

OEKOSKOP

FACHZEITSCHRIFT DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ • MEDICI PER L'AMBIENTE

OEKOSKOP NR. 4/12

Strahlenbelastung

- Katastrophenschutz ungenügend
- Strahlenschutz in der Medizin
- 25 Jahre AefU



INHALT

| | |
|--|-----------|
| ■ Editorial | 3 |
| ■ AefU-Changeant-Karte Mühleberg Stephanie Fuchs, Solothurn | 4 |
| ■ Kernschmelzen müssten gemäss Gesetz bewältigbar sein Martin Forter, Basel | 6 |
| ■ Strahlenbelastung in der Medizin Andreas Nidecker, Basel | 7 |
| ■ Strahlenexposition in der Computertomographie – was man wissen sollte | 8 |
| Christoph M. Heyer, Bochum | |
| ■ Computertomographie und Krebsrisiko – eine Standortbestimmung | 10 |
| Claudio Knüsli, Basel | |
| ■ Was ist Radioaktivität | 12 |
| Christoph Murith, Bern | |
| ■ Der administrativ organisierte nationale und internationale Strahlenschutz: Die ICRP, ihre Aktivitäten und Empfehlungen | 17 |
| Wolfgang Köhnlein, Münster | |
| ■ AefUnterwegs – Denkanstösse und Fragen nach 25 Jahren | 21 |
| Jacques Schiltknecht, Luzern | |
| ■ Die 2. Gotthardröhre gefährdet Ihre Gesundheit | 22 |
| AefU-Resolution | |
| ■ Terminkärtchen/Rezeptblätter | 23 |
| ■ Die Letzte | 24 |

«Umweltmedizinisches Beratungsnetz»

Ein Projekt der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Projektleiterin: Frau Dr. med. Edith Steiner

Die telefonische Anlaufstelle ist besetzt:
Mittwoch von 9 Uhr bis 11 Uhr
Tel. 052 620 28 27
umweltberatung.aefu@bluewin.ch

Liebe Leserin, lieber Leser

Schwere Mängel beim Katastrophenschutz

Die AefU haben es bereits im Oekoskop 3/12 aufgezeigt: der Katastrophenschutz bei schweren Atomunfällen in der Schweiz hat riesige LÖcher. Nun wird dies auch von drei Eidgenössischen Atomkommissionen in ihrem Bericht an das Bundesamt für Energie bestätigt: «Der Handlungsbedarf ist gross und dringlich» (s. Seite 6). Zudem liess der Oberrheinrat (trinationales, grenzübergreifendes Gremium für die Oberrheinregion) Ende November 2012 verlauten: «Im Ernstfall würde die trinationale Katastrophenorganisation nicht funktionieren». Der Oberrheinrats-Präsident Helmut Hersberger aus der Schweiz sagt es deutlich: «Im Ernstfall sähen wir alt aus».

Keine zweite Gotthardröhre

Es geht wieder los, das «Gschtürm» für eine zweite Autobahnrohre am Gotthard! Im Jubiläumsjahr «25 Jahre AefU» wurde an der Delegiertenversammlung Ende November in Airolo einstimmig beschlossen, sich wiederum gegen einen zweiten Strassentunnel zur Wehr zu setzen. Der Bundesrat, das Parlament und die Behörden werden aufgefordert, die Gesundheit der Bevölkerung nicht zu überrollen. Den Wortlaut der Resolution der AefU-Delegierten finden Sie auf Seite 22.

Abschied

Im März 1994 war ich zum ersten Mal als Redaktorin verantwortlich für die Herausgabe des Oekoskop. Mit Oekoskop 4/2012 endet nun für mich nach 76 Nummern ein langer Weg meiner Redaktion und Gestaltung, der mir eine grosse Vielfalt an zu bearbeitenden Themen, den Kontakt mit unzähligen AutorInnen, die intensive Beschäftigung mit den Aktivitäten der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz und mit der politischen Agenda geschenkt hat. Meinen beiden technisch für's Oekoskop Verantwortlichen Ginette Geiser (sie hat mich bis Mitte 2007 begleitet) und Martin Furter danke ich für ihren grossen Einsatz und dem Zentralvorstand der AefU für sein Vertrauen. Mit diesem Oekoskop verabschiede ich mich von den Leserinnen und Lesern und wünsche meiner Nachfolgerin Stephanie Fuchs Erfüllung und Freude an dieser interessanten und anspruchsvollen Aufgabe.

Rita Moll, Redaktorin

CHANGEANT-KARTE MÜHLEBERG



Mühleberg: ganz – kaputt – scheinbar intakt – in Flammen – Profit heute – milliardenschäden morgen. Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) liessen vom Atomkraftwerk (AKW) Mühleberg eine «Changeant-Karte» (Lentikularkarte) herstellen. Kippt man die Karte vor und zurück, erzeugen winzige optische Linsen einen Bildwechsel. Wer also aus verschiedenen Blickwinkeln hinsieht muss erkennen: die Katastrophe von Fukushima steckt auch im AKW Mühleberg. Die AefU rufen mit dem Wackelbild des maroden AKW dazu auf, Mühleberg noch rechtzeitig abzustellen, bevor es kippt.

Das changierende Bild auf der Lentikularkarte springt folgsam zwischen zwei Zuständen hin und her (s. auch www.aefu.ch). Ein AKW nicht. Gerät die sogenannte «kontrollierte Kernspaltung» ausser Kontrolle, ist die rasende Kettenreaktion nicht mehr zu stoppen, gibt es kein Zurück. So grausam Naturkatastrophen sein können, sie gehen vorbei. Ein Orkan legt sich, Fluten verebben, die bebende Erde kommt wieder zur Ruhe. ÄrztInnen können ihre Arbeit tun. Der Wiederaufbau ist möglich. Mit ihm wächst die Zuversicht auf einen Neubeginn. Anders nach einem Super-GAU. Aufräumen geht nicht. Die Nähe ist tödlich. ÄrztInnen müssen entscheiden: helfen oder selber fliehen? Wem nützt die Hilfe am meisten, wer ist verloren? Ein hoffnungsloses Unterfangen mit innert Kürze erschöpften Rettungskräften, wie selbst der Bund mit dem Ida Nomex-Bericht zum Bevölkerungsschutz (vgl. S. 6) zugibt. Die verstrahlten Menschen geben ihre Genschäden an die zukünftig gezeugten Kinder weiter. Kein Neuanfang. Nicht einmal in Zukunft.

Jedes Jogurt hat ein Verfallsdatum. AKWs erhalten auf Grund von schwindelerregenden Wahrscheinlichkeitsrechnungen und Schönwetter Szenarien unbefristete Betriebsbewilligungen. Obwohl bei unzähligen Zwischenfällen nur der pure Zufall Schlimmeres verhinderte: knapp nicht gekippt. Es gibt bei AKWs kein verantwortbares Restrisiko. Die Kipp-Gefahr besteht ganz konkret und jederzeit. Kippt das unbeherrschbare System, erleiden Menschen und Umwelt Totalschaden.

MÜHLEBERG



Niemand weiss, wie wir die nächsten 35'000 Generationen vor dem bereits angehäuften strahlenden Müll schützen sollen. Produzieren wir als ersten Schritt in Mühleberg nicht täglich mehr davon.

Wir können Mühleberg aus dem Bild kippen. Jede und jeder kann dazu beitragen, dagegenhalten, den Protest stärken, bis dieser Wackelreaktor endlich still steht. Geben Sie die Karte, nicht aber die Verantwortung aus der Hand.

Stephanie Fuchs, Solothurn

Die neue AefU-Changeant-Karte «Mühleberg ganz und kaputt» können Sie gratis beziehen über info@aefu.ch.



25 Jahre AefU sind nicht genug – 40 Jahre Mühleberg zuviel

MfE: 25 ans de lutte – Mühleberg: 40 ans de trop

MpA: 25 anni di lotta – Mühleberg: 40 anni di troppo

Atomkommissionen des Bundes zum Bevölkerungsschutz bei schweren Atomunfällen

«KERNSCHMELZEN MÜSSTEN GEMÄSS GESETZ BEWÄLTIGBAR SEIN»

Martin Forter, Basel

«Der Handlungsbedarf ist gross und dringlich». So umschreiben die drei Eidgenössischen Atomkommissionen die Situation beim Katastrophenschutz bei schweren Atomunfällen. Es sei «nun anerkannt, dass die Eintretenswahrscheinlichkeit lediglich eine Arbeitsgrösse darstellt, welche jedoch das Negieren des Vorkommens seltener Ereignisse nicht zulässt», schreiben die «Kommissionen für Strahlenschutz und Radioaktivität» (KSR), «für nukleare Sicherheit» (KNS) und «für ABC-Schutz» (ABCKom) am 19. September 2012 in ihrem Bericht an das Bundesamt für Energie. Damit bestätigen die drei Atomkommissionen des Bundes, was die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) seit Januar 2012 betonen: In der Schweiz basiert der Bevölkerungsschutz bei Atomunfällen auf Schönwetterszenarien.

In Tat und Wahrheit aber herrschen beim Katastrophenschutz schwere Mängel wie auch der Kurzfilm «Fukushima in Mühleberg – was wenn?» (www.aefu.ch) zeigt: Eine Stunde nach dem Austritt erreicht die radioaktive Wolke die Stadt Bern. Die Stadtbevölkerung müsste zusammen mit rund 90'000 Menschen sofort evakuiert werden. Wohin? Zudem müssten rund 200'000 Menschen ihre Häuser für immer verlassen. Eine Fläche, die einem Viertel der Schweiz entspricht, wäre radioaktiv verseucht. «Die Menschen können nicht geschützt werden», bilanzierte Dr. med. Peter Kälin, Präsident der AefU am 9. September 2012 an einer Medienkonferenz in Bern.

Das Kernenergiegesetz aber fordert den Schutz der Menschen: Es verlangt einen funktionierenden Katastrophenschutz als Bedingung für den Betrieb der Atomkraftwerke (AKW). Dieser ist nach Ansicht der AefU heute nicht gewährleistet. Deshalb müssen zumindest die Altreaktoren Mühleberg und Beznau sofort abgeschaltet werden.

Dr. André Herrmann, Präsident der Kommission für Strahlenschutz und Radioaktivität, sagt auf Anfrage von Oekoskop: «Darüber, ob die heutige Situation dem Kernenergiegesetz gerecht wird, kann man sich schon streiten: Die Eintrittswahrscheinlichkeit von Kernschmelzen ist viel häufiger als bisher angenommen. Solche Vorkommnisse müssten eigentlich bewältigbar sein.» Das sie es heute nicht sind, ist nach der Atomkatastrophe von Fukushima, dem Ida Nomex-Bericht und dem Kommentar der Atomkommissionen des Bundes offensichtlich.

Martin Forter, Geschäftsleiter Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Basel.

STRAHLENBELASTUNG IN DER MEDIZIN

Andreas Nidecker, Basel

Die Thematik «Radioaktivität» hat, wie richtig festgestellt wird, nicht nur durch Fukushima an Brisanz gewonnen, sondern auch in der Medizin. Heute werden Indikationen zur CT häufiger und rascher gestellt und die meist verwendeten Spiral-CT Geräte decken oft grössere Körperregionen mit mehr Schichten ab, als ältere Apparate. Dies führt potentiell zu einer erhöhten durchschnittlichen Belastung der Bevölkerung.

Aus eigener Erfahrung könnten zwar wahrscheinlich etwa ein Drittel bis die Hälfte dieser Untersuchungen vermieden werden, jedoch besteht wohl ein gewisser Druck seitens der PatientInnen und unsrer zuweisenden KollegInnen. Wichtig wären deshalb zweifellos ein verbessertes PatientInnen Wissen und damit verbunden eine realistischere Perzeption über radioaktive Strahlung.

Ich fasse dazu eine Studie zusammen, welche an der Tagung der Radiological Society of North America im November 2011 publiziert wurde. Darin wird gefordert, dass RadiologInnen bei der Information der PatientInnen, aber auch bei der Ausbildung ihres Personals eine Führungsrolle innerhalb der Ärzteschaft übernehmen müssen. Ebenfalls wurde festgestellt, dass heute im Allgemeinen die Daten, wie PatientInnen ihre eigenen Strahlenrisiken einschätzen, nur sehr beschränkt vorhanden sind.

Die Autoren Busey et al. haben in den USA eine 10 monatige Studie durchgeführt. Dabei wurden 200 willkürlich ausgesuchte ambulante PatientInnen befragt, die CT oder SPECT Myocard Untersuchungen an der Universität von Washington erhalten hatten:

- Die Resultate zeigten, dass mehr als 30% der PatientInnen nicht wussten, dass die CT oder SPECT Untersuchungen sie einer radioaktiven Strahlung aussetzten. Diejenigen PatientInnen, welche dies wussten wiederum, unterschätzten die Dosis im Vergleich zur Hintergrundbelastung signifikant. 60% der PatientInnen mit Wissen um die Röntgenstrahlung gaben an, von ihren HausärztInnen oder ZuweiserInnen nicht über die Strahlenbelastung informiert worden zu sein. Und doch gaben wieder 75% der PatientInnen an, dass der Hausarzt/die Hausärztin die Quelle ihres Wissens zu Gesundheitsfragen sei.

- Im Weiteren wurden von den Autoren Presseberichte studiert, die aber offenbar keinen Einfluss auf die Öffentlichkeit hatten. Trotz wiederholter Pressemeldung teilten nur 30% der PatientInnen mit, kürzlich etwas über Strahlung medizinischer Geräte gehört zu haben.

Auch wenn die zur Anwendung kommenden Strahlenbelastungen moderner Röntgengeräte klein ist, und die Industrie sich der kleinen Risiken sehr bewusst ist, und dies beim Bau moderner Geräte auch berücksichtigt, ist es wichtig, dass diese Thematik zwischen den ZuweiserInnen und RadiologInnen zur Sprache kommt. Bisher wird zu wenig darüber diskutiert und oft werden die Risiken von den PatientInnen auch nicht verstanden, auch wenn diese zu Recht darüber informiert sein möchten.

Die Autoren verlangen, dass eine bessere Ausbildung über Strahlenbelastung und Risiko-Nutzen Analysen eine Komponente einer umfassenden Gesundheitserziehung in Schulen, Röntgeninstituten oder –abteilungen sein müsse. Schliesslich müssten alle Beteiligten im Gesundheitswesen – Krankenschwestern, MTRAs, AertInnen und speziell RadiologInnen – umfassend über Strahlenwirkungen informieren bzw. informieren können. Dazu hat das Forum Medizin und Umwelt «unter Kontrolle? – Radioaktivität in Atomindustrie und Medizin» von Ende April 2012 beigetragen.

Prof. Dr. med. Andreas Nidecker. Prof. für diagnostische Radiologie an der Universität Basel, subspezialisiert in muskuloskelettaler Radiologie. Präsident von PSR/IPPNW. www.ippnw.ch. anidecker@bluewin.ch

STRAHLENEXPOSITION IN DER COMPUTERTOMOGRAPHIE – WAS MAN WISSEN SOLLTE

Christoph M. Heyer, Bochum

Bildgebende Methoden, die auf dem Einsatz ionisierender Strahlen beruhen, gehören seit über 100 Jahren zu den wichtigsten und aussagekräftigsten diagnostischen Instrumenten in der Medizin. Neben der konventionellen Röntgendiagnostik spielt hierbei heute die CT eine führende Rolle. Das Verfahren, welches auf Berechnungen des österreichisch-tschechischen Mathematikers Johann Radon (1887-1956) beruht und dessen Einführung in die klinische Anwendung durch Allan M. Cormack und Godfrey N. Hounsfield ermöglicht wurde, erlebte in den vergangenen Jahren eine explosionsartige weltweite Verbreitung und bewirkte damit eine rasante Innovation der Bildgebung, die nahezu alle Bereiche der modernen Radiologie beeinflusste.

Grundlage für diese Entwicklung war vor allem die Einführung der Spiral- und Mehrzeilentechnik in den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Beide Methoden trugen zur kontinuierlichen Verbesserung der Bildqualität bei und erweiterten damit das Indikationspektrum für die CT. Kurze Akquisitionszeiten und eine hohe Ortsauflösung insbesondere in Längsachse der PatientInnen ermöglichen heute die rasche Erfassung grosser Datenvolumina und die Errechnung beliebiger Darstellungsebenen unter Einschluss multiplanarer

Reformationen und aufwändiger dreidimensionaler Rekonstruktionen. In Deutschland sind mittlerweile weit über 2'000 CT-Scanner installiert, mit denen pro Gerät und Jahr zwischen 3'500 und 10'000 Untersuchungen durchgeführt werden. Der Anteil der CT an allen radiologischen Untersuchungen stieg in Deutschland von 4% (1994) auf 8% im Jahr 2007. Eine Erhebung aus der Schweiz aus dem Jahr 2003 zeigte einen 70-prozentigen Zuwachs des Anteils der CT an allen bildgebenden Verfahren, wohingegen die CT-Untersuchungszahlen in Norwegen um den Faktor 2,2 innerhalb eines Jahrzehnts anstiegen. In den U.S.A. wurde eine Versiebenfachung der CT-Untersuchungszahlen von 1981 (2,8 Millionen) bis 1995 (20 Millionen) geschätzt.

Den offensichtlichen Vorteilen der CT im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren steht das Problem der Strahlenexposition gegenüber. In der Pionierzeit lag der Schwerpunkt zunächst auf der Entwicklung von Untersuchungsstrategien und Standards für die Geräteeinstellung. Das Interesse an der mit der CT verbundenen Exposition war dabei sowohl in der Praxis wie auch bei wissenschaftlichen Fragestellungen kaum vorhanden. Erst Ende der achtziger Jahre wurde einem breiteren Kreis der AnwenderInnen die mit der



Kinder sind viel strahlenempfindlicher als Erwachsene.

CT verknüpfte Strahlenexposition bewusst. In Deutschland erliess die Bundesärztekammer 1992 eine Leitlinie, in der auf das Thema aufmerksam gemacht und Dosisgrenzwerte für die CT definiert wurden. Diese wurden in den vergangenen Jahren im Rahmen der «Bekanntmachungen der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen» mehrfach aktualisiert und für die einzelnen Untersuchungsregionen definiert. In der aktuellen Version vom 22. Juni 2010 wurden erstmalig auch für pädiatrische CT-Untersuchungen alters- und gewichtsadaptierte Dosisrichtwerte festgelegt.

Die quantitative Abschätzung des Anteils der CT zur Strahlenexposition der PatientInnen führt heute zu bemerkenswerten Ergebnissen: In Deutschland und Norwegen trägt die CT mit einem Anteil von 54 bzw. 59% zur kollektiven Gesamteffektivdosis bei. Vergleichbare Verhältnisse wurden auch aus Grossbritannien berichtet, wo CT-Untersuchungen etwa 4% aller radiologischen Verfahren ausmachen, zur Gesamteffektivdosis aber zu 40% beitragen. Die CT leistet damit in vielen Ländern heute den mit Abstand grössten Beitrag zur medizinisch verursachten Strahlenexposition. Einen erheblichen Einfluss auf die Dosisentwicklung hatte die breitflächige Einführung der Mehrzeilentechnik, da die Verbesserung der Bildqualität und -akquisition mit den Möglichkeiten vielfältiger Bildnachbearbeitungen ein zum Teil deutlich höheres Mass an Strahlendosis notwendig werden liess.

Im «American Journal of Roentgenology» erschien im Februar 2001 eine Arbeit von Brenner, die statistische Berechnungen bezüglich des Einsatzes ionisierender Strahlung im Kindesalter und deren Auswirkungen auf das Lebenszeitrisko präsentierte. Die AutorInnen errechneten für eine CT-Untersuchung bei einem einjährigen Kind ein Risiko von 0,07 bis 0,18%, an einem strahleninduzierten Malignom zu versterben, was in den U.S.A. zu geschätzten 500 jährlichen Todesfällen bei 600'000 Abdomen- und Schädel-CT-Untersuchungen im Kindesalter führen würde. Im Gefolge dieser alarmierenden, viel diskutierten Studie erschienen mehrere Publikationen, die sich mit den Risiken der Strahlenexposition im Rahmen von CT-Untersuchungen beschäftigten. Das Thema wurde dabei primär vornehmlich von KinderradiologInnen aufgegriffen und diskutiert, was mit zunehmendem Bewusstsein für die Problematik zu flächendeckender und konsequenter Anwendung dosisreduzierter CT-Protokolle bei Kindern geführt hat. Heute existieren verschiedene effektive Verfahren, um die Strahlendosis auch im Rahmen der Erwachsenenradiologie ohne wesentliche Qualitätseinbusse des Bildmaterials zu senken.

Paragraph 23 der Röntgenverordnung schreibt vor, dass «Röntgenstrahlung ... unmittelbar am Menschen

... nur angewendet werden darf, wenn eine Person ... hierfür die rechtfertigende Indikation gestellt hat.» Dabei hat «der die rechtfertigende Indikation stellende Arzt vor der Anwendung ... die verfügbaren Informationen über bisherige medizinische Erkenntnisse heranzuziehen, um jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden.» Diese Vorschriften sind für die Applikation der CT von erheblicher Relevanz, da dem Strahlenschutz hier eine grosse übergeordnete Bedeutung zugesprochen wird. Praktisch ist demnach bei jeder geplanten CT-Untersuchung sorgfältig zu prüfen, ob diese vor dem Hintergrund der Fragestellung tatsächlich gerechtfertigt ist oder durch eine andere bildgebende Methode ersetzt werden kann.

Voraussetzung für eine derartige Klärung ist immer eine intensive Kommunikation zwischen zuweisenden ÄrztInnen und durchführenden RadiologInnen, da letztere nur bei ausreichendem Informationsfluss eine adäquate Untersuchungstechnik und damit suffiziente Bildbeurteilung gewährleisten können. Darüber hinaus sollten immer gegebenenfalls vorliegende Voruntersuchungen herangezogen werden, um unnötige Wiederholungsuntersuchungen zu vermeiden. Schliesslich sind CT-Untersuchungen kontraindiziert, wenn Änderungen der Befunde nach initiiertem Therapie noch nicht zu erwarten sind (Beispiel: nicht abgeschlossene Frakturheilung) bzw. wenn die erhobenen Bildbefunde keinen Einfluss auf die weitere Therapie haben (Beispiel: degenerative Veränderungen der Wirbelsäule).

Vor dem Hintergrund eines weltweit zunehmenden Bewusstseins um die Strahlenexposition in der CT sind in den letzten Jahren seitens der GeräteherstellerInnen eine Reihe von technischen Ansätzen zur effektiven Dosisreduktion und -optimierung vorgestellt und zum Teil bereits in die Praxis umgesetzt worden. Hierzu zählen Dual-Source-Technik, EKG-gesteuerte Dosismodulation, automatisierte Röhrenstrommodulation, asymmetrische Kollimatorsteuerung, iterative Datenrekonstruktionen, Optimierung der Strahlformfilter und breite Flächendetektoren. Inwieweit sich diese Methoden flächendeckend durchsetzen und damit auch in der Breite zu einer signifikanten Dosisreduktion im Rahmen von CT-Anwendungen führen werden, bleibt abzuwarten.

Priv.-Doz. Dr. med. Christoph M. Heyer, Facharzt für Kinderheilkunde und Facharzt für Diagnostische Radiologie mit Schwerpunkt Kinderradiologie, Institut für Diagnostische Radiologie, Interventionelle Radiologie und Nuklearmedizin, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil GmbH, Ruhr-Universität Bochum. christoph.heyer@rub.de

COMPUTERTOMOGRAPHIE (CT) UND KREBSRISIKO – EINE STANDORTBESTIMMUNG

Claudio Knüsli, Basel

Die CT hat die radiologische Diagnostik in den letzten 40 Jahren revolutioniert. Sie bringt jedoch die Belastung ionisierender Strahlung mit sich und ist für mehr als die Hälfte der in der Medizin eingesetzten Strahlendosis verantwortlich. CT-Untersuchungen verursachen Strahlendosen im «low dose radiation»-Bereich (<100 Millisievert [mSv]). Die kanzerogene Wirkung niedriger Strahlendosen ist unbestritten. Die quantitative Dosis-Wirkungsbeziehung wird jedoch kontrovers beurteilt. Fest steht, dass Kinder viel strahlenempfindlicher sind als Erwachsene. Ferner nimmt das Risiko mit der Dauer seit der Strahlenexposition zu.

Die Krebsinduktion durch ionisierende Strahlen ist stochastischer d.h. zufälliger Natur. Epidemiologische Studien berechnen das Risiko aus der kollektiven Strahlendosis grosser Bevölkerungsgruppen (wie der japanischen Atombombenopfer, von Angestellten in AKW oder Personen im Medizinalbereich) und deren Krebsinzidenz oder -mortalität.

Das Krebsrisiko infolge Strahlenbelastung durch CT wird in den letzten Jahren vermehrt wahrgenommen. Technische Fortschritte ermöglichen in der CT-Diagnostik zwar eine Reduktion der Strahlenbelastung – aktuell im Bereich von ein bis zwei Zehnerpotenzen. Unsicherheit besteht jedoch nach wie vor bei der Abschätzung der strahlenbedingten Risikoerhöhung von Krebserkrankungen.

Diese basiert aktuell auf BEIR VII, dem Bericht des National Research Council, USA (2006). Er geht im Mittel von einer zusätzlichen Krebserkrankung bei einer Exposition von 100 Personen mit je 100 mSv aus. Dies entspricht einem zusätzlichen Krebserkrankungsrisiko [ERR, Excessive Relative Risk] von 24% pro Sievert. BEIR VII hält ferner fest, dass die Linear No Threshold (LNT)-Hypothese auch für niedrige Strahlendosen gilt d.h., dass selbst kleinste Dosen ionisierender Strahlung – z. B. im Bereich von 10 mSv bei einer Strahlenexposition in utero – krebsinduzierend wirken.

KREBSRISIKO (INZIDENZ; MORTALITÄT) DURCH IONISIERENDE STRAHLUNG – VERGLEICH DER ANGABEN VERSCHIEDENER QUELLEN

| Studie / Institution / Autor / Publikation | ERR Krebsmortalität | ERR Krebsinzidenz |
|--|---------------------|-------------------|
| ICRP Publication 103 (2007) | 5.5 % / Sv | (11 % / Sv) |
| Thyroid Cancer Study (Ron, Rad.Research 1995). | ? | 770% / Sv |
| U.S. Scoliosis Cohort (Doody, Spine 2000) | | |
| Breast cancer | 540 % / Sv | (>1000% / Sv) |
| UNSCEAR 2000 | 11% / Sv | (22% / Sv) |
| Nuclear Workers (Cardis, BMJ 2005) | 97% / Sv | (200% / Sv) |
| BEIR VII (2006) | 11.5% / Sv | 24% / Sv |
| Japan Life Span (Preston 2007) | (38% / Sv) | 75% / Sv |
| Cardiac Imaging (Eisenberg, CMAJ 2011) | (150% / Sv) | 300% / Sv |
| Hodentumor Nachsorge (van Walraven, JCO 2012) | ----- | ----- |

(ERR = Exzessives Relatives Risiko pro Sv; **Publiziertes Risiko**, *errechnetes Risiko*: Krebsmortalität entspricht ca. halber Krebsinzidenz)

COMPUTERTOMOGRAPHIE

Man schätzt, dass 2006 in den USA ca. 2% der Krebserkrankungen auf ionisierende Strahlung durch CT zurückzuführen waren, wovon zwei Drittel auf Frauen und ein Drittel auf Männer entfallen. Basierend auf BEIR VII kann beispielsweise für eine 25-jährige Frau, die wegen eines Verdachts auf Lungenembolie mit einer einmaligen CT (ca. 20 mSv) untersucht wird, ein um 1.5% erhöhtes Lungen- oder Brustkrebserkrankungsrisiko im Verlauf des Lebens errechnet werden.

Die genannte Risikoabschätzung bei BEIR VII erscheint jedoch zum Teil erheblich (bis mehr als eine Zehnerpotenz) zu niedrig angesetzt – besonders für Kinder und Jugendliche. Bei japanischen Atombombenopfern wurde de facto eine Zunahme des Krebserkrankungsrisikos um 75% pro Sievert beobachtet. Eine Untersuchung an 400'000 Kernkraftwerkerarbeitern in 15 Ländern fand eine Erhöhung der Krebsmortalität um 97% pro Sievert, und liegt somit um etwa eine Zehnerpotenz höher als das ERR der Krebsmortalität von ca. 11.5% pro Sv in BEIR VII. Bei der Studie von Cardis et al. wurde die Strahlendosis (meist hochenergetische Photonen) jeder exponierten Person gemessen (im Mittel 19.4 mSv), was die Glaubwürdigkeit der Resultate stärkt. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei den Dosisangaben der Atombombenopfer in Japan 1945 um Schätzwerte.

Eine 2011 publizierte Studie bei PatientInnen mit Myokardinfarkt ergab eine Erhöhung des Krebserkrankungsrisikos um 300% pro Sievert durch die kardiologische Bildgebung. Des Weiteren wurde bei PatientInnen der US Scoliosis Cohort Study pro Sievert ein um über 500% erhöhtes Mortalitätsrisiko infolge Mammakarzinom beobachtet. Schliesslich wurde bei Kindern nach externer Strahlenexposition eine Zunahme der Schilddrüsenkarzinominzidenz von über 700% pro Sievert nachgewiesen. Es existieren bisher kaum Arbeiten, die die Häufigkeit der Krebsinzidenz und -mortalität in Bezug auf die Strahlenexposition durch alleinige CT untersucht haben. Eine Arbeit zur Nachsorge nach Hodentumor mittels CT fand bisher kein erhöhtes Zweitmalignomrisiko (s. Tabelle). Mehrere weitere Beobachtungsstudien zur Krebsinzidenz nach CT sind in Planung.

Aus präventivmedizinischer Sicht ist ein möglichst restriktiver Einsatz ionisierender Strahlung im Medizinbereich, speziell auch der CT, unerlässlich. Dies gilt besonders für die Abklärung von Kindern, Jugendlichen und Schwangeren, ferner für Screening- und Mehrfachuntersuchungen. KlinikerInnen und RadiologInnen sollten vor einer CT-Abklärung vermehrt das Gespräch bezüglich Indikation suchen und im Einzelfall alternative Methoden (Sonographie, Magnetresonanztomographie) erwägen.

Bei jeder medizinisch strahlenexponierten Person ist eine Erfassung der kumulativen Strahlendosis als Basis für zukünftige Studien zu fordern. Diagnostik, die auf

Photonen aus externen Strahlenquellen (Röntgen, CT) beruht, und nuklearmedizinische Techniken, die auf intern verwendeten Radionukliden basieren, sollten getrennt untersucht werden. Zur Zeit sprechen viele wissenschaftliche Studienresultate dafür, dass die offiziellen Gremien das Krebsrisiko durch niedrige Dosen ionisierender Strahlung – auch im Bereiche der medizinischen Diagnostik – systematisch um mindestens eine Zehnerpotenz unterschätzen. Hier besteht dringender Klärungsbedarf im Bereiche des medizinischen Strahlenschutzes – sowohl im Interesse der Qualitätssicherung wie auch aus ethischer Sicht.

Dr. med. Claudio Knüsli, Onkologe, Basel. Vorstand PSR/IPPNW, die er von 2005-11 präsidierte. www.ippnw.ch. claudio.knuesli@claraspital.ch

Literatur:

- Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography – an increasing source of radiation exposure: *New Engl J of Medicine* 2007; 357: 2277–84 (<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra072149>)
- International Commission on Radiological Protection (ICRP) publication 103 (2007); (http://www.icrp.org/docs/P103_German.pdf)
- Ron E, Lubin JH, Shore RE, Mabuchi K, Modan B, Pottern LM, Schneider AB, Tucker MA, Boice JD Jr. Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies; *Rad. Research* 1995 141(3): 259–77. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7871153>)
- Doody MM, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG, Luckyanov N, Land CE. Breast Cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study: *Spine* 2000 Aug 15; 25(16): 2052–63 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10954636>)
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 (http://www.unscear.org/unscear/publications/2000_2.html)
- Cardis E. et al. Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries: *British Medical Journal* 2005; 331: 77–80 (<http://www.bmj.com/content/331/7508/77.full>)
- Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2 (http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=11340&page=1)
- Pierce DA, Preston DL. Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. *Radiation research* 2000; 154: 178–86 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10931690>)
- Eisenberg MJ, Afilalo J, Lawler PR, Abrahamowicz M, Richard H, Pilote L. Cancer risk related to low-dose ionizing radiation from cardiac imaging in patients after myocardial infarction. *Canadian Medical Association Journal* 2011; 183(4): 430–436 (<http://www.cmaj.ca/content/183/4/430.full>)
- Van Walraven C, Fergusson D, Earle C, Baxtger N, Alibhai A, Macdonald B, Forster AJ, Cagiannos I. Association of diagnostic radiation exposure and second abdominal-pelvic malignancies after testicular cancer: *J Clinical Oncology* 2011; 29:2883–888 (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21690479)

WAS IST RADIOAKTIVITÄT?

Christophe Murith, Bern

WIE KANN MAN DIE RADIOAKTIVITÄT CHARAKTERISIEREN?

Radioaktivität ist das Phänomen bei dem sich instabile Atomkerne in stabilere Kerne durch Aussendung von Alpha, Beta- oder Gamma-Strahlung umwandeln. Atomkerne, die diese Eigenschaft besitzen, nennt man Radionuklide. Die Umwandlung des einzelnen radioaktiven Atomkerns erfolgt spontan zu einem nicht vorhersehbaren Zeitpunkt. Es gibt jedoch eine genau festliegende und bestimmbare Zeit, nach der jeweils die Hälfte aller Atomkerne die Umwandlung vollzogen hat: Halbwertszeit (HWZ). Die HWZ beträgt zum Beispiel 8 Tage für Jod-131 (^{131}J) und 30 Jahre für Cäsium-137 (^{137}Cs). Nach 10 Halbwertszeiten sind nur noch etwa $1/1'000$ der ursprünglichen Atomkerne vorhanden. Welches Radionuklid man vor sich hat, erkennt man aus Art und Energie der bei der Kernumwandlung ausgesandten Kernstrahlung, die für das jeweilige Radionuklid ebenfalls charakteristisch ist.

Die Strahlung kann auftreten als Alpha- (α)-Teilchen, als Beta- (β)- Teilchen und/oder als Gamma- (γ)-Foton, also Wellenstrahlung. Diese Strahlungen nennt man ionisierende Strahlungen da sie so energiereich sind, dass bei ihrem Durchgang durch Materie Atome oder Moleküle ionisiert werden. Beim Durchgang durch Materie werden sie geschwächt. Für α -Strahlen (Heliumkerne) beträgt die Reichweite in Luft einige cm, im Gewebe einige tausendstel mm (μm). Somit stellt ein Alphaemitter keine Gefahr ausserhalb des Körpers dar, es sei denn er ist auf einer Wunde. Aber innerhalb des Körpers ist ein Alphaemitter eine grössere Gefahr, wenn er seine Energie im empfindlichen Gewebe abgibt.

Bei β -Strahlen (positiv oder negativ geladene Elektronen) liegt die Reichweite im Gewebe im Zentimeterbereich und sie können somit sowohl bei externer Kontamination als auch bei Inkorporation gefährlich sein. Bei γ - und Röntgenstrahlen folgt die Schwächung einem Exponentialgesetz. Man rechnet mit der Halbwertschicht in der die Strahlung auf die Hälfte geschwächt wird. Wie bei der Halbwertszeit, ist die Strahlung nach 10 Halbwertschichten um einen Faktor 1000 reduziert. Die Halbwertschicht beträgt zum Beispiel etwa 15 mm Blei, 5 cm Beton und 15 cm Wasser für Cobalt-60 (^{60}Co). Bei niedriger Energie können Photonen durch eine dünne Schicht Blei oder einige Zentimeter des Gewebes

gestoppt werden. Für hochenergetische γ -Strahlen sind mehrere Zentimeter Blei nötig, um Photonen zu stoppen. Sie sind somit besonders gefährlich bei externer Bestrahlung.

WIE WIRKEN SICH IONISIERENDE STRAHLEN AUF DEN MENSCHEN AUS?

In lebenden Zellen kann die auf die Moleküle übertragene Strahlenenergie deren Bindung aufbrechen (Ionisation) und dadurch chemische Strukturen verändern. Für die Folgen sind vor allem die Veränderungen von DNS-Molekülen mit späterer Entartung von Gewebe (Krebsentstehung) oder genetische Anomalien von besonderer Bedeutung.

Es wird unterschieden zwischen Frühschäden (Akutschäden, sogenannte deterministische Effekte) und Spätschäden (sogenannte stochastische Effekte). Als Mass für die Beurteilung eines Strahlenrisikos im menschlichen Körper dienen einerseits die Dosen in den Organen, welche für Akutschäden massgebend sind, und andererseits die effektive Dosis, welche das Risiko einer Krebsentstehung und von genetischen Schäden bewertet. Ein Akutschaden an einem Organ tritt erst oberhalb einer bestimmten Schwellendosis auf. Das akute Ausmass eines Strahlenschadens wird dabei durch die Dosis bestimmt. Im Gegensatz dazu können bereits bei kleinen Dosen Spätschäden auftreten deren Wahrscheinlichkeit und nicht Schweregrad mit der Dosis zunimmt. Erst Jahre nach einer Exposition (Latenzzeit) kann eine Strahlenwirkung erkennbar werden. In diesem Fall geht man nach heutigem Wissensstand davon aus, dass es dafür keine Schwellendosis gibt.

WELCHES SIND DIE KLINISCHEN MANIFESTATIONEN VON STRAHLENEXPOSITION?

Deterministische Strahlenschäden

Diese Strahlenschäden umfassen sowohl die akute Strahlenkrankheit als auch die strahlenbedingten akuten und chronischen Gewebe- und Organschäden (z.B. akute Radiodermatitis, chronisches Radioderm, akute Pneumonitis, chronische Lungenfibrose, Linsentrübung).

RADIOAKTIVITÄT

AKUTE STRAHLENKRANKHEIT

Die Wirkung einer Ganzkörper- und grossvolumigen Teilkörperexposition des menschlichen Organismus mit durchdringenden Strahlen ist aus zahlreichen Strahlenunfallereignissen gut bekannt. In Abhängigkeit von der Dosis, können drei verschiedene Erscheinungsformen der akuten Strahlenkrankheit auftreten:

Im Bereich von 1 bis 10 Sv: hämatologische Form; akuter Abfall der Lymphozyten

Im Bereich von 10 bis 30 Sv: gastrointestinale Form; bis hin zu blutigen Durchfällen

Ab 30 Sv: zentralnervöse Form; Versagen der Koordinationsmechanismen (palliativ)

Strahlenschäden der Haut je nach eingestrahelter Hautdosis:

5-10 Sv Hautdosis: Hautrötungen (Reversibles Erythem)

10-15 Sv Hautdosis: Radiodermatitis I Grades; Hautrötungen mit stärkerer Pigmentierung.

15-25 Sv Hautdosis: Radiodermatitis II Grades; Sekundärer erythem mit kleinsten Hautbläschen, irreparable Schäden am Kapillarsystem des Dermis.

Ab 25 Sv Hautdosis: Radiodermatitis III Grades; starkes Sekundärer erythem, Epidermiolysen, Hautnekrose, schmerzhaft schlecht heilende Geschwüre, Allgemeininfektion).

Stochastische Strahlenschäden

Die Risikoeffizienten für strahlenbedingte Gesundheitsschäden (bösartige Neubildungen, Erbkranken) beruhen auf epidemiologischen Erkenntnissen. Diese wurden insbesondere an den strahlenexponierten Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki sowie an StrahlentherapiepatientInnen im Vergleich zu den Spontanraten in der Durchschnittsbevölkerung gewonnen. Dabei sind Aussagen zum Strahlenrisiko infolge Einwirkung kleiner Dosen nur auf der Basis von Extrapolationen möglich,

da direkte Daten über Dosis-Effekt-Beziehungen im niedrigen Dosisbereich fehlen. Gemäss internationalen Empfehlungen beziffert man das gesamte Risiko für tödlich verlaufenden Krebs und Erbschäden (stochastische Strahleneffekte) auf 5% pro Sievert. Wenn also eine Population von 1'000 Personen mit einer mittleren effektiven Dosis von 100 mSv exponiert wird, so muss theoretisch bei 5 Personen eine strahlenbedingte Schädigung in Form eines tödlichen Krebses oder einer genetischen Manifestation erwartet werden. Krebswahrscheinlichkeit = 5% x Dosis (in Sv)

ZUSAMMENFASSUNG DER STRAHLENDOSIS UND DER ZU ERWARTETEN EFFEKTE:

| Deterministische Strahlenschäden (sofortige Effekte) | Schwellendosis |
|---|--|
| Ganzkörperexposition: hämatologische, gastrointestinale, zentralnervöse Form | |
| Teilkörperexposition: Hautverbrennung, Dermatitis, Sterilität, Katarakte, Pneumonitis | |
| Schwellendosis (Fötus) | 0,5 Sv (0,1 Sv) |
| Semiletale Dosis (akute Ganzkörperbestrahlung) | 5 Sv |
| Stochastische Strahlenschäden (spätere Effekte) | Risikofaktor |
| Krebsinduktion: | $4 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$ |
| Erbkrankheiten: | $1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$ |
| Nominaler Risikofaktor: | $5 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$ |

RADIOAKTIVITÄT

WIE HOCH IST DIE STRAHLENEXPOSITION IN DER SCHWEIZ?

MITTLERE JÄHRLICHE STRAHLENDOSEN DER SCHWEIZER BEVÖLKERUNG

| Natürliche Radioaktivität | mSv / Jahr | Künstliche Strahlung | mSv / Jahr |
|---|------------|--------------------------------------|------------------|
| Terrestrische Strahlung | 0,4 | Medizin | 1,2 |
| Kosmische Strahlung | 0,4 | KKW Abgaben | < 0,05 |
| Körperstrahlung | 0,3 | Kleinquellen | < 0,05 |
| Radon im Wohnbereich | 3,2 | Reststrahlung (Fallout, Tschernobyl) | < 0,05 |
| Sub total natürlich | ~ 4,3 | Sub total künstlich | ~ 1,3 |
| Gesamte mittlere jährliche Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung | | | ~ 5,6 mSv |

Natürliche Radioaktivität

Die langlebigen bei der Entstehung des Universums entstandenen Radionuklide sind noch heute vorhanden. Im Wesentlichen sind dies Uran-235 (^{235}U) und U-238 (^{238}U) sowie Thorium-232 (^{232}Th) mit ihren ebenfalls radioaktiven Tochterprodukten, wie etwa das Radium-226 (^{226}Ra) oder das radioaktive Edelgas Radon-222 (^{222}Rn), sowie das auch in unserem Körper immer vorhandene Kalium-40 (^{40}K). Ausser diesen Radionukliden der Erdkruste gibt es noch andere, weit kurzlebige Radionuklide wie Tritium (^3H) oder Kohlenstoff-14 (^{14}C) die infolge der kosmischen Strahlung in unserer Atmosphäre ständig neu gebildet werden.

Künstliche Radionuklide

Mit der Entwicklung von Teilchenbeschleunigern hat der Mensch gelernt, aus stabilen Atomkernen gezielt und in grossen Mengen etwa 400 verschiedene «künstliche» Radionuklide mit Halbwertszeiten von Sekunden bis Jahren herzustellen. Sie werden heute in der Medizin, Industrie und Forschung vielfältig eingesetzt.

FOLGENDE TABELLE STELLT DIE SCHWEIZERISCHEN DOSISGRENZWERTE FÜR DIE KÜNSTLICHE STRAHLUNG ZUSAMMEN

| Kategorien | Wirkungen | mSv/Jahr |
|------------------------|---|-------------|
| <i>Notfallpersonal</i> | | |
| Effektive Dosis | Stochastische (Lebensrettung) | (250) 50 |
| <i>Berufliche</i> | | |
| Effektive Dosis | Stochastische | 20 |
| Augendosis | Katarakt | 150 |
| Hautdosis | Erythem | 500 |
| Hände und Füsse | Erythem | 500 |
| <i>Bevölkerung</i> | | |
| Effektive Dosis | Stochastische | 1 |
| <i>Fötus</i> | | |
| Effektive Dosis | Stochastische (während Schwangerschaft) | 1 |

RADIOLOGISCHE UNFÄLLE: KÖNNEN SIE AUCH IN DER SCHWEIZ PASSIEREN?

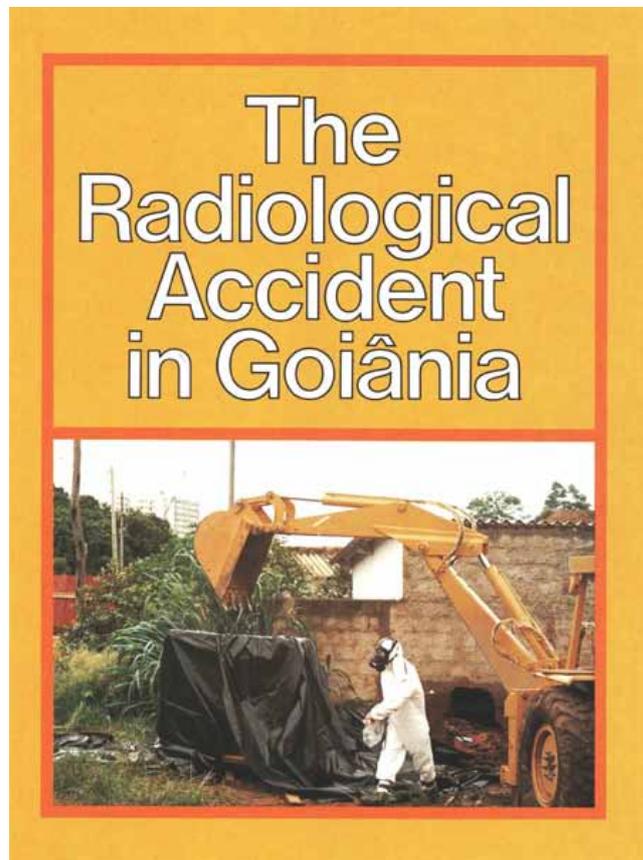
Ausgewählte radiologische Unfälle

Verlorene, «misshandelte» bzw. gestohlene Strahlenquelle

13. September 1987 – Goiânia (Brasilien): Diebstahl eines ausgedienten Strahlentherapiegerätes in einer verlassenen Klinik in Goiânia. Die Diebe hielten das Metall für wertvoll. Sie öffneten das Gerät teilweise und erlitten Verbrennungen durch Gammastrahlen. Da sie nicht in der Lage waren, das Gerät weiter auseinanderzubauen, verkauften sie es an den Schrotthändler, um aus dem Altmetall Profit zu schlagen. Beim Zerlegen des Geräts öffnete der Schrotthändler den Bleibehälter mit der radioaktiven Cäsium-137 Quelle (20g), sodass dieses aus dem Gerät entweichen konnte. Das in der Dunkelheit blau phosphoreszierende Pulver faszinierte den Schrotthändler, sodass er es mit nach Hause nahm und es an Familienmitglieder und Bekannte weitergab. Es folgte eine Verbreitung der Kontamination in der lokalen Nachbarschaft. Es resultierten 5 Todesfälle und Säuberungsaktionen von über 2 Mio US\$. Neben den gesundheitlichen strahlenbedingten und psychologischen Schäden, hatte der Unfall für die Stadt und Region Goiânia auch wirtschaftlich gravierende Folgen.

www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub815_web.pdf

Februar 2004 – Baden: Im Rahmen einer Räumungsaktion des Kantonsspitals Baden wurde im Februar 2004 ein Tresor mit radioaktiven Cäsiumstiften (Cs-137) zusammen mit anderem Altmetall rechtswidrig entsorgt. Dies aufgrund diverser innerbetrieblicher Versäumnisse. Dank der Eingangskontrolle von Altmetall mit einem Strahlenmessgerät bei der Entsorgungsfirma konnten vom ursprünglichen Inventar von 15 Strahlenquellen 14 sichergestellt werden. Derartige Cäsiumstifte wurden bis in die 80er-Jahre in der Gynäkologie für die Behandlung von Tumoren verwendet. Diese radioaktiven Strahlenquellen stellen ein erhebliches Gefährdungspotenzial durch externe Strahlung 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 Krebserkrankung nicht auszuschliessen (weitere Information BAG Jahresbericht 2004).



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1988

Radiotherapie

2004 – Epinal: Ereignisse in Frankreich (Epinal, Toulouse) zeigten deutlich auf, dass bei Strahlentherapieunfällen eine grosse Anzahl von Personen ernsthaft gefährdet werden kann. Insofern ist es sehr wichtig, dass sämtliche Radiotherapie-Dienststellen über den Ereignishergang von solchen Unfällen informiert werden, damit sie ihr eigenes Dispositiv im Lichte der Erfahrungen überprüfen können.

2006 – Münsterlingen: Aufgrund eines Berechnungsfehlers wurde in der radioonkologischen Klinik des Kantonsspitals Münsterlingen 2006 eine Patientin überdosiert bestrahlt. Der Fehler wurde dem BAG durch den zuständigen Medizinphysiker gemeldet. Der Fall wurde intern umfassend abgeklärt und mit allen Instanzen diskutiert. Eine Arbeitsgruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik (SGSMP) analysiert solche Zwischenfälle und

RADIOAKTIVITÄT

«Beinahe-Zwischenfälle», damit die notwendigen Konsequenzen gezogen werden, sodass sich solche Fälle nicht wiederholen können (weitere Information BAG Jahresbericht 2006).

Industrielle Gammagraphie

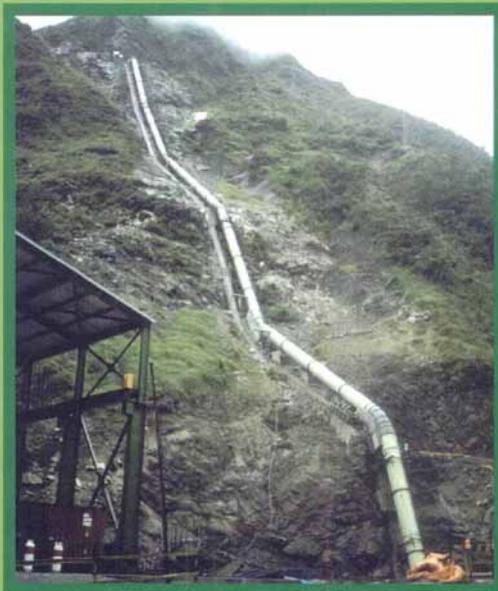
Geschlossene radioaktive Strahlenquellen, die für die industrielle Gammagraphie verwendet werden, stellen bezüglich Strahlenrisiko ein ernsthaftes Problem dar. Zum Teil schwere Unfälle im Bereich der sogenannten NonDestructive Testing häuften sich weltweit in den letzten Jahren.

1999 – Yanango: Ein unglücklicher Arbeiter findet eine verlorene Iridium-192 Quelle und behält sie mehrere Stunden am Körper. Eine effektive Dosis von 1.2 Gray wurde rekonstruiert, es folgt jahrelange Krankheit, eine Amputation und Tod.

2011 – Schweiz: Am 9 September 2011, hat ein Techniker eine Quelle Se-75 (2 TBq) freigegeben, als der zweite sich noch nicht in Schutz gebracht hatte. Zum Glück gab dessen Piepser Alarm. Ohne diesen Alarm hätte er die Gefahr nicht wahrnehmen können, was zu einer viel höheren Dosis mit sehr schweren gesundheitlichen Folgen geführt hätte. Da das Ereignis nicht an die Suva gemeldet wurde, konnte die erhöhte Dosis (< 20 mSv) erst bei der Dosimeterauswertung festgestellt werden.

Vielleicht hat man das nächste Mal weniger Glück?

Christophe Murith, Bundesamt für Gesundheit, Sektionsleiter Radiologische Risiken, 3003 Bern. christophe.murith@bag.admin.ch



The Radiological Accident in Yanango



www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1101_web.pdf

DER ADMINISTRATIV ORGANISIERTE NATIONALE UND INTERNATIONALE STRAHLENSCHUTZ: DIE ICRP – IHRE AKTIVITÄTEN UND EMPFEHLUNGEN*

Wolfgang Köhnlein, Münster

Beim Umgang mit Gefahrenstoffen ist die Festsetzung von zulässigen Grenzwerten von grosser Bedeutung. Das gilt natürlich auch für ionisierende Strahlung und Radionuklide und damit auch für den Gesamtkomplex des zivilen und militärischen Einsatzes nuklearer Energie einerseits und der Verwendung von Strahlung und Radionukliden in Medizin, Technik und Wissenschaft andererseits.

Die Frage nach der Grösse und Akzeptanz des Strahlenrisikos am Arbeitsplatz und in der Umwelt ist Gegenstand einer heftigen wissenschaftlichen und teilweise auch öffentlich politischen Auseinandersetzung, die lange vor der Entwicklung der Atombombe und der Nuklearindustrie begann.

So entstanden die ersten Strahlenschutzbestimmungen aufgrund öffentlichen Aufsehens, das der Tod vieler früher Pioniere des Strahlenzeitalters hervorrief. Es waren prominente Radiologen und Kliniker darunter, die mit Röntgenanlagen und Radiumquellen gearbeitet hatten. In der jüngeren Vergangenheit hat sich die Kontroverse hauptsächlich an der Frage entzündet, welchem Risiko die beruflich Strahlenexponierten ausgesetzt sind, und wie gross das Risiko für die allgemeine Bevölkerung ist, das aus den Radioaktivitätsabgaben der Nuklearindustrie an die Umwelt resultiert.

Auf dem Gebiet des Strahlenschutzes hat eine einzige Expertenorganisation einen besonders grossen Einfluss auf die Formulierung von Strahlenschutzbestimmungen. Diese Organisation ist die International Commission on Radiological Protection (ICRP). Ihre Empfehlungen sind die Grundlage für die nationalen Strahlenschutz Gesetzgebungen. Öffentliche Besorgnis über Strahlenbelastung aus der Nuklearindustrie wird von den Regierungen, Behörden und der verursachenden Industrie selbst meist als irrational und unwissenschaftlich abgetan. Dabei dienen die Empfehlungen der ICRP als Rechtfertigung.

Zum Thema ICRP und ihre Aktivitäten sind von verschiedenen Seiten Abhandlungen verfasst worden. Insbesondere haben sich auch Mitglieder der ICRP selbst dazu wiederholt geäussert, teilweise sehr kritisch wie etwa Karl Morgan, teilweise eher beschönigend und rechtfertigend wie etwa Roger Berry oder Lauriston Taylor, um nur einige zu nennen. Das Verhalten und

die Empfehlungen der ICRP wurden natürlich auch von StrahlenschutzexpertInnen, die der ICRP nicht angehören, kritisch kommentiert und hinterfragt. Hier sind beispielsweise WissenschaftlerInnen wie John Gofman, Alice Stewart, Patrick Green, Roland Scholz, Mario Schmidt und viele andere zu nennen.

WER IST DIESE ICRP?

Die ICRP ist eine einmalige Organisation. Es gibt keine vergleichbare Einrichtung für die Regulierung von anderen Gefahrenstoffen am Arbeitsplatz und in der Umwelt. Die ICRP besteht aus 13 Wissenschaftlern. Sie ist keine regierungsamtliche Organisation und wird weithin als die höchste Autorität auf dem Gebiet des Strahlenschutzes betrachtet. Der Vorläufer der ICRP wurde bereits 1928 auf dem 2. Internationalen Radiologie-Kongress unter dem Namen «International X-ray and Radium Protection Committee» (IXRPC) gegründet. Das Komitee bestand aus 7 Wissenschaftlern und war bis 1937 tätig. Es beschäftigte sich mit der Formulierung von Empfehlungen zum Schutz vor ionisierender Strahlung. Hauptaugenmerk war der Strahlenschutz für Radiologen und ihre Mitarbeiter.

Während des 2. Weltkriegs stellte das IXRPC-Komitee seine Aktivitäten ein und wurde erst 1950 nun unter dem Namen ICRP (International Commission on Radiological Protection) reorganisiert.

In den Jahren 1942 bis 1950 wurde sehr intensiv geforscht und es wurden viele Dokumente über die ionisierende Strahlung und ihre Wirkung verfasst. Die Autoren waren hauptsächlich Strahlenbiologen und Gesundheitsphysiker, die im Rahmen der Kernwaffenentwicklung an den Forschungszentren in Harwell (England), Chalkriver (Kanada) und den entsprechenden Einrichtungen in den USA (Oak Ridge, Los Alamos, Hanford etc.) tätig waren. Ihre Arbeiten und Ergebnisse galten als Verschlusssache. Damals war das Wissen über die Wirkung ionisierender Strahlung und über die Aufnahmen und den Verbleib von Radioisotopen im menschlichen Körper fast ausschliesslich in den genannten Instituten gewonnen worden. So verwundert es nicht, dass bei der Reorganisation der ICRP und ihrer Arbeitskomitees hauptsächlich Experten aus diesen Einrichtungen ausgewählt und durch Radiologen auch aus anderen Ländern ergänzt wurden.

Über die Jahre hat die ICRP als Hauptinformationsquelle zum Strahlenrisiko gedient und seit 1950 gibt sie ausführliche Empfehlungen zum Strahlenschutz heraus. Sie übernimmt allerdings keine Verantwortung für die praktische Umsetzung ihrer Empfehlungen in der nationalen Strahlenschutzgesetzgebung. Die ICRP übernimmt vor allem keinerlei Haftung für ihre Empfehlungen.

Die ICRP behauptet von sich selbst, aus hochrangigen Experten zu bestehen, die unabhängig von kommerziellen und politischen Interessen sind. Die Kommission besteht aus 13 Personen, ausschliesslich Männern. Noch nie wurde eine Ärztin oder Wissenschaftlerin aufgenommen.

Da neue Mitglieder nur durch die ICRP selbst ernannt werden, ergab sich im Laufe der Zeit eine Beschränkung der Denkweise, die sich in erster Linie an den Erfordernissen der Kerntechnologie und der Radiologie orientiert. Auch die Mitglieder der verschiedenen Unterkomitees werden von den 13 «Gralshütern» der ICRP ausgewählt.

Alle Mitglieder der ICRP und viele Mitglieder der Unterkomitees sind gleichzeitig in ihren Heimatländern Angehörige der offiziellen Strahlenschutzgremien. Das führte dazu, dass selbst ICRP-Mitglieder wie J. Dunster, Leiter des britischen «National Radiation Protection Board», von einem gewissen Mass an Inzest sprechen. Interessenkonflikte sind unvermeidbar und K. Morgan, ebenfalls langjähriges ICRP-Mitglied, schreibt, dass sich die Interessenkonflikte wie eine virulente Seuche ausgebreitet haben.

Trotz ihrer hohen Selbsteinschätzung und grossen Reputation haben die Empfehlungen der ICRP in den zurückliegenden 60 Jahren den Ausgangspunkt vieler bitterer Kontroversen gebildet. Eine Erklärung dafür liegt in der Struktur der ICRP selbst. Sie ist eben keine unabhängige Organisation. Die ICRP ist nichts weiter als ein exklusiver Club, der nur einer kleinen Gruppe von Individuen offen steht. Die ICRP-Mitglieder werden fast ausschliesslich aus dem Bereich der internationalen Nuklearindustrie und ihren Kontrollbehörden, aber auch aus den medizinischen Berufen, die ionisierende Strahlung benutzen, ausgewählt.

Die dienstältesten Kommissionsmitglieder, die also auch die Politik der ICRP am stärksten beeinflusst haben, kommen aus der Nuklearindustrie. Insgesamt sind die Physiker in der ICRP überrepräsentiert, Genetiker, Pathologen und Biophysiker dagegen stark unterrepräsentiert. Die Empfehlungen der ICRP spiegeln sehr deutlich die Interessen der Nuklearindustrie wieder. Grenzwerte und Standards wurden danach ausgewählt, was die Industrie mit vertretbarem Aufwand erreichen kann.

So heisst es 1966 in der ICRP-Publikation Nr. 9: Der 5 rem/Jahr-Grenzwert für Strahlenarbeiter wurde

beibehalten, weil die Kommission glaubt, dass dieser Grenzwert der sich expandierenden Atomenergie einen ausreichenden Spielraum für absehbare Zeit gewährt. Dieser Dosisgrenzwert wurde ursprünglich 1959 eingeführt und ist im Wesentlichen auch heute noch in Gebrauch.

Im Laufe ihrer Geschichte hat sich die ICRP immer sehr schwer getan, neue wissenschaftliche Erkenntnisse über das Strahlenrisiko mit zum Teil bis zu 10 mal höheren Risikofaktoren anzuerkennen und ihre Empfehlungen zu novellieren. Sie hat sich dagegen nicht gescheut, WissenschaftlerInnen, die sich aufgrund unabhängiger Analysen der verfügbaren Daten gegen die offizielle propagierte Risikoabschätzung ausgesprochen haben, aus der WissenschaftlerInnengemeinde auszuschliessen. Kritische WissenschaftlerInnen waren einer bisher nicht dagewesenen persönlichen Verunglimpfung ausgesetzt. Sie wurden nicht länger finanziell unterstützt und ihre Befunde in den Fachzeitschriften nicht mehr publiziert, wenn die Resultate der offiziellen Lehrmeinung widersprachen.

DIE DOPPELTE NATUR DER ICRP-EMPFEHLUNGEN

Bei der Festsetzung von Ausführungsbestimmungen für den Umgang mit einem Gefahrenstoff müssen zwei unterschiedliche Prozesse beachtet werden. Zunächst muss mit wissenschaftlichen Methoden die in Frage stehende Gefahr quantifiziert werden. Der Umgang der Gesellschaft mit dieser Gefahr kommt als zweites hinzu. In vielen zu kontrollierenden Bereichen ist es schwierig, die wissenschaftlichen Risikobetrachtungen von den gesellschaftlichen Aspekten der Ausführungsbestimmungen zu trennen. Und somit verschwimmen die Grenzen zwischen wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Beurteilung.

Die grundlegende Ungenauigkeit statistischer wissenschaftlicher Ausgangsinformationen und die abweichenden Beurteilungen der WissenschaftlerInnen bei der Interpretation der Daten vergrössern die allgemeine Unsicherheit. Dies wird zwar als wissenschaftliches Problem betrachtet, aber das abschliessende Urteil wird oft durch nichtwissenschaftliche Argumente bestimmt. Andererseits werden oft gesellschaftliche Bewertungen über die Annehmbarkeit von Risiken irreführenderweise in wissenschaftlichen Denkmustern und in wissenschaftlichem Jargon geführt.

Die Strahlenkontroverse befasst sich nicht nur mit Konflikten über die wissenschaftliche Einschätzung des Risikos nach Strahlenexposition, sondern sie beschäftigt sich auch mit ethischen Fragen bei der Bewertung der Akzeptanz dieses Risikos.

Die ICRP masst sich nicht nur ein Urteil über die wissenschaftliche Einschätzung an, sondern entscheidet auch, wie gross ein akzeptables Risiko für NukleararbeiterInnen oder die Bevölkerung sein darf, ohne die Betroffenen zu konsultieren. Die ICRP erlässt also Empfehlungen über die wissenschaftliche Quantifizierung einer Gefahr und gleichzeitig über den gesellschaftlichen Umgang mit dieser Gefahr. Ihre Empfehlungen werden aber dem Publikum und den PolitikerInnen als rein wissenschaftlich ermittelte Grössen dargestellt.

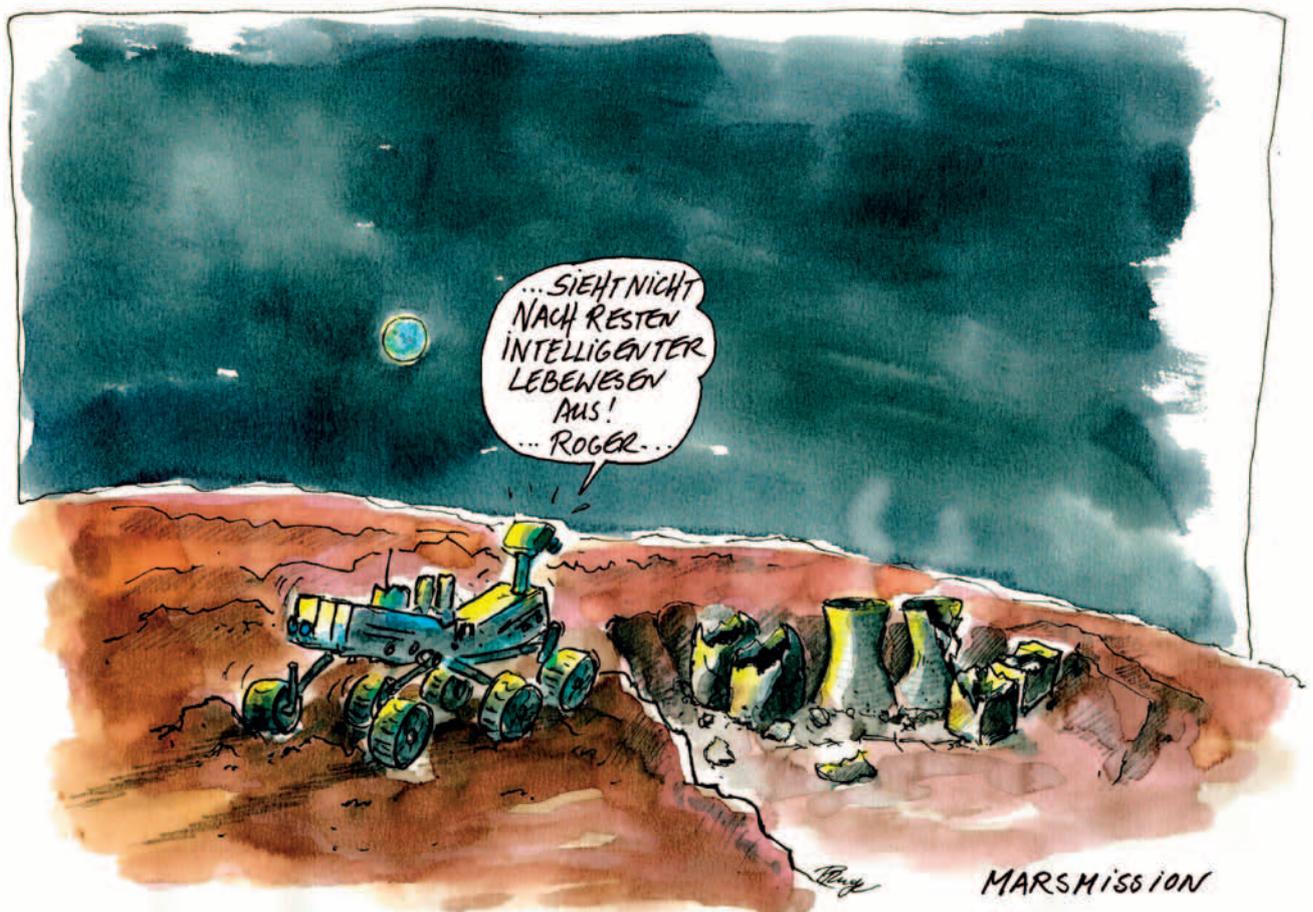
Ein Weiteres kommt hinzu. Für die Entscheidung kontrovers diskutierter Fragen ist es in der Politik üblich ExpertInnenmeinungen einzuholen. Damit das Thema (hier Strahlenschutz und Risikobewertung) möglichst vielseitig diskutiert werden kann, sollte ein solches Beratungsgremium nicht einseitig ausgewählt sein. Nun zeigt aber die Geschichte der ICRP, eine sich selbst perpetuierende Expertengruppe, dass ihre Empfehlungen stark durch einseitige Interessen vorbelastet sind. Da die ICRP Empfehlungen von den nationalen Strahlenschutzgremien oft direkt übernommen werden, ergibt sich mitunter folgende Situation: Mitglieder der ICRP

sind meistens auch Mitglieder der nationalen Strahlenschutzgremien. So empfiehlt die ICRP sich selbst auf nationaler Ebene die einseitigen Interessen des nukleartechnischen Komplexes zu beachten.

ZUNEHMENDE KRITIK AM VERHALTEN DER ICRP UND DEREN REAKTION

Gegen Ende der 80er Jahre waren die wissenschaftlichen Beweise für die Gefährlichkeit ionisierender Strahlung so erdrückend, dass sich der Schwerpunkt der Debatte um das Strahlenrisiko radikal veränderte. Es waren insbesondere die epidemiologischen Langzeit-Untersuchungen an strahlenexponierten Personengruppen, die immer wieder aufzeigten, dass das Strahlenkrebsrisiko über zehnmal höher ist, als es bei den ICRP-Empfehlungen zugrunde gelegt wurde.

Es ging nun nicht mehr darum, ob die ICRP ihre Empfehlungen revidieren sollte. Die Frage war, wann und wie gross die Revision sein sollte. So geriet die ICRP zunehmend unter Druck, ihre Strahlenschutzempfehlungen zu ändern.



In einer Zeit, in der das mit Kernenergie verbundene Risiko immer deutlicher wird, muss dem Schutz vor Strahlung eine grössere Bedeutung eingeräumt werden als dem Schutz der Strahlung.

Prof. Wolfgang Köhnlein

In dieser Zeit mehrten sich auch die Anzeichen für einen supralinearen Verlauf der Dosis-Wirkungskurven, wenigstens im niedrigen Dosisbereich, für strahleninduzierte Mutationen und Krebs. Das bedeutet, es werden pro zusätzliche Doseinheit mehr Krebserkrankungen bei kleinen als bei höheren Dosen induziert. Trotzdem hat die ICRP in ihren Publikationen 26 und 30 Ende der 80er Jahre die maximal zulässigen Konzentrationen für die meisten Radionuklide in Luft, Wasser und Nahrung erhöht. Erst 1986 kündigte die ICRP-Kommission an, die Grundlagen ihrer Empfehlungen zu überprüfen.

Zum ersten Mal in der Geschichte der ICRP wurden auch unabhängige ExpertInnengruppen und Organisationen, ja sogar KritikerInnen der alten Empfehlungen, um Kommentare zu den notwendigen Veränderungen gebeten. Einzelne führende Mitglieder der ICRP haben sich zu den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen geäussert und angedeutet, dass die ICRP auf ihrer Tagung in Como 1986 die Risikoabschätzungen um einen Faktor von 4 heraufsetzen könne.

Auf der Como-Tagung müssen sich aber dann die Hardliner durchgesetzt haben, denn die ICRP gestand zwar ein, dass sie das Risiko möglicherweise um das 2-fache unterschätzt habe, erklärte aber, dass diese Information alleine nicht als ausreichend angesehen werde, um eine Änderung bei den Dosisgrenzen für beruflich bedingte Strahlenbelastung zu rechtfertigen. Auch sah die ICRP keinen Handlungsbedarf, den Grenzwert von 1 mSv/Jahr für die allgemeine Bevölkerung zu verändern. Eine Überarbeitung ihrer Empfehlungen würde nicht vor 1990 publiziert.

Diese Haltung der ICRP stiess auf weitgehendes Unverständnis, sogar bei den traditionellen ICRP UnterstützerInnen, wie der englischen Strahlenschutzbehörde, und zeigt erneut, dass die ICRP ihren alten Prinzipien treu geblieben ist, im Zweifelsfall so zu entscheiden, dass der Nuklearindustrie kein wirtschaftlicher Schaden entsteht.

In den folgenden Jahren hat die englische Strahlenschutzbehörde eigene Empfehlungen für die Strahlen-

belastung am Arbeitsplatz ausgesprochen, die um einen Faktor zwischen 3 und 4 unter den Empfehlungen der ICRP lagen. Daraufhin hat die ICRP erneut ihr Konzept zur Beschreibung der Risiken modifiziert. Der Begriff «akzeptables Risiko» wurde nun durch die Vorstellung eines «tolerierbaren Risikos» ersetzt. Dabei ging es nicht um ein biologisch, sondern um ein gesellschaftlich tolerierbares Risiko.

Ende der 90er Jahre wurde die Kritik an den Risikoabschätzungen der ICRP immer lauter. Besonders das fast ausschliessliche Beharren auf dem sog. «Goldstandard» den Hiroshima – Nagasaki Daten und dem sich daraus ableitenden Krebsrisiko fand nun weitgehend Ablehnung in den wissenschaftlichen Kreisen. So entstand 1997 aus einer Initiative der «Grünen» im Europaparlament in Brüssel eine Gruppe besorgter WissenschaftlerInnen, die sich in dem European Committee on Radiation Risk (ECRR) zusammenschloss und eigene Risiko-Ermittlungen unter Beachtung aller neuen und neuesten wissenschaftlichen Daten über die Wirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlung erarbeitete. Daraus entstand eine Reihe von Publikationen mit Empfehlungen für einen verantwortbaren Strahlenschutz.

Der ICRP kann nur empfohlen werden, realistische an den Fakten orientierte Risikoabschätzungen zu machen. Dazu ist unter anderem eine Loslösung von mächtigen Interessengruppen erforderlich. Die ICRP muss endlich erkennen, dass sie nicht die einzige Wissenschaftlergruppe ist, die Empfehlungen zum Strahlenschutz machen kann.

Die derzeitige Diskussion um die Energiezukunft muss in einem breiten Konsens zu einer Beendigung der Atomenergie und zu einer auf erneuerbaren Energien beruhende Energiewirtschaft führen.

Prof. Dr. a.D. Wolfgang Köhnlein, Institut für Strahlenbiologie am Zentrum für Strahlenmedizin der Universität Münster. kohnlei@uni-muenster.de

**Gekürzte Fassung des anlässlich des 19. Forums Medizin und Umwelt «Unter Kontrolle? – Radioaktivität in Atomindustrie und Medizin» im April 2012 zur Verfügung gestellten Referats.*

AefUnterwegs – Denkanstösse und Fragen nach 25 Jahren.

Jacques Schiltknecht, Luzern

Braucht es uns noch? Ja!

Bis das letzte AKW stillgelegt und die letzte Deponie saniert ist.

Unsere Stimme wird gehört!

Was man von uns wünscht: *

- **Kritisch-konstruktive Würdigung umweltrelevanter Entscheide / Handlungen von Behörden und Institutionen**
- **Einbringen der Gesundheitsaspekte in öffentliche Diskurse**
- **öffentliche Stellungnahme zu lokalpolitischen Entscheiden / Vorhaben**
- **Beiträge zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit**
- **Gute Zusammenarbeit mit den Umweltschutzstellen von Stadt und Kanton**
- **Sensibilisieren der Ärzteschaft für Umweltanliegen**
- **Netzwerke mit anderen UmweltakteurInnen pflegen**

Durch unermüdlichen Einsatz haben sich die AefU in 25 Jahren einen soliden Ruf erworben, wir werden ernst genommen. Bei der Gründung hörte man oft: Endlich kommen die Ärztinnen und Ärzte!

Ein Lauffeuer der Begeisterung und die unbedingte Entschlossenheit, sich mit aller Kraft für die Erhaltung einer Umwelt einzusetzen, welche auch noch den EnkelInnen ein menschengerechtes Dasein ermöglicht, beflügelten uns. Unser Einfluss half der Luftreinhalteverordnung, der Gentech-Moratoriumsinitiative usw. zum Durchbruch.

Seither ist zwar das ökologische Bewusstsein gestiegen und lokal wurden einige Probleme gelöst, doch global geht der Raubbau beschleunigt weiter.

Resignieren ist nicht unsere Art. Jeder und jede von uns ist aufgerufen, sich zäh, aber ohne Verbissenheit für die Lebensgrundlagen einzusetzen. Entfachen wir unser inneres Feuer und stecken wir junge MedizinerInnen, TierärztInnen, ZahnärztInnen an, oder KollegInnen, die nach Übergabe der Praxis noch vital und begeisterungsfähig sind und einen Einsatz für ihre EnkelInnen leisten möchten. Das erhält Freundschaften, bringt Freude und die Befriedigung, das unternommen zu haben, was in unserer Macht liegt.

«Empört Euch! Engagiert Euch! Fordert!» ruft uns der 95-jährige Autor Stéphane Hessel zu.

Haben wir offene Ohren!

Dr. med. Jacques Schiltknecht, Vorstandsmitglied der Aefu-Sektion Pilatus, Luzern

*Aus dem Brief vom 22.11.12 von Peter Schmidli, Projektleiter Luftreinhaltung, Klimaschutz, Nachhaltige Entwicklung Stadt Luzern, Umweltschutz

KEINE ZWEITE GOTTHARDRÖHRE!

DIE 2. GOTTHARDRÖHRE GEFÄHRDET IHRE GESUNDHEIT

Mit grosser Sorge verfolgen die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) die Diskussion über die eventuelle Realisierung einer 2. Röhre des Gotthard-Strassentunnels. Die Lage in den Alpentälern und in den Tessiner Regionen Mendrisiotta und im Sottoceneri ist wegen der starken Luftverschmutzung und Lärmbelastung schon heute äusserst besorgniserregend. Insbesondere im Tessin sind an rund 200 Tagen pro Jahr die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung überschritten. Deshalb fordern die AefU den Verzicht auf eine 2. Gotthardröhre. Dies haben die AefU an ihrer Delegiertenversammlung vom 24. November 2012 in Airolo einstimmig beschlossen.



Airolo.

Foto: Ursula Ohnewein, Oberbütschel

Seit 25 Jahren befassen sich die AefU mit den schädlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit. Der Zusammenhang von Luftverschmutzung und Gesundheitsschäden entlang der Verkehrsachsen ist seit Jahren bekannt. Dies betrifft vor allem Erkrankungen der Atemwege, Herzkrankheiten und Krebsleiden. Deshalb lehnen die AefU eine 2. Gotthard-Röhre ab. Die Luftverschmutzung verursacht Schäden, die sich gemäss Bundesamt für Umwelt pro Jahr auf über 5 Milliarden Franken belaufen. Bei der Kosten/Nutzen-Analyse einer Verdoppelung der Kapazität des Gotthard-Strassentunnels müssen diese Zahlen unbedingt berücksichtigt werden.

Bahn-Alptransit nicht untergraben

In Kürze wird der Bahn-Alptransit in Betrieb gehen und zur Eindämmung des Strassenverkehrs sowie zum Schutz unseres alpinen Erbes beitragen – sowie, so hoffen wir, auch zur Verbesserung der Luftqualität. Der Bau einer 2. Röhre würde die Verlagerung der Güter auf die Schiene torpedieren.

Es fällt uns schwer zu glauben, dass eine Verdoppelung des Gotthard-Strassentunnels «ohne Kapazitätssteigerung» realisiert werden kann: Eher früher als später wird diese kostspielige Infrastruktur voll genutzt werden, mit schwerwiegenden Folgen auf die Gesundheit der Bevölkerung, die schon heute sehr stark unter der Luftverschmutzung leidet.

Verzicht auf 2. Gotthardröhre gefordert

Eine 2. Gotthardröhre ist weder eine Antwort im Geist einer nachhaltigen Mobilität noch im Sinne einer nachhaltigen Politik zur Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung. Der nationale Zusammenhalt lässt sich nur mit Lösungen fördern, die die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung respektieren. Die AefU fordern, dass Behörden und Bundesrat die Gesundheitsrisiken endlich zur Kenntnis nehmen und auf eine 2. Gotthardröhre verzichten.

Dr. med. Peter Kälin, Präsident AefU

Dr. med. vet. Marco Zanetti, Präsident AefU-Sektion Tessin

TERMINKÄRTCHEN/REZEPTBLÄTTER

TERMINKÄRTCHEN UND REZEPTBLÄTTER FÜR MITGLIEDER:

JETZT BESTELLEN!

Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

Für Lieferung Mitte Februar 2013 jetzt oder bis spätestens 31. Januar 2013 bestellen!

Mindestbestellmenge/Sorte: 1000 Stk.
Preise: Terminkärtchen: 1000 Stk. Fr. 200.-; je weitere 500 Stk. Fr. 50.-
Rezeptblätter: 1000 Stk. Fr. 110.-; je weitere 500 Stk. Fr. 30.-
zuzüglich Porto und Verpackung.

Musterkärtchen finden Sie unter www.aefu.ch

Bestelltalon (einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 111, 4013 Basel, Fax 061 383 80 49)

Ich bestelle:

..... Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
..... Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
..... Terminkärtchen «weniger Elektrosmog»
..... Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

..... Name / Praxis
..... Bezeichnung, SpezialistIn für...
..... Strasse und Nr.
..... Postleitzahl / Ort
..... Telefon

Name:

Adresse:

KSK-Nr.: EAN-Nr.

Ort / Datum: Unterschrift:

DIE LETZTE



AZB 4153 REINACH
Adressberichtigung melden

Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 620, 4019 Basel

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



IMPRESSUM

Redaktion/Gestaltung:

Layout/Satz:

Druck/Versand:

Abonnementspreis:

OEKOSKOP

**Fachzeitschrift der Ärztinnen
und Ärzte für Umweltschutz**

Postfach 620, 4019 Basel

Postcheck: 40-19771-2

Tel. 061 322 49 49

Fax 061 383 80 49

E-mail: info@aefu.ch

<http://www.aefu.ch>

Dr. Rita Moll,

Hauptstr. 52, 4461 Bockten

Tel. 061 981 38 77

Dr. Martin Furter, 4461 Bockten

WBZ, 4153 Reinach

Fr. 30.– (erscheint viermal jährlich)

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.