

**Freitag, 9. Juni 2000, 9.30 Uhr**

**Prof. Dr. Brian I. Lord, Manchester/Großbritannien:**

## **Preconceptional Irradiation: Are there Repercussions in the Next Generation?**

Apparent 'clusters' of childhood leukaemias periodically come to light and predictably, especially when they are in the vicinity of a nuclear establishment, they generate considerable public interest and concern. Epidemiological studies are instigated and in the majority of cases they fail to establish any significant excess, the relative risk factors for leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma ranging between 0.5 and 1.3, none of them significantly different from 1.0. One cluster in the U.K. has stood out however. At Seascale, relative risk factors of up to 36 fold have been determined and the 'cluster' is accepted as significant. This paper will briefly review the epidemiological background to the significance of the clusters and examine the anomaly of Seascale. It will outline aspects of population mixing which, with the potential for facilitating a viral aspect, has become the most commonly accepted explanation, seemingly eliminating any input from a radiation background. One epidemiological study, spawned by experimental observation, and in turn stimulating more, however, did indicate a possible link. The 'Gardner Hypothesis' appeared to suggest that children of fathers who had been occupationally irradiated, prior to their conception, were at greater risk. Experiments designed to test the hypothesis that preconception paternal irradiation (PPI) can modify patterns of leukaemia development, and thereby provide the basis of a mechanism for transgenerational transmission of leukaemic potential, will be outlined. While these results cannot be translated directly to Seascale, it will be suggested that the Gardner Hypothesis for PPI and the Kinlen Hypothesis for population mixing are not mutually exclusive and that radiation still remains a potential factor.

**Freitag, 9. Juni 2000, 10.00 Uhr**

**Prof. Dr. Brian I. Lord, Manchester/Großbritannien:**

## **Plutonium-239 Incorporation during Foetal Development: Its Effective RBE and Long-Term Effects on Haemopoiesis**

Haemopoiesis, confined mainly to the bone marrow in adult, develops primarily through the yolk sac and liver of embryonic and foetal development. Incorporation of plutonium at these stages shows relatively high concentrations in the membranes and foetal liver, thus potentially causing significant damage to the development of haemopoietic tissue. By comparison, concentration in the skeleton, which appears only in the later stages of foetal development, is low. Radiation damage to long term haemopoiesis is, therefore, dependent primarily on the dose received in the liver during foetal development when the growth rate and tissue expansion is most rapid. For mice injected with plutonium at 13 d gestation, this was calculated at 11.1 mGy over the 6d from injection to birth.

Plutonium-239 was injected (30kBq/kg) into pregnant mice at 4 or 13 d gestation. Tissue incorporation was measured periodically thereafter (T.M.Mason et al, IJRB, 59,1991,467; B.I.Lord et al, Radiat Protect Dosim, 41,1992,163). Stem cell numbers and their spatial distribution in the femur were also assessed throughout life. Although long-term production of blood cells was normal, by 8 wks of age, stem cell numbers were 40% below normal levels and this persisted throughout life. Mechanisms were different for the two modes of contamination. Incorporation of plutonium at 4d directly limited stem cell production and the animals were born with a stem cell deficit. Contamination at 13 d, by contrast, damaged the stem cell microenvironment, thus limiting the subsequent development of an undamaged and normal complement of stem cells.

This stem cell deficit was seen in a significant distortion of the normal spatial distribution throughout the marrow spaces. In order to measure the RBE of  $\alpha$ -particle irradiation for stem cells, pregnant mice were irradiated con-

tinuously with  $\gamma$ -rays from an external source. A dose of 0.6 Gy per day was required to match the damage generated by the Pu- $\alpha$ -particles, suggesting an effective RBE of about 300 (T-N. Jiang, Radiat Res, 137,1994,137). This is to be compared with values of 2-22 measured for various cell lines (2-4 for haemopoietic stem cells) by conventional methods. It is suggested that in vivo assessment of RBE, where a physiological environment can compensate for some aspects of radiation damage, is more appropriate than conventional, direct kill assays, usually made in vitro, for interpretation of the biological effects of different qualities of radiation. It is also clear that the value of an RBE is likely to depend on tissue differences and on the circumstances under which an individual is exposed to the radiation.

**Freitag, 9. Juni 2000, 10.15 Uhr**

**Sergey G. Prishchep, N. V. Gerasimovich, A. A. Milyutin,  
Minsk/Belarus:**

## **Peculiarities of the Influence of Low Doses of Ionizing Radiation on Intracellular Calcium Homeostasis in Radiosensitive Cells of Rats**

Calcium is the main intracellular ion participating in the regulation of many metabolic processes. In this connection the particular interest is paid today to the defections of systems of the regulation of its level in the cell, which observed at different pathologic states of an organism including the influence of ionizing radiations.

The measurement of the concentration of cytoplasmic  $[Ca^{2+}]_i$  in radiosensitive cells was carried out by using the fluorescent prob Fura2 (Sigma). The content of the calcium ion in the intracellular calcium depot and state of lipids component of membrane. The objects of study were thymocytes and lymphocytes of the peripheral blood of rats, after the influence of acute and chronic gamma-irradiation (in doses 0,25, 0,5 and 1,0 Gy) on the 1th, 3th and 10th days after the irradiation.

It was found out that the phasic change of the intracellular Ca homeostasis was observed in radiosensitive cells at the initial time after the effect of low doses. It could be connected with the changes of the physicochemical state of their membrane systems.

These data it show, that of different character of the directions of changes in calcium homeostasis is affected by the secondary influence of the irradiation on the state of the main Ca-transport systems in different time periods of the postradiation period.

**Freitag, 9. Juni 2000, 11.00 Uhr**

**Prof. Dr. Cornelia J. Baines, Toronto/Canada:**

## **Screening for Breast Cancer: As the Twentieth Century Begins, How Useful is it?**

The momentum for mammographic screening for the early detection of breast cancer is driven by wishful thinking on the part of women and their physicians. In North America, that momentum is accelerated by ignorance, fear, greed, and the media.

Given what 'modern mammography' currently achieves in screening programs, it would be reasonable to consider a public policy: which encourages, promotes and supports breast self-examination; which provides routine, expert clinical examination of the breasts by a health professional; and which ensures high quality diagnostic mammography when clinical abnormalities are detected. Such a policy could be appropriate for women age 40 and over. Such a policy, properly implemented, is likely to achieve the mortality benefits claimed for mammography screening. Such a policy would avoid the adverse events integral to mammography screening which women endure. Such a policy would also avoid the high costs of screening mammography. Unfortunately, society has more faith in technology than in eyes and fingers.

Evidence supporting these contentious opinions will be reviewed. How women's perception of their risks of getting breast cancer, of dying from breast cancer and of benefiting from screening are grossly over-estimated. How the media, politics and fear disrupted the 1997 US National Institutes of Health Consensus Conference on breast cancer screening for women age 40-49. What the current evidence from breast screening trials actually shows. What the Nordic Cochrane Center in Denmark concluded when it reviewed breast screening trials. And what the soon-to-be-published 13-year mortality results from the Canadian National Breast Screening Study, Part I (40-49) and Part II (50-59) reveal.

Rational consideration of available evidence on mammographic screening yields only the

hope of a slight and delayed benefit in terms of mortality reduction. The price for this benefit is major direct and indirect costs to women individually and to society as a whole.

**Freitag, 9. Juni 2000, 11.30 Uhr**

**Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake,**

**Dipl.-Phys. Achim Kranefeld, Bremen:**

## **Abschätzung des strahleninduzierten Brustkrebses durch die Mammographie**

Die enttäuschenden Ergebnisse der Massenscreeningprogramme zur Senkung der Mortalitätsrate an Brustkrebs werfen verstärkt die Frage auf, ob die Neuinduktionsrate durch die Strahlenbelastung bei der Mammographie wirklich vernachlässigt werden kann. Folgende Aspekte werden bei Nutzen-Risiko-Angaben in der Literatur unzureichend oder gar nicht beachtet: 1) der große Anstieg der Dosis bei großen Brustdicken aufgrund der speziellen niederenergetischen Röntgenstrahlung von 28-35 keV bei der Mammographie, 2) die höhere Biologische Wirksamkeit dieser Strahlung gegenüber den üblichen Röntgenenergien. Ferner wird der altersbedingte Rückgang der Strahlenempfindlichkeit überschätzt. Hinzu kommt, dass man aufgrund ihrer höheren Strahlenempfindlichkeit Frauen mit genetischer Prädisposition für Brustkrebs sowie diejenigen, die sich einer Östrogensatztherapie unterziehen, als Risikogruppen ansehen muß, die auf jeden Fall von wiederkehrenden Strahlenexpositionen ausgeschlossen werden sollten. Mit diesen Modifikationen ergibt sich eine Neuinduktionsrate bei regelmäßigem Screening, die den Früherkennungseffekt weitgehend relativiert.

**Freitag, 9. Juni 2000, 11.45 Uhr**

**Prof. Dr. Horst Kuni, Marburg:**

**Welches Geschlecht hat Strahlenschutz?**

**Der kleine Unterschied: auch hier mit grossen Folgen.**

**Freitag, 9. Juni 2000, 14.00 Uhr**

**Dipl.-Ing. Christiane Meenen, Dr. Heiner von Boetticher,  
Bremen:**

## **Gefährdung des Personals durch Röntgenstrahlen im Herzkatheterlabor**

Die Erkrankung des Herz- Kreislauf-Systems zählt zu den häufigsten Todesursachen in unserer heutigen westlichen Welt. Mehr als 300.000 Deutsche sterben pro Jahr an den Folgen eines Herzinfarktes.

Neben dem chirurgischen Eingriff gibt es in der modernen Medizin zahlreiche diagnostische und therapeutische Verfahren, mit deren Hilfe die Erkrankung der Herzkranzgefäße erkannt und behandelt werden können. Hierzu zählen die Herzkatheteruntersuchung und die Koronarangioplastik (Ballondilatation), die einen stetigen Zuwachs in ihrer Anwendung zu verzeichnen haben. Während bei diagnostischen Eingriffen mit einer Durchleuchtungszeit von 3-15 min zu rechnen ist, wird für therapeutische Eingriffe wie die Koronarangioplastik nicht selten erheblich mehr Zeit benötigt. Durchleuchtungszeiten bis zu einer Stunde kommen vor. Mit zunehmenden komplizierteren und damit langwierigen Eingriffen nimmt die Notwendigkeit eines optimalen Strahlenschutzes zu. Die Arbeiten in einem Herzkatheterlabor gehören zu den radiologischen Verfahren mit der höchsten Strahlenbelastung für Patient, Untersucher und Mitarbeiter.

Für beruflich strahlenexponierte Personen wurden im Rahmen von gesetzlichen Bestimmungen Grenzwerte für die Körperdosis festgelegt. Dieser Zahlenwert gibt bei einer inhomogenen Strahlung annähernd an, welche gleichmäßig über den Körper verteilte Dosis ein gleich großes Risiko bewirken würde. Die effektive Dosis kann nicht direkt bestimmt werden. Gesetzlich zulässig ist, sie bis zu einem Wert von 5 mSv/Jahr einfach mit den Werten der amtlichen Personendosimetrie (Filmdosimeter) gleichzusetzen. Das Filmdosimeter muß an einer "repräsentativen Stelle der Körperoberfläche" getragen werden; beim Tragen von Schutzkleidung zur Abschirmung

von Strahlung ist unter der Schutzkleidung zu messen, d. h. bei Messungen am Rumpf ist das Dosimeter hinter der Bleischürze zu tragen.

Da in der Röntgendiagnostik die Effektivdosis jedoch wesentlich von der Belastung der ungeschützten Bereiche wie Hände usw. abhängt, führt dies zu einer Unterschätzung der tatsächlichen effektiven Dosen. Ausgehend von diesen Erkenntnissen, den in § 15 der RÖV enthaltenen Forderung, "jede Strahlenexposition von Menschen unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der ... festgesetzten Werte so gering wie möglich zu halten" und der aktuellen Grenzwertdiskussion, wurden die speziellen Belastungsmomente, die sich aus dem Einsatz von Röntgenstrahlung bei der Angiokardiographie für das Personal eines Herzkatheterpersonals ergeben, analysiert.

Für diese Analyse wurden in dem Zentralkrankenhaus Links der Weser Beobachtungen und Messungen der Ortsdosisleistungen, an typischen Aufenthaltsorten des Personals, durchgeführt.

Die durchgeführten Messungen zeigen, daß die Strahlenbelastung ohne Dauerschutzrichtungen tatsächlich um den Faktor 10 erhöht ist. Auf der Untersucherseite sind Dauerschutzrichtungen angebracht, die auf der gegenüberliegenden Seite fehlten.

Beispielsweise bei Kinderuntersuchungen steht der assistierende Arzt oder die assistierende Schwester auf der anderen, ungeschützten Seite, und ist somit der erhöhten Streustrahlung ausgesetzt. Diese Erkenntnisse zeigen, wie wichtig es ist, das gesamte Personal unter Berücksichtigung verschiedener Untersuchungstechniken bei der Planung von Schutzrichtungen mit einzubeziehen.

Eine wichtige Forderung an die Hersteller von Röntengeräten ist Dauerschutzrichtungen bereits in der Planungsphase der Herzkathe-

terlabore zu berücksichtigen. Nur so kann sicher gestellt werden, daß die Schutzeinrichtungen praktikabel und bei Inbetriebnahme einsatzbereit sind. Neben dem bereits amtlich vorgeschriebenen Filmdosimeter (unter der Bleischürze) sollten zusätzlich Teilkörperdosimeter an den Händen (Ringdosimeter) und in Augenhöhe getragen werden.

**Freitag, 9. Juni 2000, 14.15 Uhr**

**Dipl.-Biol. Anna Heimers, Bremen:**

## **Zur Strahlenbelastung von Flugpersonal**

Die Strahlenbelastung des fliegenden Personals und ein damit möglicherweise assoziiertes Gesundheitsrisiko ist seit Jahren ein viel diskutiertes Problem in der Wissenschaft, in den Medien und in den betroffenen Berufsgruppen. Die kosmische Strahlung in Reiseflughöhe besteht ausschließlich aus Sekundärstrahlung (hauptsächlich Neutronen- und Gammastrahlung), die in Wechselwirkung von primären Teilchen (Protonen, alpha-Partikel, schwere Kerne, Elektronen) mit den Atomen der Luft-hülle erzeugt wird. Die Exposition des Flugpersonals ist zudem abhängig von der Flughöhe, der geomagnetischen Breite und der solaren Aktivität. Physikalische Messungen erbrachten durchschnittliche Jahreswerte zwischen 1 und 9 mSv. Obwohl das fliegende Personal nach strengen gesundheitlichen Kriterien ausgewählt wird, unterliegt es einem erhöhten Krebsrisiko, welches durch epidemiologische Studien belegt ist. Cytogenetische Untersuchungen ermittelten erhöhte Frequenzen von Chromosomenaberrationen, insbesondere an dizentrischen Chromosomen, die als empfindliche Indikatoren einer Strahlenexposition gelten. Eigene cytogenetische Analysen an Concordepiloten zeigten eine signifikant erhöhte Frequenz an dizentrischen Chromosomen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Die Relative Biologische Wirksamkeit kosmischer Strahlung, insbesondere der Neutronenkomponente, wurde experimentell ermittelt und erbrachte Werte bis zu 100 im Vergleich zu Cobalt-60 Gamma. Dosisabschätzungen mit Hilfe der Chromosomenanalyse ergaben Werte, die weit über den gesetzlich vorgeschriebenen Mindestgrenzen liegen. Die Strahlenbelastung des Flugpersonals scheint weit höher zu liegen als vergleichsweise niedrige Werte aus physikalischen Messungen vermuten lassen.

**Freitag, 9. Juni 2000, 14.45 Uhr**

**Hans-Jürgen Lebuser, Flugkapitän, Frankfurt am Main:**

## **Fliegerische Strahlenbelastung aus der Sicht der Betroffenen**

Seit der Katastrophe von Tschernobyl und der Dosisrevision Mitte der 80er Jahre wird das Problem der Exposition durch kosmische Strahlung in der zivilen Verkehrsfliegerei diskutiert. Sowohl die Personalvertretung des fliegenden Personals der Lufthansa als auch die Vereinigung Cockpit e.V. als berufsständische Vertretung des deutschen Cockpitpersonals spielten hierbei eine Vorreiterrolle. Neben kontinuierlicher Information der Betroffenen und einer Klage gegen die zuständigen Behörden der BRD wegen Unterlassung des Strahlenschutzes für das fliegende Personal wurden diverse wissenschaftliche Untersuchungen des Strahlenfeldes und der biologischen Risiken initiiert.

Die Empfehlung der ICRP aus dem Jahre 1990 (ICRP60) mit der nachfolgenden EU-Richtlinie 96/29/EURATOM führten zur (mindestens formalen) Anerkennung der beruflichen Strahlenbelastung des fliegenden Personals und weiteren, umfassenden wissenschaftlichen Aktivitäten zur Vermessung des Strahlenfeldes und Aufklärung der biologischen Risiken der Höhenstrahlung.

Der vor kurzem vorgelegte Entwurf zur Novellierung der deutschen StrSchVO wird den Erfordernissen und Erwartungen hinsichtlich eines effektiven Strahlenschutzes des betroffenen Personals jedoch in keiner Weise gerecht, sondern begnügt sich mit der Zementierung des Status Quo. Insbesondere werden Maßnahmen zur Dosisreduzierung de facto ausgeschlossen, obwohl das fliegende Personal zu den höchst belasteten Gruppen gehört und ein hohes berufliches Risiko zu tragen hat.

Der Autor ist ehemaliger, langjähriger Flugkapitän der Lufthansa und befaßt sich seit 14 Jahren mit dem Thema, zunächst als Sprecher des (von ihm initiierten) Ausschusses für Strahlenschutz der Personalvertretung des fliegenden Personals der Lufthansa, und seit

seinem Ausscheiden aus dem aktiven Flugdienst im Jahre 1994 als Leiter der Arbeitsgruppe Strahlen der Vereinigung Cockpit e.V..

**Freitag, 9. Juni 2000, 15.00 Uhr**

**Dr. Wolfgang Hoffmann, Bremen:**

## **Leiharbeiter in deutschen Atomkraftwerken - im Strahlenschutz eine vernachlässigte Gruppe?**

Der weitaus größte Teil aller in bundesdeutschen Atomkraftwerken eingesetzten Personen gehört nicht zum Stammpersonal der Anlagen, sondern ist bei Fremdfirmen angestellt. Seit 1980 wird die Anzahl dieser "Leiharbeiter" jährlich erfaßt. Verantwortlich für diese Datensammlung ist die Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS), die die Zahlen von den Betreibern der AKWs erhält. Die GRS berichtet jährlich an das Bundesumweltministerium. Auch die Angaben zur Strahlenexposition werden gegenwärtig noch von den Betreibern geliefert. Die Strahlendosis wird meist mit Personendosimetern ermittelt, die nach dem Prinzip der Ionisationskammer arbeiten (sog. "Stab"dosimeter).

Auf Anfrage wurden dem Autor vom Bundesumweltministerium summarische Dosiswerte für alle Beschäftigten in bundesdeutschen AKW (separat für Druck- und Siedewasserreaktoren) zur Verfügung gestellt. Diese zeigen den hohen Anteil von Fremdpersonal in bundesdeutschen AKWs. Im Durchschnitt der 1980er und 1990er Jahre waren mehr als 75% aller strahlenexponierten Arbeiter in AKWs bei Fremdfirmen angestellt. Gleichzeitig lag die durchschnittliche Strahlenexposition der Leiharbeiter insbesondere in Druckwasserreaktoren seit Mitte der 1980er Jahre stets höher als die des Stammpersonals. Das Verhältnis der durchschnittlichen Strahlenbelastung hat sich - bei gleichzeitiger Reduktion der durchschnittlichen Jahresdosen - in den vergangenen Jahren immer weiter zuungunsten der Leiharbeiter verschoben. Im Durchschnitt aller AKWs liegt die Strahlenbelastung der Fremdarbeiter gegenwärtig um etwa 70% über der des Stammpersonals.

Diese Sachlage zeigt, daß die internationale Diskussion um die gesundheitlichen Spätfolgen der beruflichen Strahlenexposition ohne Einbeziehung der Leiharbeiter unzureichend ist. So bleibt nicht nur der größte Teil der Ex-

ponierten bei den Risikobetrachtungen für die Beschäftigte in deutschen Atomanlagen bisher unberücksichtigt, sondern darüberhinaus gerade diejenigen, die die höchsten durchschnittlichen Dosen aus externer Exposition aufweisen. Aufgrund der Einsatzschwerpunkte von Leiharbeitern bei Revisionen und Dekontaminationen ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß auch Inkorporationen häufiger als beim Stammpersonal vorkommen.

Neben den Unzulänglichkeiten bei der Erfassung der beruflich bedingten Strahlendosis erlauben die gegenwärtig verfügbaren Daten keinerlei Aufschluß über die Lebenszeitdosis der einzelnen Leiharbeiter. Alle Leiharbeiter, die in Überwachungs- oder Kontrollbereichen in AKWs eingesetzt werden, unterliegen ebenso wie das dortige Stammpersonal der amtlichen personendosimetrischen Überwachung. Durch Fluktuation der Arbeitnehmer und/oder der Firmen ist eine Berechnung der individuellen akkumulierten Lebenszeitdosis der Leiharbeiter aus den monatlichen Dosisometerwerten bislang nicht sichergestellt.

~~Freitag, 9. Juni 2000~~    e n t f ä l l t

**Prof. Dr. Rolf Bertram, Göttingen:**

## **Ungelöste Probleme in der Neutronen-Gewebedosimetrie**

In der Dosimetrie und insbesondere in der Inkorporationsdosimetrie werden Vielfalt und Unterschiede von durch Neutronen primär ausgelösten Effekten nicht hinreichend berücksichtigt. Das gilt vorrangig für die Unterschiedlichkeit von Strahlungsfeldern, von kernchemischen und sekundären radiochemischen Folgereaktionen sowie für die Differenziertheit von hochorganisierten organismischen Gewebebereichen. Alle Rechenmethoden oder Abschätzungen über Neutronenflüsse beruhen auf Modellvorstellungen mit angenommenen unveränderlichen Randbedingungen wie Art der Strahlenquelle, Energieverteilung der Neutronen, Homogenität und Absorptionsvermögen des Zielvolumens. Ein eindeutiger funktionaler Zusammenhang zwischen physikalischen Parametern eines Strahlungsfeldes (z.B. dem Neutronenfluß) und der biologischen Wirksamkeit in hochdifferenziertem Gewebe existiert nicht. In der Realität findet die Energieübertragung innerhalb eines einzigen zu einem Biomolekül gehörenden Atoms statt. Der Übertragungsakt auf das von einem Neutron getroffenen Atom wirkt wie eine Explosion und zerstört oder verändert das Biomolekül und seine Funktion. Würde man auf den tatsächlichen Atomquerschnitt als Wirkungsfläche beziehen, so wäre die lokale Dosis millionenfach größer als bisher angenommen. Zur Abschätzung der Schadwirkung kommt es vor allem darauf an, die (zeitabhängige) Topographie der Dosisverteilung z.B. in einer lebenden Organelle zu ermitteln. Ein realitätsnahes Ermittlungsverfahren ist jedoch für hochdifferenziertes Gewebe nicht bekannt. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand erscheint es aussichtslos, die Einflüsse auf "funktionelle Zentren" innerhalb einer lebenden Zelle zu erfassen. Bei allen prognostischen Angaben über organismische Schädigungen handelt es sich um Abschätzungen, deren Verlässlichkeit von der Kenntnis der zellulären biomolekularen und biochemischen Prozesse abhängt.

**Freitag, 9. Juni 2000, 16.00 Uhr**

**Dr. Sebastian Pflugbeil, Berlin:**

## **Die Regelung der Altlastensanierung in der neuen Strahlenschutzverordnung**

Im vorliegenden Entwurf der neuen Strahlenschutzverordnung wird erstmalig auch der Bereich der natürlichen Strahlenbelastungen erfaßt. Im Blick sind z.B. Radonbelastungen in Wasserwerken, die Belastungen des fliegenden Personals und die Altlastensanierung in der Wismut-Region. Unverständlicherweise werden die Strahlenschutzprobleme im Bereich der natürlichen Strahlenbelastung wesentlich schlechter geregelt als im Bereich der künstlichen Radioaktivität. Das beginnt damit, daß wesentliche Orientierungen wie "Rechtfertigung", "Dosisbegrenzung" und "Dosisreduzierung" für den Bereich der natürlichen Strahlenbelastung gar nicht oder nur äußerst vage formuliert werden. Die Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik wird nicht gefordert. Der Begriff der "beruflich strahlenexponierten Personen (Kategorie A und B)" wird sorgfältig vermieden, es gibt keine ärztliche Vorsorge, Anstelle von klaren Grenzwerten werden gummiartige "Richtwerte" angegeben, die von den betroffenen Arbeitnehmern und Bürgern nicht eingeklagt werden können. Unternehmen, in denen natürliche Strahlenbelastungen auftreten, müssen das erst bei Überschreitung von 6 mSv melden – einem Wert, bei dem etwa in KKW schon der streng reglementierte Kontrollbereich beginnt. Die Arbeitnehmer haben auch kein Recht darauf, ihre persönliche Strahlenbelastung zu erfahren.

Im Einigungsvertrag wurde unbemerkt von der Öffentlichkeit festgelegt, daß in der Wismutregion die Strahlenschutzregelungen der DDR (auf unbegrenzte Zeit) weitergelten sollten. Kommunen und Bürger klagten dagegen vor dem Bundesverfassungsgericht, das neun Jahre brauchte, um festzustellen, daß die Bürger der Wismut-Region tatsächlich schlechter vor Strahlen geschützt werden und dennoch die Klage nicht zur Entscheidung anzunehmen. Der vorliegende Entwurf führt den fragwürdi-

gen Zweiklassen-Strahlenschutz des Einigungsvertrages fort. Betroffen werden Bürger und Arbeitnehmer einer Region, die mit etwa 30.000 anerkannten Opfern des Uranbergbaus mit großem Abstand die höchste Rate an Opfern der Atomindustrie aufweist. Ihre Leiden waren zu DDR-Zeiten tabu, heute erweisen sich finanzielle Gründe als stärker als medizinische Argumente und die Verwirklichung eines andernorts selbstverständlichen Niveaus des Strahlenschutzes. Hier sind unbedingt Nachbesserungen erforderlich.

**Freitag, 9. Juni 2000, 16.15 Uhr**

**A. Brachner, B. Grosche, M. Kreuzer, Prof. Dr. Klaus Martignoni, M. Schnelzer, W. Burkart, Neuherberg:**

## **Die deutsche Uranbergarbeiter-Kohortenstudie -**

### **Erste Ergebnisse**

Die weltweit größte Kohortenstudie bei Uranbergleuten wird zur Zeit vom Institut für Strahlenhygiene des BfS durchgeführt. Die epidemiologische Studie umfasst mehr als 60.000 ehemalige Beschäftigte der Firma Wismut, die in den Jahren 1946 bis 1989 für die Urangewinnung in Sachsen und Thüringen verantwortlich war. Kriterien für die Aufnahme in die Studie waren:

1. Arbeitsaufnahme bei der Firma Wismut zwischen den Jahren 1946 und 1989
2. Mindestbeschäftigungsdauer von 180 Tagen
3. Geburtsjahr nach 1900
4. Vorliegen einer vollständigen Arbeitsgeschichte.

Das Ziel der Kohortenstudie ist die Abschätzung des Risikos für Lungenkrebs und andere Krebsarten sowie Leukämien in Abhängigkeit von der Exposition durch Radon und seinen Folgeprodukten sowie anderen Risikofaktoren wie Rauchen, Arsen, Diesel- und Sprengstoffabgasen.

Die Exposition durch Radon und seine Folgeprodukte, Gammastrahlung sowie langlebige Alpha-Strahler wird mit Hilfe einer Matrix abgeschätzt, bei der die Zeitperiode der Tätigkeit, der Arbeitsort (Objekt, Schacht) und der ausgeübte Beruf berücksichtigt werden. Während ca. 49.000 Bergleute zu der belasteten Gruppe (Uranabbau oder Aufbereitung) gehören, besteht die interne, nicht-exponierte Kontrollgruppe aus ca. 11.000 Wismut-Beschäftigten. Im Mittel gehörten die in der Studie erfassten Personen 13 Jahre der Firma Wismut an. Bisher sind unter den Kohortenmitgliedern 1.436 Lungenkrebsfälle bekannt. Bis Anfang 2002 soll ein erstes Mortalitäts-Follow-up der Studie abgeschlossen sein.

Heutige Risikoabschätzungen über die Lungenkrebsinduktion durch Radon und seine Folgeprodukte beruhen auf gemeinsamen

Auswertungen von elf Bergarbeiter-Kohorten (Kanada, USA, Tschechien, Schweden, Frankreich) mit insgesamt ca. 60.000 Personen. Durch die deutsche Uranbergarbeiter-Studie wird die Datengrundlage für Risikoabschätzungen verdoppelt. Die Stärke der deutschen Studie beruht nicht nur auf ihrer Größe, sondern auch auf der Homogenität der Daten, der Population und der Expositionsbestimmung.

**Freitag, 9. Juni 2000, 16.45 Uhr**

**Prof. Dr. Horst Kuni, Marburg:**

## **Strahleninduzierter Hodenkrebs**

Häufig findet sich die Anschauung, Hodenkrebs sei nicht durch ionisierende Strahlung induzierbar. Dieser Auffassung wird entgegengetreten.

Zunächst wird erörtert, aus welchen Gründen der epidemiologische Nachweis zusätzlicher Fälle von Hodenkrebs erschwert ist. Sodann werden epidemiologische Untersuchungen auf ein vermehrtes Auftreten von Hodenkrebs nach einer Strahlenbelastung durchgesehen und dabei die Größe des relative risk abgeschätzt.

Bei den Atombombenopfern ist die Auswirkung eines ausgeprägten konkurrierenden Zell-Killingeffektes zu beachten, der quantitativ mit dem bekannten Ausmaß der deterministischen Strahlenwirkung auf das Hodengewebe vereinbar ist. Die Verdopplungsdosen liegen im Bereich zwischen 300 und 500 mSv und reichen in der niedrigsten Dosisklasse bis zu 13 mSv hinunter. In dieser Spanne finden sich auch die Verdopplungsdosen, die aus anderen epidemiologischen Untersuchungen sowohl nach Exposition bei einer Strahlentherapie als auch im Beruf abgeleitet werden können.

Freitag, 9. Juni 2000, 17.00 Uhr

Dr. Gerd Georg Eigenwillig, Frankfurt am Main:

## Die Problematik der Anerkennung von strahleninduzierten Berufskrankheiten am Beispiel der Wismut

**Einleitung:** Seit dem 15. Jahrhundert beobachtet man bei den Bergleuten im sächsischen Grubenrevier von Schneeberg tödlich verlaufende Lungenkrankheiten, die seit etwa 130 Jahren als Bronchialkrebserkrankungen gesichert sind. Die Ursachen waren lange unklar. Es wurden u.a. diskutiert die physikalischen und chemischen Eigenschaften und der Radiumgehalt des Gesteinstaubes, die Radiumemanation sowie private Lebensumstände oder genetische Besonderheiten der Bergleute. In den 1950er Jahren wurden international durch epidemiologische Erhebungen vor allem die kurzlebigen Radon-Zerfallsprodukte (RnZP) - überwiegend Alpha-Strahler - als Ursache erkannt. -/- Ferner sind extrapulmonale Krebserkrankungen zu berücksichtigen [z.B. Karzinome des Mund-Rachen-Raumes (einschließlich Kehlkopf), des Skeletts, der Leber, Niere und Leukämien u.a.]. Als Ursachen sind zu betrachten RnZP, Staub mit langlebigen Radionukliden und äußere Strahlenexposition. Da bisher weltweit keine epidemiologischen Erhebungen vorliegen, wurde für die Gegebenheiten der Wismut von Wissenschaftlern ein dosimetrischer Ansatz gewählt, der dem internationalen Stand der Wissenschaft entspricht. Die Verwaltungen der Berufsgenossenschaften lehnen dieses Vorgehen bis auf wenige spezielle Anwendungsfälle ab; denn es liege bei dem dosimetrischen Ansatz nur eine Dosis-Risiko-Beziehung und keine Dosis-Wirkungs-Beziehung vor. -/- Zur Zeit wird untersucht, ob bei Bergleuten der Wismut mit strahleninduzierten Lungenfibrosen gerechnet werden muss.

**Ermittlung der Strahlenexposition:** Die Ermittlung der Strahlenexposition für die Bergleute der Wismut lässt sich wie folgt zusammenfassen. -/- Bis 1954 keine Rn-Messungen, ab 1955 Rn-Messungen, ab 1964 Messung der potenziellen Alpha-Energie-Konzentration der RnZP, ab 1971 Ortsdosimetrie (RnZP, radioaktiver Staub, Gamma-Strahlung an Arbeitsorten) und erst ab 1991 gezielte Erfassung der individuellen Strahlenexposition durch Personendosimeter. Für radioaktiven Staub und die Gamma-Ortsdosisleistung liegen weitere aber oft unsystematische Messungen vor. -/- Da der Uranerzbergbau bei der Wismut 1946 begann, müssen die für die Anerkennung von Berufskrankheiten (BK) notwendigen individuellen Strahlenexpositionen rückwirkend ermittelt werden. Die dafür nach 1991 entwickelten und angewendeten Modelle berücksichtigen lagerstättenspezifische Daten, produktionstechnische Kennziffern, Bewettungsbedingungen, Dokumentationen u.a.. Für den Zeitraum vor 1955 wurden Extrapolationsmodelle erstellt. Eine Zuverlässigkeitsanalyse der verschiedenen Modelle und der eingesetzten Parameter mit dem Ziel, Vertrauensbereiche oder Variationsbereiche der individuellen Strahlenexposition abzuschätzen, ist nicht möglich. Ferner berücksichtigen diese Modelle nicht den Rn-/RnZP-

Beitrag durch Emanation aus Spalten und Klüften und durch Ausgasen einsickernder Grubenwässer. Diese Unsicherheiten und Lücken für die Ermittlung der individuellen Strahlenexpositionen konnten trotz intensiver Arbeiten innerhalb und außerhalb der Berufsgenossenschaften bisher nicht beseitigt werden.

**Berufskrankheit Bronchialkrebs:** Die Sozialversicherung Wismut hat 5237 Fälle von Bronchialkrebs bis Ende 1990 als Berufskrankheit anerkannt. Nach bisherigen Erfahrungen ist weiterhin mit etwa 200 BK-Anerkennungen pro Jahr zu rechnen. Das Maximum der Anzahl der Fälle liegt z.Z. bei einer Latenzzeit von etwa 40 Jahren. Über 90% der als BK anerkannten Fälle entfallen auf Bergleute, die bis 1955 eingestellt wurden, und weniger als 10% auf Einstellungen zwischen 1956 und 1960. BK-Anerkennungen bei Bergleuten mit Einstellungen nach 1960 kamen nur selten zu Stande. Nach einer ersten Abschätzung 1990 betrug die individuelle Strahlenexposition für die Bergleute der Wismut bis 1955 durchschnittlich 150 WLM (750 mSv effektive Dosis) pro Jahr und sie wurde danach fortlaufend drastisch gesenkt bis auf durchschnittlich 2 WLM (10 mSv effektive Dosis) und weniger pro Jahr ab 1976. -/- In der Wismut lagen bis etwa 1970 den Anerkennungsvorschlägen medizinische Einzelbegutachtungen zu Grunde. Mangels Angaben von Messdaten orientierte man sich an der Art der Tätigkeit sowie der Tätigkeitsdauer unter Tage; 10 bis 15 Jahre waren eine wesentliche Anerkennungsvoraussetzung. Ab 1971 folgten die Anerkennungsvorschläge dem Postulat von Anerkennungsschwellen. Betrug die akkumulierte Strahlenexposition weniger als 200 WLM, erfolgte Direktablehnung. Fälle mit Expositionsermittlungen von 200 WLM bis 450 WLM wurden von der *Kommission für strahleninduzierte Krebserkrankungen* (BK-92-Kommission) beurteilt. Sie erarbeitete Entscheidungsvorschläge z.B. unter Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen, der Beschäftigungsdauer und von Latenzzeitbetrachtungen. Die Sozialversicherung Wismut war nicht an die Empfehlungen der BK-92-Kommission gebunden. Konnten Belastungen von 450 WLM und mehr belegt werden, wurde die Direktanerkennung ausgesprochen. Ab Mitte der 1970er Jahre galt ferner das Bestehen einer als BK anerkannten Silikose als Nachweis einer ausreichenden Strahlenexposition. Mitte 1990 wurde die direkte Anerkennungsschwelle von 450 WLM auf 200 WLM abgesenkt. -/- Im Januar 1991 wurden die Berufsgenossenschaften der Bundesrepublik zuständig. Das BK-Verfahren stellt ohne Anwendung einer Anerkennungsschwelle auf den Einzelfall ab, für den die Kausalzusammenhänge zwischen der versicherten Berufstätigkeit und der schädigenden Einwirkung (haftungsbegründete Kausalität) andererseits zu prüfen sind. Für den Nachweis der schädigenden Einwirkung - in diesem

Falle der individuellen Strahlenexposition - wird ein hoher Grad an Wahrscheinlichkeit im Sinne eines juristischen Vollbeweises gefordert. Eine hinreichende Wahrscheinlichkeit ist dann gegeben, wenn nach dem anerkannten Stand der medizinischen Wissenschaft mehr für als gegen einen Zusammenhang spricht und ernste Zweifel hinsichtlich einer anderen Verursachung ausscheiden.

**Fazit:** Wegen der ausgewiesenen systembedingten Schwierigkeiten bei der Ermittlung der individuellen Strahlenexposition, wegen der Latenzzeiten u.a. sind für Bronchialkrebs, extrapulmonale Krebserkrankungen und Lungenfibrose die juristischen Voraussetzungen für die Beweisumkehr im BK-Anerkennungsverfahren zu schaffen.

**Freitag, 9. Juni 2000, 17.15 Uhr**

**Dipl.-Biol. Bernd Franke, Heidelberg,**

**Kevin R. Gurney, Takoma Park, MD, USA:**

## **Estimates of Lung Burdens for Workers at a Uranium Weapons Facility in the U.S.**

With the end of the Cold War and the subsequent decline in the level of nuclear weapons production, many questions have been raised about the nature of radiological harm visited upon communities, the environment and those employed in the network of weapons production facilities. Data on exposure, historically retained in classified status, is now available and can be used to reconstruct radiological doses received by workers, communities and the environment.

Historical dose reconstruction efforts, however, are often hampered by problems such as poor recordkeeping, data incompatibilities, and inconsistent measurement programs. This can result in computed doses so approximate as to be nearly useless. Difficulties such as these arose during our review of the radiological monitoring data collected at the Feed Materials Production Center (FMPC) in Fernald, Ohio, USA. Though the facility operated for about three and one-half decades, direct measurement of radioactive materials (primarily uranium of different types of enrichment) in the lung, the most sensitive organ, were begun after the facility had been in operation for about 15 years. Prior to that time, only urinalysis measurements were taken. Unfortunately, information necessary to reconstruct a radiological dose from this earlier data using traditional means is not available.

In this paper, we present a novel approach based on an outline by M.C. Thorne to reconstructing radiological doses from urinalysis data that overcomes the typical information limitations found in historical monitoring efforts was used. By assembling the data for all workers where both lung burdens and urine samples for the same period exist, a facility-wide relationship between uranium excretion rate and lung burden was calculated which re-

flects the mean metabolic characteristics of material inhaled by workers at the facility during the period of time lung burdens were measured (~1968 to 1980). The representativeness of this facility-wide average was examined by performing the same calculation for individual plants and comparing it to the facility-wide result.

This relationship between uranium excretion rate and lung burden was then used to infer the lung burden of individual workers in the years preceding 1968 based on a smoothed time series of urine sample measurements. The lung burden was then used to calculate annual average lung concentrations for all workers for whom urine sampling was performed. On the basis of the above analysis, we conclude that a significant percentage of the workers at FMPC in the 1950s and early 1960s had lung burdens that would yield doses in excess of then-prevailing legal limit for lung doses of 0.15 Sv/yr. The largest exposures occurred in 1955, where 90% of the worker population experienced lung doses exceeding the legal limit.

**Samstag, 10. Juni 2000, 9.00 Uhr**

**Prof. Dr. Beate Meier, Garching,**

**J. Fait, München:**

## **Umweltkontamination als Folge einer unkontrollierten Freisetzung von radioaktivem $^{57}\text{Co}$**

Radioaktives  $^{57}\text{Co}$  wurde 1997 in der Kläranlage Garching gefunden. Nachdem die Konzentration 1998 um das Fünffache angestiegen war, führte das Landesamt für Umweltschutz (LFU) eine Kontrolle im als Quelle der Kontamination ermittelten Zyklotron des Physikdepartments der TU München durch. Dabei wurden zahlreiche unerkannte Kontaminationen mit  $^{57}\text{Co}$  und Verstöße gegen Sicherheitsvorschriften festgestellt und deren Beseitigung angeordnet. Am 7.12.1998 kam es zur weiteren Freisetzung von Radioaktivität mit Personenkontamination. Das veranlasste das LFU zu Messungen ausserhalb des Gebäudes. Diese zeigten Kontaminationen auf Wegen und Wiesen mit Grenzwertüberschreitungen. Noch Wochen nach Beendigung der radioaktiven Arbeiten, fand das LFU  $^{57}\text{Co}$ , teils mit Grenzwertüberschreitung, auch in mehreren Wohnungen der Mitarbeiter, bis hin zum Strahlenschutzbeauftragten. Im Januar 1999 wurde das Zyklotrongebäude durch das LFU geschlossen und umfangreiche Dekontaminationen angeordnet.

Wie konnte es zu Umweltkontaminationen mit  $^{57}\text{Co}$  über längere Zeit kommen? Im radioaktiven Kontrollbereich wurden mikrobiologische, gentechnische, biochemische und chemische Arbeiten durchgeführt und mit offener Radioaktivität gearbeitet. Diese Mischnutzung von Laborgeräten und Chemikalien innerhalb und ausserhalb des Kontrollbereichs stellte eine permanente Kontaminationgefahr dar. Der radioaktive Kontrollbereich mußte zum Arbeiten ständig betreten und verlassen werden, so dass ein routinemäßiges Freimessen nicht möglich war. Die Messgeräte funktionierten oft nicht. Private Gegenstände der Mitarbeiter, wie Autoreifen, Fahrräder etc. wurden im Kontrollbereich gelagert. Zu den gentechnischen Laboren und zum radioaktiven Kontrollbereich gab es

keine Zugangskontrolle, so dass auch institutsfremde Personen diesen betreten konnten. Diese Zustände waren der TU München bis hin zum Präsidenten bekannt. Versuche, kritischer Mitarbeiter eine Trennung der Bereiche und eine Zugangskontrolle über die Behörden zu erwirken, wurden mit Abmahnungen geahndet. Erst nach dem öffentlichen Bekanntwerden der Umweltkontaminationen wurde am 24.4.99 angeordnet, den Eingang zum Zyklotron verschlossen zu halten.

**Samstag, 10. Juni 2000, 9.15 Uhr**

**Dr. Alfred Körblein, München:**

## **Kinderkrebs um deutsche Atomkraftwerke**

Die Studie des Mainzer Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation (IMSD) zu Krebsraten bei Kindern um die 20 Standorte von kerntechnischen Anlagen (KTA) in Deutschland ergab keinen auffälligen Befund. Das Risiko für Kinder unter 15 Jahren, in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen an Krebs zu erkranken, wurde darin gerade so hoch ermittelt wie in geeignet gewählten Vergleichsregionen (relatives Risiko = 0,99). Da diese Studie einen großen Zeitraum von 16 Jahren und 20 westdeutsche Standorte umfasst, sah man in dieser Frage keinen weiteren Forschungsbedarf mehr.

Neben den 15 deutschen Standorten von Atomkraftwerken umfasste der IMSD-Bericht aber auch die Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich, den seit 1985 stillgelegten Versuchsreaktor in Kahl und zwei Leistungsreaktoren, die nur kurze Zeit in Betrieb waren: Mülheim-Kärlich mit nur wenigen Monaten Probebetrieb, und den Hochtemperaturreaktor in Hamm mit etwa 400 Volllasttagen. Ohne diese Standorte errechnet sich eine signifikante Erhöhung der Krebsrate bei Kindern unter 15 Jahren im Nahbereich (0-5 km) der Atomkraftwerke um 22% ( $p=0,047$ ), um Siedewasserreaktoren sogar um 40%. Bei Kleinkindern unter 5 Jahren sind die Krebsraten im Nahbereich um 53% erhöht ( $p=0,0034$ ), um Siedewasserreaktoren um 70%. Leukämien sind bei Kleinkindern im Nahbereich mit 76% noch deutlicher erhöht ( $p=0,012$ ).

Der IMSD-Bericht enthält auch Daten für die Standorte von kerntechnischen Anlagen in der ehemaligen DDR. Auch dort errechnet sich im 15 km Umkreis eine signifikante Erhöhung der Krebsrate bei Kindern unter 15 Jahren um 25% ( $p=0,045$ ).

Eine weitere Studie wurde 1995 vom Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) für die 5 bayerischen Standorte kerntechnischer Anlagen erstellt. Sie ergab, wie die Arbeit des IMSD, keine Auffälligkeiten bei kindlichen Krebsfällen. Aber auch hier waren neben den 3

Standorten von Atomkraftwerken (Gundremmingen, Isar, Grafenrheinfeld) zwei weitere Standorte in die Untersuchung einbezogen worden: der 1985 stillgelegte Versuchsreaktor in Kahl und der Forschungsreaktor in Garching, dessen thermische Leistung 1000-mal kleiner ist als die eines üblichen Leistungsreaktors. Wie schon bei der IMSD-Studie zeigt sich eine deutlich signifikante Erhöhung der Krebsrate um 35% im 15-km Umkreis dann, wenn nur die 3 KKW-Standorte berücksichtigt werden ( $p=0,0043$ ). Die Erhöhung der Krebsrate an den beiden Standorten Gundremmingen und Isar ist sogar einzeln signifikant.

Schon 1993 wurden vom Bundesamt für Strahlenschutz Daten der Krebsinzidenz bei Kindern in Bayern in den Jahren 1983-89 veröffentlicht. Auch hier wurde die Frage nach erhöhten Leukämieraten bei Kindern um die Standorte von kerntechnischen Anlagen untersucht. Eine Auffälligkeit wurde nicht festgestellt. Mit Hilfe dieser Daten lässt sich zeigen, dass die Krebsrate in den Landkreisen um die 3 bayerischen KKW-Standorte gegenüber den restlichen bayerischen Landkreisen erhöht ist. Die Erhöhung beträgt 42% und ist auf dem 1 Promille Niveau signifikant. Auch die Leukämierate ist signifikant erhöht.

In keiner der oben betrachteten drei offiziellen Studien wird eine Auffälligkeit der Inzidenz von Krebs- oder Leukämieraten in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen festgestellt. Dagegen ergeben die Reanalysen derselben Daten in jedem Fall statistisch auffällige Ergebnisse, wenn sich die Auswertung auf die Standorte von Atomkraftwerken beschränkt.

**Samstag, 10. Juni 2000, 9.30 Uhr**

**Dr. Wolfgang Hoffmann, Bremen:**

**Findings of congenital malformations in Europe suggest an association with fallout from the Chernobyl nuclear disaster**

Population exposure due to Chernobyl fallout in Europe has been estimated to be in the range of natural background radiation. Based on current radiobiologic knowledge, health effects, if any, would not be measurable with epidemiologic means.

Several independent reports, however, describe isolated peaks in the prevalence of congenital malformations in the cohort conceived immediately after onset of the fallout. The consistency of time pattern and specific types of malformations raises concerns as to their potential significance. In this presentation findings from Turkey, Belarus, Croatia, Finland, Germany, and other countries will be summarized and their implications for radiation protection and public health will be discussed.

**Samstag, 10. Juni 2000, 9.45 Uhr**

**Prof. Dr. Dr.h.c. Edmund Lengfelder, München:**

## **Schilddrüsenerkrankungen nach Tschernobyl - Hintergründe gezielter Desinformation in Wissenschaft und Politik**

Unter den Gesundheitsfolgen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl im Jahre 1986 steht in den betroffenen drei GUS-Republiken die dramatische Zunahme von Schilddrüsenerkrankungen, insbesondere von Schilddrüsenkrebs an vorderster Stelle. Die meisten Fälle sind in Belarus aufgetreten. Im Verwaltungsgebiet Gomel (größer als Baden-Württemberg) ist im Beobachtungszeitraum von 13 Jahren nach der Reaktorkatastrophe (1986-1998) in der Altersstufe 0-18 Jahre die Summe der jährlichen Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs 58-fach höher als im gleichen Zeitraum vor dem Unfall. Die Realität dieser Entwicklung steht in krassm Widerspruch zu den jahrelangen verharmlosenden Behauptungen von Regierungen, internationalen Organisationen (z. B. IAEA) und Industriezweigen, die an der fortgesetzten Nutzung der Atomenergie starkes Interesse haben. Die Fakten zu Tschernobyl haben auch gezeigt, dass die bisherigen Konzepte des Katastrophenschutzes für die Bevölkerung im Falle eines Super-GAU in Deutschland bezüglich Evakuierungszonen und Schilddrüsenkrebsprophylaxe absolut untauglich sind.

Unter Federführung der Internationalen Atomenergieagentur (IAEA - die unter dem Dach der UNO agierende Leitstelle der Gemeinschaft von Staaten mit Atomenergienutzung) wurde 1990 das Internationale Tschernobyl-Projekt durchgeführt. An dieser großen Untersuchung der Tschernobyl-Folgen haben auch 200 westliche Wissenschaftler aus meist staatlichen Forschungseinrichtungen - ausgewählt von der Administration ihrer pronuklearen Regierungen - mitgewirkt. Trotz vorliegender Beweise eines zig-fachen Anstiegs des Schilddrüsenkrebses in der GUS hat im Jahre 1991 die IAEA mit ihren Helfern die Welt gezielt belogen: Es gebe keine strahlenbedingten Gesundheitsfolgen.

Die Fortsetzung der Strategie der Verharmlosung findet sich in zahlreichen von der Europäischen Atomenergiegemeinschaft, vertreten durch die Europäische Kommission EC, den USA und von Japan finanzierten Forschungsprojekten.

Die EC, die USA und Japan haben sich 1997 gemeinsam mit der WHO zu einer internationalen Interessens- und Sponsorengruppe mit dem Ziel zusammengeschlossen, durch ein neues internationales wissenschaftliches Projekt die Forschung und Berichterstattung über den Schilddrüsenkrebs in den drei GUS-Staaten Belarus, Russland und der Ukraine ihrer Kontrolle zu unterwerfen und die zugangsberechtigten Forscher nach eigenen Maßstäben auswählen zu können. Die Sponsorengruppe bezeichnet ihr neues Projekt von kontrollierten Gewebe-, Blut- und Datenbanken zum Schilddrüsenkrebs als hilfreich und nützlich für das Ziel, wissenschaftliche Konkurrenz und das Entstehen widersprüchlicher Publikationen zu vermeiden. Ferner soll die von ihr finanzierte Forschung prüfen, ob nicht Umweltfaktoren oder die genetische Besonderheit der von Tschernobyl betroffenen Menschen zu dem massiven Anstieg des Schilddrüsenkrebses beigetragen haben.

Das Wissen um die tatsächlichen Folgen von Tschernobyl macht die Dimension der Auswirkungen deutlich, die die Menschen im Falle einer atomaren Katastrophe in einem westlichen Kernkraftwerk erwartet.

**Samstag, 10. Juni 2000, 10.00 Uhr**

**Dr. Sebastian Pflugbeil, Berlin:**

## **Missbrauch von Radionukliden durch den Staatssicherheitsdienst der DDR**

Ende Dezember 1989 fanden Mitglieder des Geraer Bürgerkomitees in der Geraer Untersuchungshaftanstalt des MfS einen Fotoraum, in dem hinter einem Vorhang ein Röntgengerät aufgestellt war. Es wuchs – gestützt durch entsprechende Meldungen aus Rumänien – der Verdacht, daß die STASI ihre Gegner mit “Strahlenbehandlungen” krank gemacht oder gar umgebracht haben könnte. Dieser Verdacht wurde auch von dem Schriftsteller Jürgen Fuchs geäußert, der im STASI-Gefängnis in Berlin inhaftiert war und später in den Westen abgeschoben wurde. Fuchs starb 1999 an Leukämie, sein Tod war Anlaß, den bestehenden Verdacht genauer zu untersuchen.

Die vorliegenden Erkenntnisse stützen nicht den Verdacht, daß Röntgengeräte dazu mißbraucht wurden, Oppositionelle gesundheitlich zu schädigen. Im Verlauf der Recherche wurden jedoch umfangreiche bisher nicht bekannte Unterlagen erschlossen, die belegen, daß die STASI ein komplexes System unterschiedlicher Markierungsverfahren auf der Basis von Radionukliden entwickelt und eingesetzt hat. Es wurden Papiere, Kraftfahrzeuge, Schreibmaterialien und sogar Personen mit radioaktiven Substanzen markiert, um dann “konspirativ” deren Bewegungen mit Hilfe von Geigerzählern kontrollieren zu können. Die Experten der STASI waren sich darüber im Klaren, daß diese Verfahren nicht unter Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen der DDR zu verwirklichen waren. In Verträgen zwischen dem Staatlichen Amt für Atomicherheit und dem Ministerium für Staatssicherheit wurde deshalb vereinbart, daß das MfS sich im Strahlenschutz selbst kontrollieren darf. Das war die Voraussetzung dafür, daß den zu überwachenden “Zielpersonen” bei einem Einsatz eine bis zu 16 mal höhere Strahlenbelastung zugemutet werden konnte, als für Personen aus der Bevölkerung zulässig war. Mehrere Einsätze pro Jahr an einer Ziel-

person waren möglich, Fehler bei der Anwendung unvermeidbar.

Die erforderlichen Radionuklide wurden von der STASI konspirativ aus dem Zentralinstitut für Kernforschung in Rossendorf bezogen.

Aufgrund der auffallend strengen Geheimhaltung auch innerhalb des MfS ist damit zu rechnen, daß bisher nur die Spitze eines Eisbergs bekannt ist.

Die menschenverachtenden Praktiken des MfS sind nicht einzigartig, sie erinnern an die schrecklichen Versuche im Dritten Reich, das Judenproblem mit Sterilisierung durch Röntgenstrahlen zu lösen und an die Menschenversuche mit ahnungslosen Kranken und Behinderten in den USA und in Großbritannien, in denen die Wirkung von Radionukliden auf den Menschen erforscht werden sollte.

**Samstag, 10. Juni 2000, 11.00 Uhr**

**Wolfgang Baumann, Fachanwalt für Verwaltungsrecht,**

**Axel Pottschmidt, Rechtsanwalt, Würzburg:**

## **Rechtliche Aspekte der Umsetzung der Euratom-Richtlinie 96/29 in deutsches Recht**

Mit der Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen hat der Gemeinschaftsgesetzgeber zahlreiche neue Vorgaben getroffen, die insbesondere erhebliche Anpassungen der Strahlenschutzverordnung, aber auch anderer atomrechtlicher Vorschriften erfordern.

Aufgrund der aktuellen Erkenntnislage muss davon ausgegangen werden, dass die Regelungen der Euratom-Richtlinie, die auf Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) aus dem Jahre 1991 basieren, nicht dem Stand der Wissenschaft entsprechen und keinen ausreichenden Schutz vor den Gefahren ionisierender Strahlung sicherstellen. Soweit die Vorgaben der Richtlinie hinter den Erfordernissen des Strahlenschutzes zurückbleiben, dürfte sie insbesondere mit Art. 30 Euratom-Vertrag, der die Ermächtigung zum Erlass von Grundnormen für den Gesundheitsschutz enthält, nicht vereinbar sein.

Der deutsche Gesetzgeber ist bei der Umsetzung nicht nur an die Vorgaben der Euratom-Richtlinie gebunden, sondern muss insbesondere das auch verfassungsrechtlich abgesicherte und im Atomgesetz, der Ermächtigunggrundlage für die Strahlenschutzverordnung, angeordnete Schadensvorsorgegebot beachten. Dies macht es erforderlich, in der Strahlenschutzverordnung wesentlich strengere Grenzwerte für die zulässige Strahlenbelastung festzusetzen, als nach der Richtlinie vorgesehen.

Ein Konflikt mit gemeinschaftsrechtlichen Vorgaben ergibt sich hieraus nicht, da die Richtlinie dem Erlaß strengerer Grenzwerte nicht entgegensteht.

Der vorliegende Entwurf zur Novellierung der Strahlenschutzverordnung (Stand 3. April 2000) bedarf noch umfangreicher Überarbeitung. Zur Umsetzung des Schadensvorsorgegebots sind insbesondere die Dosisgrenzwerte für Bevölkerung und Arbeitnehmer deutlich zu verschärfen. Ebenfalls erheblicher Nachbesserungsbedarf besteht hinsichtlich der Regelungen zur Freigabe radioaktiver Stoffe aus der atomrechtlichen Überwachung. Diesbezüglich bleibt der Entwurf hinter den Vorgaben der Richtlinie zurück und ist somit nicht gemeinschaftsrechtskonform.

Vielfach ohne sachlichen Grund sieht der Entwurf für Arbeitnehmer, die bei ihrer Arbeit in besonderer Weise natürlicher Radioaktivität ausgesetzt sind, geringere Schutzmaßnahmen vor, als für Arbeitnehmer, deren Tätigkeit einen zielgerichteten Umgang mit radioaktiven Stoffen umfasst. Dies ist nicht nur mit Grundsätzen des deutschen Rechts unvereinbar, sondern widerspricht auch den Vorgaben und Zielen der Euratom-Richtlinie. Denn die Richtlinie gewährt den nationalen Gesetzgebern hinsichtlich des Schutzes vor natürlicher Radioaktivität zwar einen größeren Spielraum bei der Umsetzung, gestattet jedoch nicht eine willkürliche Absenkung des Schutzniveaus.

**Samstag, 10. Juni 2000, 11.15 Uhr**

**Dipl.-Phys. Wolfgang Neumann, Hannover:**

## **Die Freigabe von schwachaktiven Reststoffen für den konventionellen Umgang auf Grundlage des 10 $\mu$ Sv-Konzeptes**

Durch den Betrieb und vor allem bei Stilllegung und Abriss von Atomanlagen fallen große Mengen Stoffe an, die in unterschiedlichem Ausmaß radioaktiv kontaminiert sind. Für die schwachaktiven Stoffe ist in der Bundesrepublik Deutschland zukünftig eine einheitliche Regelung zur Freigabe dieser Stoffe aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes vorgesehen, die im Novellierungsentwurf des Bundesumweltministeriums (BMU) zur Strahlenschutzverordnung enthalten ist. Grundlage für diese Freigaberegulation sollen das sogenannte 10  $\mu$ Sv-Konzept der Internationalen Atomenergieagentur (IAEA) und die entsprechenden Vorschriften in der Richtlinie der Europäischen Union (Richtlinie 96/29/Euratom) zum Strahlenschutz sein. Im vorliegenden Beitrag wird geprüft, inwieweit das 10  $\mu$ Sv-Konzept der IAEA und seine Intentionen sowie die Vorgaben der EU in der vom BMU vorgelegten Freigaberegulation umgesetzt wurden. Dabei wurden Defizite vor allem bei der Abgrenzung der zu Strahlenbelastung führenden Freigabepraktiken und der Berücksichtigung der Kollektivdosis festgestellt. Ferner wird die Gewährleistung der Einhaltung der individuellen Strahlenbelastung von 10  $\mu$ Sv bei Anwendung der Freigaberegulation qualitativ diskutiert. Es werden Aspekte benannt, die gegen die Gewährleistung sprechen. Als Konsequenz der Bewertung wird ein zeitlich befristetes Moratorium für die Umsetzung der Freigaberegulation in die Strahlenschutzverordnung gefordert, um eine Neubewertung unter Beteiligung relevanter gesellschaftlicher Gruppen vornehmen zu können.

**Samstag, 10. Juni 2000, 11.30 Uhr**

**Dipl.-Biol. Bernd Franke, Heidelberg:**

## **Die Regelung der Freigabe radioaktiver Stoffe im internationalen Vergleich**

Die geplante Novellierung der Strahlenschutzverordnung zur Angleichung an die Euratom-Richtlinie 96/29 enthält Werte zur Freigabe radioaktiver Stoffe, u.a. auch für Metallschrott, Bauschutt und Abfälle. Nach ihrer Freigabe sind die fraglichen Stoffe im rechtlichen Sinne keine radioaktiven Stoffe mehr. Die Einhaltung der Freigabewerte soll gewährleisten, dass für betroffene Einzelpersonen eine effektive Dosis von 10  $\mu\text{Sv}$  jährlich nicht überschritten wird. In dieser Arbeit werden die für Deutschland vorgeschlagenen Werte mit entsprechenden Daten aus Untersuchungen für Kontrollbehörden in den USA und Großbritannien verglichen. Auf der Basis dieser international anerkannten Modellrechnungen bieten die vorgeschlagenen Werte keine hinreichende Gewähr zur Einhaltung des Dosiskriteriums, d.h. eine Unterschreitung einer Strahlenbelastung von 10  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr einer kritischen Bevölkerungsgruppe ist nicht zuverlässig sichergestellt. In einzelnen Fällen wäre mit Folgedosen zu rechnen, die um mehrere Größenordnungen über dem Dosiskriterium liegen. Die in der Novellierung der Strahlenschutzverordnung vorgeschlagenen Werte liegen ebenfalls um ein vielfaches über den entsprechenden Richtwerten, die in Großbritannien auch nach der dortigen Implementierung der Euratom-Richtlinie 96/29 gültig bleiben. Die vorgeschlagene Regelung im Entwurf der Strahlenschutzverordnung ist deshalb abzulehnen; ein Moratorium bis zur Klärung der Unsicherheiten wird empfohlen. Das Beispiel Großbritanniens zeigt überdies, dass für EU-Mitgliedsstaaten striktere Regelungen realisierbar sind. International besteht ein großer Bedarf nach einer einheitlichen Regelung der Freigabewerte in der EU, da radioaktiv kontaminierte Stoffe in einem EU-Staat aus der weiteren Überwachung entlassen werden können und z.B. als Metallschrott in den Wirtschaftskreislauf gelangen können.

**Samstag, 10. Juni 2000, 11.45 Uhr**

**Dipl.-Ing. Heinrich Messerschmidt, Lüchow:**

## **Die Freigrenzen-Änderung nach § 8 des Verordnungsentwurfes – Gefährdung durch unzulässig hohe Individualdosen und durch wesentliche Erhöhung der Kollektivdosis**

Nach der gültigen Strahlenschutzverordnung 76/89 ist der antrags- und genehmigungsfreie Umgang mit Nukliden kommerziell und beruflich unterhalb dieser Verordnung auf geringe Gesamtaktivitäten und relativ niedrige spezifische Aktivitäten (Aktivitätskonzentrationen) von Stoffen beschränkt. Es können bisher unterhalb den Verordnungsregelungen nur kleine Arbeitsmengen bzw. Chargen in Betrieben und Labors gehandhabt werden. Die Auswirkungen bezüglich der Gefährdung von Einzelpersonen durch auftretende Organdosen, bzw. der effektiven Dosis und auch der kollektiven effektiven Dosis sind also eingegrenzt, überschaubar und relativ gering. Dies soll sich nach der Entwurfsfassung des § 8 Abs. 1 künftig grundlegend zuungunsten des Strahlenschutzes der Bevölkerung ändern. Künftig sollen unbeschränkt hohe Gesamtaktivitäten (in Bq) von Stoffen mit wesentlich höheren spezifischen Aktivitäten (in Bq/g) als bisher antrags- und genehmigungsfrei ohne Überwachung in die Umwelt verbracht werden dürfen; sogar grenzüberschreitend aus fremden Staaten. Erhebliche Strahlenschäden als Folge im deterministischen Bereich für die Bevölkerung werden die Regel. Unüberschaubar hoch wird die daraus entstehende Kollektivdosis insgesamt und in lokalen Bereichen.

Begründet wird die Regelung damit, daß eine nach Anlage III Tab. 1 Spalte 3 einzuhaltende spezifische Aktivität der Nuklide bzw. der Nuklidgemische dazu führen werde, daß eine effektive Individualdosis von höchstens 10 Mikrosievert jährlich einzuhalten sei und nicht mehr als ca. 1 Mann-Sievert jährlich an Kollektivdosis entstehe, wodurch dann die radiologischen Auswirkungen so gering seien, daß keine Regelungen nötig sind.

Nuklide mit spezifischen Aktivitäten bis zu den Werten der Spalte 3 der Tab. 1 der Anlage

III werden damit für "harmlos" erklärt. Dies ist sachlich nachweisbar falsch und es wird durch Beispiele belegt, daß bei "nennenswerten Wahrscheinlichkeiten" Szenarien nachweisen können, daß es zu schweren deterministischen Strahlenschäden von Einzelpersonen kommt.

Die aus der Freigrenzenregelung resultierende Kollektivdosis kann in Verbindung mit der unüberschaubar hohen freigesetzten Aktivität Folgen stochastischer Art auslösen, die erheblich auf das Gesundheits- und Krankenversicherungssystem einwirken. Nachgewiesen wird, daß der genehmigungsfreie Umgang nach § 8 Abs. 1 die unterhalb der Novelle rangierende Freigabe nach § 29 völlig dominiert und juristisch praktisch aushebelt.

Wenn die Verordnung nach § 8 Abs. 1 unverändert in Kraft tritt, wäre dies das größte Zugeständnis einer Regierung an die Atombranche, welches je erfolgt ist, um ihr zu erlauben aus Kostenersparnisgründen enorm große Aktivitäten mit hohen spezifischen Aktivitäten unkontrolliert in die Umwelt freizusetzen und damit der Bevölkerung Menschenopfer durch Strahlenschäden und genetische Veränderungen zumutet, die auf Dauer nicht revidierbar sind.

**Samstag, 10. Juni 2000, 12.00 Uhr**

**Dipl.-Phys. Karin Wurzbacher, München:**

## **EU-Grenzwerte und radioaktive Belastung von Lebensmitteln nach Tschernobyl**

### 1. Bewältigung der Tschernobylfolgen

Die EG hat nach dem Unfall von Tschernobyl Bedingungen für die Einfuhr landwirtschaftlicher Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern festgelegt. Diese Regelungen sollten nur eine begrenzte Zeit gültig sein, wurden aber in der Folge immer wieder verlängert, zuletzt am 1. April 2000. Die festgelegten Höchstwerte an Radioaktivität gelten streng nur für die Einfuhr in die EU, werden aber auch innerhalb der EU als solche angewendet.

Die Tatsache, daß die radioaktive Belastung bestimmter landwirtschaftlicher Erzeugnisse aus den am stärksten von dem Unfall betroffenen Gebieten die festgelegten Höchstwerte noch überschreitet, hat die Kommission der Europäischen Gemeinschaften immer wieder veranlaßt die Grenzwertregelung zu verlängern. Außerdem gab es wiederholte Fälle einer Nichteinhaltung der Höchstwerte, insbesondere bei einigen Pilzarten aus osteuropäischen Ländern. Dies führte dazu, daß die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse 1999 durch spezielle Bestimmungen ergänzt wurden, vorrangig und verschärft für Pilze.

### 2. Vorsorge für weitere Unfälle

Für den Fall eines erneuten nuklearen Unfalls oder einer radiologischen Notstandssituation, die zu einer erheblichen Belastung von Nahrungs- und Futtermitteln führen kann, sind für die EU abgeleitete Referenzwerte festgesetzt worden, die dann zur Festlegung von Höchstwerten herangezogen werden können.

### 3. Kontrolle belasteter Lebensmittel seit Tschernobyl

Seit nunmehr 14 Jahren verfolgt das Umweltinstitut München e.V. den Verlauf der radioaktiven Belastung von Lebensmitteln. Als Meßgerät steht hochwertiges Gammaskpektrometer (Germanium-Detektor) zur Verfügung. Während direkt nach Tschernobyl die Bela-

stung von Milch und Milchprodukten sowie von Babynahrung eine große Rolle gespielt hat, konzentriert sich heute die Aufmerksamkeit auf Waldprodukte. Gerade in den vergleichsweise hochbelasteten Gebieten Südbayerns erregt das Thema "radioaktive Belastung durch Tschernobyl" während der Pilzseason nach wie vor die Gemüter.

**Samstag, 10. Juni 2000, 12.15 Uhr**

**Dipl.-Kfm. Traute Kirsch, Beverungen:**

## **Das neue Strahlenschutzrecht - Die radioaktive Verseuchung aller Lebensbereiche**

Die Neugestaltung des Strahlenschutzrechtes\* hat den Sinn, die Atomindustrie von dem Problem der großen Mengen niedrig strahlender radioaktiver Abfälle zu befreien.

Dieses Problem beruht auf dem im bisherigen Atomgesetz festgelegten Entsorgungskonzept, das die Atomfirmen verpflichtet, ihre radioaktiven Abfälle – auch die niedrigstrahlenden – endzulagern.

Da es kein Endlager gibt, will man das Entsorgungskonzept als Hemmnis für die weitere Nutzung der Atomkraft beseitigen. Gesetzlich soll für die Atomfirmen ein Anspruch auf Befreiung niedrig strahlender radioaktiver Abfälle von der atomrechtlichen Überwachung und damit von dem Etikett "radioaktiv" festgeschrieben werden. Als Folge würden diese Abfälle dann dem Abfallwirtschafts- und Kreislaufgesetz unterstellt, um über Müllkippen, Verbrennung, Rezyklierung und Verwertung "entsorgt" zu werden.

Die Pflicht zur Entsorgung würde von den Atomfirmen auf die Gemeinden übergehen. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)\*\* rechtfertigt die Umdeklarierung radioaktiver Abfälle zu konventionellen damit, daß der Freigabewert so festgelegt sei, "daß bei seiner Anwendung in der Praxis die Bevölkerung allenfalls "geringfügig" strahlenexponiert wird." Die Geringfügigkeit der künstlichen Strahlenbelastung wird daraus abgeleitet, daß mit der Verbringung niedrigstrahlender radioaktiver Abfälle in die Umwelt nur ein minimaler Bruchteil der natürlichen Strahlenbelastung erreicht werde.

Doch Freigabewerte im Bereich der 10 Mikrosievert/a stellen keine einzuklagenden Grenzwerte dar. Nach dem § 2 AtG neu wird die Bundesregierung ermächtigt, den Behörden die Praxis der Ermittlung von Freigabewerten vorzugeben.

Richtschnur für die zu erlassenden Regelungen wird sein, die Kosten für die Atomindustrie zu

minimieren. Freigaben werden sich also letztendlich bei Werten einpendeln, die etwas unterhalb von Strahlungsmengen liegen, bei denen mit unmittelbaren Schadensfolgen für die Gesundheit von Arbeitern und Bevölkerung zu rechnen ist. Bei Überschreitung solcher Strahlungsmengen würde der Fall vorliegen, der juristisch als "abzuwehrenden Gefahr" definiert wird und Arbeitnehmer und sonstige betroffene Personen berechtigt, Schutzmaßnahmen einzuklagen.

Dies entspricht den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP 60 von 1990), nach denen deterministische Schäden sicher vermieden und stochastische Schäden unter Berücksichtigung der Optimierung des gesellschaftlichen Nutzens hingenommen werden müssen.

Das neue Strahlenschutzrecht wird also dazu führen, daß der gesamte Atom Müll, der nicht gerade als hochaktiv zu kennzeichnen ist, "verdünnt" in alle Lebensbereiche gebracht wird.

\* Gesetzesentwurf der Bundesregierung u. Entwurf der Strahlenschutzverordnung des Bundesumweltministeriums vom Dezember 1999.

\*\* Bundesamt für Strahlenschutz: "Herleitung von Dosisumwandlungsfaktoren für die Freigabe von Abfällen mit geringfügiger Radioaktivität".

**Samstag, 10. Juni 2000, 13.15 Uhr**

**Dipl.-Biol. Bettina Dannheim, Bremen:**

## **Die “neuen” Regelungen der beruflichen Strahlenbelastung**

Der zur Zeit vorliegende Entwurf der Novelle der Strahlenschutzverordnung sieht vor, die Jahresgrenzwerte für beruflich Strahlenbelastete von bisher 50 auf 20 mSv (Effektivdosis) zu senken. Somit wird die bundesdeutsche Strahlenschutzgesetzgebung an den in vielen europäischen Ländern etablierten Standard und an die Euratom-Grundnorm angepaßt. Bereits Mitte der 80er Jahre hatte sich herausgestellt, dass die strahleninduzierten Krebsraten in dem als Referenzkollektiv geltenden japanischen Atombombenüberlebenden etwa zehnmal höher lagen, als vorher angenommen. Der jetzt vorgesehene Grenzwert von 20 mSv entspricht einer Senkung um lediglich den Faktor 2,5 und ist weder angesichts der Evidenz der schon eingetretenen Schädigungen beruflich strahlenexponierter Beschäftigter vertretbar, noch ist er mit den früher angeführten Schutzprinzipien der ICRP vereinbar.

Die Berufsgruppe des fliegenden Personals wird künftig als strahlenbelastet anerkannt und ein Dosisgrenzwert von 20 mSv/Jahr festgelegt. Strahlenbiologische und epidemiologische Untersuchungen zeigen, dass die verwendeten Strahlungswichtungsfaktoren die biologische Wirksamkeit der Neutronenstrahlung unterschätzen und somit Grenzwertüberschreitungen des fliegenden Personals nicht auszuschließen sind.

Die bisherige Strahlenschutzverordnung enthält für die effektive Dosis neben dem Jahresdosisgrenzwert auch einen Grenzwert für die Lebensarbeitszeit von 400 mSv, dieser Grenzwert soll beibehalten werden. Höhere Berufslebensdosen sollen künftig allerdings in Ausnahmefällen behördlich zulässig sein, diese Regelung ist abzulehnen.

Die Höhe der Organgrenzwerte wird für Strahlenexponierte der Kategorie B angehoben, für Strahlenexponierte der Kategorie A sollen sie unverändert beibehalten werden. Personen mit stark inhomogenen Teilkörperbelastungen werden somit nicht von der Senkung der Jahresgrenzwerte profitieren.

Im Bereich des Strahlenschutzes für das ungeborene Leben sieht die Novelle im jetzigen Entwurf eindeutig eine Verschlechterung vor. Das generelle Tätigkeitsverbot für schwangere Frauen im Kontrollbereich soll aufgehoben werden, die effektive Dosis der Gebärmutter darf nach Bekanntgabe einer Schwangerschaft bis zu 1 mSv betragen.

Unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisse über die Wirkung ionisierender Strahlung ist die vorgenommene Absenkung der Grenzwerte in der Novelle der Strahlenschutzverordnung unzulänglich. Eine Vielzahl von Ausnahmeregelungen macht die wenigen Ansätze, den bisherigen Standard nicht wesentlich zu verschlechtern, unwirksam. Ein ausreichender Gesundheitsschutz beruflich strahlenexponierter Personen ist mit Einführung der “neuen” Grenzwerte nicht gewährleistet.

**Samstag, 10. Juni 2000, 13.30 Uhr**

**Dr. Heiner von Boetticher, M. Gotzmann, Dr. W. Hoffmann,  
Bremen:**

## **Die Neufassung der Röntgenverordnung**

In der Neufassung der Röntgenverordnung werden Strahlenschutzgrundsätze, die im Wesentlichen auch schon bisher gegolten haben, stärker betont: Der Strahlenschutz des Patienten basiert auf Nutzen/Risiko-Abwägungen, wobei gleichzeitig Verfahren festgelegt werden, um den technischen Standard zu optimieren. Der Strahlenschutz des Personals wird bestimmt durch Dosisgrenzwerte parallel zu einem Minimierungskonzept, wobei beide Ansätze zum Teil miteinander konkurrieren.

Änderungen, die auf den Strahlenschutz des Patienten Einfluß haben, betreffen unter anderem die Rechtfertigung des Betriebes einer Röntgeneinrichtung, die Optimierung von Röntgenanlagen und Anwendungsverfahren, die Rechtfertigung der Untersuchung, die Fachkunde des Personals und die Aufstellung diagnostischer Referenzwerte. Insbesondere der letzte Punkt ist unter dem Gesichtspunkt relevant, die zu erwartende Patientendosis für eine Untersuchung als Grundlage für eine Nutzen/Risiko- Abschätzung angeben zu können und unnötig hohe Expositionen zu vermeiden.

Für den Strahlenschutz des Personals sind vor allem die neuen Grenzwerte für die Effektivdosis auffällig, wobei die Definitionswerte der Strahlenschutzbereiche und der Kategorien für beruflich strahlenexponierte Personen entsprechend angepaßt werden. Die tatsächliche Bedeutung dieser Werte und insbesondere des neu geschaffenen Grenzwertes für Schwangere wird im Hinblick auf die in der Röntgendiagnostik realistischerweise auftretenden Strahlendosen des Personals diskutiert.

**Samstag, 10. Juni 2000, 13.45 Uhr**

**Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, Bremen:**

## **Bewertung neuer Dosisfaktoren für inkorporierte Radioaktivität in der novellierten Strahlenschutzverordnung**

Die Strahlenschutzverordnung schreibt in einer Anlage die Verwendung von Dosisfaktoren vor, die zur Bestimmung der effektiven Dosis und von Organdosen dienen, wenn ein Radionuklid in den Körper gelangt. Die Angaben erfolgen für verschiedene Altersklassen in Sv pro Bq für Aufnahme über den Atemtrakt in Dampf- oder Aerosolform (Inhalation) und Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt (Ingestion). Sie beruhen auf Modellrechnungen der ICRP und sind z. Teil erheblich gesenkt worden, d.h. führen bei der gleichen inkorporierten Radioaktivität zu kleineren Dosiswerten als früher. Grundsätzlich ergibt sich durch die Variabilität der verschiedenen eingehenden Parameter wie Organgröße, Stoffwechselverhalten, Löslichkeit und Partikelgröße eine große Bandbreite errechenbarer Äquivalentdosen bei gleicher aufgenommener Aktivität, anhand derer u.a. die Einhaltung von Grenzwerten gewährleistet werden soll. Probleme für den Strahlenschutz ergeben sich daraus, dass 1) die nach ICRP zu ermittelten Dosiswerte nicht konservativ sind, d.h. in gewissem Rahmen auf der sicheren Seite liegen, und 2) keine Vertrauensbereiche für die Dosisfaktoren angegeben werden. In der Literatur ist belegt, dass Dosisunterschätzungen bis zu 2 Größenordnungen auftreten können. Als Beispiel wird der niederenergetische Betastrahler Tritium diskutiert. Bei diesem Nuklid kommt hinzu, dass die seit langem bekannte höhere Relative Biologische Wirksamkeit für stochastische Schäden bei der Novellierung wiederum nicht berücksichtigt werden soll.

Ein weiteres Defizit besteht darin, dass für die empfindlichsten Stadien, nämlich Embryonen, keine Dosisfaktoren angegeben werden. Das Dilemma der Dosisfaktoren kann nur durch "Worst Case"-Modellierung behoben werden.

**Samstag, 10. Juni 2000, 14.00 Uhr**

**Prof. Dr. Wolfgang Köhnlein, Münster:**

## **Die Aktivitäten und Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP)**

Die Geschichte der internationalen Strahlenschutzkommission, der ICRP, muß immer noch geschrieben werden. Die ICRP ist eine sich selbst ernennende und perpetuierende Kommission, die niemandem Rechenschaft schuldig ist. Ihre Mitglieder sind meist auch auf nationaler Ebene in den Gremien des Strahlenschutzes tätig, so daß die Empfehlungen der ICRP oft unverändert in die Formulierungen nationaler Strahlenschutzgesetze Eingang finden. Ein Blick auf die Hintergründe der so hoch angesehenen Organisation zeigt aber, daß ihre Empfehlungen in teilweise sehr einseitiger Betrachtungsweise und in engem Zusammenwirken mit Politik und Nuklearindustrie zustande gekommen sind.

Die ICRP wurde 1928 gegründet, als die Nebenwirkungen der Röntgenstrahlung wie Hautverbrennungen, Hauttumoren und Leukämien immer deutlicher wurden. Damals konnten noch keine Risikofaktoren oder zulässige Dosisgrenzwerte angegeben werden. Noch 1934 glaubte die ICRP, eine Jahresdosis von 500 mGy sei von einer normalen, gesunden Person tolerierbar. Internationale Empfehlungen zum Strahlenschutz wurden von der ICRP in den Jahren 1929, 1951, 1955, 1959, 1966, 1977 und 1991 publiziert. Dabei wurden die empfohlenen Dosisgrenzwerte in jeder neuen ICRP-Publikation weiter abgesenkt stets verbunden mit der Beteuerung, diesmal das Strahlenrisiko richtig eingeschätzt zu haben. So empfiehlt die ICRP in Ihrer Publikation Nr. 60 einen Dosisgrenzwert für beruflich Strahlenexponierte von 50 mSv/Jahr und für die allgemeine Bevölkerung eine maximal zulässige Dosis von 1 mSv/Jahr. Die ICRP hat auch ihre Vorstellungen über den Verlauf der Dosiswirkungs Beziehung im Verlauf der Jahre wiederholt verändert. Ging man 1959 noch von einem ungefährlichen Dosisbereich mit anschließend linearer Risikozunahme aus, so war 1966 das lineare schwellen-

freie Modell und 1977 ein linear-quadratisches Modell zur Ermittlung des Risikos vorgeschlagen worden. In der Empfehlung von 1991 wird dann wieder das lineare schwellenfreie Modell bevorzugt. Im Jahr 1977 gibt die ICRP erstmals eine Abschätzung für das Krebsrisiko von 1,25% pro Sv an. Auf Grund der Neubewertung der Risikoanalysen der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki verändert die ICRP auf vielseitigen Druck unabhängiger Wissenschaftler ihre Risikoempfehlung auf 5% pro Sv. Damit bleibt die ICRP erheblich hinter den Erwartungen und den wissenschaftlichen Erkenntnissen über die krebsinduzierende Wirkung der ionisierenden Strahlung zurück.

Neuere Bestrebungen in der ICRP zur Vereinfachung der Strahlenschutzphilosophie gehen wieder in die Richtung einer Dosiswirkungskurve mit einer Schwelle. Während die ICRP bisher gesellschaftliche Kriterien benutzte, indem sie für Kosten/Nutzen Analysen von der Kollektivdosis über die gesamte Bevölkerung und alle Zeit ausging, um zu einer optimalen Kontrolle einer radioaktiven Quelle zu kommen, ist das neue Konzept ein individuelles auf Strahlenquellen bezogenes Kriterium, das so formuliert werden kann: Falls das Gesundheitsrisiko für die am stärksten exponierte Person unbedeutend ist, dann ist das Gesamtrisiko unabhängig von der Zahl der exponierten ebenfalls unbedeutend. Eine solche Philosophie würde aber die Aufgabe des stochastischen Prinzips der Strahlenwirkung bedeuten.

## 9. und 10. Juni 2000

**Dr. Rolf Goedecke, Dr. Heiner von Boetticher, Bremen:**

### **Exposition durch Magnetfelder aus einem gleichstrombetriebenen Straßenbahnnetz**

Messungen der statischen magnetischen Flußdichte an verschiedenen Orten im Stadtgebiet Bremens zeigen, daß das normalerweise zeitlich sehr konstante Erdmagnetfeld von deutlichen, auf den ersten Blick chaotisch erscheinenden Schwankungen überlagert ist. Eine eingehende Analyse der Überlagerungen ergab, daß diese vom Fahrbetrieb der Bremer Straßenbahn verursacht sind. Die Orientierung der Feldschwankungen sowie ihre räumliche Abnahme von der Trassenführung zeigen, daß als Feldquelle mit zunehmendem Abstand nicht mehr das System Fahrdraht/Schiene, sondern überwiegend vagabundierende Erdströme in Erscheinung treten.

Es werden aktuelle Ergebnisse gezeigt und deren mögliche Bedeutung diskutiert.

**Dr. Rolf Goedecke, Bremen:**

### **Messung niederfrequenter elektrischer Wechselfelder in Innenräumen: Beeinflussung der Meßgröße durch das Meßverfahren**

Zur Abschätzung der auf den Menschen in Innenräumen einwirkenden niederfrequenten elektrischen Wechselfelder werden gegenwärtig eine Reihe von Verfahren angewandt, die jedoch (jeweils entsprechend den im Einzelfall vorliegenden Umständen) Meßwerte mit deutlichen systematischen Fehlern liefern können. Ursache hierfür ist die unvermeidliche erhebliche Feldänderung, die – je nach gewähltem Verfahren – durch Einbringen bzw. Entfernen des Meßgerätes bzw. seiner Zuleitungen oder der belasteten Person in den Meßort (ggf. mit signifikanter Änderung der Abstände zu den

Feldquellen), sowie ggf. durch die Änderung derer Potentiale, während der Messung auftritt. Eine allgemein brauchbare Meßvorschrift, z.B. in Form einer gültigen Norm, existiert derzeit nicht.; auch der vorliegende Norm-Entwurf E DIN IEC 85/148/CDV (VDE 0848 T 11): 1998-08 gibt keine befriedigende Antwort.

In diesem Beitrag werden die Schwachstellen der derzeit praktizierten Verfahren skizziert. Es wird weiter ein – allerdings apparativ aufwendiges – Meßverfahren vorgeschlagen, mit dem in akzeptabler Zeit realistische Messungen der Belastung von Personen mit niederfrequenten elektrischen Feldern in Innenräumen durchgeführt werden können.

**Ralph Graeub, Ing.-Chem. ETH, Langnau/Schweiz:**

### **Oxidativer Stress durch Petkau-Effekt**

Für umweltbedingte Effekte (z.B. Erkrankungen) durch radioaktive Emissionen bzw. ionisierende Strahlung wird in der Regel ein monokausaler Beweis wie in der Experimentalwissenschaft erwartet, d.h. eine zeitliche und räumliche Korrelation (Zusammenhang) sowie eine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Das ist wohl experimentell möglich, nicht aber bei der biologischen Komplexität im Umfeld von Atomanlagen oder Atomexplosionen. Die Bevölkerung wird nicht dosimetriert.

#### **1. Generelle Linearität ist falsch**

Eine Ausnahme war das Massenexperiment Hiroshima/Nagasaki mit nachträglich gutwillig geschätzten hohen äusseren Strahlendosen (Atomblitze). Dessen Ergebnisse bilden immer noch den Grundpfeiler unserer Dosisgrenzwerte, d.h. eine lineare Dosis-Wirkung von hoch nach tief (halbe Dosis = halbe Wirkung). So erscheinen die Effekte radioaktiver Emissionen gerade im niedrigsten Dosisbereich - der für den Bevölkerungs- und Umweltschutz so

# Poster

wichtig ist - als harmlos. Als weitere Unterschätzung verbleibt die qualitative und quantitative Bewertung von Strahleneffekten überhaupt (Äquivalenzdosen). So können Behörden behaupten, dass z.B. beobachtete zusätzliche Krebstodesfälle oder andere Schäden in AKW-Umgebung - bei den verursachten kleinen Dosen - gar nicht möglich - seien (Beispiel AKW Krümmel).

Scholz fordert deshalb als Alternative zur monokausalen Beweisführung die Anerkennung von Indizienbeweisen, wie es im Strafrecht üblich ist und epidemiologische Studien in der Umwelt sie auch liefern können.

## **2. Überlinearität ist realistisch (Petkau-Effekt)**

Während die direkte Übertragung der Strahlenergie tatsächlich linear erfolgt (direkte Treffer), demonstrierte Petkau schon 1972 Überlinearitäten durch strahleninduzierte freie Sauerstoffradikale (Oxidativer Stress) an biologischen Zellmembranmodellen.

Es steht heute fest, dass dieser indirekte Mechanismus im niedrigen Dosisbereich bei niedrigen Dosisraten wirksam ist (umgekehrter Dosisraten-Effekt). Dadurch ergeben sich überlineare Dosis-Wirkungskurven. Sie erklären - im Gegensatz zu der linearen Kurve - beobachtete, sonst nicht erklärbare Strahleneffekte (incl. Tschernobyl-Folgen).

Die Überlinearität von Wirkungskurven ist sowohl experimentell (in vivo auch an Membranen und DNA) als auch durch eine Vielzahl von Korrelationen (Indizienbeweisen) gesichert. Aus diesem riesigen Puzzle (Scholz): ergibt sich, als Gesamtbild letztlich die Kausalität und, dass deshalb Kernspaltmissionen zu verbieten sind. In der Ausstiegsgespräch muss dieser Aspekt Priorität haben. Es wird eine Fülle von Indizienbeweisen präsentiert werden.

## **Inna Klause, Bremen: Folgen der Atomversuche in Kasachstan**

Es ist beinahe unmöglich, eine ökologisch saubere Region in Kasachstan zu finden. Die Fläche, die hier für militärische nukleare, biologische und chemische Tests mißbraucht

wurde, entspricht der Ackerfläche des Landes. Das sind 18 Mio. ha Boden.

470 der insgesamt 498 im Zeitraum von 1949-1989 in Kasachstan getesteten Atombomben explodierten auf dem Semipalatinsker Polygon. 124 von 470 Tests waren atmosphärisch. Heute noch beträgt die Radioaktivität auf dem Testgelände bis zu 10000 mR/h bei den Explosionsstellen.

Es waren etwa 500 000 Menschen, die im Laufe von 40 Jahren chronisch mit unterschiedlichen Strahlendosen kontaminiert wurden. 300 000 km<sup>2</sup> Boden wurden radioaktiv verseucht. Heute sind mehr als 5 Millionen Kinder in Kasachstan krank. Auf alle 100 Kinder kommen 95 Krankheiten, darunter Anämie, Rachitis und psychomotorische Störungen. Die Zahl der an onkologischen Erkrankungen, besonders an Blutkrebs und an psychischen Krankheiten, leidenden Kinder steigt von Jahr zu Jahr. Jedes dritte bis fünfte Kind wird krank geboren. 60% der Bevölkerung im Gebiet Semipalatinsk haben Fehler im genetischen Code. Physiker und Ärzte bringen diese Entwicklung mit der Wirkung der chronischen niedrigen Strahlendosen in Verbindung.

Durch die Störung des natürlichen Radioaktivitätsniveaus sind neue Krankheitsbilder entstanden. Ärzte sprechen von Semipalatinsk-AIDS und Sarjal-Krankheit.

Im Nordwesten Kasachstans gibt es die Testgelände Asgir und Kapustin Jar, der Süden Kasachstans mit der früheren Hauptstadt Almaty lag im Kreuzfeuer des Semipalatinsker Polygons und des chinesischen Testgeländes Lob Nor. Nach den chinesischen Tests wurden Radionuklide, z.B. Caesium-137, in Pflanzen in der Umgebung von Almaty und in der Grenzstadt Zharkent festgestellt. Die Kindersterblichkeit in Almaty korreliert mit dem Zeitplan der chinesischen Atomversuche.

Der 1999 gestorbene Professor für Physik und Mathematik an der Akademie der Wissenschaften Kasachstans Iwan Tschasnikow sagte für 2010-2020 eine genetische Katastrophe für Kasachstan voraus. Das würde nach seinen Berechnungen genetische Fehler bei jedem zweiten Kind bedeuten.

# Poster

## Dr. Alfred Körblein, München: Cancer rates and background radiation

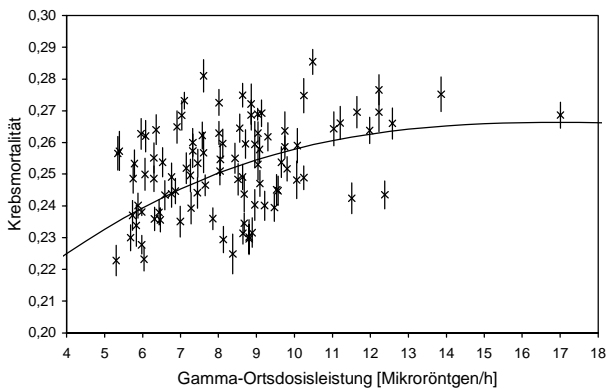
Cancer mortality rates in the 96 districts of Bavaria, Germany show a strong association with background radiation. A linear regression yields a risk factor of  $8.6 \cdot 10^{-4}$  per mSv (calculated with a life expectancy of 70 years and a latency period of 20 years). The association is highly significant ( $p = 1 \cdot 10^{-7}$ ).

A curvilinear dose response relationship with a relationship of the form  $y = ax + bx/(c+x^2)$  yields a significant improvement of the fit ( $p = 0.043$ ).

From the slope of the curve at an average background radiation of 8 microroentgen per hour, a risk factor of 0,001 per mSv is calculated. This is 20-times more than the ICRP-value of  $5 \cdot 10^{-5}$  per mSv.

The data on cancer mortality rates during 1979-1988 were obtained from a publication of the German Federal Office of Radiation Protection (Bundesamt für Strahlenschutz, 1993). Data for the gamma dose rate on a district level were obtained from the Bavarian Environmental Ministry.

Published in: *Umweltnachrichten* 86/99 (in German).  
Also available at: [www.umweltinstitut.org](http://www.umweltinstitut.org) (in German).



Cancer mortality rates in all Bavarian districts as a function of background radiation. The solid line is the best fit to the data allowing for a curvilinear dose response.

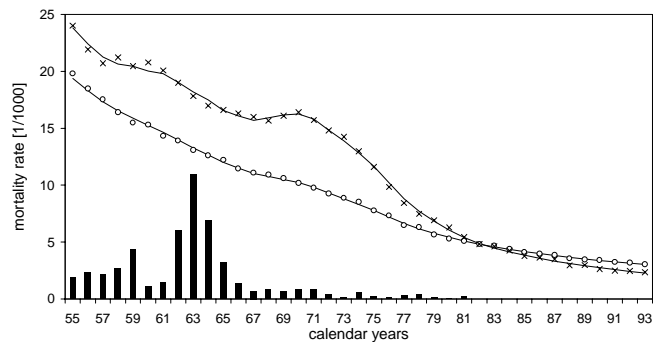
## Dr. Alfred Körblein, München: Perinatal mortality in Germany and fallout from atmospheric bomb testing

German perinatal mortality data from 1955-1993 show an increase around 1970, relative to an exponentially falling trend. This increase can be related to the uptake of radioactive strontium from fallout of atmospheric bomb testing in the fifties and early sixties: children born to mothers which were exposed to strontium in food during puberty had a higher perinatal mortality rate.

A combined analysis of early neonatal mortality and stillbirth rates, using individual exponential secular trends, plus additional terms that reflect the average strontium concentration in pregnant women, yields a good fit to the data.

The model also allows for a curvilinear dose response. The best fit is obtained with power 1.9 of dose.

The strontium term in the model accounts for 100.000 excess perinatal deaths from atmospheric bomb tests in West Germany alone.  
To be published.



Early neonatal mortality (crosses) and stillbirth (circles) rates in West Germany and result of a combined fit (solid lines). The black columns represent the concentration of strontium in the fallout.

# Poster

**Dr. Fabio Morales,**  
Managua/Nicaragua:

## **Die Strahlenschutzverordnung der Republik Nicaragua**

Im Jahr 1993 wurde in Nicaragua das erste Gesetz über ionisierende Strahlung erlassen. Das Gesetz war sehr allgemein gehalten; es wurden daher Ausführungsbestimmungen notwendig, die sich einerseits an internationalen Empfehlungen orientieren sollten, andererseits aber auch die Realität in Nicaragua berücksichtigen mußten.

Die neue Strahlenschutzverordnung ist ein Kompromiß zwischen diesen beiden Zielen. Sie orientiert sich an neuen Publikationen wie "The International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources", die von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und anderen Organisationen empfohlen worden sind.

In der Verordnung werden verschiedene Bereiche wie Strahlenschutz, radioaktive Abfälle, Transport von radioaktiven Quellen u.a. berücksichtigt. Die Verordnung soll eine Brücke zwischen dem Gesetz über ionisierende Strahlung und detaillierten Normen, wie sie z.B. in Deutschland oder den USA gelten, und den Empfehlungen der IAEO bilden. Darüber hinaus wurden auch die Empfehlungen berücksichtigt, die von einer lateinamerikanischen Expertengruppe (ARCAL) gemacht wurden.

In dem Beitrag werden die wichtigsten Bestimmungen der neuen Verordnung dargestellt. Exemplarisch werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten mit internationalen Empfehlungen und der deutschen Strahlenschutzgesetzgebung herausgearbeitet.

**Christiane Pierl, Claudia  
Terschüren, Kirsten Udke-Dost,  
Dr. Wolfgang Hoffmann, Bremen:  
Erfassung der Belastung durch  
niederfrequente elektrische und  
magnetische Felder in einer  
epidemiologischen Studie**

Die Wirkung von niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern auf den Menschen ist immer noch Gegenstand zahlreicher Forschungsbemühungen. Labor- und epidemiologische Studien zeigen oft widersprüchliche Ergebnisse. Maßgeblich für die Diskrepanz der Studienergebnisse sind vermutlich die unterschiedlichen Methoden zur Erfassung der Exposition (Repacholi 1998). Die meisten epidemiologischen Studien zu möglichen Gesundheitsrisiken durch technische Felder erfassen die Exposition nach unterschiedlichen Verfahren, analysieren nur ausgewählte Feldquellen und beschränken sich auf eine Expositionsart (elektrische bzw. magnetische Felder bestimmter Frequenzen). Andere Feldquellen und Frequenzen sowie Kombinationswirkungen bleiben unberücksichtigt. In der häuslichen Umgebung verursachen Elektrogeräte und die elektrische Installation elektrische und magnetische 50 Hz Felder. Auch 16,7 Hz Felder von Bahnanlagen können in Wohnungen auftreten. Durch standardisierte Feldstärkemessungen kann die Exposition objektiv und präzise erfaßt werden.

Bislang existiert noch keine breite Expositionsdatenbasis. Für die weitere Forschung ist daher die Gewinnung von Messdaten nach standardisierten Messverfahren und der Aufbau von Datenbanken von großer Bedeutung. Im Rahmen der "Norddeutschen Leukämie- und Lymphomstudie" (NLL) werden in Haushalten in den Landkreisen um Hamburg Messungen zu niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern durchgeführt. Hierfür wurden innovative Verfahren entwickelt und implementiert.

Dieser Posterbeitrag soll einen Einblick geben, wie Belastungen durch niederfrequente Felder für wissenschaftliche Studien messtechnisch erfasst werden.

Repacholi, M.H. (1998): Low Level Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields: Health Effects and Research Needs, *Bioelectromagnetics*, 19: 1-19

# Poster

Prof. Dr. **Inge Schmitz-Feuerhake**,  
Bremen:

## **Strahleninduzierte Katarakte als Folge berufsmäßiger Exposition**

Trübungen der Augenlinse als Folgeerscheinung ionisierender Strahlung werden in der Literatur schon seit langer Zeit beschrieben. Die sich ausbildenden Katarakte (Grauer Star) wurden zu den deterministischen Effekten gezählt und eine Schwellendosis von 2 Sv bei Akutbestrahlung bzw. von 4 Sv bei geringer Dosisleistung angenommen (UNSCEAR 82). Untersuchungen zum Entstehungsmechanismus und der Befund, dass Katarakte in den Hochdosiskohorten von Hiroshima und Nagasaki nur statistisch aufgetreten sind, führten zu der Hypothese, dass es sich um stochastische Effekte handelt. Dies wird bestätigt durch Untersuchungen von Klein et al. (1993), die Katarakte nach Röntgen-CT des Kopfes fanden. Des Weiteren wurden gehäuft auftretende Katarakte in der Bevölkerung der Region Semipalatinsk beobachtet, dem durch Atomwaffen kontaminierten Testgelände der UDSSR in Sibirien (Worgul et al. 96). Diese Autoren sehen Linsentrübungen sogar als geeignet an für die Biologische Dosimetrie.

Aufgrund von Befunden über die Deposition von Radionukliden aus dem Blutkreislauf in den Augen (Griffith et al. 85) und aufgrund der Wasserlöslichkeit von Radon, das daher von außen in die Linse eindringen kann, müssen Katarakte auch als Spätschäden bei Uranbergleuten beachtet werden.

- Cornelia J. **Baines** MD, MSc, FACE,  
Professor, Department of Public Health  
Sciences, University of Toronto, Canada,  
12 Queen's Park Cres. W.,  
Toronto, Ont. M5S 1A5 4, 11
- Wolfgang **Baumann**, Rechtsanwalt,  
Kanzlei Baumann Krüger Eiding,  
Annastr. 28, D-97072 Würzburg,  
<http://www.baumann-Rechtsanwaelte.de>  
29
- Eduard **Bernhard**, BBU e.V. Bonn,  
Wiesbadener Str. 2, D-63801 Kleinostheim 6
- Dr. Rolf **Bertram**, Prof. a.D., TU Braun-  
schweig, Am Klausberge 27, 37075 Göttingen 18
- Dr.rer.nat. Heiner **von Boetticher**,  
Zentralkrankenhaus Links der Weser,  
Institut für Radiologie, Senator-Weßling-Str.  
1, D-28277 Bremen 6, 14, 36
- Bettina **Dannheim**, Dipl.-Biol., Universität  
Bremen, FB 1, Medizinische Physik,  
Postfach 330440, D-28334 Bremen 35
- Dr. Gerd Georg **Eigenwillig**, IG Metall, Hans-  
Thoma-Straße 19, D-60596 Frankfurt a. Main 22
- J. **Fait**, Bayerisches Landesamt für Ernährung,  
Rechenzentrum, Ludwigstrasse 2,  
D-80539 München 24
- Bernd **Franke**, Dipl.-Biol., Institut für  
Energie- und Umweltforschung Heidelberg  
GmbH (ifeu),  
Wilckensstr. 3, D-69120 Heidelberg 23, 31
- Dr.rer.nat. Rolf **Goedecke**, Dipl.-Phys.,  
Kurfürstenallee 44, D-28211 Bremen 6, 39
- M. **Gotzmann**, Betriebsärztlicher Dienst,  
Zentralkrankenhaus Links der Weser,  
Senator-Weßling-Str. 1, D-28277 Bremen 35
- Ralph **Graeb**, Ing. Chem. ETH  
Postfach 210, CH-8135 Langnau/Schweiz 6, 39
- Kevin R. **Gurney**, Institute for Energy and  
Environmental Research,  
Takoma Park, MD, USA.  
p.A. B. Franke, ifeu,  
Wilckensstr. 3, D-69120 Heidelberg 23
- Anna **Heimers**, Dipl.-Biol., Universität  
Bremen, FB 1, Medizinische Physik,  
Postfach 330440, D-28334 Bremen 15
- Dr.med. Wolfgang **Hoffmann**, MPH  
Bremer Institut für Präventionsforschung,  
Sozialmedizin und Epidemiologie (BIPSE),  
Grünenstr. 120, D-28199 Bremen  
6, 17, 26, 35, 43
- Traute **Kirsch**, Dipl.-Kfm., atompolitische  
Sprecherin des Bund für Umwelt und  
Naturschutz Deutschland LV NW e.V.,  
Zum Buchholz 6, D-37688 Beverungen 34
- Inna **Klause**, Stud.,  
Ed.-Bernstein-Str.12, D-28329 Bremen 6, 40
- Prof. Dr.rer.nat. Wolfgang **Köhnlein**,  
Universität Münster,  
Institut für Strahlenbiologie,  
Robert-Koch-Str. 43, D-48149 Münster 3, 38
- Dr. Alfred **Körblein**,  
Umweltinstitut München e.V.,  
Schwere-Reiter-Str. 35/1b, D-80797 München  
6, 25, 41
- Helmut **Kowalewsky**, Dipl.-Phys., ehem.  
BAM, Kaunstr. 12A, D-14163 Berlin 6
- Achim **Kranefeld**, Dipl.-Phys., Universität  
Bremen, FB 1, Medizinische Physik,  
Postfach 330440, D-28334 Bremen 12
- Prof. Dr.med. Horst **Kuni**,  
Universitätsklinikum der Philipps-Universität  
Marburg, Klinische Nuklearmedizin,  
D-35033 Marburg  
<http://staff-www.uni-marburg.de/~kuni/h/>  
13, 21
- Hans-Jürgen **Lebuser**, Cpt. i.R.,  
Vereinigung Cockpit e.V., Lerchesberg-ring  
24, D-60598 Frankfurt a.M. 16

# Poster

- Prof. Dr.med. Dr.h.c. Edmund **Lengfelder**,  
Universität München,  
Institut für Strahlenbiologie,  
Schillerstr. 42, D-80336 München 27
- Prof. Dr. Brian I. **Lord**,  
Paterson Institute for Cancer Research,  
Christie Hospital, Manchester, U.K. 8, 9
- Prof. Dr. Klaus **Martignoni**, Bundesamt für  
Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene,  
85762 Neuherberg 20
- Christiane **Meenen**, Dipl.-Ing.,  
Unfallkasse Freie Hansestadt Bremen,  
Abt. Prävention, Walsroder Str. 12-14,  
D-28215 Bremen 14
- Prof. Dr. Beate **Meier**, Technische Universität  
München, Physik Department E17, James  
Franck Strasse, D-85747 Garching 24
- Dipl.-Ing. **Heinrich Messerschmidt**,  
Wendlandstr. 13, D-29439 Lüchow 32
- Dr. Fabio **Morales**, President CONEA, Centro  
Nacionale de Radioterapia del costado oeste  
del C. C. Nejapa 300 m. al sur.  
Managua, Nicaragua 6, 42
- Dr. Ulrich **Neumann**, Medizinphysiker,  
Gronaustr. 24 b, D-65205 Wiesbaden 6
- Wolfgang **Neumann**, Dipl.-Phys., Gruppe  
Ökologie, Institut für ökologische Forschung  
und Bildung e.V., Kleine Düwelstr. 21,  
D-30171 Hannover 30
- Dr.rer.nat. Sebastian **Pflugbeil**,  
Gormannstr. 17, D-10119 Berlin 3, 19, 28
- Christiane **Pierl**, Bremer Institut für  
Präventionsforschung und Sozialmedizin,  
Grünenstr. 120, D-28199 Bremen 6, 42
- Lars **Pohlmeier**, Arzt, Sprecher der IPPNW,  
Körtestraße 10, D-10967 Berlin 3
- Sergey G. **Prishchep**, International Sakharov  
Environmental University,  
Dolgobrogskaya St. 23, 220009 Minsk,  
Belarus 10
- Prof. Dr.rer.nat. Inge **Schmitz-Feuerhake**,  
Universität Bremen, FB 1, Medizinische  
Physik, Postfach 330440, D-28334 Bremen  
6, 12, 37, 43
- Walter **Soyka**, Institut für biologische  
Sicherheit, Fedelerstr. 2, D-28757 Bremen 6
- Claudia **Terschüren**, Bremer Institut für  
Präventionsforschung und Sozialmedizin,  
Grünenstr. 120, D-28199 Bremen 6, 43
- Kirsten **Udke-Dost**, Bremer Institut für  
Präventionsforschung und Sozialmedizin,  
Grünenstr. 120, D-28199 Bremen 6, 43
- Karin **Wurzbacher**, Dipl.-Phys.,  
Umweltinstitut München e.V.,  
Schwere-Reiter-Str. 35/1b, D-80797 München  
33

Die **Tagungsgebühr** (incl. Tagungsunterlagen, Abstract-Band, Pausengetränke) beträgt

Euro 80,- (DM 156,47) für Mitglieder der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.,

Euro 110,- (DM 215,14) für Nichtmitglieder,

Euro 42,- (DM 82,14) für Studierende,

Euro 16,50 (DM 32,27) pro zusätzlichem Abstract-Band,

Euro 20,- (DM 39,12) pro Person für das Buffet am Abend des 8. Juni 2000

Überweisungen bitte auf das **GSS-Kongresskonto bei der Berliner Volksbank eG Nr. 527 236 2019, BLZ 100 900 00.**

### **Impressum:**

© Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.  
Geschäftsstelle, Universität Bremen, FB 1,  
Postfach 330 440, D-28334 Bremen  
<http://www.gfstrahlenschutz.de>

Redaktion: Bettina Dannheim, Thomas Dersee, Wolfgang Köhnlein, Sebastian Pflugbeil, Inge Schmitz-Feuerhake

Herstellung: Thomas Dersee, Strahlentelex,  
Rauxeler Weg 6, D-13507 Berlin  
<http://www.strahlentelex.de>