinischen Untersuchungsgeräten (Gammakameras) wurde von einer durch das BAG konstituierten Arbeitsgruppe eine Weisung (L-09-04) er-

arbeitet. Die Arbeitsgruppe bestand aus Fachpersonen aus Medizin und Industrie. Nach Konsultation der betroffenen Fachverbände wurde diese nun in Kraft gesetzt. Sie präzisiert und konkretisiert Art. 30 und Anhang 4 der Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen vom 21.11.1997 (VUOS, SR814.554), wonach nuklearmedizinische Untersuchungsgeräte (Gammakameras) nach international harmonisierten Normen geprüft und gewartet werden müssen. Die vorliegende Weisung gewährleistet eine optimale Qualität unter Berücksichtigung eines vernünftigen Aufwandes für die Qualitätssicherung. Durch die Einbindung aller betroffenen Kreise kann bei der Umsetzung mit einer breit abgestützten Zustimmung gerechnet werden. Im Rahmen des Projektes zur Ermittlung diagnostischer Referenzwerte bei medizinischen Untersuchungen (OSUR) wurde im Auftrag des BAG durch die Abteilung Radiologische Physik des Universitätsspitals Basel eine Erhebung der Patientendosen bei nuklearmedizinischen Untersuchungstechniken durchgeführt. Dieses Projekt hat zum Ziel, mit Hilfe der ermittelten Referenzwerte die Strahlendosen in der Nuklearmedizin für Patienten und Personal mittelfristig zu verringern. Die Erhebung wurde durch betroffene Fachorganisationen (Schweizerische Gesellschaft für Nuklearmedizin [SGNM], Schweizerische Gesellschaft für Radiopharmazie/Radiopharmazeutische Chemie [SGRRC] und Schweizerische Vereinigung der Fachleute für medizinisch-technische Radiologie [SVMTRA]) unterstützt und begleitet. Der Abschluss dieser Erhebung mit Publikation der Resultate und Schlussfolgerungen wird in der ersten Hälfte des Jahres 2005 erfolgen.

### **Ausbildung**

Am 30. September 2004 lief die zehnjährige Übergangsfrist aus, innert welcher sämtliche Human-, Tier- und Zahnmediziner, welche in ihrem Betrieb die Verantwortung für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften im Strahlenschutz tragen, den Nachweis des Sachverstands im Strahlenschutz zu erbringen hatten. Auskünfte an die betroffenen Personen, die Organisation von zentralen Prüfungen des Sachverstands und Aufgaben im Zusammenhang mit der Nachweispflicht bildeten das Schwergewicht der Tätigkeit im Bereich Ausbildung. Insgesamt haben im Jahr 2004 971 Ärztinnen und Ärzte eine durch das BAG durchgeführte Sachverständigenprüfung bestanden, davon haben 815 die Prüfung per Internet absolviert. Auf Grund des grossen Bedarfs wurde die Internetprüfung, die ursprünglich bis Ende Juni 2004 vorgesehen war, bis zum 30. September verlängert. Figur 7 zeigt die Anzahl Teilnehmer einer Internetprüfung pro Monat.

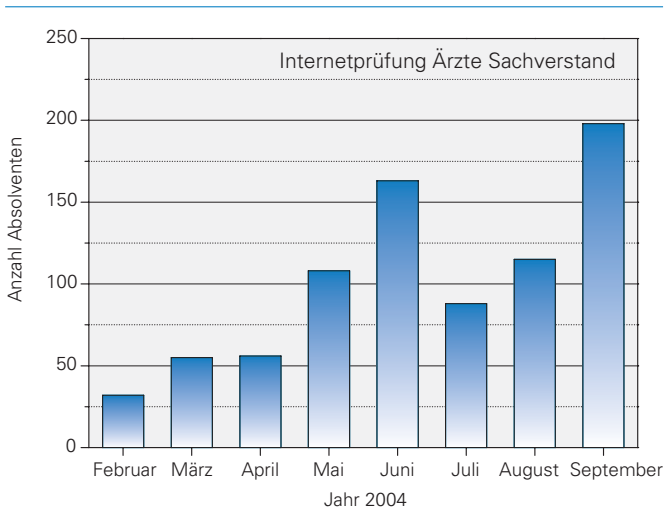


Fig. 7: Internetprüfungen

Im Zusammenhang mit den Freizügigkeitsabkommen Schweiz–EU wurde eine starke Zunahme von Gesuchen zur Anerkennung einer ausländischen Ausbildung im Strahlenschutz festgestellt. Dabei fällt insbesondere die hohe Zahl von Gesuchen von Human- und Zahnmedizinern aus Deutschland auf. In diesem Tätigkeitsbereich ist über die nächsten Jahre mit einer weiteren Zunahme zu rechnen.

Veränderungen haben sich, nach Anerkennung eines entsprechenden Gesuchs, bei der Ausbildung von Chiropraktorinnen und Chiropraktoren ergeben. Bis anhin führte das BAG die Abschlussprüfung zur Erlangung der Sachkunde und des Sachverständnisses im Strahlenschutz durch. Ab diesem Jahr hat das Schweizerische Chiropraktik Institut unter Aufsicht des BAG die Verantwortung für die Prüfung.

### Radiopharmazeutika

Im Berichtsjahr gingen 81 Gesuche für Sonderbewilligungen zur Anwendung von nicht zugelassenen Radiopharmazeutika am Menschen ein. Sie wurden entweder bewilligt oder es konnte eine Alternativlösung gefunden werden. Dies sind 28% mehr als im Vorjahr. Es wurden 20 verschiedene Präparate mit 10 verschiedenen Radionukliden beantragt. Lediglich ein Viertel der Gesuche betraf Technetium-99m-Kits. In einem Viertel der Gesuche wurde eine Sonderbewilligung für PET-Substanzen beantragt und 25% der Gesuche bezogen sich auf Betastrahler. 27 Gesuche für die Durchführung von klinischen Studien mit radioaktiv markierten Stoffen oder mit Radiopharmazeutika wurden bearbeitet. Auch hier war die Diversität der verwendeten Nuklide und Präparate gross. Auf die 27 Studien verteilten sich 24 verschiedene Radiopharmazeutika, wovon lediglich 5 zugelassen waren. Die effektive Dosis innerhalb der Studien hat eine steigende Tendenz und liegt bei den diagnostischen und physiologischen Untersuchungen meist im dosisintensiv-

ven Bereich, so dass für die gesunden Probanden häufig eine Dosiserhöhung auf 5 mSv bewilligt werden musste. Im Rahmen der Marktüberwachung wurde die Qualität von drei wichtigen Radiopharmazeutika, eines davon nicht zugelassen, überprüft. Die paritätische Fachkommission für Radiopharmazeutika (pFKR) des BAG und der Swissmedic behandelte insgesamt 10 Registrierungs-gesuche, was eine Zunahme um 150% bedeutet. Das im Jahr 2004 in der Schweiz zugelassene Radioimmuntherapeutikum Zevalin der Firma Schering, das mit Y-90 markiert zur Behandlung des Non-Hodgkin-Lymphoms verwendet wird, bedarf einer Erwähnung. Trotz einer Kit-Formulierung kann der komplexe Markierungsvorgang dieses Präparates leicht zu einer erhöhten Dosis beim Personal führen, das für diese Arbeit speziell geschult werden muss. Wegen der hämatologisch schweren Nebenwirkungen der Behandlung mit Zevalin sollte dieses Medikament ausschliesslich in Händen von in der Radioimmuntherapie sehr erfahrenen Nuklearmedizinern und in Zusammenarbeit mit ausgezeichneten Hämatologen verwendet werden.

### Grossanlagen

#### Strahlenschutz am CERN

Das CERN ist ein internationales Labor mit einer grossen Anzahl an Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern aus vielen verschiedenen Ländern. Die Installationen werden häufig kurzfristig erstellt oder umgebaut und sind meist Spitzentechnologien und von unkonventioneller Art. Die Sicherheit ist daher ein spezielles Problem, und es ist besonders wichtig, dass der Arbeitssicherheit und dem Strahlenschutz gebührend Beachtung geschenkt wird. Das CERN unterscheidet sich von anderen Laboratorien in der Schweiz durch seinen internationalen Status und seine grenzüberschreitende Lage. Es hat ein eigenes Sicherheitssystem, um im Rahmen des Möglichen die verschiedenen Reglementierungen zu vereinheitlichen. Dabei werden vor allem die EU-Direktiven und diejenigen der beiden Gaststaaten Frankreich und Schweiz beachtet. Das CERN wählt jeweils die fortgeschrittenste Reglementierung. Die Zusammenarbeit zwischen der Schweiz und dem CERN ist vertraglich geregelt. Das BAG überwacht die Umwelt des CERN auf Schweizer Territorium. Die Überwachung umfasst Messungen der Ortsdosisleistung, der Luft (RADAIR und High-Volume-Sampler), In-situ-Gamma-spektrometrie und Gras-, Boden- und Lebensmittelproben. Die Überwachung der Gewässer in der Umgebung des CERN wurde dem Institut F.-A. Forel der Universität Genf anvertraut. Die Resultate der Messungen zeigen, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert von 0,3 mSv/Jahr auch im Berichtsjahr eingehalten wurde.

Der Austausch des LEP (Large Electron-Positron Collider) durch das LHC (Large Hadron Collider), das zwei Strahlen von Protonen (je 7 TeV) und schweren Ionen benutzen wird, hat eine Analyse der Überwachungsstrategie durch die Behörden der Gastgeberländer, die DGSNR (Direction Générale de la Sécurité Nucléaire et de la Radioprotection) seitens Frankreichs und das BAG seitens der Schweiz, zur Folge. Um eine optimale Strategie für die Überwachung der Einrichtungen des CERN zu schaffen, hat das BAG zusammen mit der DGSNR eine Arbeitsgruppe gebildet, die zum Ziel hat, die Radioaktivität in der Umwelt im und in der Nähe des CERN vor der Inbetriebnahme des LHC zu erfassen und die Auswirkungen des neuen Beschleunigers zu bestimmen.

### Strahlenschutz am PSI

Das PSI in Villigen (Aargau) ist eines der grossen Forschungszentren für die Naturwissenschaften und das Ingenieurwesen. Die ionisierende Strahlung erzeugenden Installationen und die Laboratorien, in denen mit Radioaktivität gearbeitet wird, sind – mit Ausnahme der Kernanlagen – unter der Aufsicht des BAG. Am PSI stehen seit mehreren Jahren zwei Anlagen für die Bestrahlung von Tumoren und anderen Missbildungen durch Protonen im Betrieb. Das BAG hat ein neues Projekt (PROSCAN) für die Bestrahlung von Augentumoren, Sarkomen und Chordomen bewilligt. Erste Tests ohne Anwendung am Menschen fanden Ende 2004 statt. Ein Projekt für ein neues Target (MEGAPIE) für die Neutronenspallationsquelle SINQ aus flüssigem Metall hat im Berichtsjahr das grüne Licht des BAG für die Konstruktion und die Inbetriebnahme erhalten. Das BAG wird während der Konstruktion weitere Kontrollen durchführen und die Fortschritte der Arbeiten sowie die Inbetriebnahme dieser komplexen und einmaligen Einrichtung prüfen.

Die höchsten Strahlendosen des Personals werden jeweils während des jährlichen «Shutdowns» registriert. Während dieser Periode ist der grösste Teil der Anlagen stillgelegt. Ausserdem werden Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie Verbesserungen durchgeführt. Es wurde eine Kollektivdosis von 70,8 Personen-mSv gemessen. Für diese Arbeiten bereitet das PSI einen Strahlenschutzplan vor und prüft Möglichkeiten, die Arbeiten und Zeiten so zu optimieren, dass die resultierenden Strahlendosen für das Personal möglichst klein sind. Die Sanierungsarbeiten in mehreren Laboratorien, wo offene radioaktive Quellen gehandhabt werden, sind zu Ende geführt worden. Das BAG hat diese Arbeiten verschiedentlich inspiziert und festgestellt, dass diese den gültigen Normen genügen. Das PSI und das BAG als Aufsichtsbehörde führen regelmässig und unabhängig voneinander Messungen durch, um zu gewährleisten, dass Emissions- und Immissionsgrenzwerte nicht über-

schritten werden und auch die entsprechenden Grenzwerte für die direkte Strahlung eingehalten sind. Im Berichtsjahr hat das BAG keine Verstösse gegen die gültigen Gesetze und Verordnungen festgestellt.

## Radioaktive Abfälle und Altlasten

### Sammelaktion

Anlässlich der Sammelaktion von radioaktiven Abfällen wurde ein Volumen von 4,7 m<sup>3</sup> aus Medizin, Industrie und Forschung an die Sammelstelle des Bundes (PSI) abgegeben. Davon wurde 1 m<sup>3</sup> als konditionierter Abfall abgeliefert. Bei den abgelieferten Abfällen handelte es sich hauptsächlich um Tritium (H-3) aus der Leuchtfarbenindustrie. Im Vergleich zum Vorjahr wurden rund 25 Prozent weniger Abfälle geliefert. Die Strahlenschutzinspektoren des BAG haben bei Inspektionen oder auf Anfrage von Privaten oder Schulen kleine Mengen (meist weniger als ein Liter) radioaktiver Abfälle entgegengenommen. Bei der nächsten Sammelaktion werden sie der nationalen Sammelstelle abgegeben.

### Radiumhaltige Blitzableiter auf Hausdächern

In der Westschweiz befinden sich auf Hausdächern noch etwa hundert radiumhaltige Blitzableiter der französischen Marke Helita. Sie wurden vor 50 Jahren installiert – also zu einer Zeit, in der noch keine Bewilligung erforderlich war. Die Wirksamkeit als Blitzschutz konnte jedoch nie erwiesen werden, sodass zwecks Ausschaltung jeglichen Risikos diese Blitzableiter sukzessive demontiert werden sollten. Eine Gefährdung besteht nur, wenn Teile davon herunterfallen, wenn sich



Fig. 8: Radiumhaltiger Blitzableiter

jemand längere Zeit in unmittelbarer Nähe aufhält oder diesen unsachgerecht (z.B. im Haus) lagert oder entsorgt. Das BAG ist daran, in Zusammenarbeit mit den kantonalen Behörden von Genf, Neuenburg, Waadt, Wallis, Freiburg, Jura und Bern die noch vorhandenen radioaktiven Blitzableiter ausfindig zu machen. Dies, um deren Entfernung und die sachgerechte Eliminierung zu veranlassen. Sie werden am PSI konditioniert und dann als radioaktiver Abfall entsorgt. In den Kantonen Genf und Freiburg wurde bereits ein Inventar erstellt und ein Teil ist schon demontiert und abtransportiert worden. In den Kantonen Wallis, Waadt, Neuenburg, Jura und Bern erfolgte die Bestandesaufnahme bei den zuständigen kantonalen Stellen, sodass auch dort mit der Demontage begonnen werden konnte.

### Radioaktive Bestandteile aus Mirage-Liquidation

Bei der Liquidation der Mirage- und Bloodhound-Waffensysteme durch die arma suisse fallen beträchtliche Mengen (ca. 30 Tonnen) an radioaktiven thoriumhaltigen Metallbestandteilen an. Diese wurden aufgrund spezieller materialtechnischer Anforderungen in diesen Systemen verbaut. Damit die arma suisse über genügend Zeit für die Evaluation einer umweltgerechten und kostengünstigen Entsorgung oder Wiederverwertung verfügt, hat sie beim BAG ein Gesuch zur Lagerung der thoriumhaltigen Metallbestandteile eingereicht. Das BAG wird eine entsprechende Bewilligung mit strengen Auflagen erteilen.

### Beurteilung

Wir stellen fest, dass in den Betrieben dem Strahlenschutz die nötige Aufmerksamkeit zukommt. Diese wird unterstützt durch Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten der Aufsichtsbehörden. Seit der Einführung obligatorischer Wartungen mit Zustandsprüfungen bei medizinischen Röntgenanlagen im Jahre 1995 konnte der technische Zustand der Anlagen auf ein hohes Niveau gesetzt und gehalten werden. Nicht zuletzt als Folge der regelmässigen Kontrollen kann der Strahlenschutz in medizinischen Betrieben als gut beurteilt werden, insbesondere im Hinblick auf den Schutz der Patientinnen und Patienten. Verbesserungsmöglichkeiten bestehen noch im Bereich der dosisintensiven Untersuchungen mit Computertomografen und bei Durchleuchtungen in der interventionellen Radiologie (z.B. Kardiologie). Dazu läuft ein mehrjähriges Optimierungsprojekt OSUR.



Fig. 9: Mirages

# Radon

## Aufgaben

Das radioaktive Edelgas Radon hat in der Schweiz jährlich 200 bis 300 Lungenkrebstote zu Folge. Das Edelgas Radon ist von der WHO als erwiesenermassen krebserregend eingestuft und wird auch auf europäischer Ebene sehr ernst genommen. 1994 wurden in der Schweiz das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung in Kraft gesetzt, welche auch den Bereich Radon beinhalten. Diese Erlasse stützen sich auf Erkenntnisse der Internationalen Strahlenschutzkommission und setzen deren Empfehlung ICRP-60 um. Im Bereich Radon haben Bund und Kantone folgende Kompetenzverteilung umgesetzt:

Die Aufgaben des Bundes werden vom BAG wahrgenommen und umfassen

- Öffentlichkeit über die Radonproblematik informieren,
- Kantone und weitere Interessierte beraten,
- Messempfehlungen erarbeiten und zusammen mit den Kantonen Messkampagnen durchführen,
- Untersuchungen über Herkunft und Wirkung von Radon durchführen,
- Auswirkungen von Massnahmen evaluieren,
- Ausbildungskurse durchführen,
- Messstellen anerkennen.

Zu den Aufgaben der Kantone gehören

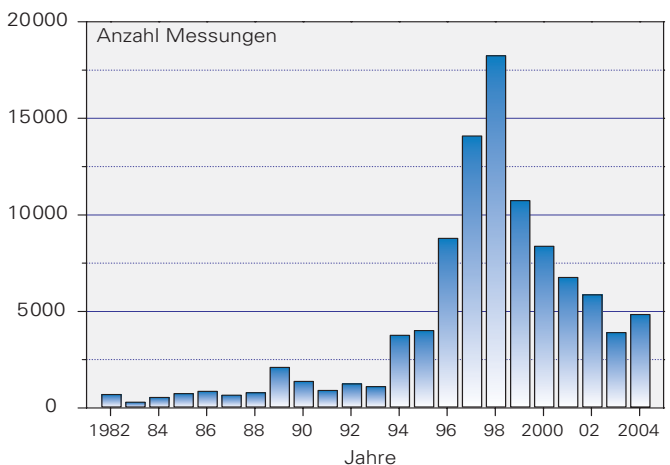
- genügend Radon-Messungen durchführen,
- Radongebiete bestimmen,
- Einsicht in die Pläne der Radongebiete ermöglichen,
- Bauvorschriften erlassen,
- stichprobenweise Neubauten messen,
- genügend Messungen in öffentlichen Gebäuden in Radongebieten durchführen,
- erforderliche Massnahmen zum Schutz Betroffener anordnen,
- Messungen auf Gesuch von Betroffenen anordnen.

Das BAG hat die «Halbzeit des Radon-Programms» zum Anlass genommen, den Vollzug und die Wirksamkeit

des Programms durch eine externe Evaluation beurteilen zu lassen. Der vollständige Bericht ist auf dem Internet verfügbar: [www.bag.admin.ch/cce](http://www.bag.admin.ch/cce). Die Studie zeigt klar die Relevanz der Radonproblematik.

## Die Radonkarte ist erstellt

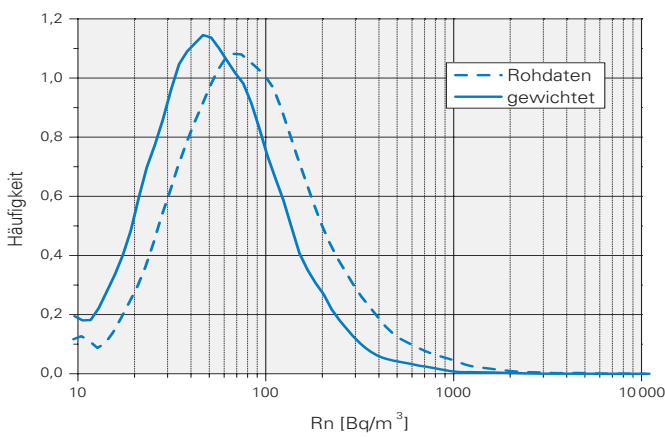
Die Erstellung des Radonkatasters wurde Ende September 2004 termingerecht abgeschlossen. In den meisten Gemeinden wurden Messungen durchgeführt, einige Gemeinden wurden ohne Messungen vom jeweiligen Kanton eingestuft. Die Anzahl durchgeführter Kampagnen und somit der Messungen nimmt seit 1998 kontinuierlich ab (Fig. 10).



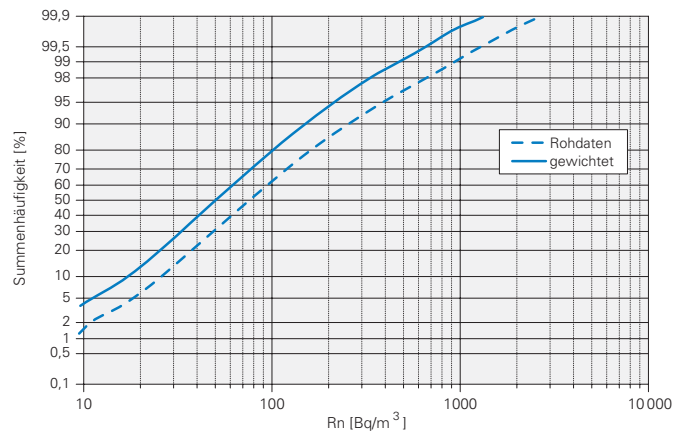
**Fig. 10: Anzahl Messungen pro Jahr**

## Verteilungen

Die schweizerische Radon-Datenbank enthält zurzeit Daten aus rund 55 000 Häusern und mehr als 101 000 Messwerten, wovon rund 60 000 aus Messungen in bewohnten Räumen stammen. Da die Kriterien für die Wahl der Häuser eher auf hohe Konzentrationen zielen, ist die Verteilung der Messwerte für die Bevölkerung aber nicht repräsentativ. Eine repräsentative Verteilung erhält man nach Stockwerkkorrektur und regionaler Bevölkerungsgewichtung. Das gewichtete arithmeti-



**Fig. 11: Verteilung der Radonkonzentrationen in bewohnten Räumen**



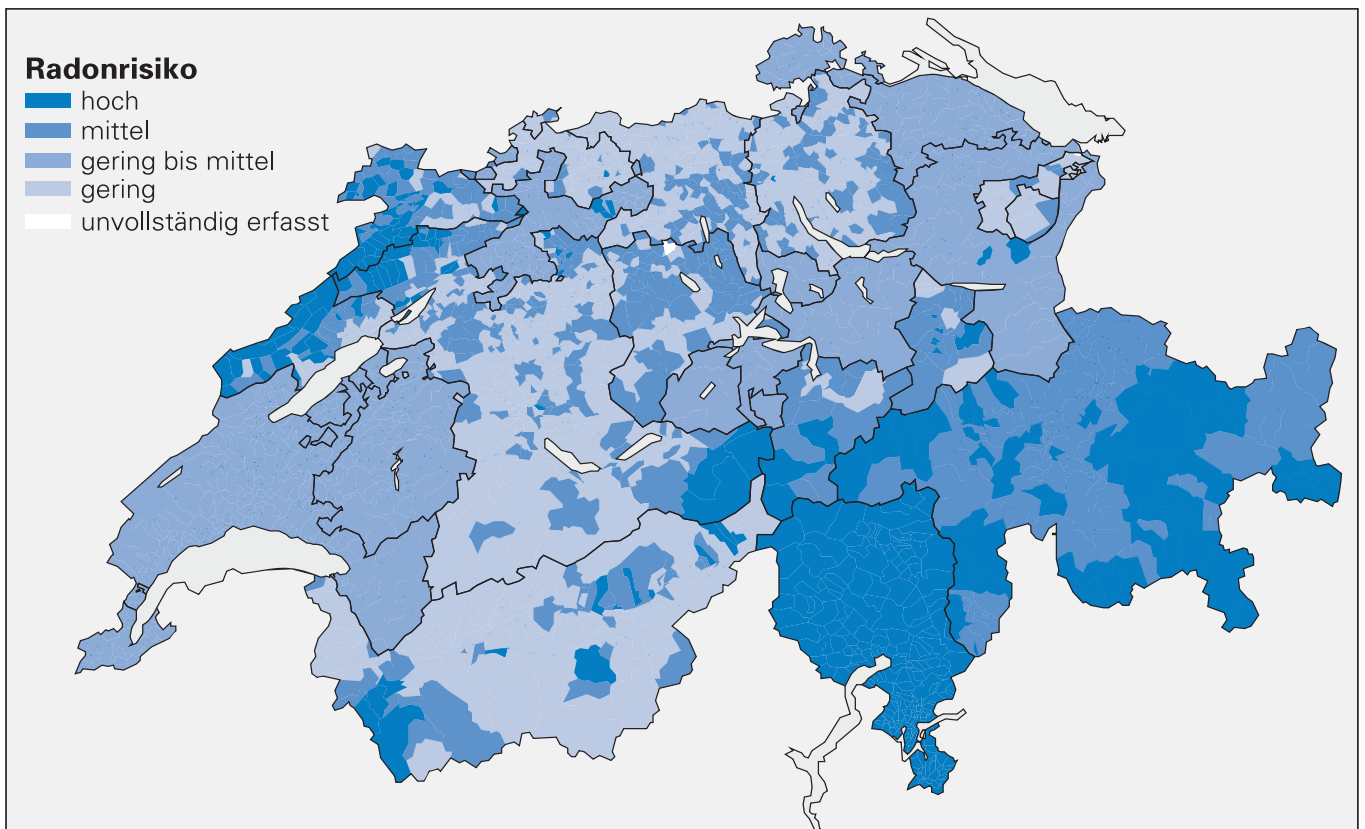
**Fig. 12: Summenhäufigkeitsverteilung der Radonkonzentrationen in bewohnten Räumen**

sche Mittel der Radonkonzentrationen in bewohnten Räumen beträgt  $75 \text{ Bq/m}^3$ .

Aus der repräsentativen Summenhäufigkeitsverteilung (Fig. 12) lässt sich abschätzen, dass ca. 1 bis 2 Prozent der Bevölkerung (also 70 000 bis 140 000 Personen) in Konzentrationen über  $400 \text{ Bq/m}^3$  leben; etwa 0,2 Prozent (also ca. 14 000 Personen) in Konzentrationen über  $1000 \text{ Bq/m}^3$ . Denn in einigen tausend Häusern der Schweiz ist der Grenzwert für die Radongaskonzentration überschritten.

### Radonkarte als wichtiges Instrument

Mit der Radonkarte, die auf der Basis von Mittelwerten von Messungen im Wohnbereich auf Gemeindeebene und der Einstufung durch die Kantone erstellt wird (Fig. 13), lassen sich lokal erhöhte Radonwerte innerhalb einer Gemeinde oder grenzüberschreitend nicht darstellen. Geostatistische Methoden erlauben räumliche Abhängigkeiten der Messpunkte zu untersuchen und darzustellen. Solche Karten werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geomatik und Risikoanalyse der Universität Lausanne erstellt und können



**Fig. 13: Radonkarte der Schweiz: Stand Dezember 2004; L+T, Geostat**



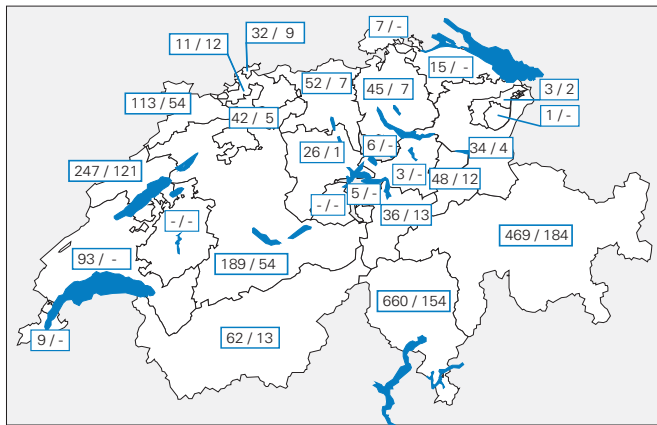


Fig. 14: Anzahl Richt- und Grenzwertüberschreitungen nach Kanton, Stand Dezember 2004; L+T, Geostat

bei der Entscheidungsfindung über eine allfällige Prävention bei einem neuen Bauvorhaben oder bei einer Umnutzung behilflich sein.

### Langzeitüberwachung einzelner Häuser

Im Rahmen dieses Projektes wird in ausgewählten Häusern die Radongaskonzentration systematisch überwacht. Die älteste Datenreihe betrifft eine Siedlung mit 10 Häusern, in welcher seit 1991 jeden Winter Messungen ausgeführt werden.

Seit 1994 wird in mehreren Häusern in den Kantonen GR, ZH, NE, BE die Radonkonzentration das ganze Jahr überwacht, wobei 4-mal jährlich das Dosimeter ausgetauscht wird.

Diese Messungen geben Auskunft über den natürlichen Schwankungsbereich der Radongaskonzentration in Wohn- und Kellerräumen. Dabei zeigt sich, dass neben jahreszeitlichen Schwankungen, welche man gut verstehen kann, auch unbekannte Faktoren diese Werte beeinflussen (vgl. frühere Jahresberichte).

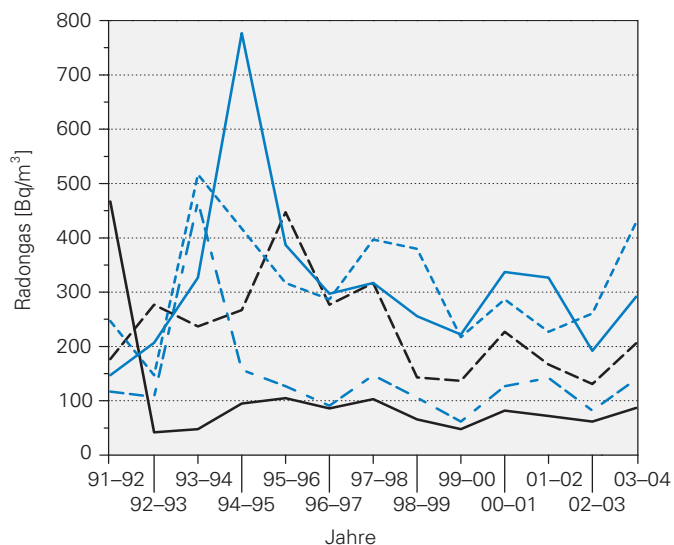


Fig. 15: Wintermessungen in 5 benachbarten Häusern

### Vergleichsmessungen

Vom 5. bis 16. März 2004 fanden am PSI die jährlichen Vergleichsmessungen für Radonmessgeräte statt. Insbesondere mussten die anerkannten Radonmessstellen die Qualität ihrer Messungen prüfen lassen. Den entsprechenden Bericht finden Sie unter [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch). Bei den Resultaten der Elektret-Langzeit-Detektoren liegen alle Einzelmessungen innerhalb der geforderten 20%. Bei den Kernspurdetektoren sind die Ergebnisse bei einem amerikanischen Dosimetertyp ungenügend herausgekommen: Während die Streuung mit 8% recht klein ist, liegt der Mittelwert 35% unter dem Sollwert; bei den Blindproben (gleiche Detektoren) gar um 58%. Die erwähnte Messstelle wurde von der Liste der anerkannten Messstellen entfernt. Die betroffene Firma nahm das ungenügende Abschneiden ernst und hat einen Bericht mit Erklärungen und inzwischen gemachten Verbesserungen eingereicht.

### Bis 2014 müssen 5000 Häuser saniert werden

#### Sanierungen

Eine wichtige Aufgabe der Fach- und Informationsstelle Radon ist die Beratung bei Sanierungsfällen. Er ist erfreulich, dass nun auch Sanierungen und Präventivmassnahmen ohne direkte Mitwirkung unsererseits realisiert werden. Dies hauptsächlich dank unserer technischen Dokumentation für Baufachleute, Gemeinden, Kantone und Hauseigentümer. Es ist abzusehen, dass das BAG in Zukunft nicht mehr alle Sanierungsfälle begleiten kann. Um Hauseigentümer zu einer schnellen Sanierung zu motivieren, müssen auch die Investitionen möglichst gering sein. Es ist einfacher und billiger, solche Sanierungsarbeiten in geplante Umwandlungen eines Gebäudes zu integrieren. Der Mehraufwand für die Reduktion des Radons liegt meist zwischen Fr. 1000.- und 5000.-, bis zu Fr. 20 000.- in schwierigen Fällen.

#### Messungen in «Minergie»-Häusern

Gebäude mit geringem Energieverbrauch, Minergie-, Minergie-Plus- oder Passivhäuser können Überraschungen zu Tage bringen. Es ist wichtig, neben Neubauten auch Gebäude dieser Bauart zu kontrollieren. Während des Winters 2003/2004 hat der Kanton Wallis 20 Neubauten sowie 2 renovierte Bauten, die das Minergie-Label erhalten haben, gemessen. In den Neubauten lag der Mittelwert in bewohnten Räumen bei 115 Bq/m<sup>3</sup>, in unbewohnten Kellerräumen bei 400 Bq/m<sup>3</sup>. In einem der Minergie-Häuser wurde eine Radonkonzentration von 1080 Bq/m<sup>3</sup> gemessen. Dieses Gebäude wird nun vom BAG genauer untersucht. Im zweiten Fall handelte es sich um einen Arbeitsplatz mit einem Wert von 520 Bq/m<sup>3</sup>.

### Sanierungsbeispiel

In einem Gebäude der 50er-Jahre überschritt die vom Kanton gemessene Radonkonzentration den Grenzwert von 1000 Bq/m<sup>3</sup>. Da die neuen Eigentümer beschlossen hatten, alle Böden zu erneuern und die Wohnfläche zu vergrössern, haben wir vorgeschlagen, einen Radonbrunnen sowie perforierte Rohre unter die neuen Böden zu legen. Damit konnte auf ungefähr 80% der Fläche ein Unterdruck erzeugt werden.

Fig. 16 zeigt den Einfluss des Ventilators auf die Radonkonzentration im bewohnten Teil des Gebäudes. Im mittleren Teil der Messperiode war der Ventilator ausgeschaltet. Es ist wichtig, hervorzuheben: Neue Böden (Beton) legen reicht nicht aus. Es braucht zusätzlich ein aktives System, um Unterdruck zu erzeugen und so die Radonkonzentration zu senken.

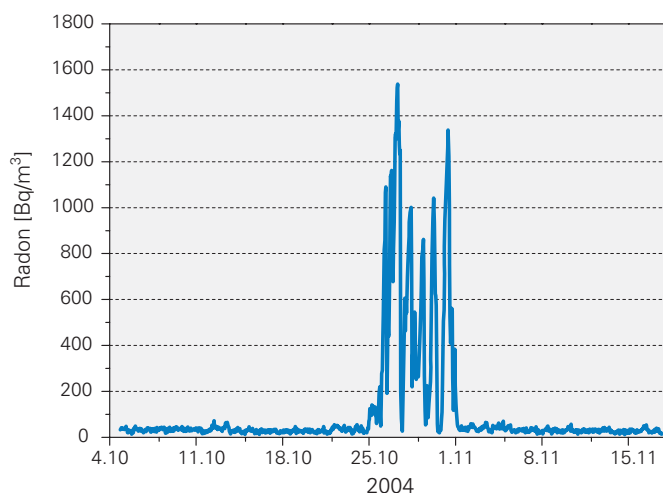


Fig. 16: Einfluss des Ventilators auf die Radonkonzentration

### Internationale Kontakte pflegen

Das BAG macht seit mehreren Jahren aktiv im Netzwerk ERRICCA (European Radon Research and Industry Collaboration Concerted Action) mit. Eines der Ziele von ERRICCA ist die Organisation von nationalen Foren zum Thema Radon. Das BAG führt seit 1995 solche Foren in Form von Informationstagen für die kantonalen Radonverantwortlichen durch. Vertreter des BAG waren zur Präsentation des nationalen Radonprogramms an Radonforen im Rahmen von ERRICCA 2 in Deutschland, Frankreich, England und Belgien eingeladen. Das BAG hat auch wesentlich zur Sanierungsdatenbank und zu anderen Themenbereichen beigetragen. Das Netzwerk wurde bis Ende 2004 teilweise von der Europäischen Union finanziert und sollte dann als selbstständiges Netzwerk weiterleben.

### Ausbildung

#### Geringe Nachfrage für Kursangebote

Die Nachfrage nach Bildungsangeboten im Bereich Radon ist gering. So musste ein Weiterbildungskurs für Berufsschullehrer der Baubranche wegen einer ungenügenden Anzahl Anmeldungen abgesagt werden. Dagegen konnte in zwei Fachkursen der Bildungsstelle Baubiologie das Thema Radon unterrichtet werden: sechs Stunden Lektüreaufgaben, zwei Stunden Kurs und Prüfung.

#### Wissenswertes für Baufachleute in den Kursunterlagen

Das Radon-Handbuch des BAG stellt praktisches Planungswissen für Baufachleute zur Verfügung. Das Wissen soll gezielt und flächendeckend an aktuelle und künftige Fachleute der Bauwirtschaft weitergegeben werden. Kurse und Vorträge sollen sich am Radon-Handbuch orientieren. Ideal ist, Kurse zielgruppenspezifisch durchzuführen. Relevante Zielgruppen sind Berufslleute in Ausbildung bzw. deren Lehrer und Fachleute mit Berufserfahrung. Als Lehrmittel liegen ein 58-seitiger Basiskurs, ein 46-seitiger Aufbaukurs und ein Arbeitsheft mit 18 Übungen vor. Diese Kursunterlagen bestehen aus Folien sowie inhaltlichen und didaktischen Angaben zu den jeweiligen Folieninhalten. Die so genannten Referenten-Drehbücher bauen auf dem Radon-Handbuch auf und liegen als PowerPoint- und PDF-Dateien vor. In diesem Jahr wurden die Übersetzungen ins Französische und ins Italienische abgeschlossen. Für die Kursunterlagen besteht im In- und Ausland reges Interesse.

#### Radonsachverständiger zertifiziert

Im Jahr 2004 hat eine weitere Person das Nachweisverfahren «Radonsachverständiger» durchlaufen und wurde als 14. Radonsachverständiger zertifiziert. Die Sachverständigen Radon unterstützen bei der Sanierung von Häusern und der Ausbildung von Baufachleuten.

#### Radon-Impulstag für Hochschul- und Fachhochschuldozierende

Am 11. November wurde im Rahmen einer Impulstagung die Zusammenarbeit mit Hochschulen und Fachhochschulen intensiviert. Ziel dieser Veranstaltung war die Schaffung eines «Bildungsnetzes» zum Thema Radon. Vertreten waren die ETH Zürich sowie alle sieben Fachhochschulen aus den Kantonen BE, BS/BL, FR, GR, LU, TI, VS und ZH. Das Tagungsprogramm sowie die Folien der Vorträge finden sich unter [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch). Das Thema Radon wird von verschiedenen Dozierenden bereits unterrichtet. Einige Hochschulen haben auch bei der Entwicklung von Lehrmitteln mitgewirkt.

### Radon als Bestandteil der Ausbildung

Mit dem Inkrafttreten des neuen Berufsbildungsgesetzes am 1. Januar 2004 werden in den nächsten Jahren alle Bildungsverordnungen angepasst: Bei allen Berufen mit dem Thema Bau soll Radon Teil der Ausbildung werden. Dazu wurde ein Musterverordnungstext erarbeitet, der in die entsprechenden Verordnungen aufgenommen werden sollte. Das BAG wird diesbezüglich vom BBT (Bundesamt für Bildung und Technologie) unterstützt.

### Information über verschiedene Kanäle

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wurden verschiedene Sensibilisierungsmassnahmen aufgeleistet. Ziel dabei war, eine Verharmlosung der Radonproblematik zu vermeiden, ohne aber Panik auszulösen.

### Inserate in der Fachpresse

# [KAMIN- EFFEKT]

Das Aufsteigen von warmer Luft im Inneren des Hauses; es entsteht eine **Sogwirkung**.

**Folge:** Radonreiche Luft wird aus dem Untergrund durch die undichte Gebäudehülle ins Innere gesaugt.

**Radon**  
verursacht Lungenkrebs.

**Es gibt eine Lösung. Informieren Sie sich jetzt!**

 <b>Bundesamt für Gesundheit</b>	Bundesamt für Gesundheit Abteilung Strahlenschutz Sektion Radon 3003 Bern	Tel. 031 324 68 80 Fax. 031 322 83 83 radon@bag.admin.ch www.ch-radon.ch
--	--	---

Fig. 17: Inserat

### Radon im Internet

Der Internetauftritt der Sektion Radon ([www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)) wurde grundlegend überarbeitet. Bestimmte Themen werden ausführlicher behandelt und die gesundheitlichen Auswirkungen von Radon hervorgehoben. Ausserdem gibt es zusätzliche Informationen über Radon, seine Bildung, seine Verbreitung im Boden und seine Infiltrationspfade in Gebäuden. Als ganz neues Instrument ist nun eine Suchmaschine aufgeschaltet, mit der die Radonbelastung aller Schweizer Gemeinden abgefragt werden kann.



Fig. 18: Kamineffekt

### Publireportagen

Zwei Beispiele von Gebäudesanierungen sind in Publireportagen beschrieben worden. Es handelt sich um die Schule von Valanvron in La Chaux-de-Fonds und ein Familienhaus in Grandfontaine im Kanton Jura. Diese Artikel wurden zusammen mit den lokalen und kantonalen Behörden sowie den Benutzern und Bewohnern der betreffenden Gebäude ausgearbeitet. Technische Versionen dieser Artikel sind für Zeitschriften für Baufachleute und Eigentümer von Immobilien bestimmt. Es ist auch vorgesehen, die allgemein verständlichen Fassungen dieser Publireportagen in Lokalzeitungen zu platzieren, um künftige Messkampagnen zu begleiten.

## Evaluation

Zehn Jahre nach Inkrafttreten der Radon-Artikel (Art. 110–118 StSV) beauftragte das Bundesamt für Gesundheit die Firma Interface mit einer Zwischenevaluation des laufenden Radonprogramms. Die gesetzliche Grundlage dafür bildete Art. 118 Abs. 2 lit. e StSV.

### Qualitative Methode

Aufgrund eines qualitativ orientierten Erhebungsverfahrens sollte festgestellt werden, ob die Strategie des Programms relevant und zweckmässig ist, in welchen Massnahmebereichen Verbesserungen notwendig sind, um die intendierten Wirkungen des Radonprogramms leisten zu können, und inwiefern sich die Zusammenarbeit zwischen Beteiligten und Betroffenen bewährt hat. Zu diesem Zweck analysierte die Firma Interface das zur Verfügung stehende Datenmaterial der Sektion Radon, nahm an diversen Veranstaltungen teil und führte insgesamt 57 Interviews mit diversen Akteuren aus dem Radonbereich durch (16 qualitative Interviews, 8 Leitfadeninterviews, 33 standardisierte Interviews).

### 200–300 Lungenkrebs-Todesfälle pro Jahr

Der im August 2004 aufgelegte Schlussbericht zeigt auf, dass die verordneten Ziele und Wirkungen mit der aktuellen Strategie nicht erreicht werden können. Auf der Sachverhaltsebene legt der Bericht dar, dass Radon in Wohnräumen ein sehr wichtiges Gesundheitsrisiko darstelle. Gemäss epidemiologischen Studien seien in der Schweiz jährlich 200–300 Lungenkrebs-Todesfälle auf Radon zurückzuführen. Dieses Risiko sei mit demjenigen von Passivrauchen vergleichbar und übersteige die Risiken, welche von Asbest oder elektromagnetischen Feldern ausgingen, um ein Vielfaches. Trotzdem ist die Wahrnehmung der Problematik in der Bevölkerung (sowie bei Hauseigentümer- und Mieterverbänden) leider sehr gering.

### Umstrittene Richt- und Grenzwerte

Der Bericht zeigt u.a. auch auf, dass die aktuellen Schweizer Richt- und Grenzwerte im europäischen und internationalen Vergleich relativ hoch sind, was eine erneute Diskussion rund um die Grenzwerte entfacht hat.

### Sieben Empfehlungen, um das Ziel zu erreichen

Insgesamt gehen aus dem Bericht sieben Empfehlungen hervor, deren Befolgung sich unabhängig von zukünftigen Programmanpassungen aufdrängt. Zuerst müssen die umstrittenen Sanierungsziele mit den Kantonen verbindlich geklärt werden. In diesem Zusammenhang müssen auch die Verantwortlichkeiten für die Zielerreichung zwischen der Sektion Radon und den Kantonen diskutiert und neu definiert werden. Die Kan-

tone müssen ausserdem die Bauherrschaft im Rahmen von Baugesuchen vermehrt dazu verpflichten, geeignete Massnahmen zu treffen, um die Richt- und Grenzwerte einzuhalten. Schliesslich müssen die Ziele der Sektion Radon in Form von jährlichen, messbaren Etappenzielen konkretisiert werden und in eine Umsetzungsstrategie eingebettet werden, welche alle Bereiche umfasst. Damit die Radonproblematik die notwendige Aufmerksamkeit und Unterstützung erhält, muss die Öffentlichkeitsarbeit verstärkt werden. Ausserdem ist die Zusammenarbeit mit Mitstreitern wichtig, um die Arbeit der Sektion Radon breiter abzustützen. Die Sektion Radon übernimmt dabei eine leitende Rolle.

### Schritt für Schritt zum Ziel

Um das Ziel zu erreichen, wird die Sektion Radon zusammen mit der Firma Interface eine Umsetzungsstrategie entwickeln und dabei etappenweise messbare Ziele formulieren. Auch die Form der Zusammenarbeit mit den Kantonen muss überdacht werden. Zusätzlich ermöglicht ein Kommunikationskonzept eine effizientere und effektivere Öffentlichkeitsarbeit. Trotz der genannten Mängel bei der Umsetzung des Radonprogramms muss beachtet werden, dass die Schweiz im internationalen Vergleich eine Pionierrolle einnimmt. Kaum ein anderes Land verfügt über eine verbindliche gesetzliche Grundlage und ein dermassen stark ausgeprägtes Radonprogramm.

## Gesundheitliche Auswirkungen von Radon sind beachtlich

Das Pooling der europäischen Fallkontrollstudien zeigt es eindeutig: Radon verursacht Lungenkrebs. Die gesundheitlichen Auswirkungen von Radon sind sehr gut dokumentiert und belastbarere Aussagen sind nun möglich. Das BAG hat entsprechende Studien in Auftrag gegeben; die Resultate sind im Juni 2005 verfügbar. Das BAG wird auch am Projekt «Residential Radon Risk» teilnehmen, das die WHO im Frühjahr 2005 lanciert. Die Kantone haben die Erstellung des Radonkatasters termingerecht abgeschlossen. Die Radongebiete sind bekannt. Eine Ausdehnung der Messkampagnen ist nötig, um alle Gebäude mit Grenzwertüberschreitungen zu finden und zu sanieren. Die Methoden zur Reduktion der Radonkonzentrationen in bestehenden Bauten und die Präventivmassnahmen für Neubauten sind bekannt. Die Ausbildung von Baufachleuten beginnt zu greifen, so dass das nötige Fachwissen in naher Zukunft in Baukreisen vorhanden sein wird. Die Empfehlungen, die sich aus der Evaluation des Radonprogramms ergeben, werden diskutiert und in einen entsprechenden Massnahmenplan eingearbeitet.

# Umweltüberwachung

## Aufgaben

### Verantwortlich für die Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität

Gemäss Art. 104 bis 106 der Strahlenschutzverordnung ist das Bundesamt für Gesundheit (BAG) für die Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität in der Umwelt verantwortlich. Bei der Kontrolle der Umgebung von Kernanlagen arbeitet das BAG mit der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) zusammen, bei derjenigen der Lebensmittel mit den kantonalen Laboratorien. In Zusammenarbeit mit der HSK, der Suva, der Nationalen Alarmzentrale (NAZ), der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), dem Paul Scherrer Institut (PSI), dem Labor Spiez des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz, den Kantonen und weiteren Laboratorien und Amtsstellen erstellt das BAG ein Probenahme- und Messprogramm. Wir sammeln die Daten, werten diese aus und veröffentlichen die Ergebnisse jährlich.

### Der Unterschied zwischen Toleranz- und Grenzwert

Gesetzliche Basis für die Überwachung der Umwelt sind Art. 102 der Strahlenschutzverordnung (Immissionsgrenzwerte für Luft und Wasser) sowie die Toleranz- und Grenzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln der Verordnung für Fremd- und Inhaltsstoffe. Werden die Immissionsgrenzwerte dauernd ausgeschöpft, führt dies über Atemluft und Trinkwasser zu je 0,2 mSv (Millisievert) pro Jahr. Die Toleranzwerte sind ein Qualitätskriterium; sind sie überschritten, kann das betreffende Lebensmittel beanstandet werden. Ist dagegen der Grenzwert überschritten, muss es gesperrt werden. Die Strahlenschutzverordnung enthält auch die Dosisfaktoren für Ingestion und Inhalation, die, ausgehend von der Aktivität eines Lebensmittels und der Konsumrate, die Berechnung der Strahlendosis ermöglichen. Diese Faktoren basieren auf den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP). Überwacht werden gezielt die radioaktiven Immissio-

nen in der Umgebung von Kernanlagen, von Betrieben und von Spitälern, die radioaktive Stoffe verwenden. Die grossräumige Erfassung der Radioaktivität in Umwelt und Lebensmitteln soll vor allem frühzeitig Veränderungen erkennen und die Bestimmung der Strahlendosen der Bevölkerung aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen ermöglichen (s. Kapitel über die Strahlendosen).

### Probenahme- und Messverfahren

Das Überwachungsprogramm umfasst die auf dem Erdboden angelagerte Radioaktivität, die Luft, die Niederschläge, den Erdboden, das Gras, die Milch, das Trinkwasser und weitere Lebensmittel, die Gewässer, Fische und Sedimente sowie die Abwässer aus Kläranlagen und Deponien. Die Endkontrolle erfolgt durch Untersuchungen der Radioaktivität im menschlichen Körper. Automatische Messgeräte mit Datenfernübertragung dienen der Erfassung der Dosen im ganzen Lande (NADAM), in der Umgebung der Kernkraftwerke (MADUK) und der Aerosole (RADAIR). Weitere Probenahmegeräte sammeln Aerosole, Niederschläge und Wasserproben aus Flüssen und Kläranlagen. Sedimente, Erdproben, Gras, Milch und Lebensmittel werden stichprobenweise erhoben. Für die Gesamtheit der Messresultate

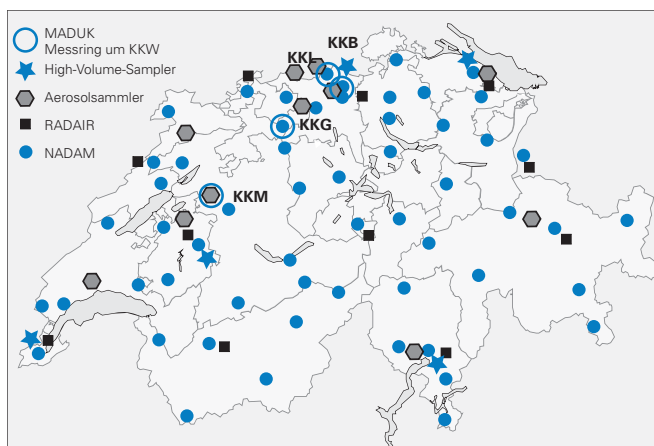


Fig. 19: Messnetze der Schweiz

ist eine nationale Datenbank im Aufbau, in der alle Umweltdaten erfasst und verarbeitet werden. Eine Auswahl der aktuellen Daten ist auch auf dem Internet verfügbar. Die Messprogramme sind vergleichbar mit den entsprechenden Programmen unserer Nachbarländer. Die verwendeten Probenahme- und Messverfahren entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Die Laboratorien nehmen regelmässig an Ringversuchen und Vergleichsmessungen teil und pflegen den wissenschaftlichen Austausch mit Behörden und Partnerorganisationen im In- und Ausland.

## Tätigkeiten und Ergebnisse

### Überwachung in der Umgebung von Kernanlagen

Bei den Kernkraftwerken sind die Emissionen radioaktiver Stoffe durch die Bewilligungsbehörde so limitiert, dass niemand, der in der Umgebung wohnt, mehr als 0,3 mSv pro Jahr erhalten kann. Der Betreiber muss seine Emissionen erfassen und zuhänden der Behörde bilanzieren. Diese führt eigene Kontrollmessungen durch und berechnet die Dosen für die Bevölkerung in der Umgebung. Die Umgebung wird durch ein gemeinsames Messprogramm von BAG und HSK überwacht. Tatsächlich betragen die Emissionen der Schweizer KKW weniger als ein Prozent der Abgabelimiten. Lediglich beim Tritium kann die Abgabe über das Abwasser bei den Druckwasserreaktoren etwa 10 bis 20 Prozent der Limiten ausmachen.

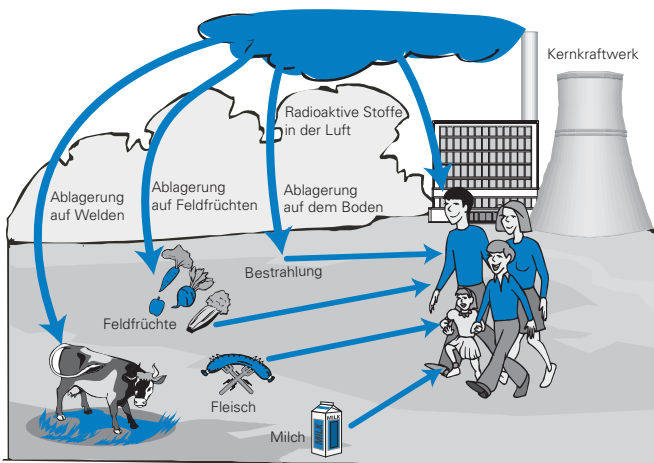


Fig. 20: Die Expositionspfade «Abluft», die bei einem Kernkraftwerk bei der Überwachung berücksichtigt werden müssen.

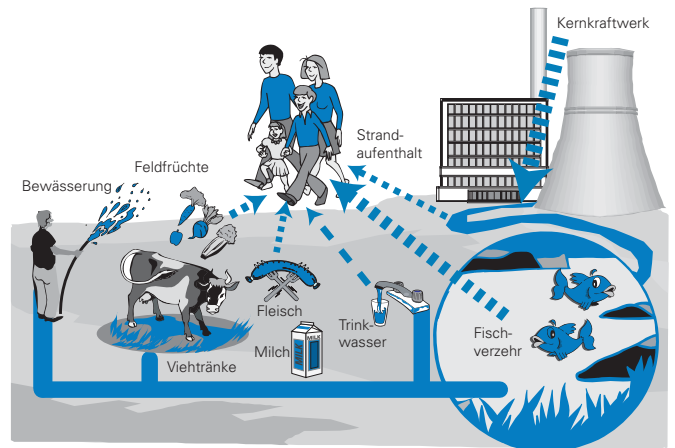


Fig. 21: Die Expositionspfade «Abwasser», die bei einem Kernkraftwerk bei der Umgebungsüberwachung berücksichtigt werden müssen.

### Überwachung des PSI

Beim Paul Scherrer Institut (PSI) gibt es insgesamt 10 Emissionsquellen. Die Emissionen dürfen gesamthaft nicht mehr als eine Dosis von 0,15 mSv pro Jahr verursachen. Die tatsächlichen Emissionen führten zu Dosen unter 3 Prozent dieses Wertes. Die Umgebungsüberwachung erfolgt durch das PSI und unabhängig davon durch zusätzliche Messungen der Behörden und von diesen beauftragten Laboratorien.

### Überwachung des CERN

Beim CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire) in Genf erfolgt die Aufsicht durch die Behörden beider Staaten, auf deren Grund das Institut liegt: Auf französischer Seite ist dies die Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR) und auf Schweizer Seite das BAG. Die Laboratorien des CERN bilanzieren unter der Aufsicht der Commission de Sécurité des CERN die Emissionen an die Umwelt. Alle Emissionen zusammen dürfen nicht mehr als 0,3 mSv pro Jahr verursachen. Die tatsächlichen Emissionen führen zu Dosen unter einem Zehntel dieses Wertes. Die Umgebungsüberwachung erfolgt einerseits durch das CERN selbst und andererseits durch die Behörden des jeweiligen Landes sowie durch von diesen beauftragte Laboratorien.

Radioaktive Stoffe werden auch in weiteren Institutionen angewendet: In Industriebetrieben wird vor allem Tritium bei der Herstellung von Leuchtfarben für die Uhrenindustrie und für Tritiumgas-Leuchtquellen verarbeitet, in geringeren Mengen auch weitere Radionuklide.

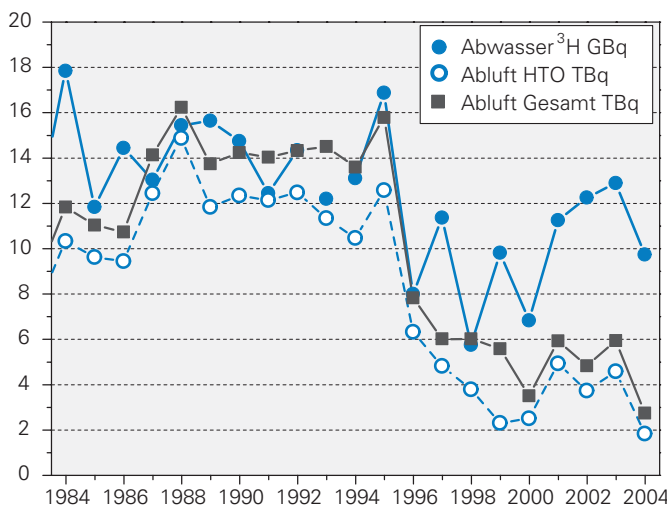


Fig. 22: Tritium-Emissionen der Firma mb-microtec AG (Niederwangen BE) über Abluft und Abwasser

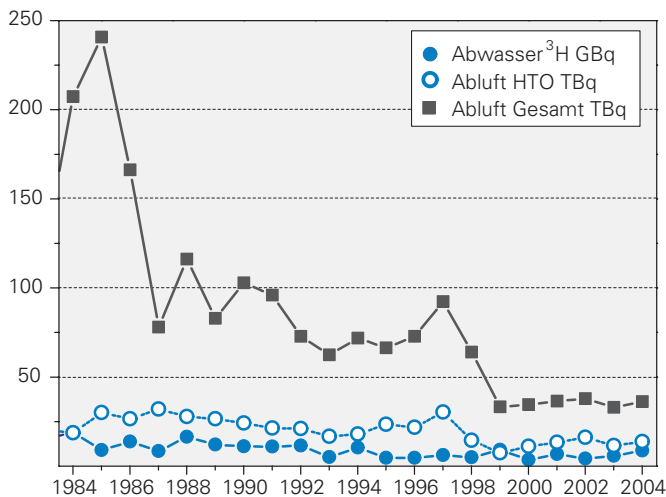


Fig. 23: Tritium-Emissionen der Firma RC Tritec AG (Teufen AR) über Abluft und Abwasser

### Der Verbrauch von Tritium in der Uhrenindustrie hat stark abgenommen

Die Betriebe müssen ihre Emissionen zuhanden der Aufsichtsbehörde Suva bilanzieren. Diese betragen in den letzten Jahren 10 bis 30 Prozent der Limiten. In der Umgebung der Betriebe werden Niederschläge, Luftfeuchte und Gewässer auf Tritium untersucht, bei den Leuchtfarbenherstellern von La Chaux-de-Fonds auch die Abwässer der Kehrlichtverbrennung und der Kläranlage. Abfalldeponien werden gezielt durch Messung von Sickerwässern überwacht. Wie aus Fig. 24 ersichtlich ist, hat der Verbrauch von Tritium in der Uhrenindustrie in den letzten zehn Jahren um etwa einen Faktor 100 abgenommen, da bereits mehrere Uhrenhersteller auf die Verwendung von Tritiumleuchtfarbe verzichtet haben.

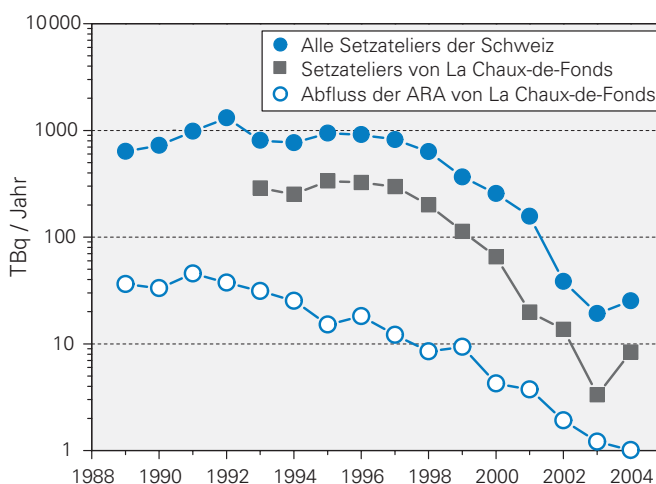


Fig. 24: Tritium-Verwendung in der Uhrenindustrie in der gesamten Schweiz, in La Chaux-de-Fonds und Tritium-Abfluss über die Kläranlage von La Chaux-de-Fonds

### Kontrollierte Jod-Entsorgung in den Spitälern

In Spitälern wird bei Diagnostik und Therapie von Schilddrüsenerkrankungen Jod-131 eingesetzt, in geringeren Mengen auch andere Radionuklide für diagnostische und therapeutische Anwendungen. Bei der Jod-Therapie dürfen Patienten, die mit weniger als 200 MBq (Mega-Bq =  $10^6$  Bq) ambulant behandelt werden, nach der Therapie das Spital verlassen. Bei über 200 MBq müssen die Patienten mindestens während der ersten 48 Stunden in speziellen Therapieziimmern isoliert werden. Die Ausscheidungen dieser Patienten werden in hierzu vorgeschriebenen Abwasserkontrollanlagen gesammelt und erst nach Abklingen unterhalb der bewilligten Abgabegrenzen an die Umwelt abgegeben (Fig. 25). Die Abga-

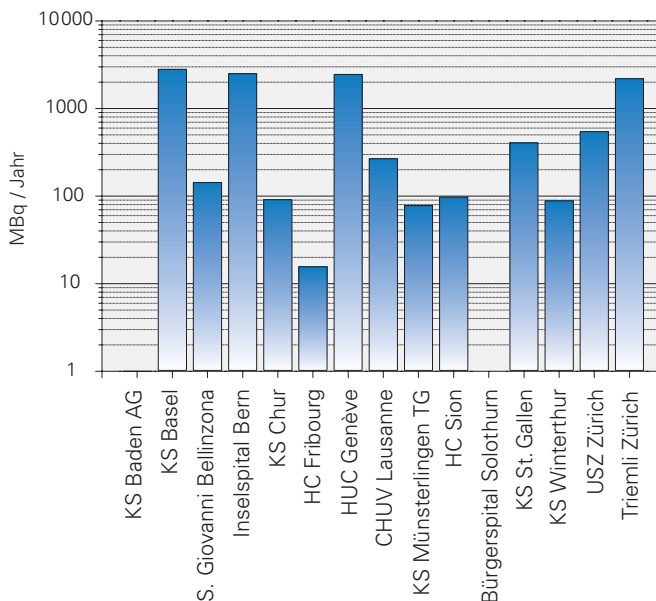


Fig. 25: Jod-131-Abgaben der Schweizer Spitälern im Jahre 2004. Die Emissionen der Spitälern von Baden und Solothurn betragen weniger als 1 MBq pro Jahr

belimiten richten sich nach Art. 102 der Strahlenschutzverordnung, wonach die Konzentration in öffentlich zugänglichen Gewässern des Betriebes 10 Bq pro Liter (für Jod-131) nicht übersteigen darf. Im Rahmen der Umgebungsüberwachung werden wöchentliche Sammelproben von Abwasser aus den Kläranlagen der grösseren Agglomerationen auf Jod untersucht.

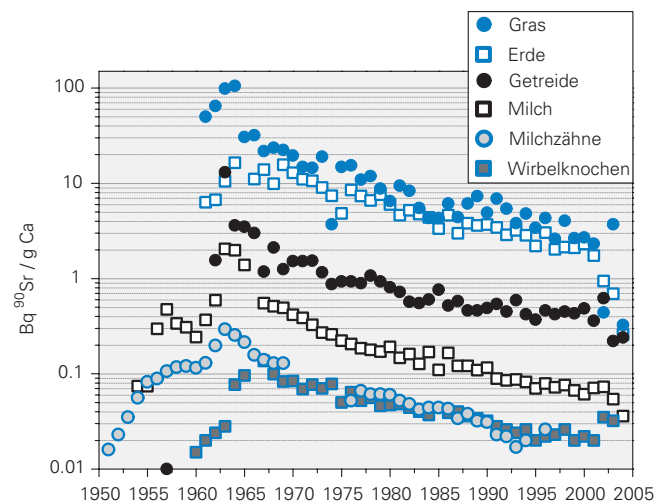
**Überwachung der Radioaktivität der Luft und der Gewässer**

Künstliche Radionuklide sind in der Luft höchstens noch in Spuren nachweisbar. Das automatische Überwachungsnetz für die Radioaktivität der Luft (RADAIR) hat die Aufgabe, bei einer Zunahme der Radioaktivität der Atmosphäre rasch zu alarmieren; es funktionierte auch 2004 ohne grössere Ausfälle. Die Radioaktivität der Luft besteht hauptsächlich aus den natürlichen Radionukliden, z.B. Beryllium-7, Blei-210 sowie Radon und seinen radioaktiven Folgeprodukten. Bei den Niederschlägen ist es das von der kosmischen Strahlung erzeugte natürliche Tritium. Bei den weiteren künstlichen Radionukliden wurden vereinzelt Spuren von Caesium-137 festgestellt. In den Flüssen beträgt der Tritiumgehalt in der Regel ebenfalls wenige Bq pro Liter. Ausserhalb von Kernanlagen ist als künstliches Radionuklid nur noch Caesium-137 vom Atombomben-Ausfall und vom Reaktorunfall in Tschernobyl nachweisbar.

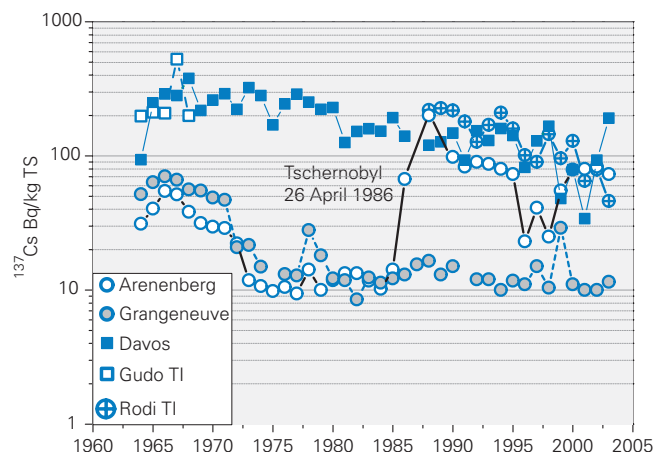
**Keine erhöhten Werte**

Der Erdboden ist ein guter Integrator für sämtliche Ablagerungen aus der Luft (Fig. 26 und 27). Auch hier dominieren die Isotope der natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium und Kalium-40. Die künstlichen Radionuklide zeigen regionale Unterschiede, die mit den Ablagerungen aus den oberirdischen Kernwaffenversuchen und dem Reaktorunfall Tschernobyl zusammenhängen. In den Alpen und Südalpen sind die Werte von Caesium-137 und Strontium-90 immer noch etwas höher als im Mittelland. Künstliche Alphastrahler, wie Plutonium-239 und -240 sowie Americium-241, treten im Erdboden nur in sehr geringen Spuren auf. Auch in Gras und Lebensmittelproben dominiert das natürliche Kalium-40. Künstliche Radionuklide wie Caesium-137 oder Strontium-90 vom Reaktorunfall Tschernobyl und von den Kernwaffenversuchen werden von den Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen. Auch diese sind im Gras nur noch in Spuren vorhanden, mit ähnlicher regionaler Verteilung wie beim Erdboden. Bei der Kuhmilch lag der Caesium-137-Gehalt meist unter der Nachweisgrenze, mit einer Ausnahme: Eine Milchprobe aus dem Tessin wies noch 9 Bq Caesium-137 pro Liter auf. Getreideproben zeigten keine nennenswerten Aktivitäten. Bei den einheimischen Pilzen zeigen Röhrlinge und Zigeunerpilze noch geringfügig erhöhte Werte bis 160 Bq

Caesium-137 pro kg Frischgewicht mit abnehmender Tendenz. Der Toleranzwert von 600 Bq pro kg wurde auch bei importierten Pilzen nicht mehr überschritten. Auch beim Wild haben die Caesium-137-Werte abgenommen. In weiteren Lebensmitteln konnten keine nennenswerten Aktivitäten nachgewiesen werden. Kohlenstoff-14 wird während der Wachstumsphase von den Pflanzen bei der Assimilation von Kohlensäure aus der Luft aufgenommen. Gegenüber dem natürlichen, von der kosmischen Strahlung erzeugten Kohlenstoff-14 führten die Kernwaffenversuche in den 60er-Jahren zu einer Verdoppelung. Seither nahm der Kohlenstoff-14-Gehalt wieder ab und liegt heute noch bei 65 Promille über den natürlichen Wert.



**Fig. 26: Strontium-90 in Erde, Gras, Getreide, Milch, Milchzähnen und menschlichen Wirbelknochen aus den Jahren 1950 bis 2004.**



**Fig. 27: Caesium-137 in Bodenproben verschiedener Stationen der Schweiz für die Jahre 1964 bis 2004. Caesium stammt einerseits von den Kernwaffenversuchen der 50er- und 60er-Jahre sowie vom Reaktorunfall Tschernobyl vom 26. April 1986. Beim Letzteren wurden Tessin und Ostschweiz am stärksten betroffen.**

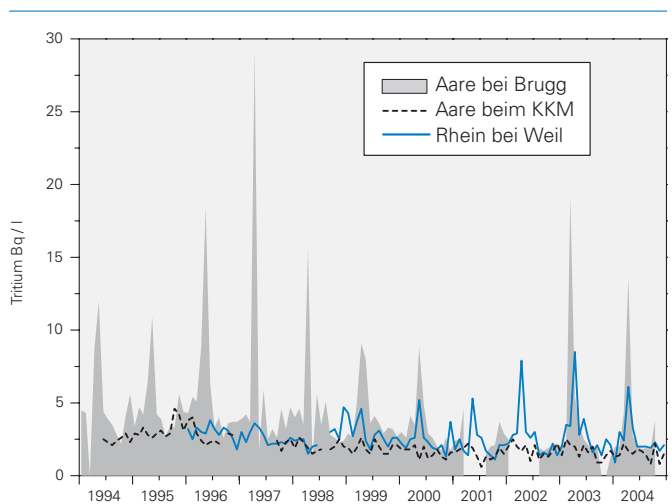


### Ganzkörpermessungen

Ganzkörpermessungen an Schulkindern und Strontium-90-Bestimmungen an menschlichen Milchzähnen und Wirbelknochen erfassen die Aufnahme von Radionukliden über die Nahrung. Messungen an Schülern aus Genf ergaben für das Caesium-137 weniger als 10 Bq (Fig. 29). Das natürliche Kalium-40 beträgt dagegen bei den Frauen rund 3200 Bq und bei den Männern rund 4500 Bq. Der Strontium-90-Gehalt in Wirbelknochen und Milchzähnen lag bei wenigen Hundertstel eines Bq pro Gramm Kalzium (Fig. 26). Strontium wird wie das Kalzium im menschlichen Körper in Knochen und Zähnen eingebaut. Milchzähne werden wenige Monate vor bis wenige Monate nach der Geburt gebildet und fixieren so den Strontiumgehalt der Nahrung zu diesem Zeitpunkt, deshalb verlaufen die Kurven der Milchzähne annähernd parallel zu derjenigen der Milch. Die Messwerte der Milchzähne sind in Fig. 26 daher in Funktion des Geburtsjahres aufgetragen, diejenigen der Wirbel in Funktion des Todesjahres.

### Überwachung der Immissionen in der Umgebung von Kernanlagen, Betrieben und Spitälern

In der Luft in der Nahumgebung des CERN wurden vereinzelt Spuren von Natrium-24 und Jod-131 festgestellt, die von dessen Beschleunigern stammen, aber radiologisch unbedeutend sind. Das Edelgas Krypton-85 aus europäischen Wiederaufarbeitungsanlagen für Kernbrennstoff ergab rund 1,4 Bq pro m<sup>3</sup> mit leicht steigender Tendenz. In der Nahumgebung von Betrieben, die Tritium verarbeiten, wurden Erhöhungen dieses Nuklides im Bereich von 1 Prozent des Immissionsgrenzwertes der Strahlenschutzverordnung nachgewiesen. Niederschläge zeigten wenige Bq pro Liter an Tritium, im Einflussbereich von Industriebetrieben und Kernanlagen bis 30 Bq pro Liter, in unmittelbarer Nähe von Tritium verarbeitenden Betrieben oder Kehrlichtverbrennungsanlagen bis 1200 Bq pro Liter, das sind 10 Prozent des Immissionsgrenzwertes der Strahlenschutzverordnung für öffentliche Gewässer. Leicht erhöhte Tritiumwerte bis 15 Bq pro Liter ergaben sich sporadisch in den Flüssen Aare und Rhein (Fig. 28). In den Flusssedimenten unterhalb der Kernkraftwerke wurden Spuren von Kobalt-58 und -60, Zink-65 und Caesium-137 aus diesen Anlagen festgestellt. Die Tritiumimmissionen aus der Uhrenindustrie im Jura sind infolge starker Abnahme der Tritiumverarbeitung deutlich zurückgegangen. Abwässer der Kläranlagen der grösseren Agglomerationen weisen vereinzelt Spuren von Jod-131 aus der Nuklearmedizin auf.



**Fig. 28: Tritium (<sup>3</sup>H) in Wasserproben aus der Aare bei Brugg und aus dem Rhein unterhalb Basel für die Jahre 1993 bis 2004. Die jeweils im Frühjahr auftretenden Spitzen sind auf Tritiumabgaben des KKW Gösgen zurückzuführen. Diese lagen allerdings im Bereich der bewilligten Abgabegrenzen.**

Bei den Radioaktivitätsmessungen im Erdboden und in Lebensmitteln wurde kein Einfluss der Emissionen der Kernanlagen oder von Forschungsinstituten festgestellt.

Kohlenstoff-14-Messungen an Baumblättern ergaben, gegenüber dem weltweiten Pegel von heute 65 Promille, in der Umgebung der Kernkraftwerke maximale zusätzliche Erhöhungen von 30 bis 200 Promille, in der Region Basel bis 100 Promille. Eine zusätzliche Kohlenstoff-14-Aktivität in den Lebensmitteln von 100 Promille würde zu einer zusätzlichen jährlichen Dosis im Mikrosievert-Bereich führen.

Bei den über 455 Personen, die am Paul Scherrer Institut im Rahmen der Personenüberwachung einer Ganzkörpermessung auf Caesium-137 unterzogen wurden, lag der Maximalwert bei 300 Bq, wobei jedoch 96 Prozent der Messwerte unter der Erkennungsgrenze von 60 Bq lagen.

### Radiologische Messungen aus der Luft

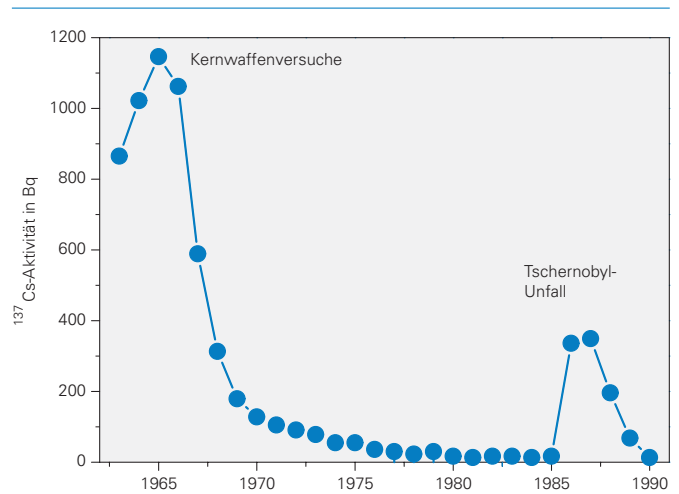
Mit einem NaI-Gamma-Spektrometer an Bord eines Armeehelikopters werden jedes Jahr ausgewählte Regionen aus der Luft radiologisch vermessen (Aeroradiometrie). Die zu untersuchenden Gebiete werden in einem Raster aus parallelen Fluglinien in einer Höhe von rund 100 m abgeflogen. Das Auswerteprogramm erstellt danach aus den Messwerten eine Strahlenkarte des beflogenen Gebietes. Mit diesem Messgerät, dessen Einsatz von der NAZ koordiniert wird, kann nach einem Unfall rasch ein kontaminiertes Gebiet kartiert werden; es kann aber auch bei der Suche nach verlorenen Strahlenquellen eingesetzt werden. Jedes Jahr wird die Umgebung zweier Kernkraftwerke befliegen. Die Resul-

tate zeigten bisher lediglich den Einfluss der nach oben nicht abgeschirmten Stickstoff-16-Strahlung aus dem Maschinenhaus der Siedewasserreaktoren, die jedoch zu keinen nennenswerten Strahlendosen führt.

**Auswirkungen von Tschernobyl:  
noch heute ist Caesium im Tessin nachweisbar**

Drei Radionuklide haben am meisten zur Dosis beigetragen: das kurzlebige Jod-131 sowie die beiden Caesiumnuklide Caesium-134 und -137. Beim Caesium-137 wurde im Tessin bis einige zehntausend Bq pro m<sup>2</sup> abgelagert. Die durchschnittliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung betrug im ersten Folgejahr 0,22 mSv. Dabei entfielen auf die beiden Caesiumnuklide rund 40 Prozent und auf Jod etwa 30 Prozent. In den am meisten betroffenen Regionen waren die Dosen vor allem bei den Selbstversorgern etwa zehnmal höher. In den Folgejahren nahmen die Dosen ab und liegen heute unter einem Hundertstel mSv pro Jahr. Summiert über alle Jahre von 1986 bis heute, beträgt die Durchschnittsdosis 0,5 mSv. Auch heute – 19 Jahre danach – ist das langlebige Caesium im Tessin noch in Spuren nachweisbar: im Erdboden bis 450 Bq pro kg, im Gras bis 80 Bq pro kg Trockenmasse, in der Milch bis 9 Bq pro Liter. Hält sich jemand heute während der gesamten Arbeitszeit im Freien in der am stärksten betroffenen Gegend auf, bekommt er eine zusätzliche jährliche Strahlendosis von 0,1 mSv. Ein Erwachsener, der täglich drei Deziliter Milch mit 10 Bq Caesium-137 pro Liter trinkt, erhält 0,015 mSv pro Jahr zusätzlich.

Abgesehen von diesen Ausnahmen, hat die Radioaktivität in den Grundnahrungsmitteln bereits ab 1987 deutlich abgenommen und ist heute meist nicht mehr nachweisbar. Beim Wildfleisch und bei den Wildpilzen, vor allem Röhrlingen und Zigeunerpilzen, ist jetzt ebenfalls eine Abnahme der Caesiumaktivität zu erkennen. Um zu vermeiden, dass kontaminierte Ware in die Schweiz gelangt, verlangt die Schweiz für importierte Pilze seit 1999 ein Radioaktivitätszertifikat. Berücksichtigt man die geringen Verzehrsmengen von Wildpilzen und Wildfleisch im Vergleich zu den Grundnahrungsmitteln, dann sind die daraus resultierenden Strahlendosen unbedenklich.



**Fig. 29: Caesiummessungen werden mit einem Anthropospektrometer jährlich an Schulkindern aus Genf und Basel durchgeführt. Die Grafik der Messungen von 1963 bis 1990 zeigt einerseits den Input der Kernwaffenversuche der 50er- und 60er-Jahre und andererseits die Auswirkungen des Unfalles Tschernobyl vom 26. April 1986.**

**Beurteilung**

**Radioaktivitätswerte und Strahlendosen unter den gesetzlichen Limiten**

In der Schweiz lagen die Radioaktivitätswerte in der Umwelt sowie die Strahlendosen der Bevölkerung aus künstlichen Strahlenquellen bisher immer unter den gesetzlichen Limiten, und das entsprechende Strahlenrisiko ist daher klein. Die Dosen durch die Emissionen aus Kernanlagen sowie von Betrieben und Spitälern, die radioaktive Stoffe erzeugen oder verarbeiten, sind auch unter konservativen Annahmen kleiner als ein Hundertstel mSv pro Jahr. Der Reaktorunfall Tschernobyl im April 1986 hat zwar zu deutlich messbaren Aktivitäten in der Umwelt geführt, die dadurch verursachten Strahlendosen mit durchschnittlich 0,5 mSv insgesamt führen jedoch in der Schweiz nicht zu einer signifikanten Zunahme der Krebsinzidenz.

# Strahlendosen

## Aufgaben

Die Strahlenschutzverordnung legt in Art. 33 bis 37 die maximal zulässigen jährlichen Strahlendosen für die Bevölkerung und für beruflich strahlenexponierte Personen fest. Diese Grenzwerte basieren auf den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP, Publikation Nr. 60 von 1990). Für die Bevölkerung darf die effektive Dosis den Grenzwert von 1 mSv pro Jahr nicht übersteigen, wobei in diesem Wert medizinische Anwendungen sowie die natürliche Strahlenexposition, insbesondere auch das Radon und seine Folgeprodukte, nicht inbegriffen sind. Für Personen über 18 Jahren, die in ihrer beruflichen Tätigkeit mit Strahlen umgehen, darf die effektive Dosis den Grenzwert von 20 Millisievert (mSv) pro Jahr nicht übersteigen. Für beruflich strahlenexponierte Personen im Alter von 16 bis 18 Jahren darf ein Wert von 5 mSv pro Jahr nicht überschritten werden. Für die Augenlinsen darf bei beruflich strahlenexponierten Personen die Organdosis 150 mSv pro Jahr nicht übersteigen, für die Haut, die Hände und Füße 500 mSv. Ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende darf für beruflich strahlenexponierte Frauen die Äquivalentdosis an der Abdomenoberfläche 2 mSv und die effektive Dosis als Folge einer Aufnahme über Atemluft oder Nahrung (Inkorporation) 1 mSv nicht übersteigen. Alle diese Limiten gelten nicht für Strahlenanwendung an Patienten, für aussergewöhnliche Lagen (z.B.: Katastropheneinsätze) sowie für die natürliche Strahlenexposition. Das Personal der zivilen Luftfahrt gehört in der Schweiz nicht zu den beruflich strahlenexponierten Personen. Der Betriebsinhaber muss jedoch das Personal über die bei der Berufsausübung auftretende Strahlenexposition aufklären. Schwangere Frauen können verlangen, vom Flugdienst befreit zu werden.

Bei beruflich strahlenexponierten Personen ist die Strahlenexposition durch anerkannte Dosimetriestellen zu ermitteln. Diese melden ihre Daten regelmässig dem Bundesamt für Gesundheit (BAG), das ein zentrales Register der Dosen aller beruflich exponierten Personen

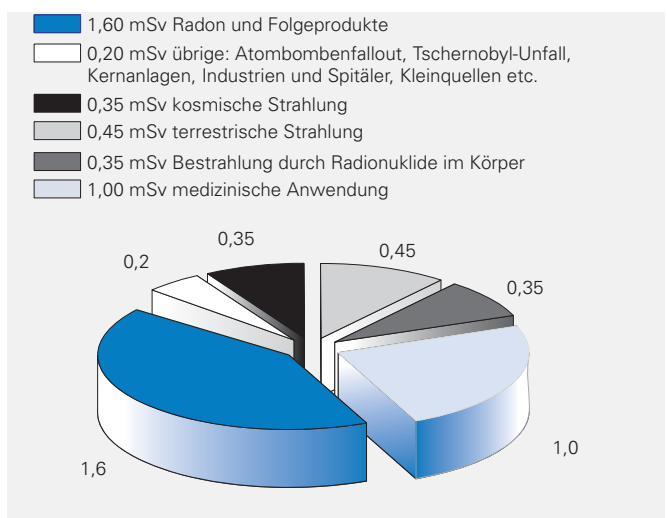
der Schweiz führt. Damit haben die Aufsichtsbehörden jederzeit eine Kontrolle der akkumulierten Dosen dieser Personen, statistische Auswertungen werden ermöglicht und die Archivierung der Daten ist sichergestellt.

## Tätigkeiten und Ergebnisse: Strahlendosen der Bevölkerung

### Dosen aus natürlichen Strahlenquellen

Die gesamte, durchschnittliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung aus natürlichen Quellen beträgt rund 3 mSv pro Jahr. Die einzelnen Beiträge sind in der folgenden Tabelle aufgelistet (s. Fig. 30).

Dosen durch natürliche Strahlenquellen in mSv pro Jahr		
Quelle	Mittel [mSv]	Maximum [mSv]
Terrestrische Radionuklide	0,45	1,0
Kosmische Strahlung	0,35	0,6
Radionuklide im Körper	0,35	0,5
Radon im Wohnbereich	1,6	100



**Fig. 30: Durchschnittliche Strahlendosis der Schweizer Bevölkerung**

**Externe Bestrahlung**

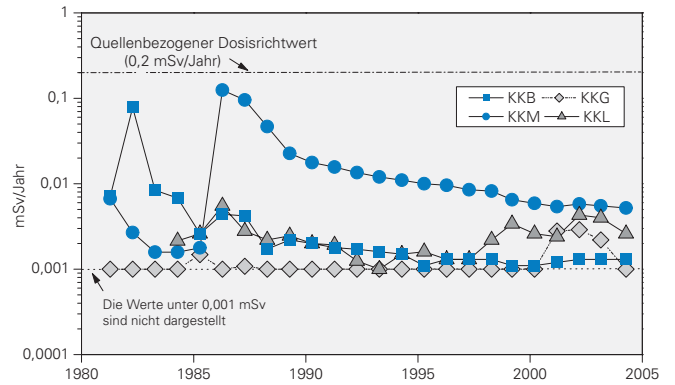
Bei der Strahlenexposition durch externe Quellen ergeben die natürlichen Radionuklide im Boden und die kosmische Strahlung die grössten Beiträge gesamthaft rund 0,8 mSv mit Werten zwischen etwa 0,5 und 1,6 mSv pro Jahr. Die terrestrische Komponente macht im Durchschnitt 0,45 mSv aus und hängt stark vom lokalen Gehalt des Bodens an natürlichen Radionukliden und den Lebensgewohnheiten ab. Sie beträgt im Freien in den bewohnten Regionen der Schweiz zwischen 0,35 und etwa 1 mSv pro Jahr. Die kosmische Strahlung nimmt mit der Höhe über Meer zu, da sie von der Luft-hülle der Erde abgeschwächt wird. Im schweizerischen Mittel beträgt deren Dosis 0,35 mSv, in Zürich beträgt sie beispielsweise 0,4 mSv und in St. Moritz 0,75 mSv pro Jahr; in 10 km Höhe liegt sie zwischen 20 und 50 mSv pro Jahr. Ein Flug Schweiz-USA ergibt rund 0,04 mSv. Das Flugpersonal und Personen, die viel fliegen, erhalten so eine zusätzliche Dosis bis einige mSv pro Jahr. Im Hausinnern wird die kosmische Strahlung durch die Gebäudehülle etwas abgeschwächt, die terrestrische Komponente dagegen durch die in den Hauswänden enthaltenen Radionuklide etwas verstärkt. Insgesamt ist die Dosis in den Häusern etwa 10 Prozent höher als im Freien.

Die Ortsdosen im Freien werden an 58 Stationen im ganzen Lande mit einem automatischen Netz aus Geiger-Müller-Zählrohren (NADAM) überwacht. Dessen Daten werden alle 10 Minuten an die Nationale Alarmzentrale in Zürich übertragen. In der Nahumgebung der Kernkraftwerke bestehen weitere, dichtere automatische Überwachungsnetze für die Ortsdosen (MADUK), und deren Daten werden von der HSK verarbeitet. Diese beiden Systeme dienen der Frühwarnung. Die Daten beider Netze sind auf dem Internet verfügbar (s. [www.naz.ch](http://www.naz.ch) und [www.hsk.ch](http://www.hsk.ch)).

**Interne Bestrahlung**

Bei den internen Strahlenquellen ergeben das Radon-222 und seine Folgeprodukte in Wohn- und Arbeitsräumen den grössten Beitrag zur Dosis. Radon ist von seiner Entstehung her ein natürliches radioaktives Edelgas, das beim Zerfall des überall im Boden vorhandenen natürlichen Radiums entsteht und in die Atmosphäre austritt. Während es sich im Freien in der Höhe ausbreitet, kann seine Konzentration im Hausinnern dagegen deutlich höher sein. Die in der Schweiz bis 2004 durchgeführten Erhebungen in rund 50 000 Häusern ergeben ein gewichtetes arithmetisches Mittel von 75 Bq Radon-222 pro m<sup>3</sup>. Die höchsten Werte sind etwa 100-mal höher als der Mittelwert. Geht man von einer Aufenthaltsdauer im Wohnbereich bzw. am Arbeitsplatz von 7000 bzw. 2000 Stunden pro Jahr aus so, erhält man für die Schweizer

Bevölkerung eine durchschnittliche Radondosis von rund 1,6 mSv pro Jahr. Bei 1 bis 2 Prozent der Bevölkerung liegt die Dosis über 10 mSv pro Jahr, bei 2 Promille gar über 25 mSv pro Jahr. Gemäss konservativen Schätzungen dürfte Radon 5 bis 10 Prozent der Lungenkrebstodesfälle in der Schweiz verursachen.



**Fig. 31: Strahlendosen der Bevölkerung in der Umgebung der Kernkraftwerk in mSv pro Jahr, berechnet aufgrund der Emissionen über Abluft und Abwasser. Die Werte unter 0,001 mSv sind nicht dargestellt.**

Natürliche Radionuklide gelangen auch über die Nahrung in den Körper und führen durchschnittlich zu rund 0,35 mSv. Dabei macht Kalium-40 rund 0,2 mSv aus, da das überall in der Nahrung und im menschlichen Körper vorhandene Kalium zu 0,0118 Prozent (1 g Kalium entspricht 31,2 Bq) aus dem natürlich radioaktiven Isotop Kalium-40 besteht. Kalium wird vor allem im Muskelgewebe eingelagert, deshalb ist der Kaliumgehalt bei den Männern etwas höher als bei den Frauen. Der Rest dieser Dosiskomponente stammt von den Nukliden der natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium, deren Folgeprodukten und von den durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre laufend erzeugten Radionukliden wie Tritium, Kohlenstoff-14, Beryllium-7 und weiteren.

**Dosen aus künstlichen Strahlenquellen**

Auch hier unterscheidet man eine **externe** und eine interne Komponente. Die Erstere stammt von Strahlenquellen ausserhalb des Körpers, die Letztere von Radionukliden, die über Atemluft, Trinkwasser und Lebensmittel in den Körper gelangen. Bei der externen Komponente stammt der grösste Teil von medizinischen Anwendungen in der Röntgendiagnostik, nämlich im Mittel 1 mSv pro Jahr. Geringere Beiträge zur durchschnittlichen Dosis (0,2 mSv) kommen von der beruflichen Strahlenexposition in Kernkraftwerken, Industrien, Handel, öffentlichem Dienst, Forschung und Medizin, sowie von Konsumgütern und Gegenständen des täglichen Lebens, die Radionuklide enthalten, wie etwa Uhren mit radioaktiven Leuchtziffern. Bei der künstlichen Radioak-

tivität in der Umwelt macht der radioaktive Ausfall nach dem Reaktorunfall Tschernobyl vom April 1986 und von den oberirdischen Kernwaffenversuchen der 50er- und 60er-Jahre heute nur noch höchstens wenige Hundertstel mSv aus. So etwa beträgt deren Dosis bei dauerndem Aufenthalt im Freien 0,01 bis 0,5 mSv pro Jahr. Der grosse Streubereich ist eine Folge der regionalen Unterschiede bei der Ablagerung von Caesium-137 nach dem Reaktorunfall Tschernobyl. Im am meisten betroffenen Tessin beträgt diese Dosis heute noch bis 0,5 mSv pro Jahr. An einigen Stellen entlang der Umzäunung der Kernkraftwerke Mühleberg und Leibstadt, die über einen Siedewasserreaktor verfügen, verursacht die Direktstrahlung durch den kurzlebigen Stickstoff-16 bis einige 100 nSv/h. Da sich Personen jedoch nur kurze Zeit an diesen Stellen aufhalten, sind die daraus resultierenden Personendosen unbedeutend.

Die Dosen durch **interne** Strahlenexposition werden durch künstliche Radionuklide in der Nahrung verursacht, heute hauptsächlich noch durch die Nuklide Caesium-137 und Strontium-90. Diese stammen von den Kernwaffenversuchen der 60er- und 70er-Jahre und, mit Ausnahme des Strontiums, vom Reaktorunfall Tschernobyl vom April 1986. Die jährlich durchgeführten Ganzkörpermessungen an Schulklassen ergaben Dosen durch aufgenommenes Caesium-137 von weniger als einem Tausendstel mSv pro Jahr. Aus den Untersuchungen von menschlichen Wirbelknochen lassen sich Dosen durch Strontium-90 von derselben Grössenordnung herleiten. Die Emissionen radioaktiver Stoffe über Abluft und Abwasser aus den Schweizer Kernkraftwerken, aus dem PSI und dem CERN ergeben bei Personen, die in unmittelbarer Nähe wohnen, Dosen von höchstens einem Hundertstel mSv pro Jahr (s. Fig. 31).

Gesamthaft liegt die Strahlendosis durch künstliche Radioaktivität oder Gebrauchsgegenstände, die radioaktive Stoffe enthalten – ohne Anwendungen in der Medizin –, für die Mehrheit der Schweizer Bevölkerung zwischen 0,01 und 0,05, in Einzelfällen kann sie bis 0,1 mSv pro Jahr ausmachen.

## Beruflich strahlenexponierte Personen

### Jahresergebnisse 2004

In der Schweiz sind rund 68 000 Personen beruflich strahlenexponiert. Sie sind in Medizin, Forschung, den Kernkraftwerken sowie in der Industrie tätig. Ihre Strahlendosen werden kontinuierlich überwacht und im zentralen Dosisregister (ZDR) des BAG erfasst. Für das Jahr 2004 fanden sich folgende Werte.

Die Kollektivdosis, das heisst die Summe der Dosen aller beruflich exponierten Personen, betrug 6,16 Personen-Sv, davon durch interne Bestrahlung 0,05 Personen-Sv. Die Dosen aus interner Bestrahlung stammen fast ausschliesslich aus der Inkorporation von Tritium in Leuchtfarbenbetrieben, jene aus externer Bestrahlung stammen vorwiegend aus dem Bereich der Kernkraftwerke.

Zum Aufsichtsgebiet des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) gehören die Bereiche Medizin und Forschung. Ganzkörperdosen über 2 mSv pro Monat sowie Extremitätendosen über 10 mSv pro Monat müssen vom Betrieb dem BAG gesondert gemeldet werden. Dies traf bei den Ganzkörperdosen in 52 Fällen zu, bei den Extremitätendosen in 90 Fällen. Die meisten dieser Fälle betrafen Ärzte, die aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit regelmässig erhöhte Dosen akkumulieren, etwa bei der interventionellen Radiologie, oder das medizinisch-technische Personal (MTRA) in der Nuklearmedizin. In einem Fall wurde bei einem Zahnarzt der Jahresgrenzwert von 20 mSv für Ganzkörper knapp überschritten (22,2 mSv). Zunächst wurde vermutet, dass die Ursache ein defektes Röntgengerät sei. Es konnte aber kein Defekt gefunden werden und die Ursache für die Grenzwertüberschreitung bleibt unerklärt.

### Zeitlicher Verlauf über die letzten Jahre

Seit nahezu 30 Jahren werden die Dosen der beruflich strahlenexponierten Personen vom BAG veröffentlicht. Fig. 32 bis 35 zeigen den Verlauf der Kollektivdosen, das heisst der Summe der Dosen der beruflich strahlenexponierten Personen.

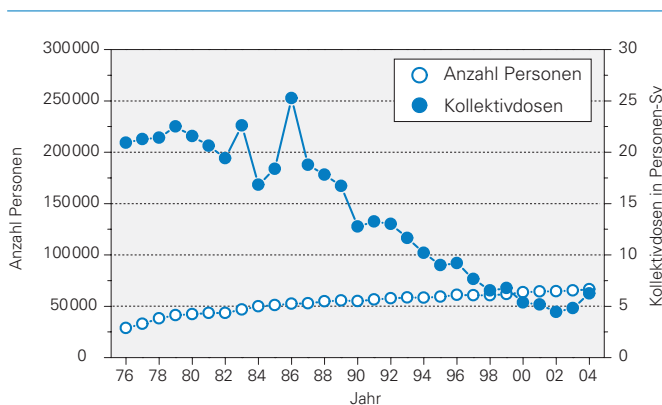
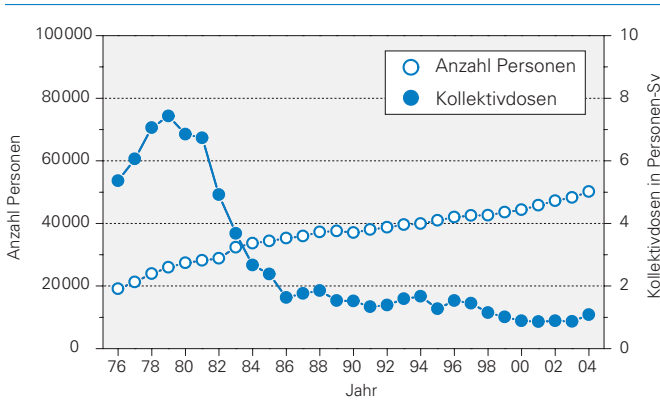
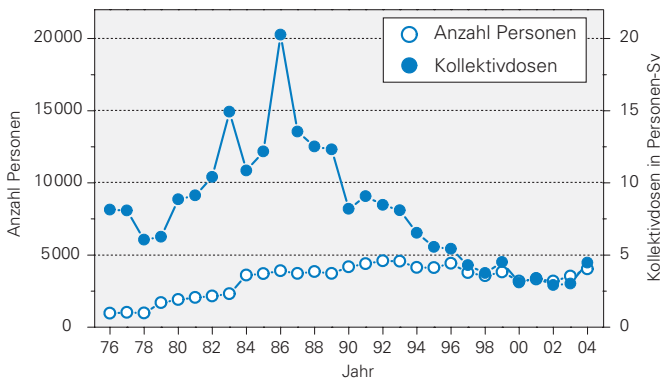


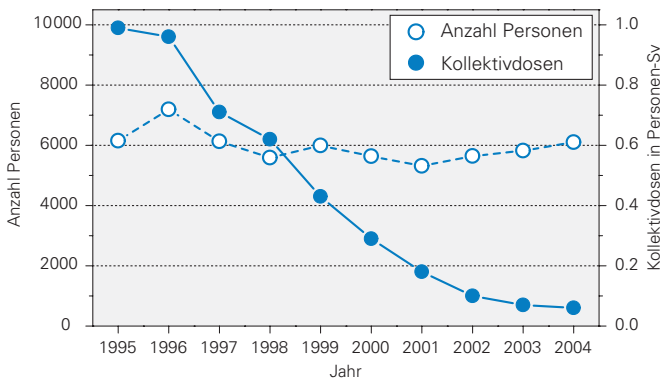
Fig. 32: Strahlendosen sämtlicher beruflich strahlenexponierten Personen durch äussere Bestrahlung.



**Fig. 33: Strahlendosen der beruflich strahlenexponierten Personen in der Medizin durch äussere Bestrahlung.**



**Fig. 34: Strahlendosen der beruflich strahlenexponierten Personen in Kernkraftwerken durch äussere Bestrahlung.**



**Fig. 35: Strahlendosen der beruflich strahlenexponierten Personen durch Inkorporation.**

Bei der **externen** Bestrahlung der beruflich strahlenexponierten Personen hat die Kollektivdosis in der Schweiz seit 30 Jahren stetig abgenommen. Während sie 1976, zu Beginn der statistischen Erfassung, noch 25 Personen-Sv betrug, liegt sie heute bei 6,16 Personen-Sv. Die Gesamtanzahl der beruflich strahlenexponierten Personen hat sich dagegen in derselben Zeit von rund 30 000 auf 68 000 mehr als verdoppelt. Die durchschnittliche Strahlendosis dieser Personen hat im gleichen Zeitraum von 0,8 mSv pro Jahr auf 0,09 mSv abgenommen. Dies ist das Resultat des Optimierungspro-

zesses, der bei den Kernkraftwerken seit den 90er-Jahren angewendet wird.

Die Aufschlüsselung der Kollektivdosen nach den verschiedenen Tätigkeitsbereichen zeigt ein ähnliches Bild: In allen Bereichen ist im Laufe der Zeit eine deutliche Abnahme der Kollektivdosen zu verzeichnen. Im medizinischen Bereich ist die starke Abnahme in den Jahren 1982 bis 1985 auf die Umstellung von Film dosimetern auf Thermolumineszenzdosimeter (TLD) zurückzuführen. Mit der Film dosimetrie wurden die Dosen überschätzt.

Seit der Inkraftsetzung der revidierten Strahlenschutzverordnung im Jahre 1994 werden auch die Dosen durch **innere** Bestrahlung konsequent erfasst und seit 2001 dem zentralen Dosisregister (ZDR) gemeldet. Die Abnahme der Kollektivdosis infolge interner Bestrahlung ist beträchtlich und beträgt seit dem Jahr 1995 einen Faktor 13 (siehe Fig. 35). Diese Abnahme ist vor allem eine Folge der Optimierung der Arbeiten in den Leuchtfarbenbetrieben. Die Daten vor 1995 können nicht in den Vergleich mit einbezogen werden, da damals noch andere Berechnungsmethoden und Dosisfaktoren verwendet wurden.

**Trotz tieferem Jahresgrenzwert keine Häufung von Grenzwertüberschreitungen**

Obwohl der Verlauf der Kollektivdosen einen deutlichen Trend zu tieferen Werten zeigt, können daraus keine Schlüsse in Bezug auf vereinzelt auftretende hohe, gemessene Dosen gezogen werden. Es kann jedoch festgestellt werden, dass die Einführung des neuen, tieferen Jahresgrenzwertes von 20 mSv mit der neuen Strahlenschutzverordnung im Jahr 1994 (gegenüber dem früheren Wert von 50 mSv) zu keiner Häufung von Dosisgrenzwertüberschreitungen geführt hat.

**Beurteilung**

**Grenzwertüberschreitungen beim Radon**

Die durchschnittliche Jahresdosis der Bevölkerung betrug 2004 unverändert rund 4 mSv. Sie stammt weitgehend aus natürlichen Quellen. Der Hauptbeitrag kommt vom Radon mit 1,6 mSv. Die externen natürlichen Strahlenquellen ergaben 0,8 mSv, die Radionuklide im Körper 0,35 mSv. Die medizinische Röntgendiagnostik trägt 1 mSv bei und alle übrigen künstlichen Quellen zusammen etwa 0,2 mSv. Die Emissionen aus Kernkraftwerken machen weniger als 1 Prozent aus. Auch im Berichtsjahr war die Schweizer Bevölkerung keiner unzulässigen Bestrahlung aus künstlichen Strahlenquellen ausgesetzt. Nach wie vor sind jedoch in etwa 1 bis 2 Pro-

zent der bisher in der Schweiz untersuchten Häuser die Bewohner einer zu hohen Strahlendosis durch das natürliche Radon ausgesetzt.

#### **Hoher Qualitätsstand beim Strahlenschutz**

Bei der beruflichen Strahlenexposition kann trotz einer einzigen Überschreitung des Jahresgrenzwertes fest-

gestellt werden, dass der Strahlenschutz generell einen hohen Qualitätsstand erreicht hat. Dies äussert sich primär in Abnahme der akkumulierten Kollektivdosen. Die mit der neuen Strahlenschutzverordnung von 1994 eingeführte tiefere Dosislimite für beruflich strahlenexponierte Personen von 20 mSv pro Jahr kann problemlos eingehalten werden.

# Nichtionisierende Strahlung und Schall

## Aufgaben

Elektromagnetische Felder (EMF) und die optische Strahlung werden auf Grund ihrer Eigenschaften als nichtionisierende Strahlung (NIS) bezeichnet. Die NIS sowie Schalleinwirkungen im Freizeitbereich erhalten bei der Bevölkerung eine zunehmende Bedeutung. Die Abteilung Strahlenschutz befasst sich mit denjenigen Aspekten der nichtionisierenden Strahlung und des Schalls, die zu einer kurz- oder längerfristigen Beeinträchtigung der Gesundheit führen können. Sie nimmt dabei folgende Aufgaben wahr:

- Frühes Erkennen und Erforschen möglicher gesundheitlicher Gefahren und Risiken durch NIS und Schall,
- Bewertung der Risiken und Erarbeitung entsprechender Schutzstrategien,
- Ergreifen von Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor gesundheitsschädigenden Auswirkungen von NIS und Schall,
- Information der Bevölkerung,
- Zusammenarbeit mit unseren Partnern im In- und Ausland.

## Information und Forschung über elektromagnetische Felder

Im Bereich EMF betreibt das BAG eine Fach- und Informationsstelle mit Schwerpunkt Information, Forschung und Wissensbeschaffung. Der aktuelle Stand der Forschung wird laufend verfolgt und zusammen mit unseren Partnerorganisationen aufgearbeitet. Die Fachstelle initiiert, begleitet oder finanziert neue Forschungsvorhaben. Sie informiert die Bevölkerung, die Medien sowie weitere interessierte Kreise über gesundheitliche Aspekte von elektromagnetischen Feldern.

## Schutz vor ultravioletter Strahlung, Laser und Schall

Im Bereich der optischen Strahlung engagiert sich das BAG hauptsächlich für den Schutz vor ultravioletter Strahlung und Laserstrahlung. Dabei stehen die Informa-

tion und die Aufforderung zur Selbstverantwortung im Zentrum der Aktivitäten.

Im Bereich Schall hat der Vollzug der seit 1996 geltenden Schall- und Laserverordnung verschiedene Mängel aufgedeckt, die durch eine Revision behoben werden. Ein hoher Gesundheitsschutz im Freizeitbereich lässt sich jedoch nicht nur auf einer gesetzlichen Basis abstützen. Der Schutz muss auch durch eine stärkere Selbstverantwortung der Betroffenen gefördert werden. Hierfür sind insbesondere für Jugendliche Präventionsmassnahmen vorgesehen. Zudem ist eine verstärkte Unterstützung der Vollzugsbehörden notwendig.

## Tätigkeiten und Ergebnisse

### Gesundheitsbefragung: Nur 2% empfanden die UV-Strahlung als grösstes Gesundheitsrisiko

Im letzten Jahr wurde eine repräsentative Gesundheitsbefragung bei 1058 Schweizerinnen und Schweizern aus allen drei Landesteilen durchgeführt, mit der die Einstellung und die Informiertheit der Bevölkerung gegenüber den gesundheitlichen Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern, UV-Strahlung und Schall erhoben wurde. Gefragt wurde zusätzlich nach weiteren empfundenen Gesundheitsrisiken sowie nach der Verantwortung für die eigene Gesundheit. Auf die Frage nach den grössten persönlichen Gesundheitsrisiken wurden folgende genannt: Rauchen/Tabak (25%), Umwelt/Umweltverschmutzung (18%), Ess-/Ernährungsgewohnheiten (17%), Verkehr/Verkehrsunfall (14%), Stress, Überlastung, zu viel Arbeit (12%), Bewegungsmangel (11%), Krebs (10%), Alkohol (10%). Die UV-Strahlung der Sonne empfanden nur 2% der Befragten als grösstes Gesundheitsrisiko, bei den elektromagnetischen Feldern lag dieser Anteil gar nur bei 1%. Schall wurde von niemandem als grösstes Gesundheitsrisiko bezeichnet. Über drei Viertel der Befragten sind der Meinung, dass sie selber für ihre eigene Gesundheit verantwortlich sind. Neben der Eigenverantwortung werden



Ärzte, das persönliche Umfeld, die Gesellschaft, der Staat etc. genannt. In allen drei Bereichen wird vom Staat mehr Informationen zu Gesundheitsfragen erwartet. Der vollständige Bericht ist unter <http://www.bag.admin.ch/cce/studien/strahlen/d/index.htm> abrufbar.

## Bereich elektromagnetische Felder

### An uns gerichtete Fragen

Der Schwerpunkt der von den Medien und der Bevölkerung an uns gerichteten Fragen lag wiederum bei der mobilen Telekommunikation. Insbesondere die Mobilfunk-Basisstationen wurden vielfach für gesundheitliche Beschwerden verantwortlich gemacht. In zunehmendem Mass wurden Fragen zur drahtlosen Computervernetzung WLAN und zur Wirksamkeit von Schutzprodukten gegen Handystrahlung gestellt. Weitere Anfragen betrafen Hochspannungsleitungen, Induktionskochherde, Magnetfeldtherapiematten, Energiesparlampen sowie die Möglichkeiten zur Messung und Schirmung von elektromagnetischen Feldern.

### Resultate des Projektes

#### «Dialog nachhaltiger Mobilfunk»

Das BAG beteiligte sich am Projekt «Dialog nachhaltiger Mobilfunk», das 2004 durch die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz organisiert wurde. Alle in die Mobilfunkthematik involvierten Interessengruppen wurden zu einer gemeinsamen Diskussion eingeladen, um Lösungsansätze für zentrale Fragen der Mobilfunkdiskussion zu erarbeiten. Die Resultate zeigten, dass die Meinungen und Interessen innerhalb der verschiedenen Gruppen sehr unterschiedlich sind. Das Erfahren der verschiedenen Meinungen war schliesslich für alle Beteiligten das wichtigste Resultat. Bezüglich der bestehenden Unsicherheiten über mögliche gesundheitliche Risiken des Mobilfunks waren die Meinungen der Akteure jedoch sehr verschieden. Bei möglichen gemeinsamen Massnahmen konnte einzig ein Konsens zur Schaffung einer umweltmedizinischen Beratungsstelle gefunden werden.

### Forschung und Wissensbeschaffung

Schwerpunkte bildeten die Erfassung von noch unbekanntem Expositionen weit verbreiteter Applikationen sowie die Frage über eine erhöhte Empfindlichkeit spezifischer Bevölkerungsgruppen. Im Folgenden sind einige Forschungsprojekte beschrieben.

### Studie zur gesundheitlichen Auswirkung der UMTS-Technologie

Ende 2003 hat das holländische Institut TNO eine Studie zu gesundheitlichen Wirkungen des Mobilfunks publiziert. Zwei Gruppen von Personen wurden schwacher Mobilfunkstrahlung des GSM- bzw. UMTS-Standards ausgesetzt. Die eine Gruppe bestand aus Personen, die sich als elektrosensibel bezeichnen, die andere aus beschwerdefreien Probanden. Untersucht wurden verschiedene kognitive Funktionen sowie das Wohlbefinden der Personen. Die Studie zeigte bei beiden Gruppen einen signifikanten Einfluss der GSM- bzw. UMTS-Strahlung auf verschiedene kognitive Funktionen und zudem bei der UMTS-Strahlung einen signifikanten Einfluss auf das Wohlbefinden. Die Studie wurde weltweit intensiv diskutiert und als sehr gut beurteilt. Es handelt sich jedoch um eine einmalige Studie, die möglicherweise ein Zufallsresultat darstellt und deshalb wiederholt werden muss. Auf Grund der Anstrengungen verschiedener Institutionen wie u.a. des BAG wird diese Wiederholung in der Schweiz durchgeführt. Sie wird auf die Untersuchung des Einflusses der UMTS-Strahlung auf das Wohlbefinden beschränkt. Mit einer zusätzlichen Bestrahlungsstärke wird eine mögliche Dosis-Wirkungs-Beziehung untersucht.

### Machbarkeitsstudie zu Mobilfunkbasisstationen

Für die Klärung der Unsicherheiten über gesundheitliche Wirkungen von Mobilfunkbasisstationen bieten sich epidemiologische Studien an. Entsprechende bestehende Studien weisen jedoch schwerwiegende methodologische Mängel auf und sind für wissenschaftlich gestützte Aussagen nicht brauchbar. Aus diesen Gründen wurde auf Initiative des BAG die Machbarkeit einer epidemiologischen Studie abgeklärt. Hauptschwerpunkte bildeten die Beschreibung der möglichen Studiendesigns, die Erstellung einer Forschungs-Prioritätenliste für gesundheitliche Effekte sowie die Evaluation existierender numerischer und messtechnischer Methoden für die Dosimetrie. Die Publikation der Resultate wird 2005 erwartet.

### Expositionen von DECT-Telefonen, Wireless LAN und Bluetooth-Geräten

Die stark zunehmende Verbreitung der Wireless-LAN- und Bluetooth-Geräte sowie die grosse Verbreitung von DECT-Schnurlostelefonen führen zu einem zunehmenden Informationsbedarf über mögliche gesundheitliche Risiken. Diese potenziellen Risiken können im Moment wegen der noch unbekanntem Expositionen nicht beurteilt werden. Im Auftrag des BAG werden deshalb experimentelle und numerische Prozeduren für die Expositionsbestimmung evaluiert und entsprechende Expositionsbestimmungen an einer repräsentativen Markt-

übersicht solcher Geräte durchgeführt. Die Publikation der Resultate wird 2005 erwartet.

### **Niederfrequente Magnetfelder in Automobilen**

Im Auftrag des BAG wurde an der Fachhochschule Biel ein Messprogramm über die elektromagnetische Belastung in Automobilen durchgeführt. Die Messung der hochfrequenten elektromagnetischen Felder wies auf keine nennenswerte Belastung hin. Teilweise beträchtliche niederfrequente Magnetfelder konnten jedoch im Fussbereich der Vordersitze und auf dem Rücksitz von fahrenden Autos gemessen werden. Die Stärke der Magnetfelder lag im Mittel bei 3 Mikrottesla, maximal wurden bis zu 10 Mikrottesla erreicht. Als Hauptquellen für diese Magnetfelder konnten magnetisierte Stahleinlagen in den Reifen eruiert werden. Mittels einer Entmagnetisierung der Räder konnten die Felder nahezu eliminiert werden. Da die Magnetfelder im Autoinnern weit unterhalb internationaler Grenzwertempfehlungen liegen, drängen sich keine Vorsichtsmassnahmen auf. Die im Autoinnern auftretenden Magnetfelder übersteigen jedoch die üblichen Magnetfeldbelastungen im täglichen Leben von 0,1 bis 0,2 Mikrottesla. Auch wenn zurzeit mögliche gesundheitliche Wirkungen von Magnetfeldern in Automobilen nicht beurteilt werden können, ist es im Sinne der Vorsorge wünschenswert, eine Magnetfeldreduktion von Autorädern zu überprüfen.

### **WHO-EMF-Projekt**

Die Schweiz beteiligt sich am Projekt über gesundheitliche Wirkungen elektromagnetischer Felder, das von der Weltgesundheitsorganisation WHO durchgeführt wird. Zurzeit wird intensiv an einer umfassenden Risikobeurteilung statischer und niederfrequenter elektromagnetischer Felder gearbeitet. Mehr über das EMF-Projekt und Merkblätter zu verschiedenen EMF-Themen sind im Internet unter [www.who.int/peh-emf](http://www.who.int/peh-emf) zu finden.

### **COST-281-Projekt**

Die Schweiz wirkt am europäischen COST-281-Forschungsprogramm Potential Health Effects from Emerging Wireless Communication Systems mit. Im Berichtsjahr wurden Workshops zu den Themen Elektrosensibilität, potenzielle Bioeffekte neuer Technologien sowie Auswirkungen elektromagnetischer Strahlen auf Hirnfunktionen und Stressproteine durchgeführt. Das BAG ist im COST Management Committee vertreten. Informationen zum COST-Projekt findet man unter [www.cost281.org](http://www.cost281.org).

## Optische Strahlung

### **Information über den UV-Index**

Im Rahmen des Partnerprogramms zur Bekanntmachung des UV-Index (BAG, MeteoSchweiz, Krebsliga Schweiz) wurden im vergangenen Jahr eine Thekensteller-Aktion sowie eine Plakatkampagne in Bergbahnen gestartet. Den Apotheken, Drogerien und Optikern, der Ärzteschaft sowie den Hotels in den Wintersportregionen wurde gratis ein Thekensteller offeriert, der einerseits die Informationsbroschüre «Der UV-Index» anbietet und andererseits die aktuelle UV-Index-Prognose der Standortregion anzeigt. Die Betreiber dieser Thekensteller erhielten zudem gratis ein E-Mail-Abonnement für die UV-Index-Prognose. Es wurden knapp fünfhundert Thekensteller platziert. Mit einer ganzjährigen Plakatkampagne in 130 Bergbahnen wird die Bevölkerung beim Winter- und Sommersport resp. bei ihren Ausflügen ins Gebirge, also an Orten mit erhöhter UV-Strahlung, auf den UV-Index aufmerksam gemacht.

Neu wurde in diesem Jahr die UV-Index-Prognose bereits ab Anfang Februar angeboten. Damit steht diese Dienstleistung nun für die ganze Periode zur Verfügung, in der UV-Schutzmassnahmen notwendig sein können (Februar bis Oktober). Wie bereits in den Jahren zuvor wurde die UV-Index-Prognose hauptsächlich über die Internetseite [www.uv-index.ch](http://www.uv-index.ch) publiziert. Leider haben sowohl die Print- als auch die elektronischen Medien kaum Gebrauch vom Gratisangebot der UV-Index-Prognose gemacht. Begleitend zu den erwähnten Aktionen erfolgten auch dieses Jahr Hinweise und Informationen zum UV-Index via Medien, öffentliche Auftritte, Präsentationen und die eigene Internetseite.

### **Prävention in der Schule**

In der Unterrichtsmaterialienreihe «UV-Strahlung und Gesundheit» wurde mit der Arbeitsmappe für die 5./6. Klasse «Reisen mit der Sonne» das zweitletzte Modul herausgegeben. In diesem Modul lernen die Schülerinnen und Schüler kleinere und grössere Reisen planen. Sie setzen sich dabei sowohl mit dem Klima bevorzugter Reisedestinationen als auch dem weltweiten Klima auseinander und lernen die damit verbundenen Gesundheitsrisiken kennen. Ergänzend zur Arbeitsmappe stehen seit diesem Frühjahr zehn Experimentierkästen «Wetter und UV-Strahlung» gratis zur Ausleihe zur Verfügung. Nebst zahlreichen Geräten für Wetter und UV-Strahlungsmessungen sind Anleitungen für Experimente, Videos, DVDs und weitere Materialien zum Thema enthalten. Das letzte Modul der Unterrichtsmaterialienreihe «UV-Strahlung und Gesundheit» wird im Frühjahr 2005 publiziert. Es richtet sich an Lernende der 7. bis 9. Klasse sowie der Berufs- und Mittelschulen und steht

unter dem Thema «Lifestyle». Das gesamte Präventionsprogramm für die Schule wurde anlässlich einer internationalen Tagung einem Fachpublikum vorgestellt und stiess auf grosses Interesse.

### **Neue Broschüre für die UV-Prävention bei Kleinkindern und Kindern**

Speziell für Eltern und Betreuungspersonen von Kleinkindern und Kindern wurde die Broschüre «Sonnen-schutz für Säuglinge, Kleinkinder und Kinder» herausgegeben. Darin wird auf die besondere Bedeutung des Sonnenschutzes in diesen Altersabschnitten hingewiesen, denn Kinderhaut und -augen sind gegenüber der UV-Strahlung besonders empfindlich. Zudem erhöhen die während der Kindheit erlittenen Sonnenbrände das Risiko markant, später an Hautkrebs zu erkranken. Im Weiteren werden einfache und angemessene Schutzmassnahmen aufgezeigt.

### **Solarium**

Die Informationsschriften «Solarium – Strahlung und Gesundheit» und Gratis-Flyer sind nach wie vor sehr gefragt.



Fig. 36: Solarium-Flyer

### **Intersun**

WHO-Intersun ist ein Projekt der WHO mit dem Ziel, weltweit die gesundheitlichen Schädigungen durch UV-Strahlung zu reduzieren ([www.who.int/peh-uv](http://www.who.int/peh-uv)). Regelmässige internationale Workshops tragen wesentlich zum Erfolg von Intersun bei und fördern die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Nationen. Das BAG beteiligt sich aktiv an Intersun.

### **EUROSKIN**

European Society of Skin Cancer Prevention verfolgt das Ziel, die zum Teil sehr hohen Hautkrebsinzidenzen und -mortalitäten in Europa zu senken ([www.euroskin.org](http://www.euroskin.org)). Erreichen will sie dies durch Fördern und Koordinieren der Zusammenarbeit zwischen europäischen Spezialisten auf dem Gebiet von Hautkrebsforschung und -prävention. Das BAG ist aktives Mitglied von Euroskin.

## **Schall**

### **Revision der Schall- und Laserverordnung**

Im Bereich Schall wurde die Revision der Schall- und Laserverordnung (SLV) weitergeführt. Der Schwerpunkt der Revision lag in der Erarbeitung eines neuen Konzeptes, welches auf Dosisüberlegungen basiert. Ziel bleibt weiterhin der Schutz des Publikums vor zu lauten Schallpegeln und intensiven Laserstrahlen. Da die SLV den Freizeitbereich (Discos, Konzerte etc.) betrifft, spielt die Selbstverantwortung des Publikums eine wichtige Rolle. Das Publikum muss aber die Gelegenheit haben, diese Selbstverantwortung auch wahrzunehmen. Damit bei der Erarbeitung des Konzeptes der Bezug zur Praxis gewährleistet blieb, wurden verschiedene kantonale Vollzugsbehörden bei den nächtlichen Kontrollen durch den Bereichsverantwortlichen begleitet.

### **Prävention in Schulen**

Die Prävention bei Schülern bildet eine wichtige Grundlage für die spätere Wahrnehmung der Selbstverantwortung. Deshalb wurde die Erarbeitung geeigneter Unterrichtsunterlagen für die Mittelstufe (5./6. Klasse) in Auftrag gegeben und anschliessend erfolgreich erprobt. Bis zum Frühling 2005 soll dieses erste Modul für den Vertrieb bereit stehen. Das Modul umfasst neben Unterlagen auf Papier auch eine Akustik-CD, eine interaktive CD sowie eine Experimentierkiste (Lärmkiste).

### **Das Hörorgan wird durch Freizeitlärm gefährdet**

Mit einer vom BAG finanzierten Studie der Universitätsklinik Basel für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten wurden Langzeitbeobachtungen bei Patienten durchgeführt, die nach einem einmaligen Ereignis an akuter

Lärmschwerhörigkeit oder einem akustischem Trauma litten. Dabei wurde festgestellt, dass bei zwei Dritteln der Patienten ein dauerhafter Tinnitus vorhanden ist. Bei einer ohrgesunden Bevölkerung gleichen Alters liegt dieser Anteil mit 2% deutlich tiefer. Diese Resultate zeigen, dass die Gefährdung des Hörorgans durch Freizeitlärm vorhanden ist und ein entsprechendes Präventionsprogramm notwendig ist.

### **Ausstellung Lärm- und Hörwelten an Schulen in der Innerschweiz**

Ziel der Ausstellung *Lärm- und Hörwelten* ist die Sensibilisierung von Schülerinnen und Schülern zum Thema *Lärm* bzw. zu den zu hohen Lautstärken beim Musikkonsum. Dabei werden Aktionstage in Schulen durchgeführt. In diesem Jahr unterstützte das BAG die Ausstellung an Schulen in der Innerschweiz. Das Thema stösst bei Schülern wie bei der Lehrerschaft auf grosses Interesse.

### **NOPHER**

NOPHER (Noise Pollution Health Effects Reduction) ist eine Aktion der Europäischen Kommission mit Beteiligung von 51 Partnern aus 16 europäischen Ländern, die zum Ziel hat, die gesundheitlichen Effekte des Lärms zu reduzieren. Das Noise Research Network (NRN) hat den Zweck, die Zusammenarbeit und die Koordination in der Prävention der lärmbedingten Gesundheitsschäden in Europa zu fördern. Dazu bestehen zwei Plattformen, die zum Austausch von Informationen über Präventionsaktionen und Gesetzgebung auf dem Gebiet öffentlicher Veranstaltungen mit elektronisch verstärkter Musik dienen ([www.ucl.ac.uk/noiseandhealth](http://www.ucl.ac.uk/noiseandhealth)).

## Beurteilung

### **Weiterhin grosse Forschungsanstrengungen bei EMF**

Inwieweit elektromagnetische Felder im Niedrigdosisbereich ein gesundheitliches Risiko bilden, ist nach wie vor unklar. Um diese Frage beantworten zu können, bedarf es nach wie vor grosser Forschungsanstrengungen. Im letzten Jahr sind eine Vielzahl von Studien publiziert worden, die jedoch keine klare Antwort auf die offenen Fragen geben. Die Problematik verschärft sich durch das hohe Tempo, mit der neue Technologien auf den Markt kommen. Offen ist ebenfalls die Frage, ob es spezifische Bevölkerungsgruppen wie z.B. die Kinder gibt, die speziell empfindlich sind. Von der Bevölkerung und den Medien besteht ein Bedarf an neutraler und sachlicher Information, der sich insbesondere auf bestehende und zukünftige drahtlose Kommunikationstechnologien bezieht.

### **Hautkrebsraten: Tendenz steigend**

Die Schweiz hat eine der höchsten Hautkrebsraten in Europa mit steigender Tendenz. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich im geänderten Freizeitverhalten mit häufigeren Aktivitäten im Freien und vermehrten Aufenthalten in sonnenreichen Ländern mit zum Teil exzessivem Sonnenbaden. Dabei spielen Sonnenbrände eine besondere Rolle. Untersuchungen deuten darauf hin, dass insbesondere die während der Kindheit erlittenen Sonnenbrände das Hautkrebsrisiko massiv erhöhen. Nebst dem malignen Melanom (jährlich 20 Fälle pro 100 000 Personen) treten vor allem das Basaliom und das Spinaliom (zusammen jährlich 157 Fälle pro 100 000 Personen) auf (*Vereinigung Schweizerischer Krebsregister [VSKR]. Daten 1996–1998. VSKR, Genf, Februar 2003*). Letztere enden in den seltensten Fällen tödlich, sind aber im Hinblick auf die psychische Belastung und die verursachten Kosten nicht zu unterschätzen. Von den Melanompatienten stirbt etwa ein Fünftel aufgrund des Tumors. Vor diesem Hintergrund ist eine wirkungsvolle Präventionsarbeit weiterhin nötig. Es ist jedoch noch zu früh für Resultate über die Wirksamkeit der Präventionsarbeit.

### **Schall: Förderung der Selbstverantwortung**

Ein hoher Gesundheitsschutz im Freizeitbereich lässt sich nicht nur auf eine gesetzliche Basis abstützen, sondern muss auch durch eine stärkere Selbstverantwortung der Betroffenen gefördert werden. Zur Förderung der Selbstverantwortung sind insbesondere für Jugendliche Präventionsmassnahmen vorzunehmen. Zudem sind eine verstärkte Unterstützung der Vollzugsbehörden und die Einbindung der Veranstalter notwendig.

### **Impressum**

© Bundesamt für Gesundheit (BAG)  
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit  
Publikationszeitpunkt: Juni 2005

Weitere Informationen und Bezugsquellen:  
BAG, Direktionsbereich Verbraucherschutz,  
Abteilung Stahlschutz, 3003 Bern  
Telefon +41 (0)31 323 02 54, Telefax +41 (0)31 322 83 83  
E-Mail: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch), [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

BAG- Publikationsnummer: BAG VS 6.05 3000 d-f-kombi 40EXT05004

### **Impressum**

© Office fédéral de la santé publique (OFSP)  
Editeur: Office fédéral de la santé publique  
Date de publication: juin 2005

Informations supplémentaires et diffusion:  
OFSP, Unité de direction Protection des consommateurs,  
Division Radioprotection, 3003 Berne  
Téléfon +41 (0)31 323 02 54, téléfax +41 (0)31 322 83 83  
E-Mail: [str@bag.admin.ch](mailto:str@bag.admin.ch), [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Imprimé sur papier blanchi sans chlore

Numéro de publication OFSP: BAG VS 6.05 3000 d-f-kombi 40EXT05004