

Inhaltsverzeichnis

Strahlenexposition des fliegenden Personals in der Zivilluftfahrt: Dosismessungen im Rahmen des ACREM-Projektes. P. Ambrosi ¹ , P. Beck ² , P. Kindl ³ , B. Reck ⁴ , U. J. Schrewe ¹ , F. Walle ⁴	4
Consistent and diverging findings in epidemiologic studies of indoor radon Olav Axelson	6
Multiple sclerosis and ionizing radiation Olav Axelson	7
Die Kinder von Tschernobyl und Semipalatinsk als Opfer atomarer Katastrophen; Ärztlich-psychologische Untersuchungen Prof. Dr. med. Gerd Biermann, Dr. med. Renate Biermann,.....	9
Erklärt die präkonzeptionelle berufliche Strahlenexposition der Väter ein erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern, die in der Umgebung von nuklearen Anlagen wohnen? Ein Review über neun Fall-Kontrollstudien und deren methodische Beurteilung Dr. med. Uta Böning, MPH, 82327 Tutzing.....	10
Strahlenbelastung und Risikoabschätzung für das Personal in der Medizin Heiner von Boetticher ¹ , Margrit Kaluza ² , ¹ Radiologische Klinik und ² Betriebsärztlicher Dienst, Zentralkrankenhaus Links der Weser, Senator-Weßling-Str. 1, 28277 Bremen	11
Strahlenschutzvorsorge in Hamburg am Beispiel der beiden Hamburger Radioaktivitätsmeßstellen Ute Boikat, Raimund Lauer, Susanne Plath, Zuhair G. Sachde.....	12
Automatische Erfassung von Brennelementtransporten aus kerntechnischen Anlagen Robert Burg, Volker Riediger, Friedbert Widmann Arbeitsgemeinschaft Umweltschutz (ARGUS) e.V., Friedrich-Ebert-Ring 44, 56068 Koblenz, Tel.: 0261/38410.....	13
Enhanced mutagenicity of internal sequentially decaying beta emitters from Second Event effects Chris Busby Green Audit, Aberystwyth, Wales, SY23 IPU, UK	14
The current increase in breast cancer trend worldwide has its origin in ionizing radiation exposure to components of global weapons testing fallout. Chris Busby, Green Audit, Aberystwyth SY23 1PU Wales UK email: christo@cato5.demon.co.uk.....	15
Aktueller Sachstand des Berufskrankheltengeschehens infolge des Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüringen, Dr. J. Breuer, Bergbau- Berutsgenossenschaft, Bochum	16
Überprüfung der Strahlenbelastung in der Kinderradiologie nach der Einführung der neuen Qualitätskriterien Pere Carbonell, Hospital Santa Caterina. Girona, Spanien	17
Nachweis einer Strahlenbelastung beim Kernkraftwerk Krümmel durch Chromosomenanalyse in der Bevölkerung und erhöhte Umweltradioaktivität Bettina Dannheim, Anna Heimers, Inge Schmitz-Feuerhake, Heike Schröder, Heiko Ziggel	18
Tumor- und Leukämieerkrankung bei Kindern in Deutschland nach Tschernobyl M. Demuth, Wilhelmshöher Allee 302 a, 34131 Kassel	19
Clastogenic factors as biomarkers of oxidative stress after radiation exposure Ingrid Emerit ..	20
Strahlenschutz an Herzkatheterarbeitsplätzen Klaus Ewen, Landesanstalt für Arbeitsschutz, Ulenbergstr. 127-131, 40225 Düsseldorf	21
Risiken der Mammographie - physikalische und genetische Aspekte D. Frankenberg, H. Kühn, M. Frankenberg-Schwager.....	22
Dreizehn Jahre unabhängige Radioaktivitätsüberwachung: die Arbeitsgemeinschaft Umgebungsüberwachung von Atomanlagen (AUA) Rolf Goedecke.....	24

Zur Bedeutung unabhängiger Radioaktivitäts-Meßstellen H. Helmers, J. Pade	34
Neutronen-Messungen beim CASTOR-Transport 1997 Dr. Helmut Hirsch	35
Has Fallout from the Chernobyl Accident Caused Childhood Leukemia and other Adverse Health Effects in Europe? An update on epidemiologic evidence Wolfgang Hoffmann.....	36
Hat der Tschernobyl-Fallout in Europa Leukämien bei Kindern oder andere Gesundheitsschäden verursacht ? Eine Bestandsaufnahme epidemiologischer Ergebnisse. Wolfgang Hoffmann.....	38
Low dose X-ray effects on the cell-cycle progression of CHO cells Agnes Kapler, Burkhard Greve, Wolfgang Göhde.....	40
Das gemischte Strahlungsfeld in der Umgebung eines CASTOR Transport- und Lagerbehälters A.V. Alevra, H. Klein, K. Knauf und J. Wittstock	41
Background radiation and childhood cancers George W. Kneale.....	42
Neutronen und ihre biologische Wirksamkeit W. Köhnlein	43
Erhöhte Krebsraten in der Umgebung bundesdeutscher Kernkraftwerke Alfred Körblein	45
Perinatale Mortalität in Deutschland nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl A. Körblein (1) , H. Küchenhoff (2).....	46
Blasendetektoren, ein alternatives Verfahren zur Dosimetrie und Spektrometrie in Neutronenfeldern H.-L. Kronholz ¹ , W. Rosenstock ²	47
Mental Health of Liquidators of the Chernobyl Disaster Lyudmila Kryzhanivska.....	48
Strahlenbelastung des fliegenden Personals - Bewertung und gesundheitliche Konsequenzen Dr. Horst Kuni	49
Strahlenbelastung des fliegenden Personals - Bewertung und gesundheitliche Konsequenzen Dr. Horst Kuni	50
Erhöhung der Inzidenz maligner Erkrankungen in der GUS nach der Tschernobyl-Katastrophe Edmund Lengfelder	51
Chernobyl Emissions linked to a Variety of Adverse Health Effects in the U.S. Josef J. S. Mangano ¹ , Ernest Sternglass ² , Jay M. Gould ³	52
The effect of Low Doses of Radiation Dr.A.Milutin, Dr.E Plyugacheva, Dr.S.Bockkut, Dr.A.Lapko, Dr.Zafranskaya, Dr.V. Selyavko	53
Changes in the calcium homeostasis in lymphocytes of children with different autoimmune pathology from radiation exposed areas A.A. Milutin, S.G. Prishchep, N.V. Gerasimovich	55
Risiken schätzen lernen K.E. von Mühlendahl	57
Observed Detriment From Living in a Radioactive Environment Contaminated at such Low Levels that "Radioactivity could not have caused it". Rudi H. Nussbaum PhD	58
Updated radon risk estimates A. Poffijn	60
Dosisreduktion in der nuklearmedizinischen Diagnostik durch Anwendung geeigneter Bildanalyseverfahren? - Ein Diskussionsbeitrag anhand von Phantomstudien mit einer ausgewählten Methode zur Komplexitätsanalyse des Szintigramms. Björn Poppe ¹ und Helmut Fischer ²	61
Differential display UV-B-bestrahlter Keratinozyten T. Pötter, W Köhnlein, A. van Dülmen	62
DNA-fingerprinting einer YAC-Hefe nach Röntgenbestrahlung im niedrigen Dosisbereich T. Pötter, W. Köhnlein, A. van Dülmen	63
Sind analgesierende Röntgenbestrahlungen heute noch vertretbar? Dr. med. Peter Rees, Karlsruhe.....	64

Seelig.....	73
Messung der zellulären Diaphorasen zur Optimierung der adjuvanten Strahlentherapie E. Severin.....	75
Messung der antioxidativen Kapazität des Blutserums E Severin.....	77
Diagnostic X-ray Exposure and Risk of Childhood Leukemia Xiao Ou Shu, M.D., Ph.D.	79
Childhood cancer and parental exposure to ionising radiation before the child's conception: recent UK epidemiological findings Dr. Tom Sorahan	80
Kinderleukämie vor und nach der Inbetriebnahme des AKW Lingen I Walther Soyka, Bremen..	82
Wege zur Reduktion der Patientendosis in der Röntgendiagnostik H. St. Stender, G. Hagemann, D. Saure	83
Ways to Reduce Patient Dose in Diagnostic Radiology H.St. Stender, G. Hagemann, D.Saure ..	84
Health Effects of Low Dose Exposure to Fission Products from Chernobyl and the Fermi Nuclear Reactor in the Population of the Detroit Metropolitan Area Ernest J. Sternglass ¹ , Joseph J. Mangano ² and Jay M. Gould ²	85
A-bomb survivors with and without acute radiation injuries Alice M Stewart	86
Low dose gamma-ray effects on the differentiation of mouse spermatogenic cells Inge Tatchen ¹ , Ursula Hacker-Klom ² and Wolfgang Göhde ¹	87
ICRP recommendations in a historical perspective Martin Tondel.....	88
Röntgen in Deutschland: Ein Radiologe berichtet . . . K.-H. Volbeding.....	89
Epidemiology of Leukemia/lymphoma in Rovno and Ivano-Frankivsk Region (Ukraine) before and after Chernobyl Accident, 1981-1994. Yaroslava I. Vygovskaia and Les M. Lukavezkij,	91
Mutagenicity of Excimer Laser Radiation in Human Lymphocytes <i>in vitro</i> Jürgen Weber ¹ , Wolfgang Scheid ¹ Horst Traut ¹ Werner Förster ² , Holger Busse ² , and Martin Schürenberg ³	92
Occupational Exposures and Multiple Myeloma at Hanford, Los Alamos, Oak Ridge and Savannah River Steve Wing, Susanne Wolf, Gary Mihlan, Doug Crawford-Brown and Joy Wood ...	93
Auger-Elektronen-Emitter in der Medizin - Übersicht über die Biophysik und dosimetrische Aspekte Dipl.-Phys. Roland Wolff	94
Biokinetik von Plutonium: Fragmentation in der Lunge - Konsequenzen für die Plutonium-Nutzung Dipl.-Phys. Roland Wolff	95
Diagnostic X-ray exposures and the risk of breast cancer: Results from a population-based, case-control study Wei Zheng, Qi Dai, Xiao-Ou Shu, Yu-Tang Gao, Fan Jin.....	96
Zur Clusterung von Leukämieerkrankungen bei Kindern I Schmitz-Feuerhake ¹ , H Ziggel ²	97
Clustering of Childhood Leukaemia I Schmitz-Feuerhake ¹ , H Ziggel ²	99

Strahlenexposition des fliegenden Personals in der Zivilluftfahrt: Dosismessungen im Rahmen des ACREM-Projektes.

P. Ambrosi¹⁾, P. Beck²⁾, P. Kindl³⁾, B. Reck⁴⁾, U. J. Schrewe¹⁾, F. Walle⁴⁾

¹⁾ Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, Deutschland

²⁾ Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf (ÖFZ), Seibersdorf, Österreich

³⁾ Technische Universität Graz (TUG), Graz, Österreich

⁴⁾ Deutsche Lufthansa AG (DLH), Hamburg, Deutschland

Die Europäische Grundnorm (96/29) aus dem Jahre 1996 verpflichtet erstmals die Mitgliedsstaaten der EU, auch natürliche Strahlenquellen in der Strahlenschutzgesetzgebung zu berücksichtigen, sofern gegenüber der allgemeinen Bevölkerung eine erheblich erhöhte Exposition gegeben ist. Das Ziel dieser Grundnorm ist eine einheitliche Umsetzung der Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission aus dem Jahre 1990 (ICRP 60) durch die nationalen Strahlenschutzgesetzgebungen. Zum Schutz des im Luftverkehr beschäftigten fliegenden Personals wird insbesondere verlangt, bei einer möglichen Überschreitung einer Jahresdosis von 1 mSv den Luftfahrtunternehmen die Anwendung bestimmter Vorkehrungen anzuordnen: Zukünftig müssen diese unter anderem die Exposition des betreffenden Personals ermitteln.

Die Strahlenbelastung im Flugzeug wird im wesentlichen durch die Höhenstrahlung verursacht. Das Höhenstrahlungsfeld in den Flughöhen der Zivilluftfahrt entsteht durch die Wechselwirkung von hochenergetischer galaktischer und solarer kosmischer Strahlung mit dem Erdmagnetfeld und den äußeren Schichten der Atmosphäre und ist hinsichtlich seiner Zusammensetzung und der Energie- und Intensitätsverteilung außerordentlich komplex. Die Dosimetrie der Höhenstrahlung in praktischen Messungen und die theoretische Beschreibung des Feldes ist deshalb schwierig und kann mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sein. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, daß konventionelle Strahlenschutzkonzepte den speziellen Anforderungen in der Flugdosimetrie angepaßt werden müssen. Im Rahmen des von der EU geförderte Forschungsvorhabens ACREM (Air Crew Radiation Exposure Monitoring) werden deshalb Messungen in Flugzeugen der DLH unter Verwendung verschiedener Meßmethoden durchgeführt und deren Ergebnisse

werden ausführlich untersucht. Neben einer Beschreibung der Ziele und der verwendeten Meßmethoden des ACREM-Projektes sollen die bisher erzielten Meßergebnisse vorgestellt werden und mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen werden.

Consistent and diverging findings in epidemiologic studies of indoor radon

Olav Axelson

Occupational and Environmental Medicine, Department of Health and Environment, Linköping University, 581 85 Linköping, Sweden.

Exposure to radon and its decay products is a risk of lung cancer in miners. About a dozen of smaller studies on indoor radon in 1979 through 1993, especially from Sweden and North America, showed a fairly consistent and about doubled risk of lung cancer. Some but not all correlation studies have also indicated a risk. A large scale study with 1360 cases and 2847 controls from Sweden in 1994 confirmed a lung cancer risk (risk ratio up to 1.8) from indoor radon and a multiplicative interaction with smoking; sleeping with an open window ajar eliminated the risk. However, some other and rather large case-control studies suggest a much weaker or no lung cancer risk from indoor radon, e.g., a study from Canada with 750 case-control pairs and a US study of 538 lung cancer cases in ex-/non-smoking women and 1183 controls. Exposure levels were somewhat lower than in the Swedish study, however.

A correlation study from UK has suggested especially leukemia, kidney cancer and malignant melanoma to be related to indoor radon. These findings were first supported by an Italian study, but a further follow up with radon measurements did not confirm any relation. In the same Italian setting, urinary excretion of 8-hydroxydeoxyguanosine, a DNA adduct, correlated with indoor gamma radiation rather than with radon levels. This finding could imply a risk for other cancers than of the lung and also a contributing lung cancer risk from gamma radiation when occurring together with indoor radon; this combination is probably more common in Swedish alum shale light weight concrete houses than elsewhere. In any world-wide so called meta-analyses, there is a need for considering this aspect along with differences between countries in ventilation and heating systems as affecting the relation between radon and radon progeny and as also influencing the unattached fraction of radon progeny.

References

1. Axelson O. Environ Health Perspect 1995; 103 (Suppl 2):37-43;

Multiple sclerosis and ionizing radiation

Olav Axelson

Occupational and Environmental Medicine, Department of Health and Environment,
Linköping University, 581 85 Linköping, Sweden.

The etiology of multiple sclerosis (MS) is unclear but a viral component might be involved and the pathogenesis is likely to include an autoimmune mechanism. MS incidence is positively correlated with latitude whereas the opposite holds true for the immunosuppressive, ultraviolet-B exposure as particularly affecting T-cell activity and delayed-type hypersensitivity. Exposure to solar particle radiation is also suggested to be of importance as influenced by the positively latitude-related geomagnetic activity. This could fit with some experimental data on mice showing that low-dose gamma radiation can increase subsequent susceptibility to murine encephalomyelitis virus causing a chronic demyelinating disease similar to human MS. Decreased activities of superoxide dismutase and glutathione peroxidase and an increased level of malonyl dialdehyde in erythrocytes of MS patients have been reported, indicating a decreased activity of the antioxidativ enzymatic system; gamma radiation as a source of free radical generation increased the changes of these biochemical parameters which could suggest an increased susceptibility to oxidative stress of the erythrocytes of MS patients. Few epidemiologic studies on MS report about ionizing radiation, but in one study the odds ratio (risk ratio) was 2.4 (95% confidence interval, CI, 1.4-4.0) for MS and x-ray film examination based on 47/36 (exposed/unexposed) cases and 174/293 (exposed/unexposed) controls. For radiological work the odds ratio was 1.9 (95%CI 0.6-6.0). Another study showed an odds ratio of 7.5 (95%CI 1.5- 35) for radiological work although based on only 4/63 (exposed/unexposed) cases and 1/175 (exposed/unexposed) controls. Five out of the 63 cases in this study were treated with ionizing radiation versus none of the 176 controls, i.e., formally an infinitely increased risk. Considering these observations together with the other findings and suggestions of etiologic interest, as referred to, it seems that a number of studies of MS in relation to ionizing radiation are highly warranted.

References

multiple sclerosis. *Neurol Neurochir Pol* 1992; 26:34-39 [Article in Polish].

Flodin U, Söderfeldt B, Noorlind-Brage H, Fredriksson M, Axelson O. Multiple sclerosis, solvents, and pets. A case-referent study. *Arch Neurol* 1988;45:620-623.

Landtblom A-M, Flodin U, Karlsson M, Pålhagen S, Axelson O, Söderfeldt B: Multiple sclerosis and exposure to solvents, ionizing radiation and animals. *Scand J Work Environ Health* 1993;19:399-404.

Die Kinder von Tschernobyl und Semipalatinsk als Opfer atomarer Katastrophen; Ärztlich-psychologische Untersuchungen

Prof. Dr. med. Gerd Biermann, Dr. med. Renate Biermann,
Ärztliche Akademie für Psychotherapie von Kindern und Jugendlichen e.V.,
Puchheim bei München

Nach einer von der IPPNW angeregten Untersuchung von 4000 Jugendlichen in 15 europäischen Ländern in West und Ost zur „Angst unserer Kinder im Atomzeitalter“ in den achtziger Jahren (vor Tschernobyl) haben wir 1992 140 Kinder in Belarus, sowie 1994, 1996 und 1997 300 Kinder im Bereich des Polygon, nach 487 Atomexplosionen das größte Atomwaffenversuchszentrum der Erde, in Kasachstan mit psychologischen Zeichen- und Erzähltests sowie psychosozialen Anamnesen ihrer Mütter untersucht.

Im Verlauf der vier Jahrzehnte von 1949 bis 1989 erkrankte eine Bevölkerung von einer halben Million, deren ärztliche Untersuchungsbefunde allerdings bis 1949 unter sowjetrussischen Verschluss in Moskau blieben und erst 1992 von dem Radiologen Gusjew auf dem IPPNW-Kongreß in Berlin bekannt gegeben wurden. Man sprach seither vom Atom-AIDS von Semipalatinsk. In der Großeltern-Generation starb man früh am Schlaganfall, Nierenleiden und Krebs, vorwiegend der Verdauungsorgane, indem bei den unterirdischen Atomversuchen das Grundwasser und damit die Hammelherden, einziges Nahrungsmittel der Landbevölkerung, verseucht waren. Jede dritte Mutter war an einer Schwangerschaftstoxikose erkrankt und in Sarachal, dem Epizentrum mit 40 km am nächsten gelegen, hatten bei 2000 ehemals Einwohnern insgesamt hundert wegen der Aussichtslosigkeit ihres Daseins Selbstmord begangen.

Hilfen sind bei Entfernungen von 4000 km nach Europa nur bedingt möglich und beschränken sich aktuell auf Medikamente und Apparate, über eine von uns gegründete „Deutsch-kasachische Kinderhilfe“.

Darüber hinaus haben wir mit einem Weiterbildungsprogramm für Ärzte, Psychologen und Lehrer in Psychologie, Psychomatik und Psychotherapie (Autogenes Training) 1996 und 1997 erfolgreich als Hilfe zur Selbsthilfe begonnen.

**Erklärt die präkonzeptionelle berufliche Strahlenexposition der Väter ein erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern, die in der Umgebung von nuklearen Anlagen wohnen?
Ein Review über neun Fall-Kontrollstudien und deren methodische Beurteilung**

Dr. med. Uta Böning, MPH, 82327 Tutzing

Durch die Ergebnisse seiner Fall-Kontrollstudie von 1990, die für Beschäftigung des Vaters in Sellafield mit einer präkonzeptionellen Gesamtbelastung von > 100 mSv und einer präkonzeptionelle 6 Monatsbelastung von >10 mSv signifikant erhöhte ODDS RATIOS (=OR) für die Leukämie-Erkrankung ihrer Kinder erbrachte, kam GARDNER zur Formulierung seiner Hypothese, daß „paternal preconceptional irradiation (=PPI)“ durch Keimzellmutation zur Entstehung der kindlichen Leukämie beiträgt.

Sechs weitere Fall-Kontrollstudien untersuchten daraufhin den Zusammenhang von PPI mit kindlicher Leukämie: McKINNEY (1991), URQUHART (1991) SORAHAN (1993), ROMAN (1993), KINLEN (1993), McLAUGHLIN (1993). Zwei Studien (HICKS 1984, BUCKLEY 1989) hatten sich schon zuvor damit beschäftigt. In der methodischen Beurteilung sind diese neun Fall-Kontrollstudien von unterschiedlicher Qualität, besonders im Bereich der Expositionsbestimmung bestehen große Probleme. Die vier Studien von 1993 zeigen jedoch eine Entwicklung im Sinne einer Methodenverbesserung.

Trotz der Schwierigkeiten im Vergleich der Studien untereinander kann man feststellen, daß die hohen Risiken, die GARDNER 1990 für Sellafield-Beschäftigte gefunden hat, in anderen Studien schon deshalb nicht bestätigt wurden, weil derart hoch exponierte Fall- und Kontrollväter nicht oder in viel geringerer Zahl auftraten. Ein weiteres Problem ist, daß wegen der kleinen Fallzahlen eine Stratifizierung oder multivariate Analysen nicht möglich sind. In keiner Studie kann deshalb Confounding ausgeschlossen werden. Der Zusammenhang von beruflicher Strahlenexposition der Väter und einer Risikohöherung der kindlichen Leukämie ist deshalb meiner Meinung nach weder bestätigt noch ausgeschlossen. Um einen Zusammenhang von PPI und kindlicher Leukämie zu beweisen, muß 1. durch überregionale Zusammenarbeit dem Problem der „kleinen Zahl“ begegnet und 2. von Strahlenbiologen, Klinikern, Technikern und anderen Experten die Methode der Expositionserfassung verbessert

Strahlenbelastung und Risikoabschätzung für das Personal in der Medizin

Heiner von Boetticher¹, Margrit Kaluza²,

¹Radiologische Klinik und ²Betriebsärztlicher Dienst, Zentralkrankenhaus Links der Weser, Senator-Weßling-Str. 1, 28277 Bremen

Die Strahlenexposition des Personals in der Röntgendiagnostik wird - im Gegensatz zum Bereich der Nuklearmedizin und Strahlentherapie - systematisch unterschätzt; dieses beruht darauf, daß die amtliche Personendosis mit Dosimetern ermittelt wird, die unter der Schutzkleidung getragen werden müssen, und dieser Meßwert im relevanten Dosisbereich mit der Effektivdosis gleichgesetzt werden darf. Die hohen Dosen an den ungeschützten Körperregionen bleiben also unberücksichtigt.

Um die Relevanz des Problems zu verdeutlichen, wird die Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle pro Mio. Personen und Jahr in der gewerblichen Wirtschaft den Effektivdosen gegenübergestellt, die zu einer gleichen Anzahl tödlicher Krebserkrankungen führen. Dabei zeigt sich, daß das „durchschnittliche berufliche Risiko“ mit Dosiswerten korrespondiert, die deutlich unter der Nachweisgrenze der Filmdosimetrie liegen. Auf den durchschnittlichen Verlust an Lebensjahren als möglichen Schadensindex wird ebenfalls eingegangen.

Weiter werden Verfahren erläutert, mit denen in den jeweiligen Bereichen in der Medizin unabhängig von der Personendosimetrie Effektivdosen abgeschätzt werden können. Für die Röntgendiagnostik werden typische jährliche Durchleuchtungszeiten für die verschiedenen Bereiche angegeben, in denen mit Durchleuchtungsgeräten umgegangen wird. Aus diesen Zeiten werden Orts- und Effektivdosen für das Personal abgeschätzt. Es zeigt sich, daß „Risikoarbeitsplätze“ vorliegen können, obwohl der Jahreswert für die amtliche Personendosis mit Null angegeben wird.

Abschließend werden Verfahren gezeigt, mit denen auch in der Medizin Personendosen mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden können.

Strahlenschutzvorsorge in Hamburg am Beispiel der beiden Hamburger Radioaktivitätsmeßstellen

Ute Boikat, Raimund Lauer, Susanne Plath, Zuhair G. Sachde

In Hamburg bestand seit den frühen fünfziger Jahren eine Euratommeßstelle, deren Augabenspektrum zur Ermittlung der „Umweltradioaktivität“ nach Gründung der Umweltbehörde im Jahr 1978 auf zwei nach Untersuchungsmedien spezialisierte Radioaktivitätsmeßstellen aufgeteilt wurde. Die Aufgaben der beiden Meßstellen bestehen in der meßtechnischen und radiochemischen Ermittlung der Radioaktivität in Lebensmitteln, Bedarfsgegenständen und Umweltproben. Die Wahrnehmung dieser Aufgaben geschieht einerseits im Rahmen des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) und andererseits aufgrund landesspezifischer Interessen in einem engmaschigeren Untersuchungsraaster.

An die umfangreichen Untersuchungsprogramme schließen sich in den Meßstellen Bewertungen der Ergebnisse, Unterrichtung und Beratung der Behördenleitungen und Informationsweitergaben an die Öffentlichkeit an.

Weiterhin gehören in den Arbeitsbereich beider Meßstellen die Ermittlung von Strahlengefahren z.B. beim Fund von radioaktivitätsverdächtigem Material und meßtechnische Zuarbeit zur Lagebeurteilung bei für den Strahlenschutz relevanten Ereignissen.

Seit Inkrafttreten des Strahlenschutzvorsorgegesetzes nimmt die Meßstelle der Umweltbehörde auch die Aufgaben der Landesdatenzentrale im bundesweiten „Integrierten Meß- und Informations-System“ IMIS wahr.

Gesetzliche Grundlage und Verteilung der Aufgaben in Hamburg

Im Vortrag wird auf die gesetzlichen Grundlagen durch das StrVG und dessen Regelungsinhalt, die Umweltradioaktivität ständig nach einheitlichen Kriterien zu überwachen, eingegangen.

Darstellung von IMIS; Möglichkeiten und Ziele

Strukturen des IMIS mit Bundesmeßnetzen, Leitstellen, Landesdatenzentralen, Zentrale des Bundes, Landesmeßstellen und mobilen Einheiten werden vorgestellt und gemeinsam zu erarbeitende Ziele, z.B. Erkennen von bedeutsamen Änderungen der Umweltradioaktivität oder Treffen von koordinierten Vorsorgemaßnahmen,

Automatische Erfassung von Brennelementtransporten aus kerntechnischen Anlagen

Robert Burg, Volker Riediger, Friedbert Widmann
Arbeitsgemeinschaft Umweltschutz (ARGUS) e.V., Friedrich-Ebert-Ring 44, 56068
Koblenz, Tel.: 0261/38410

Bei dem von uns entwickelten Warnsystem handelt es sich um eine extrem empfindliche und schnelle Anlage zum Nachweis von Gammastrahlung, die ortsfest in einem Abstand von ca. 4 m neben der Bahnlinie zwischen Koblenz und Cochem betrieben wird. Als Detektor wird ein „3x3“ NaJ(T1)-Kristall verwendet, dessen Nulleffekt-Zählrate bei Meßzeitintervallen von 220ms eine Standardweichung von ca. 8% besitzt. Das Meßprogramm berechnet arithmetische Mittelwerte über unterschiedliche Zeitspannen, vergleicht diese miteinander, und erkennt den vorbeifahrenden Zug an der von den Brennelementen abgegebenen Gammastrahlung. Anhand der Charakteristik der Strahlung kann zweifelsfrei der Transport radioaktiver Stoffe nachgewiesen werden.

Die Anlage versendet die Meßdaten über das Telefonnetz an einen Zentralrechner, der eine mathematische Plausibilitätsprüfung durchführt und automatisch FAX-Nachrichten versenden kann. Damit wird Kommunen und Bürgerinitiativen ein sofortiges Handeln ermöglicht.

Besondere Relevanz bekommt unser Warnsystem durch den Umstand, daß mit nur drei dieser Anlagen alle wichtigen Bahnstrecken erfaßt werden können. Damit wären Interessierte in der Lage, nahezu sämtliche grenzüberschreitenden Brennelementtransporte nachzuweisen.

Zusätzlich zur Bahnüberwachung wird die Meßanlage auch zur Routineüberwachung der Umgebungsstrahlung durch die ARGUS e.V. im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Umgebungsüberwachung von Atomanlagen (AUA) genutzt. Hierzu werden die erhobenen Meßwerte über 5 Minuten gemittelt und täglich im entsprechenden Standardformat an den Zentralrechner übertragen.

Im Vortrag stellen wir unsere bisherige Arbeit im Bereich der Strahlenmeßtechnik kurz vor. Ausführlich gehen wir auf die Erläuterung der Realisierung des Meßsystems

Enhanced mutagenicity of internal sequentially decaying beta emitters from Second Event effects

Chris Busby
Green Audit, Aberystwyth, Wales, SY23 IPU, UK.

It is now well established that living cells in vitro respond to sub-lethal radiation damage by proceeding into cell-cycle arrest which involves the setting up of an irreversible sequence of chromosomal DNA repair followed by forced replication. This repair-replication cycle, which lasts for 8-15 hours is known to contain a period which is exquisitely susceptible to radiation damage. In the last ten years the existence of such a critical period has been used to explain a number of anomalous low dose effects involving split or protracted doses. In addition, and in support of the idea of a critical phase for damage, the very earliest research shows that dividing cells are much more susceptible to radiation than cells in G0 or quiescent phase.

Since 1945 there have existed on earth a number of novel beta-emitters which have sequential decay pathways capable of initiating cell-cycle repair-replication sequences and then decaying a second time to damage the repair at some critical point. Such a process would have a high risk of introduction of fixed mutation to the daughter cell. Examples of such isotopes include the series Sr-90--Y-90 and Te-132--I-132. Calculations using simple probability theory suggests that dose for dose, external irradiation has thousands of times less probability of causing the same second event sequence than these internal beta-emitters. Even at natural background radiation levels, cells receive on average one hit per cell per year and the second event interception of a critical window in a replicating cell is very unlikely. This highlights a possible error in the present understanding of risk from this source and supporting evidence will be presented from animal studies and also from anomalously high cancer incidence responses to exposure to Strontium-90 in weapons fallout.

The current increase in breast cancer trend worldwide has its origin in ionizing radiation exposure to components of global weapons testing fallout.

Chris Busby, Green Audit, Aberystwyth SY23 1PU Wales UK
email: christo@cato5.demon.co.uk

Strontium-90, a major component of atmospheric weapons testing fallout was dispersed globally in the period 1952-63 and became incorporated in the food chain, its concentration in milk peaking in the period 1959-63. Strontium-90 is one of a number of Second Event isotopes which have been recently identified as having a relatively high propensity to overwhelm cellular defence mechanisms and introduce genetic and somatic mutation at low dose. This is because it has a sequential radioactive decay through its daughter Yttrium-90 and also because it is readily incorporated into and immobilized within critical biological systems.

I have compared trends in differential rates of cancer in Wales and England, areas whose cancer registries collect data in compatible form. Because of variation in rainfall, these areas have measured differences in Strontium-90 contamination and provide a laboratory for the thesis. Breast cancer trends in England and Wales exhibit cohort effects that can be explained by internal Strontium-90 exposure to women whose breasts were developing and actively producing milk in the period of peak Strontium-90 contamination, 1957-63. The ratio of breast cancer incidence across the two countries, and evidence from other parts of the world also support this thesis.

Aktueller Sachstand des Berufskrankeltengeschehens infolge des Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüringen,

Dr. J. Breuer, Bergbau- Beruts-genossenschaft, Bochum

Zwischen dem vermehrten Auftreten von Lungenkrebs und der Exposition gegenüber Radonfolgeprodukten während der Tätigkeit im Uranerzbergbau besteht ein genereller kausaler Zusammenhang. Die Erkrankungen werden bei Vorliegen des ursächlichen Zusammenhangs im konkreten Fall über die Berufskrankheit Nr. 2402 der Liste der Berufskrankheiten-Verordnung "Erkrankungen durch ionisierende Strahlen" entschädigt.

Bei der Prüfung, ob im Einzelfall ein ursächlicher Zusammenhang vorliegt, sind Feststellungen hinsichtlich der Höhe der Strahlenexposition von entscheidender Bedeutung. Die Strahlenexposition im Uranerzberghau wird anhand eines besonderen Dosisbegriffs, der Einheit Working-Level-Month (WLM), ermittelt.

Die Entschädigungspraxis bei pulmonalen Karzinomen sieht wie folgt aus:

Bei einer Strahlenexposition ab 200 WLM findet ein vereinfachtes Anerkennungsverfahren statt. Es ist keine ärztliche Einzelbegutachtung notwendig. Eine fachärztliche Stellungnahme reicht aus, die in aller Regel rangelnder anderweitiger dominierender Ursache die berufliche Genese belegt. Gleiches gilt, wenn bei der Höhe der Exposition und der Berücksichtigung des Alters zum Zeitpunkt der Exposition und zum Zeitpunkt der Diagnosestellung ein Ursachenzusammenhang wahrscheinlich ist. Bei einer Dosis von weniger als 50 WLM ist ein Einzelgutachten erforderlich. In der Zeit von 1991 bis heute wurden insgesamt 1.689 Strahlenkrebs-Fälle anerkannt. Dem stehen 5.132 Anerkennungen vor der staatlichen Vereinigung gegenüber. Neben Lungenkrebserkrankungen sind in den letzten Jahren zunehmend extrapulmonale Krebserkrankungen als mögliche BK 2402-Fälle diskutiert worden. Während gesicherte epidemiologische Kenntnisse für die Verursachung von Bronchialkarzinomen als Folge beruflicher Strahlenbelastung im Uranerzbergbau existieren, liegen **eindeutige** Daten über mögliche extrapulmonale Erkrankungen für eine Anerkennung als Berufskrankheit noch nicht vor. Die derzeitige Diskussion konzentriert sich auf die Verursachungs-Wahrscheinlichkeit von Knochen- und Leberkrebs durch die berufliche Alphastrahlen-Exposition von Beschäftigten der ehemaligen Wismut AG.

Überprüfung der Strahlenbelastung in der Kinderradiologie nach der Einführung der neuen Qualitätskriterien

Pere Carbonell, Hospital Santa Caterina. Girona, Spanien

Die Dosisrichtwerte des spanischen Gesetzes richten sich nach den Empfehlungen der Strahlenschutzkommission der EG und fordern in der Kinderradiologie eine Dosisreduktion nach vorgeschlagenen Richtwerten.

Ziel dieser Untersuchung ist die Bestimmung der radiologischen Parameter, welche für die Dosisreduktion in der Kinderradiologie zuständig sind.

Die Untersuchung sieht die Bestimmung der Strahlenbelastung der folgenden Aufnahmen vor: Schädel ap/pa; Thorax ap/pa; Wirbelsäule ap/pa; Abdomen ap/; Säuglingshüfte bei Dysplasieverdacht

Sie wurden als Referenz bei der Zugrundelegung der empfohlenen Richtwerte für die Röntgendiagnostik in der Kinderradiologie genommen.

Der Bezug auf die Alterszusammensetzung der Kinder richtet sich nach dem Vorschlag von "The Principles and the Practicability of Quality Control and Quality Assurance in Paediatric Radiology" (Fendel u.a. 1992), welche Ausgangspunkt für die Qualitätsrichtwerte der EG gewesen sind:

für Schädel, Thorax, Wirbelsäule und Abdomen:

10 Monate oder	9-10 kg
3 Jahre "	14-15 kg
6 Jahre "	21-22 kg
12 Jahre "	40-42 kg

für die Säuglingshüfte:

4 Monate ca.	4 kg
10 Monate ca.	10 kg

Die radiologischen Charakteristiken für obengenannte Aufnahmen werden übernommen aus den "Europäischen Richtwerten über die Qualitätskriterien für Röntgendiagnostik im Kindesalter" (EUR 16261).

Die Dosisbestimmung erfolgt durch je 10 Messungen mit TLD-Dosimetern bzw. unter Anwendung einer Ionisationskammer mit Angabe der Dosis x Fläche von Typus PTW/ Diamentor.

Der Zweck der Dosiabestimmung in Zusammenhang mit befriedigenden radiologischen Qualitätskriterien über die Aufnahmen sollte sein, die betreffenden

Nachweis einer Strahlenbelastung beim Kernkraftwerk Krümmel durch Chromosomenanalyse in der Bevölkerung und erhöhte Umweltradioaktivität

Bettina Dannheim, Anna Heimers, Inge Schmitz-Feuerhake, Heike Schröder, Heiko Ziggel
Universität Bremen, Fachbereich 1, und Physikerbüro Bremen

Die Anzahl der kindlichen Leukämieerkrankungen, die in der unmittelbaren Umgebung des Kernkraftwerks Krümmel aufgetreten sind, hat sich bis zum Jahr 1996 auf 9 Fälle erhöht. In den Jahren 1991-1994 wurden von uns 5 Geschwister von Leukämiekindern und 21 Erwachsene aus der betroffenen Samtgemeinde Elbmarsch auf Chromosomenaberrationen in peripheren Lymphozyten untersucht. Bei ihnen hatten keine anderweitigen beruflich oder therapeutisch bedingten Strahlenbelastungen oder ungewöhnlich zahlreiche Strahlenanwendungen zu diagnostischen Zwecken vorgelegen. Die Rate der dizentrischen Chromosomen zeigte eine signifikante, im Mittel ca. vierfache Erhöhung und damit eine weit über dem zulässigen Grenzwert liegende Belastung durch Radioaktivität an. Da diese Aberrationen zeitlich instabil sind und wahrscheinlich mit einer inhomogenen Verteilung inkorporierter Reaktomuklide einhergehen, ist eine quantitative Dosisbestimmung aufgrund dieses Parameters nicht möglich. Jedoch kann man aus den Untersuchungen schließen, daß es sich um eine chronische oder Mehrfachexposition bei dem Kraftwerk handeln muß, da die bestrahlten Probandinnen zu unterschiedlichen Zeitpunkten dorthin gezogen sind. Des weiteren zeigt das Verteilungsmuster der Aberrationen Inkorporationen von α -Strahlern und/oder Tritium an. Hinweise auf solche Radionuklide in der Umgebung ergeben sich aus zahlreichen Umweltkontaminationen durch Spalt- und Aktivierungsprodukte, die in den Meßunterlagen der Betreiber und der Aufsichtsbehörde aus der Betriebszeit des Kernkraftwerks dokumentiert sind. Diese Messungen zeigen radioaktive Emissionen oberhalb der Genehmigungswerte an.

Tumor- und Leukämiemorbidity bei Kindern in Deutschland nach Tschernobyl

M. Demuth, Wilhelmshöher Allee 302 a, 34131 Kassel

Im Zehnjahreszeitraum nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl fällt eine Erhöhung der sonst konstanten Tumor- und Leukämiefallzahlen im Jahr 1992 auf. Schon in den Jahren davor erhöhte Tumorzinzenzen bei Säuglingen zu verzeichnen. Die Zeitspanne zwischen der radioaktiven Belastung durch den Fallout und dem Auftreten dieser erhöhten Inzidenzen entspricht dabei durchaus den Latenzzeiten, die aus früheren Untersuchungen bekannt sind.

Auch bei anderen Tumorarten sind teilweise erhöhte Fallzahlen auffällig. Allerdings ist die Aussagekraft dieser Inzidenzanstiege wegen der teilweise geringen Fallzahlen wie beispielsweise bei den Schilddrüsenkarzinomen gering.

Weitere Untersuchungen auch in anderen Ländern müssen folgen, um zu überprüfen, ob dort ähnliche Steigerungen der Tumorfalzzahlen zu verzeichnen sind.

Clastogenic factors as biomarkers of oxidative stress after radiation exposure

Ingrid Emerit
Institut Sante & Developpement Universite Pierre & Marie Curie, Paris, France

Clastogenic i.e. chromosome damaging substances are present in the plasma of persons with a variety of pathological conditions accompanied by oxidative stress. These include irradiated persons, patients with chronic inflammatory diseases of the connective tissue, the gut, the liver or the nervous system, HIV-infected patients, as well as the hereditary chromosomal breakage syndromes (Bloom's syndrome, Fanconi anemia and ataxia telangiectasia). The formation and chromosome breaking action of these clastogenic factors (CF) are mediated by superoxide, since they are regularly inhibited by superoxide dismutase (SOD). Biochemical analysis identified peroxidation products of arachidonic acid, released from membrane phospholipids, cytokines such as tumor necrosis factor α , and unusual nucleotides, such as inosine tri- and diphosphate. The clastogenic properties of these components of CF were confirmed by cytogenetic studies of the corresponding commercial standards. A cytogenetic test system, the CF-test, has been developed for their detection. Given that these endogenous clastogens act synergistically to produce chromosomal damage, the test is more sensitive than the biochemical assays for the various components, which may not reach detectable levels. The presence of clastogenic activity in a patient's plasma means that the pro-antioxidant balance of the organism is shifted towards the pro-oxidant side. Oxygen free radicals will induce oxidative damage in macromolecules such as lipids, proteins and DNA, the latter demonstrated by the CF-test as chromosomal breakage. Analysis of more than 100 adults blood donors and a similar number of healthy children indicated that ultrafiltrates prepared from normal plasma are not clastogenic or induce only 1 or 2 additional breaks for a total of 50 mitoses studied. Induction of 3 additional breaks was noted with 5% of the samples. Higher values were not observed in controls. Samples resulting in values of ≥ 4 are therefore considered as CF-positive.

Irradiation of cells in vitro resulted in significant clastogenic activity with doses of 50 cGy and higher. Whole body irradiation of rats regularly yielded CF-positive plasma

Strahlenschutz an Herzkatheterarbeitsplätzen

Klaus Ewen, Landesanstalt für Arbeitsschutz, Ulenbergstr. 127-131,
40225 Düsseldorf

Hohe Strahlenexpositionen an Herzkatheterarbeitsplätzen sind bei der Durchführung von Koronarinterventionen zu erwarten. Die wichtigste Technik in diesem Zusammenhang ist die sog. PTCA (Perkutane Transluminare Card Angioplastie). Damit ist die mechanische Wiedererweiterung oder -eröffnung von Koronarterien durch Ballondilatation durch hydraulische teilkontrollierte radiale Druckeinwirkung auf die Gefäßwand gemeint. Eine weitere mit einer hohen Strahlenexposition für Patient und Personal verbundene Maßnahme im Herzkatheterlabor ist die elektrophysiologische Intervention. Darunter versteht man alle radiologischen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen bei Herzrhythmusstörungen.

Die Zahl der PTCAs in der Bundesrepublik Deutschland ist im Begriff, den Wert von 100.000 im Jahr zu erreichen, und das bei einer mittleren Durchleuchtungszeit von 13 Minuten. Bei Mehrgefäß-PTCAs und zunehmender Komplexität der zu behandelnden Stenose steigt die Durchleuchtungszeit und kann die Größenordnung von einer Stunde durchaus überschreiten. In diesen Fällen sind beim Patienten Hautdosiswerte über 10 Gy und daher Erytheminduktionen durchaus im Bereich des Möglichen, zumal bei der Durchleuchtung teilweise der kontraststeigernde High-Level-Mode genutzt wird. Eine hohe Strahlenexposition des Personals ist oft die Folge komplexer und lang andauernder Röntgenuntersuchungen.

Es soll darüber berichtet werden, welche Auswirkungen in Richtung Reduzierung der Strahlenexpositionen ein in den Jahren 1996 und 1997 im Land NRW durchgeführtes Programm „Strahlenbelastung an Herzkatheterarbeitsplätzen“ gezeigt hat. Bei Nutzung aller technischen und administrativen Möglichkeiten kann die Strahlenexposition bis auf 10% des früheren Wertes gesenkt werden.

Risiken der Mammographie - physikalische und genetische Aspekte

D. Frankenberg, H. Kühn, M. Frankenberg-Schwager
 Klinische Strahlenbiologie und klinische Strahlenphysik, Zentrum Radiologie, Georg-August Universität Göttingen

Prävention und Früherkennung sind intelligente und sehr wirksame Methoden im Kampf gegen Krebs. Brustkrebs ist einer der häufigsten Krebsarten bei Frauen. Deshalb wurden Methoden der Früherkennung entwickelt, unter denen die Mammographie mit weichen Röntgenstrahlen z. Zt. am häufigsten angewandt wird. Experimentelle Untersuchungen zur Erzeugung von Chromosomenaberrationen und maligner Zelltransformation zeigen, daß der z. Zt. benutzte Qualitätsfaktor $Q=1$ für weiche Röntgenstrahlung zu klein ist.


Etwa 5% der an Brustkrebs erkrankten Frauen tragen eine familiär bedingte Prädisposition für Krebs (Heterozygotie des BRCA1- bzw. BRCA2-Gens). Das sind pro Jahr 2000-2500 Frauen, die aufgrund dieser Prädisposition in Deutschland neu erkranken. Für diese Frauen ist die Abschätzung eines evtl. vorliegenden erhöhten Strahlenrisikos durch Mammographie mit weichen Röntgenstrahlen von dringender Notwendigkeit. Auf der Basis der recht gut bestimmten Häufigkeit der Mutationen (Punktmutationen und Deletionen bis etwa 1 Mbp) des menschlichen HPRT-Gens nach Exposition mit ionisierenden Strahlen wurde die Wahrscheinlichkeit dafür berechnet, daß eine der strahlenexponierten Targetzellen der Brust durch Mutation bzw. Verlust des noch verbliebenen Allels des BRCA1- bzw. BRCA2-Gens homozygot wird. Diese Wahrscheinlichkeit ist um den Faktor 10^7 höher als bei Frauen, bei denen beide Allele intakt sind. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Zelle, bei der beide Allele eines der Tumorsuppressorgene mutiert bzw. deletiert sind, zur Krebszelle wird, kann z. Zt. nicht angegeben werden.

Summary

Prevention and early diagnosis are the most intelligent and powerful methods in the battle against cancer. Breast cancer is one of the most frequent cancers of women. Therefore, methods for early diagnosis were developed among which mammography using soft x-rays is most frequently applied. Experimental data about chromosomal aberrations and neoplastic cell transformation induced by soft and ultrasoft x-rays show that the quality factor Q of one currently used for soft x-rays of mammography is by far too low.

Dreizehn Jahre unabhängige Radioaktivitätsüberwachung: die Arbeitsgemeinschaft Umgebungsüberwachung von Atomanlagen (AUA)

Rolf Goedecke, Physikalische Umweltmeßtechnik, Kurfürstenallee 44, 28211 Bremen, Tel.: 0421 / 492313

Vor nunmehr etwa dreizehn Jahren haben sich an mehreren Standorten von damals gebauten und in Betrieb gegangenen in- und ausländischen Atomkraftwerken aus den dort aktiven Bürgerinitiativen Vereine gebildet mit dem Ziel, den sog. Normalbetrieb „ihres“ Kraftwerks kritisch zu begleiten und so dessen Problematik im Bewußtsein der anwohnenden Öffentlichkeit wachzuhalten. Als ein wichtiges Hilfsmittel bot sich hierzu an, die mit der Abluft der Kraftwerke abgegebenen radioaktiven Stoffe meßtechnisch zu erfassen, und nachgewiesene Erhöhungen der Umgebungsstrahlung bekanntzumachen. Zu diesem Zweck wurden je Standort mehrere umfangreiche, kontinuierlich arbeitende Apparaturen zur Messung der -Submersion in Entfernungen von meist ca. 1 bis 5 Kilometern um das Kraftwerk herum installiert. Zur korrekten und zuverlässigen Interpretation der Meßdaten werden neben den Daten der ionisierenden Umgebungsstrahlung wichtige Wetterdaten erhoben. Die Idee zum zugrundeliegenden Konzept, die Herstellung der Meßapparaturen sowie die technisch-wissenschaftliche Begleitung des Gesamtprojekts erfolgt(e) durch Physiker und Ingenieure; der Meßbetrieb, die routinemäßige Wartung der Meßanlagen, die Datenauswertung sowie die Meßdatenbewertung wird dagegen durch die Vereine vor Ort vorgenommen. Regelmäßig stattfindende Treffen der mit gleicher Meßtechnik in der AUA zusammenarbeitenden Gruppen und Personen stellen den Austausch der aktuellen Erkenntnisse sowie die weitere Qualifizierung aller Beteiligten sicher.

Die Technik der in der AUA verwendeten Meßsysteme wird in ihrer zeitlichen Entwicklung ausführlich vorgestellt. Anschließend werden Beispiele für die gemessenen Parameter gezeigt.

Erkenntnisse über Mängel beim Röntgen der weiblichen Brust Statistische Erhebungen der Ärztlichen Stelle in Hessen

Bernhard Götz, Ärztliche Stelle Hessen, Frankfurt am Main

Im Laufe ihres Lebens erkrankt jede achte bis zehnte Frau an einem Mamma-Karzinom. Die technischen Standards bei Mammographiegeräten sind jedoch seit der letzten Bekanntmachung des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung (BMA), die nach Inkrafttreten der Röntgenverordnung am 01.01.1988 erlassen wurden, weitgehend unverändert geblieben. Es wurde daher seitens des Bundes und des Landes Hessen für erforderlich gehalten, eine Reihe von technischen Verbesserungsvorschlägen zu erarbeiten und diese sodann in einen Erlaß des Landes oder eine Richtlinie des Bundes zu "gießen". Damit sollten die technischen Voraussetzungen geschaffen werden, die zu einer Verbesserung von Erkenn- und Befundbarkeit des Mamma-Karzinoms führen.

Die Vorschriften zur Verbesserung der technischen Standards traten in Form von Richtlinien des BMA zum 01.01. 1994 und 01.05. 1996 in Kraft.

Anläßlich eines Expertengespräches in der Ärztlichen Stelle Hessen war deutlich geworden, daß bei der Früherkennung des Mamma-Karzinoms Probleme auftreten, deren Lösung nicht ausschließlich in den technischen Mindestanforderungen liegt. Daher waren in diesem Expertengespräch die Qualifikation der befundenen Ärzte sowie die Kenntnisse im Hinblick auf Einstell- und Belichtungstechnik beim röntgenden Personal angesprochen worden. In diesem Zusammenhang war deutlich geworden, daß ein Mammographie-Screening als erster und einleitender Schritt unter den derzeitigen Zulassungsbedingungen zur Anfertigung und Abrechnung von Mammographie-Untersuchungen nicht die Lösung des Problems darstellt. Zudem wirft ein Screening eine ganze Reihe rechtlicher und finanzieller Probleme auf. Darüber hinaus darf nicht übersehen werden, daß je nach Mammographie-Gerät mit einer Strahlenbelastung von 0,5 bis 2 mSv (effektive Dosis) zu rechnen ist.

Weitere Bemühungen müssen daher darauf hinauslaufen, die Strahlenbelastung bei der Mammographie weiter herabzusetzen. Die Bildgüte darf jedoch nicht dahinter

Non-Malignant Reactions Associated with Chernobyl Exposures in Immigrants to Israel

Goldsmith JR¹, Quastel MR², Kordysh E⁴, Wishkerman V², Cwikel J³, Abdelgani A³, and Merkin, L².

¹Department of Epidemiology, Faculty of Health Sciences; ²Institut of Nuclear Medicine; ³Department of Social Work, all of Ben Gurion University, Beer Sheva, Israel; ⁴Department of Nephrology, Soroka Medical Center, Israel

About 850,000 immigrants to Israel from the Former Soviet Union since 1990, include an estimated 150,000 persons formerly living in areas radio-contaminated by the Chernobyl disaster. As part of an effort to evaluate and counsel some of these in our Region (the Negev) we have organized a clinic, and in 1991 were able to carry out measurements of the body burden of 137 Cs. We have also obtained health histories, and for children have undertaken studies of thyroid function. With the help of Dr. Ingrid Emerit of the Pierre et Marie University in Paris we have studied the clastogenic factor levels in children and in clean-up workers. (Liquidators) The body burden data showed that the longer the immigrants were in Israel, the lower their body burden, consistent with a biological half time of 3 months. Those who immigrated from areas with more than 37 kBq/m² of ground level contamination had higher body burdens than those from areas with less contamination. Thus general populations could be divided into two groups based on exposure. We examined about 1800 of such persons. A third group with presumably greater exposure were (clean up workers) liquidators of whom we examined about 80.

RESULTS

- I. We found among the older persons a gradient in blood pressure and clinically diagnosed hypertension associated with exposure.
- II. We found an increased level of post traumatic stress disorder among the more exposed, and observed it to decrease with time since immigration .
- III. We found a number of non-specific conditions and symptoms to be more frequent among the more exposed.
- IV. Among the more exposed group of girls (who were 0-16 years at the time of the accident, there were significantly ($p < 0.02$) higher serum levels of Thyroid Stimulating Hormone than among the less exposed, although all values were within normal limits> For boys the same pattern occurred, non-significantly.
- V. There was a tendency for the more exposed liquidators to have higher levels of

US Infant Mortality in the Nuclear Age, 1945-1996

Jay M. Gould, E.J. Sternglass, J.J. Mangano
Radiation and Public Health Project, New York, New York, USA 10024

A study of US infant mortality rates from 1935 to 1996 by states indicate that rates in the pre-nuclear period 1935-44 registered an annual decline of about 4 percent which was significantly adversely affected after 1945 varying degrees.

For example, if for the US as a whole the 4 percent pre-nuclear annual decline were assumed to persist after 1945, the 1996 expected US IMR would have been about 5 deaths per 1000 live births instead of the observed rate of 8.7. For the 50 year period 1945-1995, the cumulated total number of live births was 191.7 million, with 3.8 million infant deaths. In contrast, the corresponding number of cumulated expected infant deaths would have been 2.9 million, with a cumulated excess of about 874,000 infant deaths over the 50 year post-war period, attributable to the release of all post-1945 chemical and radioactive pollutants.

The contribution of low-level radiation from both reactor emissions and bomb tests can be most clearly seen in the case of Washington state, in which the Hanford facility in the relatively unpopulated southeast sector began the US nuclear age with radioactive releases in 1945 of the magnitude of Chernobyl. By 1992, however, with the closing of the neighboring Trojan reactor near Portland, OR and the complete cessation of Hanford reactor of about 5 deaths per 1000 live births, precisely the expected level projected from its pre-nuclear rate of decline in infant mortality rates.

Washington, along with most states in the Mountain region, which according to recent National Cancer Institute studies were heavily affected by above-ground tests which ceased in 1963, displayed the heaviest concentrations of excess infant deaths in the 1950s and 1960s, while other regions in which most civilian power reactors were built in later years display heavy concentrations in the final three decades, as illustrated by the case of Pennsylvania, Michigan and New York.

Der Petkau-Effekt und Oxidativer Stress

Ralph Graeub, Luzern, Schweiz

Der Petkau-Effekt (PE) verursacht Zellmembranschäden durch strahleninduzierte freie Sauerstoffradikale. Dabei steigt die Effizienz der Peroxidation der Membranen mit abnehmender Dosisrate, was zu supralinearen Dosiswirkungskurven führt (umgekehrter Dosisrateneffekt UDRE).

Diese Radikale attackieren zudem die DNA (Erbmasse) direkt oder über das ihr eigene Membransystem. Bei dieser Lipidperoxidation entsteht auch Malondialdehyd (MDA), ein bekanntes Mutagen und Carcinogen, das mit der DNA reagieren kann, Scholz weist auf Waldren hin, der nachweist, daß die Mutationsrate im unteren Dosisbereich heute noch 200-fach unterschätzt wird. Membranen sind laut Petkau speziell strahlenempfindlich.

Entscheidend ist heute, daß niedrige chronische Strahlendosen vielfach gefährlicher sind, als heute aufgrund einer linearen Extrapolation von hoch nach tief angenommen wird (Hiroshima/Nagasaki). Prominente Wissenschaftler anerkennen heute explizit den PE u.a. Bertell (Canada), Burlakova (Moskau) Scholz

(Deutschland). Nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion sind entscheidende russische Zellmembranforschungen insbesondere durch Prof. Elena Burlakova im Westen bekannt geworden. Sie hatte schon 1959 an Fischölen einen UDRE festgestellt. Ihre Zellmembranforschungen zeigen bimodale (supralineare) Wirkungskurven mit ersten Maxima bei 10-60mGy (1-6 rad). So kann beispielsweise eine Dosis von 6 rad die gleiche spezifische Wirkung haben wie 180 rad, d. h. eine 30-fach höhere Dosis! Die Erklärung wird mit einer Veränderung des Verhältnisses zwischen Schadensausmaß und der Aktivität der Reparaturmechanismen gegeben, *welche* durch die zusätzliche Niedrigstrahlung angeregt werden

Der PE ist bis heute der einzige bekannt biophysikalische Mechanismus, welcher die unerwartet großen gesundheitlichen Risiken durch niedrige radioaktive Emissionen aus der Kernspaltung erklären kann. Hoch signifikante epidemiologische Studien weisen solche Korrelationen mit supralinearen Kurven nach.

Die Realität des PE ergibt sich auch aus der neuen Radikaltheorie. Nach ihr entsteht oxidativer Stress und damit auch Zellmembranschäden, wenn freie Sauerstoffradikale - durch das den Sauerstoff verarbeitenden Lebewesen eigene Schutzsystem - nicht mehr kontrolliert werden können. Dieses besteht aus

Fehlbildungshäufigkeit in der Umgebung kerntechnischer Anlagen in Bayern

Bernd Grosche, Eric van Santen, Helmut Jahraus
Institut für Strahlenhygiene, Bundesamt für Strahlenschutz

Im Rahmen eines vom Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhaben [1] wurde auch der Frage nachgegangen, ob sich in der Umgebung bayerischer kerntechnischer Anlagen die Häufigkeit angeborener Fehlbildungen vom Erwartungswert unterscheidet. Eine entsprechende Auswertung wurde ebenfalls für geplante Standorte durchgeführt.

Datenbasis für die Auswertung war eine Erfassung der angeborenen Fehlbildungen über alle relevanten Krankenhäuser in Bayern (und angrenzenden Regionen) für die Jahre 1984-1991 [2].

Die angeborenen Fehlbildungen wurden unterteilt in isolierte und multiple Fehlbildungen sowie in chromosomale Störungen. Die Untersuchungsregion bestand aus denjenigen Gemeinden, deren Siedlungsfläche zu mindestens 2/3 im 15-km-Umkreis um einen existierenden bzw. geplanten Standort einer kerntechnischen Anlage liegt. Die Häufigkeit in der Umgebung dieser Standorte wurde verglichen mit der Häufigkeit in Vergleichsregionen, die im Hinblick auf "Urbanität" und "sozio-ökonomischer Status" der Untersuchungsregion möglichst ähnlich sind.

Für isolierte Fehlbildungen zeigte sich eine erhöhte Geburtsprävalenz in der Umgebung aller bestehenden Anlagen, ebenso ein Trend in Abhängigkeit von der Entfernung zur Anlage. Für multiple Fehlbildungen und für chromosomale Störungen ergaben sich keine Auffälligkeiten. Bei den geplanten Standorten traten über Erwarten häufig multiple Fehlbildungen auf, nicht aber die anderen beiden Fehlbildungsgruppen.

Literatur

1. Grosche B 1994: Umweltbezogene Gesundheitsberichterstattung/Stand in Bayern; in: Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G (ed.): Sonderdruck aus: Handbuch der Umweltmedizin: Toxikologie, Epidemiologie, Hygiene, Belastungen, Wirkungen, Diagnostik, Prophylaxe; ecomed verlagsgesellschaft mbh & Co.KG

Epidemic Juvenile Hypothyroidism among a Population of Hanford "Downwinders"

Grossman CM,(1) Nussbaum RH,(1) Kordysh E,(2) and Goldsmith JR(2)
(1) Northwest Radiation Health Alliance, Portland, Oregon, U.S.A. (2) Department of Epidemiology, Faculty of Health Sciences, Ben Gurion University of the Negev, POB 653, Beer Sheva Israel

Self-defined downwinders filled in health questionnaires as to their health and data related to potential exposure to emissions from the Hanford Nuclear Facility. The area considered was between the Cascades and Rocky Mountains, primarily to the East and Northeast of the Facility. Of 801 questionnaires received, 518 were from females and 283 from males. Belief that a health event may have been related to exposure no doubt influenced participation. 194 females and 31 males reported they had had hypothyroidism, as determined by their physicians. No laboratory data were supplied. Hypothyroidism is generally found **to be frequent among adult women, but is uncommon in children.**

54 of the 194 cases among females occurred in those less than 20 years of age and 3 out of 32 males were found in this age range. Peak years for females were from 1945 to 1965, with only

3 juvenile cases occurring after 1970 among 79 female hypothyroid cases overall. Among males there were 5 juvenile cases in 1955-1960 out of 7 overall but no juvenile cases among 24 cases at other times.

The timing of this epidemic is so similar to the time of increased emissions from the facility that a causal relationship is strongly suggested.

Validation of the diagnostic criteria used for a sample of cases would be desirable.

Other types of thyroid abnormalities

were also increased. One case of juvenile thyroid cancer was reported. While thyroid cancer in adults was unusually frequent, the first cases occurred in 1955 and the highest number (8) in 1985.

Our findings are consistent with the clinical finding that hypothyroidism in children frequently follows radiation of the head and neck.

Genomische Instabilität nach Bestrahlung,

Ursula B. Hacker-Klom, Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie - Radioonkologie, Universität, Münster

Erst seit kurzer Zeit ist bekannt, daß eine Zelle auf eine Bestrahlung nicht nur „klassisch“ in der nachfolgenden Teilung mit Überleben, Zelltod oder Mutationen reagieren kann, sondern daß es die vierte, bislang unbekannte Möglichkeit der genomischen Instabilität gibt. Darunter versteht man die zunehmende Ansammlung von Änderungen im Säugergenom während mehrerer Teilungen, die Aberrationen im Karyotyp, Genmutationen und -amplifikationen, zelluläre Transformationen, klonale Heterogenität und verzögerten reproduktiven Tod umfassen.

Der Verlust der Stabilität des Genoms wird als einer der wichtigsten Aspekte der Tumorprogression im Rahmen der Karzinogenese akzeptiert. Genomische Instabilität erhöht vermutlich die Wahrscheinlichkeit von Strahlenresistenz in Tumorzellen. Die relative genomische Instabilität von Tumorzellen betrifft das molekularbiologische, biochemische und morphologische Bild, wird aber zytogenetisch besonders gut sichtbar. Auch im Zusammenhang mit Entwicklungsstörungen und anderen Erkrankungen wird genomische Instabilität vermutet. Besonders wenn Stammzellen zum Beispiel des Blutes, der Haut oder des Testis von genomischer Instabilität betroffen sind, können während der durchschnittlicher 10^{16} Zellteilungen im Leben des Menschen unterschiedliche Strahlenspätfolgen resultieren

Als Mechanismen genomischer Instabilität wird die Beteiligung freier Radikale, Veränderungen in reparatur- und zellzyklusassoziierten Genen sowie in Tumorsuppressorgenen, zum Beispiel p53 diskutiert. Als weiteren möglicherweise beteiligten Mechanismus suggerieren eigene Ergebnisse strahleninduzierte Veränderungen im Chromatin. Wir fanden per Durchflußzytometrie bereits nach einmaliger Verabreichung von niedrigen Dosen (ab 2 cGy) einer 14 MeV Neutronenbestrahlung an NMRI Mäusen eine langanhaltende Erhöhung der DNA-Gehaltsdispersion in Abkömmlingen von Stammzellspermatogonien, nicht aber nach ^{60}Co Bestrahlung.

Als Konsequenz der bislang vorliegenden Daten ergibt sich, daß eine Neubewertung

Diagnostic x-ray exposure and female papillary thyroid cancer: a pooled analysis of two Swedish studies

Arne Hallquist¹ MD, PhD, Lennart Hardell² MD, PhD, Gun Wingren³ PhD.

¹Department of Oncology, Karolinska Institute and Stockholms Sjukhem, Mariebergsgatan 22, S-112 35 Stockholm, Sweden. ²Department of Oncology, Örebro Medical Center, S-701 85 Örebro, Sweden. ³Department of Occupational and Environmental Medicine, University Hospital, S-581 85 Linköping, Sweden.

Background:

The aim of the study to evaluate the risk for female papillary thyroid cancer from occupational and medical low level radiation exposure.

Methods and participants:

The analyses were based on data from two Swedish case-control studies on determinants for thyroid cancer. 186 thyroid cancer cases, diagnosed during 1977-1989 and aged 20-70 years, were collected from cancer registers. Twice as many population controls were selected. Questionnaires were mailed in 1990-91 to living cases and controls.

Results:

A high risk was found for the occupational group of dentists/dental assistants, odds ratio (OR)=13.1, 95% confidence interval (CI)=2.1-389. For all occupational exposure to x-rays OR=2.1, 95% CI=1.0-4.4 was obtained. Diagnostic x-ray exposure was associated with increased risk, with a dose-response tendency yielding OR=2.6, 95% CI=1.5-5.1 for the highest absorbed thyroid dose (>1.0 mGy). If only females 50 years or less at diagnosis were considered, higher ORs were obtained. Increased risks were also found for some site-specific examinations, some of them giving very low radiation dose to the thyroid; more than 10 dental x-rays gave OR=3.5, 95% CI=1.6-7.6. A potentiated risk for prior x-rays was seen among women with three or more parities with OR=4.7, 95% CI=1.5-14.8. Exposure to visual display units yielded OR=2.3, 95% CI=0.9-5.6.

Conclusion:

As in all questionnaire-based case-control studies possible recall bias must be

Childhood leukemia and indoor exposure to gamma radiation

Lennart Hardell¹, MD, PhD, Olav Axelson², MD, Professor, Mats Frerikson², Bsc, Gustav Akerblom³, Bsc.

¹Department of Oncology, Örebro Medical Center, SE-701 85 Örebro, Sweden.

²Division of Environmental and Occupational Medicine, Linköping University, SE-581 85 Linköping, Sweden. ³Swedish Radiation Protection Institute, SE-171 16 Stockholm, Sweden

Background:

The purpose of this investigation was to study whether there is a risk of childhood leukemia from indoor gamma radiation exposure in homes and apartments built of light weight concrete made from alum shale, which is rich in uranium. The gamma radiation in these buildings is 2-10 times higher than the average outdoor gamma radiation in Sweden, 0.10 microSievert per hour ($\mu\text{Sv/h}$). The radon concentration is usually increased to more than 150 Bq/m³. In Sweden 300000 dwellings are built of this kind of concrete. The Swedish Radon Commission, 1979, initiated a search the gamma radiation from the building facades was measured with sensitive gamma-ray instruments mounted in cars that drove along most of the streets and roads in the municipalities. The results from 154 out of the 286 Swedish municipalities were used in the present investigation of childhood leukemia.

Methods and participants:

All cases of leukemia aged < 20 years diagnosed during 1980-89 were obtained from the Swedish Cancer Registry. Only cases living in municipalities with measurements of gamma radiation from the house facades were included, in total 330 subjects. Eight controls were chosen for each case matched for age, gender and county. In total 1454 controls were found to represent the municipalities that had been measured. The life-time addresses for the included subjects and their mother's address during pregnancy were located and checked against the gamma measurement files.

Results:

A crude assessment of exposure was based on a weighting of the gamma radiation intensity and the time of living in a house with elevated gamma radiation. For a time-weighted exposure > 0.10 $\mu\text{Sv/h}$ an odds ratio (OR) of 1.4 with 95% confidence interval (CI) 1.0-1.9 was calculated based on 71 exposed cases and 241 exposed controls. However, no dose-response effect was seen; exposure 0.11-0.20 $\mu\text{Sv/h}$ yielded OR 1.5 with CI 1.0-2.2 and > 0.20 $\mu\text{Sv/h}$ yielded OR 1.0 with CI 0.7-1.4.

Zur Bedeutung unabhängiger Radioaktivitäts-Meßstellen

H. Helmers, J. Pade

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, FB Physik, PF 25 03, 26111 Oldenburg

E-Mail: helmers@uwa.physik.uni-oldenburg.de, pade@uwa.physik.uni-oldenburg.de

Der Fachbereich Physik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg betreibt seit knapp 20 Jahren ein Labor für Umweltradioaktivität, in dem Studierende unter umweltanalytischen Gesichtspunkten mit Methoden der Kernstrahlungsmeßtechnik vertraut gemacht werden. Zum Ausbildungskanon gehören Alpha- und Gammaskpektrometrie, Beta-Meßtechnik und Dosimetrie sowie die Detektion natürlicher und künstlicher Radioaktivität in festen, flüssigen und gasförmigen Medien.

Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl am 26.4.1986 hat der Fachbereich Physik das Labor auch für die Messung der aus dem Unfall resultierenden radioaktiven Belastung genutzt. Lehrende und Studierende haben sich spontan und in großer Zahl an dem aufgelegten Meßprogramm beteiligt, so daß die vorhandenen Geräte rund um die Uhr eingesetzt werden konnten. Durch eine Vielzahl öffentlicher Informationsveranstaltungen sowie mit Unterstützung der lokalen Medien (Zeitungen, Radio, TV) und der Bundespost, die einen ihrer Ansagedienste zur Verfügung stellte, gelang es, die Bevölkerung in der Region umfassend über die vorliegende Belastung zu unterrichten. Dies stieß auch deshalb auf breite positive Resonanz, weil die offiziellen Meßstellen ihre Meßdaten der Öffentlichkeit gar nicht oder nur sehr zögerlich zur Verfügung stellten. Die Erfahrung zeigte, daß eine sachliche Information über die vorliegende Belastung und Möglichkeiten zum praktischen Umgang damit einige unbegründete Ängste nahm - und nicht Panik schürte, wie es dem Fachbereich von der damaligen Landesregierung und manchen Behörden vorgeworfen wurde.

Neben der Darstellung des damaligen und heutigen Meßprogramms, der Öffentlichkeitsarbeit sowie der öffentlichen Resonanz darauf sollen einige aktuelle Ergebnisse ausgewählter Meßkampagnen vorgestellt werden, insbesondere zur radioaktiven Belastung des Bodens. Die Resonanz auf die Veröffentlichung und Bewertung dieser Ergebnisse auch außerhalb wissenschaftlicher Zeitschriften macht

Neutronen-Messungen beim CASTOR-Transport 1997

Dr. Helmut Hirsch

Tilsiter Str. 41, D-30657 Hannover; Tel. +49511 606 30 28, eMail cervus ~t-online.de.

Beladene Behälter zum Transport von abgebrannten Brennelementen bzw. hochaktiven Abfällen senden Neutronen- und gamma-Strahlung aus. Insbesondere die Neutronen-Strahlung mit ihrer hohen biologischen Wirksamkeit stellt dabei eine Gefährdung für Menschen dar, die sich in der Umgebung der Behälter aufhalten.

Kompliziert wird die Situation, wenn, wie beim Transport in das Zwischenlager Gorleben im Februar/März 1997, mehrere CASTOR-Behälter gemeinsam transportiert werden, deren Strahlenfelder sich überlagern.

Um Daten über die Intensität der Neutronenstrahlung in der Umgebung dieser Behälter zu erhalten, die den realen Bedingungen beim Transport entsprechen, ließ die Umweltschutzorganisation Greenpeace am 28.02 sowie am 04.03.1997 eigene Messungen vornehmen.

Diese Messungen wurden durchgeführt zusammen mit Dr. Rolf Goedecke, Bremen.

Has Fallout from the Chernobyl Accident Caused Childhood Leukemia and other Adverse Health Effects in Europe? An update on epidemiologic evidence

Wolfgang Hoffmann

Bremen Institute for Prevention Research and Social Medicine (BIPS)

According to current radiation risk estimates uniformly adopted by various official boards, exposure to Chernobyl fallout in Europe is unlikely to have caused any significant health risk.

However, several epidemiologic findings since 1986 indicate otherwise. These will be summarized and critically discussed in this lecture.

Among the first observation after the Chernobyl accident were increases in the prevalence of congenital malformations. In Berlin, Down's syndrome incidence peaked in the cohort of children conceived around the days of the highest radioiodine contamination (1). A nationwide study in Sweden likewise observed an excess of Down syndrome cases which again was confined to 1987 in regions with higher exposure to fallout (2) while a similar study in Finland found no evidence for an increased risk (3). In Jena, Germany, a regional malformation registry reported an isolated peak of specific malformations in 1986/1987, followed by a decrease in prevalence in subsequent years (4).

These observations are somewhat in line with a peak in perinatal mortality in Germany in early 1987. A first analysis was published already in 1989 (5), and was recently updated and confirmed with refined statistical methodology (6).

An incidence peak of childhood neuroblastoma in 1988 was originally reported to be related to high intake of locally grown foods in areas with relatively high ground contamination (7). The positive association disappeared after modification of exposure categories (8) and was later attributed to diagnostic bias (9).

Recent results of European projects to determine a possible increase of childhood leukemia subsequent to the chernobyl accident so far yielded inconclusive results. In Sweden (10) and Finland (11) some evidence for an increased risk for acute lymphoblastic leukemia was found in the most contaminated areas, but these findings were based on small numbers and in both countries and did not reach statistical significance.

In a large IARC-coordinated European study, leukemia incidence was slightly higher

Malignancies. Applying the methodologic approach of Petridou et al., childhood leukemia incidence in Germany was significantly higher in those children, who were in utero at the time of the fallout while no effect was observed in children born either before arrival of the fallout plume, or after Jan. 1st, 1988 (15).

The current etiologic concept explains the incidence peak of acute lymphoblastic leukemia in early childhood as the manifestation of an initiation which occurs early in the prenatal period. If this concept is valid, epidemiologic evidence in fact indicates a causal impact of Chernobyl fallout on the causation of childhood leukemia in Europe.

References

- (1) Sperling K et al. *BMJ* 1994;309,July 16.:158-162. (2) Ericson A et al. *Environ Res* 1994;67:149-159. (3) Harjulehto-Mervaala T et al. *Mutat Res* 1992;275:81-86. (4) Lotz B et al. In: *Proceedings-Band der GMDS-Tagung in Bonn 1996* (im Druck) (5) Lüning G et al. *Lancet* 1989;II:1081-1083. (6) Körblein A et al.. *Rad Environ Biophys* 1997;36:3-7. (7) Haaf G et al. In: Michaelis J et al. eds. *Europäische Perspektiven der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. Mainz: MMV Medizin Verlag, 1992:28-32. (8) Haaf G et al. In: Kunath H et al. eds. *Medizin und Information*, München: MMV Medizin-Verlag, 1994:700-4. (9) Michaelis J et al. *Klin Pädiatr* 1996;208:172-178. (10) Hjalmar U et al. *BMJ* 1994;309:154-157. (11) Auvinen A et al. 1994;309:151-154. (12) Parkin DM et al. *Br J Cancer* 1996;73:1006-1012. (13) Petridou E et al. *Scand J Soc Med* 1994;22:127-131. (14) Petridou E et al. *Nature* 1996;382:352. (15) Michaelis J et al. *Nature* 1997;387:246.

Hat der Tschernobyl-Fallout in Europa Leukämien bei Kindern oder andere Gesundheitsschäden verursacht ? Eine Bestandsaufnahme epidemiologischer Ergebnisse.

Wolfgang Hoffmann

Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS)

Die von internationalen Strahlenschutzgremien einheitlich übernommenen Annahmen zum Gesundheitsrisiko durch Niedrigstrahlung schließen nachweisbare Gesundheitsschäden als Folge des Tschernobyl-Fallouts in Europa aus. Mehrere epidemiologische Studien weisen allerdings in eine andere Richtung. Diese sollen im Vortrag zusammenfassend dargestellt und kritisch diskutiert werden.

Eine der ersten Beobachtungen nach der Reaktorkatastrophe war die Zunahme kindlicher Fehlbildungen. In Berlin (West) wurde eine deutlich höhere Inzidenz des Down-Syndromes (Trisomie 21) bei Kindern beobachtet, die während der Zeit der höchsten Kontamination mit Radiojod in Berlin gezeugt worden waren (1). Eine landesweite Studie in Schweden fand ebenfalls eine erhöhte Rate von Down-Syndrom in 1987, die in Regionen mit relativ hohem Fallout auftrat (2). In einer ähnlichen Studie in Finnland wurde dagegen kein erhöhtes Risiko beobachtet (3). Ein regionales Fehlbildungsregister in Jena registrierte eine erhöhte Rate an spezifischen Fehlbildungen in den Jahren 1986-1987, die von einer erniedrigten Rate in den Folgejahren begleitet war (4).

Im Zusammenhang mit diesen Beobachtungen ist eine vorübergehende Erhöhung der perinatalen Mortalität zu sehen, die Anfang 1987 in Deutschland auftrat und erstmals 1989 publiziert wurde (5). Die Analyse wurde kürzlich in einem fortgeschriebenen Datensatz mit überzeugender statistischer Methodik nochmals bestätigt (6).

Ein vermehrtes Auftreten von Neuroblastomen bei Kindern im Jahr 1988 wurde zunächst auf den Verzehr von regional erzeugten Lebensmitteln in Gegenden mit hoher Bodenkontamination zurückgeführt (7). Diese positive Assoziation verschwand jedoch, nachdem die Grenzen der Expositionskategorien verändert wurden (8). Später wurde die Erhöhung mit einer Erkennung früherer Stadien der Erkrankung aufgrund erhöhter diagnostischer Aufmerksamkeit erklärt (9).

Europäische Studien zur Untersuchung eines möglichen Anstiegs der Häufigkeit kindlicher Leukämien erbrachten bisher keine eindeutigen Ergebnisse. Aus

Trend über drei Gebietskategorien mit niedriger, mittlerer und hoher durchschnittlicher Caesium-Kontamination zu verzeichnen ($p=0.005$; (14)). Erstaunlich parallele Befunde wurden vom Mainzer Kinderkrebsregister auch für Deutschland berichtet. Mit der Methode von Petridou et al. hatten wiederum diejenigen Kinder das höchste Risiko, die zum Zeitpunkt des höchsten Fallouts in utero exponiert waren. Kinder, die vor Ankunft der radioaktiven Wolke oder nach dem 1.1.1988 geboren wurden, zeigten keine Auffälligkeiten (15).

Der ausgeprägte Altersgipfel der akuten lymphatischen Leukämie im frühen Kindesalter wird gegenwärtig als Folge einer Initiation zu Anfang der Schwangerschaft angesehen. Wenn dieses ätiologische Modell zutrifft, sprechen die epidemiologischen Befunde nach 1986 in der Tat dafür, daß der Fallout aus Tschernobyl auch in Europa zu einem erhöhten Risiko für kindliche Leukämien geführt hat.

Referenzen

- (1) Sperling K et al. *BMJ* 1994;309,July 16.:158-162. (2) Ericson A et al. *Environ Res* 1994;67:149-159. (3) Harjulehto-Mervaala T et al. *Mutat Res* 1992;275:81-86. (4) Lotz B et al. In: *Proceedings-Band der GMDS-Tagung in Bonn 1996 (im Druck)* (5) Lüning G et al. *Lancet* 1989;II:1081-1083. (6) Körblein A et al.. *Rad Environ Biophys* 1997;36:3-7. (7) Haaf G et al. In: Michaelis J et al. eds. *Europäische Perspektiven der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. Mainz: MMV Medizin Verlag, 1992:28-32. (8) Haaf G et al. In: Kunath H et al. eds. *Medizin und Information*, München: MMV Medizin-Verlag, 1994:700-4. (9) Michaelis J et al. *Klin Pädiatr* 1996;208:172-178. (10) Hjalmars U et al. *BMJ* 1994;309:154-157. (11) Auvinen A et al. 1994;309:151-154. (12) Parkin DM et al. *Br J Cancer* 1996;73:1006-1012. (13) Petridou E et al. *Scand J Soc Med* 1994;22:127-131. (14) Petridou E et al. *Nature* 1996;382:352. (15) Michaelis J et al. *Nature* 1997;387:246.

Low dose X-ray effects on the cell-cycle progression of CHO cells

Agnes Kapler, Burkhard Greve, Wolfgang Göhde Institute of Radiobiology, University, Münster, FRG

There is increasing discussion about biological effects of low doses of ionizing irradiation. As far as doses in the region of occupational exposures are concerned very few experimental data are available. The main reason for this is the fact that biological endpoints have to be developed which show reasonable sensitivity in order to investigate the effects of low irradiation doses. For risk considerations mutation effects are in the center of interest. Unfortunately, the commonly used genetic assays like chromosomal effects or micronuclei do not show sufficient sensitivity for the dose range down to 5 cGy. We have investigated the X-ray induced cell-cycle phase progression delay as a sensitive biological endpoint. Short term analysis of cell-cycle phase frequencies can be seen at X-ray doses as low as 5 cGy. Using this model dose response curves can be analysed at dose levels interesting for occupational exposure.

Das gemischte Strahlungsfeld in der Umgebung eines CASTOR Transport- und Lagerbehälters

A.V. Alevra, H. Klein, K. Knauf und J. Wittstock
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig

In der PTB wurden verschiedene Neutronen- und Photonenspektrometer für die Untersuchung gemischter Strahlungsfelder an Arbeitsplätzen entwickelt. Das Ansprechvermögen eines Bonner-Kugel-Spektrometers und verschiedener Rückstoßprotonendetektoren für Neutronen wurde mittels realistischer Monte-Carlo Simulationen berechnet und in den Referenzneutronenfeldern der PTB experimentell bestimmt. Ein flüssiger organischer Szintillator konnte gleichzeitig für die Bestimmung der spektralen Neutronen- und Photonenflußdichte spezifiziert werden. Diese Meßsysteme wurden in den letzten Jahren erfolgreich an Arbeitsplätzen in kerntechnischen Anlagen eingesetzt, u.a. in Kernkraftwerken, im nationalen Pu-Lager und in der Umgebung von Transportbehältern.

Hier berichten wir über die Bestimmung der spektralen Neutronen- und Photonenflußdichten in der Umgebung des ersten im Brennelementlager in Gorleben eingelagerten CASTOR-Behälters und vergleichen die Meßergebnisse mit Vorhersagen aus Monte Carlo-Rechnungen. Außerdem werden die aus den spektralen Flußdichten abgeleiteten Referenzwerte für die Äquivalentdosisleistungen nach ICRP21 (H_{MADE}) und ICRP74 ($H^*(10)$) mit den Anzeigen von verschiedenen, in der PTB kalibrierten Orstdosisleistungsmessern verglichen.

Es wird gezeigt, daß mit den von der PTB eingesetzten Meßsystemen auch niedrige Neutronenflußdichten und -äquivalentdosisleistungen mit Unsicherheiten <5% bzw. <15% bestimmt werden können.

Background radiation and childhood cancers

George W. Kneale, Department of Public Health and Epidemiology University of Birmingham, England

Outdoor terrestrial gamma radiation exposure levels (TGR), estimated for each of the 10 km squares of the Great Britain National Grid, were related to local cancer death rates in childhood. The examination was based upon an examination of geographical TGR variations and upon a recently reported recalculation of the dose-response relationship between the risk of childhood cancers and foetal exposure to medical x-rays. The analysis was pressed through several stages in which the effects of sociodemographic and medical confounding factors and their temporal changes were identified and separated. TGR was then shown to exert an independent statistically significant effect.

Neutronen und ihre biologische Wirksamkeit

W. Köhnlein, Institut für Strahlenbiologie der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster

Energiereiche Strahlung hinterläßt bei der Absorption in Materie Veränderungen. Für biologisches Material bedeuten solche Veränderungen Schädigungen, die für das absorbierende Organ oder den Organismus Langzeitkonsequenzen haben können. Es sind die Folgen der strahlenbedingten Veränderungen in den informationstragenden Molekülen der Zelle, also in der DNS, denen die Strahlenforschung besondere Aufmerksamkeit schenkt. Ein Maß für die Gefährlichkeit einer Strahlenbelastung ist die Erhöhung der Krebsinzidenz in der belasteten Population und der Mutationsrate, die sich auf die folgenden Generationen auswirkt.

Es steht außer Zweifel, daß aus beladenen CASTOR-Behältern Neutronen austreten. Messungen der Neutronenflüsse ergab Werte, die sich um einen Faktor 4 unterscheiden. Dies deutet darauf hin, daß bereits die physikalische Dosismessung von Neutronen keineswegs trivial ist.

Um etwas über die Gefährlichkeit der Neutronenstrahlung auszusagen, muß man die Prozesse der Wechselwirkung der Neutronen mit biologischer Materie verstehen und die sich letztlich ergebenden Konsequenzen aus der Strahlenbelastung beobachten. Dabei wird die schädigende Wirkung der Neutronen mit der einer Referenzstrahlung (meistens ^{60}Co γ -Strahlung) verglichen. Das Verhältnis der Dosen (D_N/D_R), die zum gleichen Effekt führen, bezeichnet man als relative biologische Wirkung (RBW).

Die RBW der Neutronen wurde von vielen Arbeitsgruppen für ganz unterschiedliche strahlenbiologische Endpunkte, verschiedene Bestrahlungsbedingungen und Dosisbereiche untersucht und Werte veröffentlicht, die zwischen 15 und 300 liegen. Außerdem wurde eine Dosisabhängigkeit des Neutronen-RBW-Wertes beobachtet. Danach nimmt die RBW mit sinkender Dosis zu ($RBW \sim 1/\sqrt{D_N}$). Nach dem Stand der Wissenschaft besitzt die Neutronenstrahlung eine viel höhere Gefährlichkeit als in unserer Strahlenschutzverordnung angenommen wird. Die Gefährlichkeit, besonders im Bereich kleiner Dosen, ist extrem hoch. Es gibt also eine erhebliche Differenz zwischen den normativen Bestimmungen der Neutronenstrahlung (Qualitätsfaktor von 10)

keine Gefährdung verbunden sei. Werden nun die Grenzwerte ausgeschöpft, dann übersteigt wegen der hohen RBW-Werte der Neutronen die Schadenserwartung das in unserer Gesellschaft übliche Sicherheitsniveau erheblich.

Diese Argumentation wurde wiederholt kritisiert. Eine so extreme Bewertung der Neutronenstrahlung würde bedeuten, daß die Hiroshima-Kohorten erheblich höhere Dosen absorbiert hätten, was zu einer beachtlichen Reduktion des Strahlenrisikos führt. Die Kritiker haben offenbar übersehen, daß die Neutronen-RBW eine inverse Dosisabhängigkeit zeigt. Wird das berücksichtigt, so ändert sich das aus den Hiroshima Daten ableitbare Strahlenrisiko nur um wenige Prozent und nicht um Faktoren in der Größenordnung von 3-4. Darauf hat Kuni bereits hingewiesen (1995). Wissenschaftler der RERF (Pierce et al. 1996) sind ebenfalls der Frage nachgegangen, wie sich die Dosen in der verschiedenen Kohorten ändern, wenn man von einer höheren aber dosisabhängigen RBW der Neutronen ausgeht. Sie kommen zu dem gleichen Ergebnis wie Kuni und widersprechen damit seinen Kritikern.

Erhöhte Krebsraten in der Umgebung bundesdeutscher Kernkraftwerke

Alfred Körblein, Winzererstr. 48, 80797 München

In der Ende 1997 vorgestellten Studie des Instituts für medizinische Statistik und Dokumentation (IMSD) der Universität Mainz mit dem Titel "Epidemiologische Studien zum Auftreten von Leukämieerkrankungen bei Kindern in Deutschland" zur Krebsinzidenz in der Umgebung deutscher kerntechnischer Anlagen wird suggeriert, es gäbe keinen Nachweis für erhöhte Krebsraten bei Kindern in der Umgebung von bundesdeutschen Kernkraftwerken. So liest es sich jedenfalls in den betreffenden Presseberichten unter Berufung auf die Aussage von Bundesumweltministerin Angela Merkel.

Tatsächlich ist aber der Studie zu entnehmen, dass die Inzidenz frühkindlicher akuter Leukämien im Nahbereich kerntechnischer Anlagen signifikant um etwa den Faktor 3 erhöht ist ($p=0,005$). Die Verfasser relativieren diesen Tatbestand allerdings, indem sie darauf hinweisen, dass die Erhöhung nicht mehr signifikant ($p=0,060$) sei, wenn statt des 5 km- das größere 15 km-Vergleichsgebiet herangezogen wird.

Davon abgesehen, daß auch dieser p-Wert sehr nahe am kritischen Wert von $p=0,05$ liegt, sollte berücksichtigt werden, daß die angegebenen p-Werte sich auf den zweiseitigen Test beziehen. Da es sich aber bei der Frage, ob die Krebsinzidenz in der Umgebung von Kernkraftwerken erhöht ist, um eine einseitige Fragestellung handelt, ist der einseitige Test angezeigt. Dann halbiert sich der p-Wert auf $p=0,030$, d.h. die Inzidenz der frühkindlichen akuten Leukämie im Nahbereich der kerntechnischen Anlagen ist somit weiterhin signifikant erhöht.

Außerdem errechnet sich aus den in der Arbeit genannten Zahlen eine signifikante Erhöhung der Krebsrate (alle Malignome) bei Kindern dann, wenn man die Untersuchung nur auf die Umgebung der großen Leistungsreaktoren beschränkt, also unter Ausschluß der Forschungszentren Jülich und Karlsruhe, des kleinen Versuchsreaktors Kahl und der Standorte Hamm und Mülheim-Kärlich, bei denen die Reaktoren nur kurze Zeit in Betrieb waren. Betrachtet man nur die Siedewasserreaktoren, beträgt die Erhöhung sogar 40% und ist noch deutlicher

Perinatale Mortalität in Deutschland nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl

A. Körblein (1) , H. Küchenhoff (2)

1 Winzererstr. 48, 80797 München; 2 Institut für Statistik, Universität München, Akademiestrasse 1, 80799 München

Der Unfall in Tschernobyl im Jahr 1986 war der bisher größte Unfall in einem Atomkraftwerk, mit Auswirkungen weit über die Grenzen der unmittelbar betroffenen Länder hinaus. Von offizieller Seite wurde allerdings schon kurz nach dem Unfall betont, daß akute Schäden, insbesondere für das werdende Leben, in Deutschland nicht zu erwarten seien, da die radioaktive Belastung des Embryo zu jedem Zeitpunkt weit unterhalb der kritischen Schwellendosis lag.

Wir berichten in unserem Vortrag über unsere Untersuchung zum Verlauf der Säuglingssterblichkeit in Deutschland nach Tschernobyl. Die Trendanalyse der Jahresdaten der Perinatalsterblichkeit, also der Rate der Totgeborenen plus der frühen Säuglingssterblichkeit, ergab eine signifikante Erhöhung im Jahr 1987, dem Jahr nach dem Reaktorunfall. Aus der Analyse der Monatsdaten der Perinatalsterblichkeit geht weiter hervor, daß der Verlauf der Sterblichkeit mit der Cäsium-137 Belastung korreliert: Maxima der Sterblichkeit zeigen sich gerade 7 Monate nach dem Zeitraum der höchsten Cäsium-Konzentration im Körper der Schwangeren.

Die Ergebnisse unserer Auswertung sind in der Zeitschrift "Radiation and Environmental Biophysics" veröffentlicht worden. Allerdings wurde dazu eigens eine neue Rubrik "Controversial Issue" geschaffen, wie der Herausgeber in einem Vorwort zu dieser Ausgabe vermerkt. Eine Reihe kontroverser Diskussionen haben sich an unsere Publikation angeschlossen, weil die von uns gewonnenen Ergebnisse nach derzeitigen biophysikalischem Wissen nicht zu erwarten waren.

Blasendetektoren, ein alternatives Verfahren zur Dosimetrie und Spektrometrie in Neutronenfeldern

H.-L. Kronholz¹, W. Rosenstock²

¹Zentrum für Strahlenmedizin, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie - Radioonkologie -

²Fraunhofer-Institut für naturwissenschaftlich-technische Trendanalysen, Euskirchen

Viskose Gele eignen sich als Trägersubstanz feinsten Tröpfchen einer überhitzten Flüssigkeit. Durch Neutronenstrahlung werden in einigen Tröpfchen sichtbare Blasen gebildet, deren Anzahl der Dosis proportional ist. Die mit diesen Polymeren gefüllten, integrierenden Detektoren sind gewebeäquivalent, passiv, wiederverwendbar und für Gammastrahlung nicht empfindlich. Sie sind nicht größer als ein Reagenzglas. Mit Hilfe energiewahlender Neutronenfilter können sie zu einfachen Neutronenspektrometern ausgebaut werden. Damit steht für den im Strahlenschutz wichtigen Bereich niedriger Dosen (1 μ Sv bis 100 mSv) ein einfaches Verfahren für Dosimetrie und Spektrometrie bei Neutronenenergien < 10 MeV zur Verfügung.

Mental Health of Liquidators of the Chernobyl Disaster

Lyudmila Kryzhanivska, Ukrainian Institute of Social and Forensic Psychiatry, Kiev

More than eleven years have passed since the explosion at the Chernobyl atomic station in 1986. The diagnosis, prevention and treatment of mental disorders and syndromes related to low doses of radiation are a topic of special interest for Ukrainian psychiatrists and psychologists.

The aim of our study was to characterize the clinical and psychological aspects of the Chernobyl disaster-related mental disorders.

Four hundred and fifty patients who were exposed to low doses of radiation resulting from the Chernobyl disaster were evaluated both clinically and psychologically.

Clinical and psychological findings allowed us to describe 6 main psychopathological syndromes among the liquidators: asthenic, cerebrasthenic, pseudoneurotic, depressive, psychopathic and organic. 50% of our patients had the same multiple complaints: headache, dizziness, fatigue or chronic tiredness, poor concentration and lack of attention, memory loss, irritability, sometimes anger, mood swings, emotional instability, anxiety, physical and mental exhaustion, sleep-awake cycle disturbances, high blood pressure, autonomic and vascular ton dysregulations, sweating, heart problems, pains in the bones, feelings of hopelessness, worthlessness, lack of libido. They had a high sensitivity to loud noises, bright light, and high temperature. The overall symptoms of these syndrome were so alike that we called it postchernobyl cerebrasthenic syndrome.

The results of psychological research on those patients indicated poor attention, lack of concentration and memory loss; exhaustion of mental activity; instability of attention. 74% of patients had a high level of anxiety. 80% had different changes of character and 90% of patients had low level of self-esteem and self-evaluation, decreased productivity in the workplace.

Different nonpsychotic psychopathological syndromes are the diseases which appeared after the Chernobyl disaster. Approximately 50% of these patients suffered from the different stages of an organic syndrome.

Strahlenbelastung des fliegenden Personals - Bewertung und gesundheitliche Konsequenzen

Dr. Horst Kuni, Universitätsprofessor, Klinische Nuklearmedizin, Philipps-Universität Marburg,
D-35033 Marburg; <http://staff-www.uni-marburg.de/~kuni/>;
Email: h.kuni@mail.uni-marburg.de

Die Verstärkung des Strahlenfeldes aus natürlichen Quellen durch zivilisatorische Prozesse muß in Zukunft im Strahlenschutz nach denselben Regeln beachtet werden wie eine Strahlenbelastung durch eine künstliche Quelle. Um Messungen im Flugbetrieb zu umgehen, wird von deutschen Behörden angestrebt, das Strahlenfeld in räumlicher und zeitlicher Dimension als berechenbar darzustellen und die Dosen so zu bewerten, daß das fliegende Personal nicht als beruflich strahlenexponiert behandelt werden muß.

Die Defizite in der Kenntnis des Strahlenfeldes werden skizziert: räumliche und zeitliche Varianz der Häufigkeit primärer Teilchen und ihres Energiespektrums, Spektrum der sekundären Teilchen, vor allem der Neutronen, Eintritt energiereicher solarer Eruptionen.

Über die biologische Wirksamkeit der verschiedenen Komponenten des Feldes beim Menschen gibt es mehr Fragen als Antworten. Ein Überblick über erste epidemiologische Erfahrungen zur Krebsinduktion beim fliegenden Personal ergibt Anhaltspunkte für eine erhebliche Unterschätzung der biologischen Wirksamkeit der Strahlung, vor allem der Neutronen in der derzeitigen Strahlenschutzpraxis.

Bereits im nationalen, erst recht aber internationalen Maßstab errechnet sich eine Schadenserwartung für Passagiere, Personal und deren Nachkommen, die Maßnahmen zur Verminderung des Strahlenfeldes dringend erforderlich erscheinen lassen: Begrenzung der Flughöhen, Information der Passagiere als Grundlage zur Auswahl alternativer Flugrouten, Begrenzung der Einsatzzeiten des Personals, Frühwarnsystem für solare Eruptionen und seine Beachtung.

Genetische Prädisposition und Heterogenität der Strahlensensibilität

Dr. Horst Kuni, Universitätsprofessor, Klinische Nuklearmedizin, Philipps-Universität Marburg,
D-35033 Marburg; <http://staff-www.uni-marburg.de/~kuni/>;
Email: h.kuni@mail.uni-marburg.de

Eine Reihe von genetischen Merkmalen scheint mit einer erhöhten Prädisposition für Brustkrebs verbunden zu sein. Zugleich gibt es Hinweise, daß bei den Betroffenen auch die Empfindlichkeit für die Induktion eines Brustkrebses durch ionisierende Strahlen erhöht ist. Die Auswirkungen auf die Abwägung von Nutzen und Schaden radiologischer Maßnahmen, insbesondere einer Mammographie, werden angesprochen.

Die genetische Prädisposition ist zumindest teilweise mit einem früheren Erkrankungsalter verbunden. Eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber stochastischen Strahlenschäden führt wahrscheinlich zu einer Vorverlegung des Erkrankungsalters. Diese Form der gesundheitlichen Schädigung wird in der bisherigen Diskussion der Strahlenfolgen nicht gewürdigt.

Erhöhung der Inzidenz maligner Erkrankungen in der GUS nach der Tschernobyl-Katastrophe

Edmund Lengfelder Strahlenbiologisches Institut der Universität München, Schillerstr. 42, 80336 München und Otto Hug Strahleninstitut - MHM, Jagdhornstr. 52, 81827 München

Unter den drei GUS Republiken, die durch die Tschernobyl-Katastrophe wurden, sind die stärksten Auswirkungen in der Republik Belarus zu verzeichnen. Dort gingen etwa 70% des radioaktiven Fallout aus Tschernobyl nieder, während in der Ukraine und in Rußland jeweils 15% abgelagert worden sind. Bereits Ende 1990 war in Belarus die Zahl der Neuerkrankungen der Schilddrüsenkrebsfälle bei Kindern auf das über 30fache des 10-Jahresmittelwertes vor Tschernobyl angestiegen. Der Trend des Anstieges setzte sich in den Folgejahren fort, auch bei der Zahl der jährlichen Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs bei den Erwachsenen. Im Jahre 1997 war bei Kindern ein Rückzug der Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs festzustellen. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, daß immer mehr der im Jahre 1986 strahlenbelasteten Kinder heute der Altersgruppe der Jugendlichen und jungen Erwachsenen angehören. In diesen Altersgruppen steigt die Tumorraten weiter an.

Anstiege sind auch beim Mammakarzinom, vor allem im Oblast Gomel im Vergleich zur Zeit vor Tschernobyl festzustellen. Angestiegen ist auch die Erkrankungsrate an Leukämie bei Kindern und Erwachsenen im Oblast Gomel, dem am stärksten strahlenbelasteten Gebiet in Belarus.

In der Ukraine ist der Anstieg der Erkrankungen an Schilddrüsenkrebs weniger ausgeprägt als in Belarus. Zugenommen hat auch die Zahl der Leukämiefälle bei den Liquidatoren. Dies betrifft nach den vorliegenden Daten insbesondere Rußland.

Chernobyl Emissions linked to a Variety of Adverse Health Effects in the U.S.

Josef J. S. Mangano¹, Ernest Sternglass², Jay M. Gould³

¹Radiation and Public Health Project, Brooklyn, New York, USA 11215; ²Department of Radiology, University of Pittsburgh School of Medicine, Pittsburgh, Pennsylvania, USA 152;

³Department of Radiology, Radiation and Public Health Project, New York, New York, USA 10024

A finding of excessive U.S. deaths in the four months after the 1986 Chernobyl accident suggested that low levels of fallout may have harmed Americans. Until 1995, however, no statistical connection between fallout and specific diseases were made. In a span of just over a year, excess rates were found for several conditions known to be sensitive to radiation.

Thyroid cancer incidence rose nearly 20% beginning in 1990, the year incidence for this condition began climbing in Belarus and the Ukraine. Hypothyroidism cases among newborns rose 8% in 1986 and 1987, and soared by 23.3% in the Pacific Northwest, which was hit hardest by Chernobyl fallout. Humans are at higher risk for thyroid cancer and hypothyroidism after exposure to radioactive iodine, which rose over 200% from its normal amount in May and June 1986 in the U.S. milk supply.

Leukemia incidence among American infants was 30% higher for those born in 1986 and 1987, compared to others born in the 1980s. These children were exposed in utero to radioactive strontium and other bone-seeking isotopes found in Chernobyl emissions. Finally, rates of all cancers among U.S. children under 10 soared for those born in 1986 and 1987, compared to those born earlier.

Using Chernobyl as a basis for exploring effects of low-level radiation is revealing. All areas of the U.S. consumed higher doses of radioactivity in the diet, for a period of months (for short-lived isotopes) to years (for long-lived isotopes). Frequent measurements of dietary levels of radioactive elements were made by the U.S. government, yielding a solid „dose“ estimate, while cancer registries and other public health statistics provided substantial „response“ data. The theory that smaller, protracted doses of radiation produce greater per-dose health effects is supported by these findings.

The effect of Low Doses of Radiation

Dr.A.Milutin, Dr.E Plyugacheva, Dr.S.Bockkut, Dr.A.Lapko, Dr.Zafranskaya, Dr.V. Selyavko
International Sakharov Institute of Radioecology, Minsk, Dolgobrodskaya 23, Belarus

There is no other accident in the history of industrial catastrophes like the one which took place at the Chernobyl Nuclear Power Plant. This accident was unique by a number of aspects: the range of radionuclides released into the air, the scale of land contamination, the population collective dose, a very strong "iodine blow", and millions of people, who suffered from continuing exposure to 'low dose radiation' which had been previously considered absolutely harmless.

Only lately it has been established that low radiation causes cell to undergo multiple changes which lead to alterations in cell's activities. Also it has been proved that flows of various processes in cells which were affected by low radiation differ from those in cells affected by high radiation.

Over the last four years the Department of Radiobiology of the Sakharov Institute has been conducting a thorough survey of the state of health in the children, pregnant women, and adults who permanently reside on the contaminated land in Belarus. A considerable change in the state of endocrine, immune, cardiovascular systems was recorded. To conduct risk assessment for these groups of population, however, it is necessary to reconstruct absorbed doses developed under a continuous exposure both external and internal to low radiation.

The use of purely physical methods for dose reconstruction is predominant nowadays. These methods, however, are not entirely appropriate for the reconstruction of a total dose a man has received throughout his life. For instance, there was a number of different and not-taken-into-account factors which contributed to dose load on people of Belarus after Chernobyl. Hence, the application of standard mathematical calculation produces figures which are suspect.

In many cases the application of methods of biological dosimetry is a good precision tool as far as the reconstruction of the total absorbed dose is concerned. In their turn these methods have their own weaknesses and restricted application scales. We strongly believe that difference as far as it concerns dose reconstruction. These methods allow to estimate conformational state and functional activity of protein (their

different environmental conditions. The results of investigation show state of adenilate cyclase system and membrane mechanisms which regulate the concentration of calcium in cells subjected to low irradiation. Both the deference in conformational state of Ig G, Hb, albumin and the activation of NO-synthase of blood cells were established in children and adults who reside on contaminated land in Belarus.

Thus we achieved results which allow to us to state that the low dose radiation factor possibly made a contribution to the cause that brought about the surveyed changes in the functional systems of the human body.

Changes in the calcium homeostasis in lymphocytes of children with different autoimmune pathology from radiation exposed areas

A.A. Milutin, S.G. Prishchep, N.V. Gerasimovich
International Sakharov Institute of Radioecology, Minsk, Dolgobrodskaya 23, Belarus

A lot of attention has been recently paid to changes in ion balance when studying cell pathologies. Most of the published outcomes of relevant research indicate that ions of Ca^{2+} play a leading role in cell damages. Ca^{2+} is one of the most important intracellular ions. It takes part in the regulation of a number of metabolic processes (J.W. Putney, 1993). The modification of Ca^{2+} membrane permeability, the change in Ca^{2+} concentration in cytoplasm, and excessive Ca^{2+} presence in intracellular pulls of Ca^{2+} sequestrum are criteria of abnormal intracellular Ca^{2+} homeostasis. Besides, there is data which points at the alteration of intracellular Ca^{2+} homeostasis in lethally irradiated timocytes (Shevchenko, 1997).

With that in mind a research project was carried out to study the change of intracellular content of Ca^{2+} ions in limphosytes of peripheral blood in children who suffered from autoimmune pathologies and who resided in Minsk region with a low level of radioactive contamination.

The fluorescence probe Fura2/AM (10 μM) (Hoth, 1997) was used to estimate the concentration of free cytosolic Ca^{2+} . The average value of the fluorescence in each of these ratioimages was determined for individual cells; these average values were then used to calculate Ca^{2+} ions in cells, according to Grynkiewicz et al. (1985).

It was established that in children with juvenile rheumatoid arthritis the intercellular concentration of Ca^{2+} ions exceeds up to 25% that in the control group. Double concentration of free cytosolic Ca^{2+} was registered in children who had systems vasculitis.

Given the fact that the excess of Ca^{2+} content in cells can be brought about by the alteration of Ca^{2+} access through plasmatic membrane, we could consider this as a major cause Ca^{2+} -induced death of cells. With the aid of Pyrene fluorescence probe we carried out analysis of structural state of the lipid component of lymphocytes membranes.

permeability through plasmatic membrane of cells. Change of index of physical and chemical state of plasmalem of lymphocytes of peripheral blood in children who with autoimmune pathologies.

Risiken schätzen lernen

K.E. von Mühlendahl, Kinderhospital Osnabrück, 49082 Osnabrück, Iburger Str. 187

Ungewißheit ist ein konstitutives Element menschlichen Lebens. Sie läßt verschiedene mögliche Wege in die Zukunft offen mit Chancen und Risiken. Ungewißheit gibt dem Leben Reiz, Ansporn, Dynamik.

Unser materieller Reichtum, gepaart mit Technisierung und Bürokratisierung, läßt heute viele gravierende Risiken, individuelle und Kollektive, ausschließen. Unsere Gesellschaft krankt an den Folgen dieser Entwicklung. Wir haben es verlernt, mit Risiken sinnvoll umzugehen.

Es hat sich ein großes Bedürfnis entwickelt, alle Lebensrisiken auszuschließen. Legislative und Verwaltungen geben dieser Tendenz nach, und die Rechtsprechung unterstützt in vielen Bereichen das Begehren einzelner nach Übertragung von Risiken auf anonyme Strukturen, etwa auf Kommunen und den Staat.

Um sinnvoll mit Risiken umzugehen, muß man Daten kennen; die zahlenmäßige Größe eines Risikos (Eintrittswahrscheinlichkeit); die Bedeutung für das Ausmaß einer resultierenden Gefährdung; die Frage, wie lange ein Risiko wirksam ist; der Aufwand für die Vermeidung; letztlich muß eine Kosten-Nutzen-Analyse gemacht werden. Diese Betrachtungsweise werden wir wieder lernen und lehren müssen, denn unsere Unfähigkeit mit Risiken umzugehen unterbindet viele sinnvolle und notwendige Entwicklungsprozesse.

Die diagnostische Anwendung von Röntgenstrahlung ist besonders gut geeignet, um die Entwicklung von Entscheidungen über den Umgang mit Risiken exemplarisch aufzuzeigen.

Observed Detriment From Living in a Radioactive Environment Contaminated at such Low Levels that "Radioactivity could not have caused it".

Rudi H. Nussbaum PhD,
PSR-Northwest Radiation Health Alliance, Portland, OR

I Nuclear Workers Exposed To Fission Products

Significant excess mortality from prostatic cancer was found in a major epidemiological case-control study among United Kingdom Atomic Energy workers who had been exposed to ^3H , ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{60}Co or ^{65}Zn . Excess risk was associated both with duration of work in potentially contaminated places and levels of probable contamination, strongly suggesting a causal relation [Rooney C et al., British Medical Journal (BMJ) 307:1391-1397 (1993)].

In a rejection of the researchers' conclusions, industry health physicists asserted that while ^{65}Zn is known to concentrate in the prostate gland, these workers' exposures were probably too low by factors of "at least 50 to more than 1,000" to have possibly caused initiation of prostate cancer [Atkinson WD et al., BMJ 308: 268-269 (1994)].

Note, that while the observed excess cancer mortality in the exposed worker population could not be denied, no plausible alternative explanation was presented. Atkinson et al.'s assertion invokes the authority of rather dated and uncertain risk estimates by national and international radiation protection commissions which had been generalized primarily from external exposure effects and high-dose animal data. Such estimations have ignored the potentially much larger biological damage done by radioisotopes lodged in the blood, tissues and various concentrating organs of the body, compared to external X- or gamma radiation.

II Health Impact of Low Levels of Fallout (Nuclear Tests and Chernobyl) at Great Distances from its Sources

A selected tabulation of serious health effects observed in 19 independent studies from many countries [Nussbaum, RH, Medical Physics 25(3) March 1998 (in print)] shows consistent changes in long-term historical trends, suggesting a rather direct

or Young Childhood Leukemia (four independent studies from four countries) were found after contamination by fallout.

5. Increases in Incidence of Adult Bone, Prostatic and Other Cancers was found in one study following atmospheric weapons tests.

6. Doubling in Child Germ-Line Mutations in one study after parental exposure to Chernobyl fallout.

In all the countries in which these health effects have been observed, internal and external dose estimates by national and international health officials were so low that none of these detriments should have been observable if widely accepted estimates by official radiation regulatory commissions were reliable predictors of radiogenic risks for increased maladies resulting from environmental exposures [see Medical Physics reference above].

Updated radon risk estimates

A. Poffijn, Laboratory of Nuclear Physics University Gent, Belgium Gent

Epidemiological studies among underground miners on one hand and animal studies on the other hand have clearly demonstrated the carcinogenic effect of radon exposure as well as the significant increased risk of lung cancer from levels of 50 WLM on.

As the extrapolation from miners to the general population may introduce large uncertainties a number of case-control studies about the risk of indoor radon exposure have been set-up. Although the methodology of most of these studies is quite similar, the outcome of the presently published studies is not unequivocal and quite inconclusive.

A critical reading of the most recently published data indicate that the 11 miner cohorts form a solid basis for developing a policy to manage the risk of indoor radon exposure.

Dosisreduktion in der nuklearmedizinischen Diagnostik durch Anwendung geeigneter Bildanalyseverfahren? - Ein Diskussionsbeitrag anhand von Phantomstudien mit einer ausgewählten Methode zur Komplexitätsanalyse des Szintigramms.

Björn Poppe¹ und Helmut Fischer²

¹Universität Bremen/FB1, Postfach 33 04 40, D-28334 Bremen; ²Reinhard-Nieter-Krankenhaus, Abt.: Strahlentherapie/Nuklearmedizin, D-26389 Wilhelmshaven

Einer der wichtigsten Arbeitsschritte der nuklearmedizinischen Diagnostik ist die visuelle Beurteilung des Szintigramms durch den untersuchenden Mediziner. Die Menge des zu verabreichenden Radiopharmakons wird dabei durch biologische und physikalische Effekte, wie die Anreicherung im Organ, die Absorption oder die Halbwertszeit bestimmt. Um eine eindeutige Beurteilung des Szintigramms zu erlauben, wird letztlich jedoch immer ein Mindestmaß an Kontrast bzw. an Signal-zu-Rausch Verhältnis angestrebt.

Die Arbeit soll einen Diskussionsbeitrag zu der Frage leisten, inwieweit sich durch Anwendung geeigneter Bildverarbeitungsverfahren Möglichkeiten zur Verringerung der applizierten Aktivität und damit zur Dosisreduktion ergeben, also sich aus kontrastarmen Bildern noch signifikante Diagnosen ziehen lassen.

Anhand eines möglichen Verfahrens, einer Komplexitätsanalyse mit Hilfe der sogenannten Skalierungs-Index-Methode, wird gezeigt, daß statistisch signifikante Identifizierungen von heißen und kalten Arealen auch bei niedrigen Aktivitäten, die sich in schlechten Signal-Rausch-Verhältnissen äußern, möglich sind. Die Untersuchungen wurden unter Verwendung eines Schilddrüsen- und eines Jaszczak-Phantoms, als Beispiele für planare und tomographische Anwendungen, durchgeführt.

Die Ergebnisse legen den Schluß nahe, daß neben den gerätetechnischen und radiopharmakologischen Komponenten der nuklearmedizinischen Untersuchungen auch eine intensivere Ausnutzung geeigneter Bildanalysemethoden zur Verbesserung der diagnostischen Möglichkeiten und damit zur Dosisreduktion beitragen kann.

***Differential display* UV-B-bestrahlter Keratinozyten**

T. Pötter, W Köhnlein, A. van Dülmen

Institut für Strahlenbiologie, Universität Münster, Robert-Koch-Straße 43, D-48149 Münster

Die *differential display*-Technik besitzt gegenüber anderen Methoden der Genisolierung einige Vorteile, z.B. die Schnelligkeit und Sensitivität sowie die Möglichkeit, die Genexpression von mehr als zwei Testsystemen miteinander zu vergleichen. Das *differential display* nutzt die Tatsache, daß die meisten eukaryotischen mRNAs ein 5'-Poly-A-Ende besitzen. So können theoretisch alle zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer Zelle exprimierten mRNAs durch drei Poly-T-Primer, die an ihrem 3' Ende eine der Basen Adenin, Cytosin oder Guanin tragen, in drei cDNA-Subpopulationen revers transkribiert und in einem sich anschließenden Schritt (mit einem zweiten Primer) amplifiziert werden.

Menschliche Keratinozyten (*HaCat*) wurden in der exponentiellen Wachstumsphase mit ultraviolettem Licht der Wellenlänge 290-320 nm (UV-B) bestrahlt. Nach unterschiedlichen Zeiten (0,5 bis 8h) wurde die RNA isoliert, als Vergleich dienten unbestrahlte Zellen. Mit fluoreszenzmarkierten PolyT-Primern wurde ein *differential display* der unbestrahlten sowie der 8h nach der Bestrahlung gewonnenen Probe durchgeführt. Diese Ansätze wurden auf einem Sequenzierautomaten analysiert. Nach dreimaliger Bestätigung wurden jene PCR-Ansätze, die eine differentielle Bande zeigten, auf einem Polyacrylamidgel, welches anschließend silbergefärbt wurde, aufgetrennt. Die differentiellen Banden wurden aus dem Gel geschnitten, reamplifiziert und kloniert. Ein Northern-Blot wurde mit den potentiell differentiellen Fragmenten hybridisiert.

Das *differential display* mit fluoreszenzmarkierten Primern erwies sich als extrem sensitiv. Außerdem ermöglichte die hier vorgestellte Methodik die Darstellung von Produkten bis 1,5 kB. Die differentielle Expression zweier Fragmente konnte durch einen Northern-Blot bestätigt werden. Diese Fragmente sollen näher charakterisiert werden.

***DNA-fingerprinting* einer YAC-Hefe nach Röntgenbestrahlung im niedrigen Dosisbereich**

T. Pötter, W. Köhnlein, A. van Dülmen
Institut für Strahlenbiologie, Universität Münster, Robert-Koch-Straße 43. D-4814s Münster

Bisherige Nachweismethoden der DNA-Veränderungen nach ionisierender Bestrahlung beschränkten sich vornehmlich auf die Detektion von DNA-Strangbrüchen und anderen chemischen Veränderungen, vornehmlich im mittleren bis hohen Dosisbereich. Bei der epidemiologischen Erfassung von Krebserkrankungen oder Mißbildungen in bestrahlten Bevölkerungskollektiven werden häufig Chromosomenaberrationen, Mikronuklei und Schwesterchromatidaustausche als genetische Endpunkte analysiert. Die Nachweismethoden von kleineren Mutationen als strahlenbiologischem Endpunkt erlauben nicht die Untersuchung größerer DNA-Bereiche und sind in der Regel auf bestimmte Mutationen beschränkt.

Wir arbeiteten mit haploiden Sproßhefen, die zwei Maus-DNA enthaltende *yeast artificial chromosomes* (YACs) trugen. Diese Hefen wurden durch ein Pheromon in der G1-Zellzyklusphase arretiert. Nach kurzer Ultrabeschallung wurden sie röntgenbestrahlt und plattiert. Für jede Dosis wurde von 100 Einzelkolonien ein DNA-Fingerprint mit einer Mikrosatelliten-Sonde erstellt. Zu Vergleichszwecken wurde ein Fingerprint eines Hefestammes erstellt, dem die beiden YAC-Chromosomen fehlten.

Bei insgesamt 700 untersuchten Klonen und damit 6300 Hefe-spezifischen Banden wurde nur einmal der Ausfall und einmal das Neuentstehen einer Bande beobachtet. Das entsprach einer Mutationsfrequenz von 0,032% pro Locus. Bei den Maus-spezifischen Banden wurde immer wieder der Verlust von zwei bestimmten Banden (4,0 bzw. 4,2 kB) detektiert. Bei der einen Bande wurden erst ab 3 Gy Mutationen detektiert (5%), die andere zeigte schon eine Spontanmutationsrate von 3% - nach Röntgenbestrahlung stieg die Mutationsfrequenz dieser Bande bis auf 13% an (10 Gy).

Sind analgesierende Röntgenbestrahlungen heute noch vertretbar?

Dr. med. Peter Rees, Karlsruhe

Analgesierende Röntgenbestrahlungen sind z.B. 6 Bestrahlungen mit jeweils 1Gy in wöchentlichem Abstand, mit einer 180 kV-Strahlung, die durch ein 0,5 mm Cu-Filter gehärtet wurde.

Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen in einer radiologischen Allgemeinpraxis wird die Ansicht vertreten, daß die Anwendung analgesierender Röntgenbestrahlung auch heute noch indiziert ist, allerdings unter der Voraussetzung, daß kleinstmögliche Bestrahlungsfelder gewählt und blutbildende Skelettabschnitte möglichst wenig belastet werden, d.h. tangentiale Einstellungen zu bevorzugen sind. Nur vorwiegend ältere Patienten sollten hiermit behandelt werden. Die Erfolge sind am besten bei Enthesiopathien. d.h. Sehnenansatzperiostosen wie z.B. Achillodynien oder Kalkaneusperiostosen und PHS (Periarthritis humeroskapularis), bzw. Epikondylitiden. Unmittelbar nach Hüftgelenksoperationen (TEP) werden prophylaktisch zunehmend analgesierende Röntgenbestrahlungen durchgeführt, um die Entstehung einer Myositis ossifikans zu verhindern. Bei Gefäßoperationen, insbesondere nach Implantation von Prothesen im Beckenbereich treten häufig Lymphfisteln auf, die unter Röntgen-Entzündungsbestrahlungen rasch obliterieren. Die Reduktion der Gesamtdosis erbrachte schlechtere Behandlungsergebnisse. Die möglichen Spätfolgen einer Radiotherapie in der Sporttraumatologie müssen mit den Patienten eingehend erörtert werden. Zurückhaltung ist geboten.

Radiation and Cause-Specific Mortality Among Workers at Oak Ridge National Laboratory

David B. Richardson, Steve Wing
Department of Epidemiology, School of Public Health, CB#8050, Nationsbank Plaza,
University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC
27599-8050, email: David_Richardson@unc.edu

INTRODUCTION

One way to address questions about the long-term health effects of low level exposure to ionizing radiation has been to study workers employed in the United States' atomic weapons program. Workers at some of these facilities have a long history of vital status follow-up and detailed information about external radiation exposure. Oak Ridge National Laboratory (ORNL), one of the US government's nuclear weapons facilities, was involved in research and development of the atomic bomb, and the atomic pile there was used to create small amounts of plutonium. The goal of this study was to examine associations between low-level, penetrating radiation and deaths due to cancer and non-cancer causes among workers at ORNL.

MATERIALS AND METHODS

The study examined deaths among 14,095 workers hired between 1943 and 1972 who worked at least 30 days at Oak Ridge National Laboratory. Vital status through 1990 was ascertained through Social Security Administration, National Death Index, and employer records. Exposure to external penetrating radiation, primarily gamma rays, was measured using individual dosimeters that were, for most years, incorporated into security badges necessary for entering the facility. Analyses examined associations between mortality and cumulative external radiation. In order to evaluate potential changes with age in sensitivity to ionizing radiation, the effects of cumulative external radiation doses were evaluated separately for doses received before and after age 45.

RESULTS

All cause and all cancer mortality were positively associated with cumulative dose received after age 45. These associations were primarily due to cancer causes of death; no association was observed between all causes of mortality except cancer and radiation dose. All cancer mortality was estimated to increase 4.08% (95% CI 1.5%

ESR-Spektrometrie an kalzifiziertem Gewebe: Möglichkeiten und Grenzen einer zukunftssträchtigen Methode zur Quantifizierung der integralen akkumulierten Strahlenbelastung.

Dipl.Phys. Georg Schabl Medizinische Physik Universität Bremen

ESR-Spektrometrie an kalzifiziertem Gewebe (Zahnschmelz, Dentin sowie Knochengewebe) gilt seit einigen Jahren als zukunftssträchtige physikalische Methode zur retrospektiven Dosisabschätzung von strahlenbelasteten Individuen sowie exponierten Kollektiven. Der Beitrag widmet sich einerseits methodischen Fragestellungen (Präparation, Meßtechnik, Meßgrenzen, Meßgenauigkeit, Auswertung, Interpretation der Ergebnisse, etc.) sowie andererseits Fragestellungen betreffend dem ‚State-of-the-art‘ der ESR-Spektrometrie und möglichen zukünftigen Routineanwendungen (medizinische Anwendungsfelder, Umgebungsüberwachung im Nahbereich kerntechnischer Anlagen, Dosisabschätzung nach Strahlenunfällen, etc.)

Die Grenzen dieser leistungsfähigen Methode liegen zur Zeit in der Problematik der verlässlichen Rekonstruktion des zahnröntgenbedingten Anteils am gemessenen ESR-Signal begründet. Dieser Sachverhalt verdient besondere Aufmerksamkeit, da zahn-diagnostisches Röntgen sowie CT-Aufnahmen im Kopfbereich einen stetig wachsenden Anteil an der medizinisch bedingten Strahlenbelastung der Gesamtbevölkerung einnehmen.

Erhöhte Brustkrebs-Inzidenz nach Strahlentherapie des Morbus Hodgkin bei Mädchen und jungen Frauen

G. Schellong, Univ.-Kinderklinik Münster

Seit 2 Jahrzehnten wird in zunehmender Häufigkeit über Zweitmalignome nach Behandlung eines Morbus Hodgkin im Kindes- und Erwachsenenalter berichtet. Dabei hat sich herausgestellt, daß die sekundären Leukämien sich ausschließlich in den ersten 15 Jahren nach dem Morbus Hodgkin manifestieren und auf bestimmte zytostatische Medikamente (vor allem Stickstoff-Lost und andere Alkylantien) zurückzuführen sind. Die sekundären soliden Tumoren treten demgegenüber nach Ablauf von etwa 12 Jahren mit zunehmend ansteigender Inzidenz auf und werden offensichtlich ganz überwiegend durch die Radiotherapie induziert. Sie liegen zu über 80% im Bereich der früheren Strahlenfelder.

Erst in den letzten Jahren wiesen einige Publikationen auf einen besorgniserregenden Anstieg der Inzidenz von Mammakarzinomen bei Patientinnen unter 40 Jahren hin, die im Kindes- und Jugendalter eine Radiotherapie wegen eines Morbus Hodgkin erhalten hatten. Das Erkrankungsrisiko scheint sich mit zunehmender Beobachtungszeit immer weiter zu erhöhen. Während dieses Phänomen auch bei anderen sekundären soliden Tumoren zu beobachten ist, wird das Mammakarzinom nach 25 bis 30 Jahren zum häufigsten Zweitumor bei weiblichen Patienten. In drei Nachuntersuchungsserien (JCO 14: 1442, 1996; NEJM 334: 745, 1996; Lancet 341: 1428 (1993) wurden Daten von insgesamt 1220 Patientinnen ausgewertet, die bei Therapie des Morbus Hodgkin jünger als 20 Jahre alt waren und maximal 21-45 Jahre (median 10 - 11 Jahre) nachbeobachtet worden waren. Bei 37 Patientinnen war ein Mammakarzinom aufgetreten, das bei 36 im früheren Strahlenfeld lag. 36 der 37 Mädchen waren bei der Therapie mehr als 10 Jahre alt, d.h. das Risiko scheint bei Bestrahlung vor der Pubertät deutlich geringer zu sein. 21 der 37 Mammakarzinome traten später als 15 Jahre nach der Behandlung auf. Die standardized incidence rate (SIR = relatives Risiko im Vergleich zur altersadaptierten Normalbevölkerung) war in den 3 Studien 17 - 75fach. Die mit life-table-Methoden ermittelten kumulativen Inzidenzen betragen in einer Studie 12 % nach einer Beobachtungszeit von 30 Jahren und in einer anderen 35% im Lebensalter von 40 Jahren. Diese Prognosen haben ziemlich große Standardabweichungen, weil sich die späten Ereignisse nur auf kleine

spezielle Nachsorge der Patientinnen. In dem Vortrag werden hierzu die in den großen deutschen kooperativen Therapiestudien angewendeten Behandlungskonzepte bei Kindern und Erwachsenen erörtert. Außerdem wird über die Arbeit der von der Deutschen Krebsgesellschaft in Zusammenarbeit mit den beiden deutschsprachigen Arbeitsgruppen für Morbus Hodgkin eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe „Brustkrebs nach Morbus Hodgkin“ berichtet.

Regression Analysis of Time Trends in Perinatal Mortality and Stillbirth in Germany and Europe 1980 to 1993

Hagen Scherb¹, Irene Brüske-Hohlfeld² and Eveline Weigelt¹,

¹GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Biomathematik und Biometrie, Postfach 11 29, D-85758 Oberschleißheim; ²GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Epidemiologie, Postfach 11 29, D-85758 Oberschleißheim

Numerous investigations have been carried out on the possible impact of the Chernobyl accident on the prevalence of anomalies at birth and on perinatal mortality. In many cases the studies were aimed at the detection of differences of pregnancy outcome measures between regions or time periods. Most authors conclude that there is no evidence of a detrimental physical effect on congenital anomalies or other outcomes of pregnancy following the accident. This paper reports on statistical analyses of time trends in perinatal mortality in Germany. Its main intention is to investigate whether perinatal mortality, as reflected in official records, was increased in 1987 as a possible effect of the Chernobyl accident. We show that in Germany as a whole there was a significantly elevated perinatal mortality proportion in 1987 compared to the trend function. The increase is approximately 5% of the expected perinatal death proportion for 1987. Even more pronounced levels of about 8% may be found in the presumably higher contaminated areas of Bavaria and the former German Democratic Republic (GDR). To investigate the impact of statistical models on results, we apply three standard regression techniques. It turns out that the observed significant increase in 1987 is essentially independent of the statistical model used.

Warum gibt es in den neuen Ländern der Bundesrepublik weniger Brustkrebs als in den alten?

Inge Schmitz-Feuerhake und Achim Kranefeld
Universität Bremen, AG Med. Physik

Der besorgniserregende Anstieg der Brustkrebsmortalität in den Industrienationen scheint in jüngster Zeit abzuflachen, da verbesserte Therapien zur Anwendung kommen. Besonders hohe Brustkrebsinzidenzen liegen jedoch nach wie vor in den USA und den wirtschaftlich prosperierenden Ländern Europas und dort in städtischen Populationen und sozio-ökonomisch bevorteilten Kohorten vor. Seit den 60er Jahren liegt die Mortalität in der ehemaligen DDR um rund ein Viertel niedriger als in den alten BRD-Ländern. Des Rätsels Lösung könnte im Röntgen liegen. Die weibliche Brust ist das strahlenempfindlichste Gewebe bei Kindern und Erwachsenen in bezug auf Krebsauslösung überhaupt. Während ein Teil des Brustkrebsanstiegs in beiden Ländern mit der zur Tuberkulosefürsorge eingesetzten Reihenuntersuchung von ca. 1955-85 zusammenhängen dürfte, sind bei uns vergleichsweise viele Röntgenaufnahmen bei Mädchen wegen Skoliose sowie Mammographien bei jungen Frauen durchgeführt worden. Die japanischen Atombombenüberlebenden sind in diesem Fall ein besonders ungeeignetes Referenzkollektiv für das Krebsrisiko, da 1) Japanerinnen über wenig Brustgewebe im Vergleich zu Frauen europäischen Typs verfügen, 2) die in der Diagnostik verwendeten niedrigen Röntgenenergien, insbesondere bei der Mammographie, eine sehr viel höhere RBW haben als die bei der Bombenexplosion relevante harte Gammastrahlung. Es wird abgeleitet, daß eine rigorose Einschränkung des Röntgens bei uns zu den wichtigsten Vorsorgemaßnahmen gehört.

Bedrohung kranker und gesunder Kinder durch medizinisches Röntgen?

Karl O. Schneider, Ingrid Krüger, Gertrud Ernst, Murry M. Kohn
Röntgenabteilung im Dr. von Haunerschen Kinderspital München, Klinikum Innenstadt der LMU.

Das Bestreben die Dosis für pädiatrische Patienten bei Untersuchungen mit Röntgenstrahlen deutlich abzusenken durch die Anwendung verbesserter Technik, besserer Ausbildung, aber auch durch Qualitätskontrollen (Konstanzprüfung, Sachverständigenprüfung), hat nach unserer Einschätzung bisher nicht zum Ziel geführt.

In mehreren dosimetrischen Studien - ausgeführt im Auftrag der Europäischen Kommission - konnte wie schon in früheren Phantommessungen in Kliniken und Praxen der alten und neuen Bundesländer gezeigt werden, daß eine Dosisvariation von bis zu 1:400 für Thoraxaufnahmen in der täglichen Praxis tatsächlich vorkommt. Im Mittel lagen die Dosisunterschiede für 12 weitere Untersuchungen bei 1:40. Die Analyse der Röntgenaufnahmetechnik und die Korrelation mit der gemessenen Dosis ergab, daß bei Einhaltung der zuvor aufgestellten Leitlinien der Europäischen Kommission (Kohn MM et al. 1996) eine deutliche Dosisreduzierung möglich ist, ohne daß die Bildqualität (Originalbildauswertung durch eine Expertengruppe) negativ beeinflusst wurde.

Im Gegensatz zur einfachen Röntgendiagnostik ist die Dosisbelastung bei der Computertomographie um den Faktor 100 höher. Auch hier konnten wir Dosisunterschiede von 1:10 pro Einzelschicht feststellen. Durch strenge Patientenauswahl und optimierte Untersuchungsprogramme ist bei der Computertomographie eine beträchtliche Dosislimitierung möglich. Bei der Durchleuchtung sind ebenfalls durch mangelhafte Ausbildung (zu lange Durchleuchtungszeiten, nicht aussagekräftige Zielaufnahmen) und schlechtes Equipment inakzeptable Dosisbelastungen möglich. Eine aktuelle Studie ist derzeit im Auftrag der Kommission im Gange.

Der entscheidende Faktor bei der Patientendosis ist der Arzt, der die Untersuchung

Lehren aus Tschernobyl für den Katastrophenschutz

Roland Scholz, München

1. Ein Super-GAU im dichtbesiedelten Westeuropa ist jederzeit möglich.
2. Tschernobyl hat gezeigt, wie weiträumig die radioaktive Kontamination sein wird. Regionen mit derzeit hoher volkswirtschaftlicher Produktivität würden für lange Zeit unbewohnbar sein. Den wirtschaftlichen Schaden würde auch eine reiche Gesellschaft nicht bewältigen.
3. Es ist unmöglich, die Bevölkerung vor den gesundheitlichen Auswirkungen des Super- GAU eines nahen AKW ausreichend zu schützen
4. Maßnahmen für einen Minimalschutz – wie Jod-Bevorratung Verteilungspläne für eine sofortige Jodprophylaxe, Verhaltenstraining der Bevölkerung – werden nicht getroffen.
5. Selbst wenn es gelänge, die gefährliche Akkumulation von Jod-131 in der Schilddrüse zu verhindern, so bleibt die Inkorporation des radioaktiven Cäsiums und der gefährlichen Knochensucher Strontium-90 und Plutonium mit Nahrung und Atemluft; es bleiben deren nicht abschätzbaren Langzeitfolgen.
6. Eine Gesellschaft, die sich einreden läßt, ihr Wohlstand hinge von der Atomindustrie ab, und sich einbildet, in guter Nachbarschaft mit Atomkraftwerken leben zu können, riskiert den Tanz auf dem Vulkan.

Der einzig wirksame Schutz vor den Folgen eines Super-Gau ist die Prävention.

Das kann nur heißen:

Ausstieg aus einer nicht-verantwortbaren Technologie,

Ausstieg aber darf nicht heißen:

Ersatz des Atomstroms durch fossile Energieträger und Vergeuden von Energie, so gedankenlos und rücksichtslos wie bisher;

sondern das muß heißen:

Durch intelligente Energieerzeugung und Energienutzung sowie durch drastische Einschränkung des Energieverbrauchs werden Atomkraftwerke überflüssig.

Isotopen-Variationen im Zusammenhang mit dem Petkau-Effekt, mit Strahlenschutz-Problemen im Low-Level-Bereich und bislang unbeachteten Faktoren bei der Athero- und Carcinogenese

K.-J. Seelig, Kornmarkt 1, 54636 Biersdorf am Eifelstausee

Neuerdings bearbeiten zahlreiche Medien vermehrt die Probleme der Freien Radikale (F.R.) als bedeutsame Krankheits-Ursachen mit multiplen Organ-Manifestationen.

Dabei wird der Bevölkerung die protektive Bedeutung der membranstabilisierenden Zellschutz-Faktoren (Selen plus Vit. A-E und C) zunehmend bewußt. Auch Billiganbieter (mit chemisch-hergestellten d-I-Analoga der biologisch sonst nur als L-Form verwendbaren Vitamine) haben dabei zunehmend Konjunktur.

Leider wird allgemein nichts über die Ursachen, über die Verteilungs-Pfade, geschweige denn über die Verursacher des vermehrten Auftretens der F.R. gesagt. Das Problem hätte schon seit den frühen 50-er Jahren virulent sein können, seitdem die Fragen eben nach den Ursachen des „Ranzigwerdens der Butter“ als luft- und wasser-übertragene Faktoren hatten beschrieben werden können, die eben die Lipid-Peroxidation anstoßen und verstärken können. Seit dieser Zeit werden bereits Vit-A und E-Zusätze zu deren Stabilisierung als Anti-Oxydantien den Nahrungsmitteln legal zugesetzt.

Da man es aber tunlichst vermied, organisch eingebundene Radioaktivität als C-14 und Tritium, zu deklarieren, wurden die fettlöslichen strahlenden Edelgase und ihre strahlenden Folgeprodukte gleichfalls vergessen.

Heute werden micro- und pico-Mol Mengen Hormone und Enzyme bestimmt, auch Milli-Mol-Mengen von organisch vorhandenen Substanzen sollten also von nicht unerheblicher biologischer Bedeutung sein. Um so erstaunlicher, daß die medizinische Forschung die vergleichsweise beachtliche Menge v. 12 - 14 mmol/l Deuterium hat übersehen können, wo doch Magnesium 1 mmol/l, Calcium 2 mmol/l und Kalium mit etwa 4 mmol/l genaue Beachtung findet. Berücksichtigt man, daß Deuterium in natürlichen Wässern nicht als D₂O (8.4 mmol/l) sondern als HDO mit 16.8 mmol/l vorliegt, so wird dieses „Versehen“ bei der Betrachtung der Enzym-Kinetik, dem Vorkommen in organischen Materialien, Getränken, unreifen Früchten und daraus gewonnenen Saft-Konzentraten als alltägliche Verdünnungs- und Austauschwässer mit Spül-Funktion sofort als ein möglicher, bislang „übersehener“

Krankheitsfaktor offenbar

Durchmischungen, nicht-enzymatische Vernetzungen von Eiweißen und anderen Zellbestandteilen nicht unbeträchtliche Zunahme-Quoten von „Zell-Schrott“ (i.S. von nicht weiter verwendbaren biolog. alterungs-fördernden Zellbruchstücken) vorausgesagt werden.

Die natürlichen Ausscheidungs- u. Entgiftungsmechanismen für diese FR-Produkte müssen dabei ihre Grenzkapazitäten erreichen.

Da die bi-modalen Kurven der Strahlensensibilität n. Burlakova evtl. durch die unterschiedlichen Toxizitäten div. leichtionisierbarer organischer Schwer-Isop-Radikale erklärt werden kann, sollten Existenz und Modalitäten dieser isotopen-divergenten Radikal-Formationen nicht weiter übersehen oder verschwiegen werden. Die Entwicklung von in-vivo-Methoden zum Nachweis von Protium-, deuterierten u. Tritium-Superoxyd-Radikalen mittels Elektronen-Spin-Resonanz-Technik und Rahman-Spektroskopie war bereits die von Dr. Petkau anvisierte dringlich notwendige Forschungs-Richtung, die heute unbedingt erforderlich wäre.

Literatur:

Hübner, G. et al.: Die Rolle des Wassers in biol. Systemen (1970) Wissensch. Taschenbücher WTB Bd. 78 Berlin-Oxford-Braunschweig

Thomson, J.F.: Biological Effects of Deuterium (1963) Pergamon-Press, London

Krumbiegel, P.: Isotopie-Effekte (1970) WTB Bd. 77

Wardeiner, J.: C13/--- C13/-Kopplungs-Konstanten und Bindungs-Eigenschaften in 6-Ring-Kohlenwasserstoffen (1980), Dissertation, Göttingen

Scholz, R.: Die Bedrohung des Lebens durch radioaktive Strahlung, (1997) IPPNW Studienreihe Bd. 4, 3. Aufl. S. 55-77 (insb. Kap. α -Strahler Tritium und Strontium)

Somlyai, G.: Biologische Auswirkungen von Wasser mit vermindertem Deuterium-Gehalt (1997), Erfahrungsheilkunde 7/1997 p. 381-388

Bundesregierung der BRD: „Kein Forschungsbedarf für T u. D“, Antwort der Bundesregierung 1983 auf Anfrage der Fraktion „Die Grünen“ zur Tritium-Problematik Gerhardt, Dr., BMI-ABT. RS-II, Schreiben vom 19.10.1983 an Dr. K.J. Seelig, Biersdorf: „Deuterium unterliegt keinem Rückhalte- od. Deklarations-Bedarf“ zur Messung von Deuterium kein Anlaß“.

Messung der zellulären Diaphorasen zur Optimierung der adjuvanten Strahlentherapie

E. Severin,

Institut für Strahlenbiologie der Universität Münster, Robert-Kochstr. 43, 48149 Münster

Einige zytotoxisch wirkende Medikamente, die in der Strahlentherapie eingesetzt werden, wie das die hypoxischen Zellen abtötende Misonidazol, oder in der Krebstherapie, wie Mitomycin C, benötigen zu ihrer Aktivierung intrazelluläre Enzyme, die Oxidoreductasen. Die therapeutische Wirksamkeit dieser Medikamente korreliert mit der Aktivität der Oxidoreductasen, vor allem mit der Aktivität der Diaphorasen (= NAD(P)H-Chinon-Oxidoreductasen). Darum sind diese Medikamente sinnvoll nur gegen solche Tumoren einzusetzen, die die Enzyme in hoher Aktivität enthalten. Es wurde eine Meßmethode erarbeitet, mit der man die Oxidoreductasen in Einzelzellen eines heterogenen Zellgemisches messen kann.

Prinzip der Meßmethode:

Tetrazoliumsalze werden von den zellulären Oxidoreductasen zu Formazanen reduziert. Die Menge des entstandenen Formazans ist proportional zur Enzymaktivität und kann mit Hilfe der Flußzytometrie gemessen werden, sofern es fluoresziert. Durch die Wahl der Substrate und Inkubationsbedingungen lassen sich so verschiedene Enzyme messen. Wenn außerdem die DNA der Zellen angefärbt wird, liefert das Ergebnis eine detaillierte Darstellung der Enzymaktivitäten in den einzelnen Zellen der Probe.

Transformierte Endothelzellen eEnd2 werden mit Trypsin vereinzelt und ihre Zellmembranen mit Digitonin durchlässig gemacht. Diaphorase I (NADH-abhängig) wird mit Lactat stimuliert, Diaphorase II (NADPH-abhängig) wird mit Glucose-6-Phosphat stimuliert. Das Tetrazoliumsalz CTC wird zugefügt und die Zellsuspension 10 Minuten lang inkubiert. Fixierung der Zellen mit Paraformaldehyd für 1 Stunde, Fluorochromierung der DNA mit DAPI. Zweiparametrische Flußzytometrie der DNA / Enzymaktivität mit der Zweiwellenlängen-Anregung. Absolute Enzymaktivität nach Formazan-Eluierung mit Spektralphotometer (Severin, Seidler, Cytometry 13:322 (1992)).

2. Es ermöglicht, selbst in heterogenen Populationen die Enzymaktivitäten in den einzelnen Zellen zu bestimmen.
3. Es erlaubt, die therapeutische Wirksamkeit verschiedener Medikamente auf individuelle Gewebe vorauszusagen.

Messung der antioxidativen Kapazität des Blutserums

E Severin,
 Institut für Strahlenbiologie, Universität Münster, Robert-Kochstr.43, D-48149
 Münster

Ionisierende Strahlung schädigt Zellen, indem sie Radikale und angeregte Molekülzustände erzeugt. Körper eigene Schutzstoffe, die Antioxidantien, sind in den Zellen zuständig für das Abfangen der Sauerstoffradikale, die auch als Folge einer Bestrahlung, aber normalerweise als unvermeidliche Produkte des oxidativen Stoffwechsels anfallen und in der DNA jeder menschlichen Zelle täglich etwa 10 000 oxidative Schäden, also Mutationen, erzeugen. Die antioxidative Kapazität des Serums stellt einen repräsentativen Anteil der antioxidativen Gesamtkapazität dar. Im Serum schützen vor allem Harnsäure, Plasmaproteine, Ascorbat und Tocopherol. Anstatt nun jede einzelne Komponente zu messen, ist es von Vorteil, die integrale antioxidative Gesamt-Kapazität des Serums mit einer einzigen Messung zu erfassen.

Prinzip:

p-Benzochinon (pBC) bildet mit den Aminogruppen von Serumproteinen einen farbigen ChargeTransfer-Komplex, der radikalische Zwischenstufen einschließt. Die Komplexbildung wird von Antioxidantien konzentrationsabhängig vermindert. Die Verminderung der Farbintensität des Komplexes nach einer 5minütigen Reaktion ist das Maß für die antioxidative Kapazität. Zugabe von Radikalfängern wie z.B. Ascorbinsäure oder Tocopherol (Vitamin A bzw. E) muß deshalb die Komplexbildung verzögern oder verhindern.

Ergebnisse:

Ascorbinsäure und Tocopherol in der Konzentration von 1 millimol hemmen gleichstark, jeweils um 27,3% ($\pm 2,14$). Mit dieser Beziehung kann die pBC-Methode kalibriert werden.

Vergleich der pBC-Methode mit der ABTS-Methode: Die Werte von 26 Blutspendern korrelieren nicht für die beiden Methoden ($P=0,38$). Der Normwert des Serums ergibt $3,66 \pm 0,78$ mmol/l für die pBC-Methode und $1,20 \pm 0,21$ mmol/l für die ABTS-Methode.

Messung der Serum-Komponenten: Die Konzentrationen für Harnsäure, Bilirubin, Proteine, GesamtThiole, Tocopherol und Ascorbinsäure korrelieren nicht mit der Höhe des nach der ABTS-Methode gemessenen Wertes des jeweiligen Serums. Mit dem Wert der pBC-Reaktion dagegen korreliert die Ascorbinsäurekonzentration hochsignifikant ($P= 0,002$); die anderen

2. Die Reaktion benötigt zur Radikalbildung die Serumproteine. Deren Konzentration kann variieren und die Rate der Radikalbildung beeinflussen.

Diagnostic X-ray Exposure and Risk of Childhood Leukemia

Xiao Ou Shu, M.D., Ph.D.; Division of Pediatric Epidemiology and Clinic Research
University of Minnesota, USA

In utero X-ray exposure is one of the few consistently reported risk factors for childhood leukemia, with most earlier studies reporting a 50-60% elevated risk. The risk associated with diagnostic X-ray exposure during pregnancy, however, has subsequently declined, probably due to the improvements in radiological techniques and decreasing use during pregnancy. In a recent Children's Cancer Group (CCG) study of 1,842 acute lymphocytic leukemia (ALL) cases, we found in utero X-ray exposure was unrelated to the risk of childhood ALL, except among cases diagnosed between 11-14 years of age, who were mainly born in the 1970's. We also found that the frequency of X-ray use during pregnancy had declined in more recent calendar year periods. In utero diagnostic X-ray exposure was also unrelated to the risk of childhood acute myeloid leukemia (AML) and infant acute leukemia in toher two recent CCG studies. These results suggest that diagnostic X-rays during pregnancy may soon no longer contribute to the etiology of childhood leukemia in the U.S..

The effect of parental pre-conceptual and children's post-natal exposure to diagnostic X-rays in the development of childhood leukemia has not been extensively studied. Evidence, although limited, however, has been accumulated to consistently link paternal pre-conceptual diagnostic X-ray to a moderately increased risk of childhood ALL, particularly among children under age of 2. Post-natal exposure to diagnostic X-ray has also been associated with an elevated risk of childhood leukemia. We found in a large scale CCG ALL study an age-dependent and immunophenotype specific association between post-natal diagnostic X-ray exposures and risk of childhood ALL. Biologic studies are needed to understand the underlying mechanism of the association between the low dose X-ray exposure and risk of childhood leukemia.

Childhood cancer and parental exposure to ionising radiation before the child's conception: recent UK epidemiological findings

Dr. Tom Sorahan. Institute of Occupational Health, University of Birmingham, UK.

In 1990, Gardner and colleagues published the results of a case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near the Sellafield nuclear plant in West Cumbria. Excess risks of leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma (particularly leukaemia) were associated with paternal employment and recorded external dose of whole body penetrating radiation during work at the plant before conception (ppi).

A number of epidemiological reports on the topic of ppi and childhood cancer risks have been published in the intervening years. By far the largest of these studies was published recently (Draper et al, 1997) and analysed national data using a case-control study design. Cases comprised 35,949 children in Great Britain diagnosed with cancer before their fifteenth birthday in the period 1952-86 (Scotland 1952-90). Diagnostic particulars were available in the records of the National Registry of Childhood Tumours (NRCT). Matched controls were either available or newly selected, matching for sex and similar date of birth. For the majority of matched sets there was also matching for locality of birth. For data supplied by the Oxford Survey of Childhood Cancers (OSCC), the geographical matching is more complex; the locality of birth for the control was the same as the locality of death for the case child.

The parents of all case and control children were, as far as possible, identified, and making use of computerised record linkage techniques, the sub-set of parents who were radiation workers was identified. For the purpose of this study, radiation workers were defined as members of the National Registry of Radiation Workers (NRRW) who were monitored for external radiation before conception of the child. For this sub-set of parents detailed dose data were sought from the participating facilities.

After cases studied by Gardner and colleagues were excluded, fathers of children with leukaemia or non-Hodgkin's lymphoma were significantly more likely than fathers of controls to have been radiation workers (relative risk (RR) 1.77, 95% confidence interval (95% CI) 1.05 to 3.03) but there was no dose-response relation for any of the exposure periods studied; indeed the association was greatest for those with doses below the level of detection. There was no such overall effect for the group of other childhood cancers. Mothers of children with cancer (all sites combined) were significantly more likely than mothers of control children to have been radiation

Kinderleukämie vor und nach der Inbetriebnahme des AKW Lingen I

Walther Soyka, Bremen

Das erste Atomkraftwerk im Emsland, in der Nähe der Stadt Lingen, wurde im Januar 1968 in Betrieb genommen. Es handelte sich um einen Siedewasserreaktor von 174 MW(e), ergänzt durch 82 MW(e) konventionell erzeugter Leistung. Aufgrund von Hinweisen durch örtlich beschäftigte Hebammen begann die MTA Urda Kloose im Jahr 1978 eine Recherche über kindliche Leukämiefälle in der näheren und weiteren Umgebung des Kraftwerks. Sie befragte Eltern und suchte Kliniken auf, in denen solche Erkrankungen behandelt wurden. Es zeigte sich ein starker Anstieg der Fallzahlen ab Inbetriebnahme des AKW. Während für die 20 Jahre vor Inbetriebnahme (1948-67) 20 Fälle im Untersuchungsgebiet ermittelt wurden, waren es für die 11 Jahre danach (1968-78) 175 Fälle. Aufgrund öffentlicher Aufmerksamkeit bestritten Ende 1978 ohne Kenntnis der erhobenen Daten sowohl das Gesundheitsamt Lingen als auch der Niedersächsische Sozialminister jeden möglichen Zusammenhang mit dem Reaktorbetrieb. Der Minister beauftragte die Medizinische Hochschule Hannover mit einer Gegenstudie. Diese kam zu dem Ergebnis, daß die Sterberate an Leukämie bei Kindern im betreffenden Zeitraum in Niedersachsen unverändert geblieben sei. Unberücksichtigt blieb, daß die inzwischen erreichten Therapieerfolge ein Absinken der Mortalität hätten bewirken müssen. Damit zeigte sich in Wirklichkeit ein deutlicher Anstieg der Erkrankungsrate. Obwohl die von uns erhobenen Daten und Unterlagen dem Minister inzwischen vorlagen, der sie an den Epidemiologen Michaelis von der Universität Mainz weitergab, erfolgte keine Vervollständigung der Inzidenzerhebung.

Wege zur Reduktion der Patientendosis in der Röntgendiagnostik

H. St. Stender, G. Hagemann, D. Saure
Zentrum Radiologie Medizinische Hochschule Hannover

Rechtfertigung und Optimierung sind die bestimmenden Prinzipien beim Einsatz ionisierender Strahlen in der medizinischen Diagnostik, um das stochastische Risiko ohne Informationsverlust zu minimieren. Die Indikation zur Strahlendiagnostik ist nur gerechtfertigt, wenn ein diagnostischer Nutzen und/oder eine Beeinflussung der Therapie-Entscheidungen zu erwarten sind. Die zunehmende Anwendung von diagnostischen Verfahren ohne ionisierende Strahlung wie die Sonographie, Echokardiographie, Endoskopie und Magnetresonanztomographie liefern ebenfalls zuverlässige diagnostische Aussagen.

Die Strahlenexposition ist im letzten Jahrzehnt in der Röntgendiagnostik durch Optimierung der Untersuchungstechnik auf 1/3 herabgesetzt. Um die Expositions Dosen weiter zu vermindern, werden nach der Richtlinie 97/43 Euratom Dosisrichtwerte (Referenzdosen) festgelegt, die eine Kontrolle der Einzeluntersuchungen durch Bestimmung der Dosis (Kenndosis, Einfalldosis, Oberflächendosis, Dosisflächenprodukt, $CTDI_w$) vorschreibt. Vor allem bei komplizierten Röntgenuntersuchungen (Angiographie, Interventionen, pädiatrischen Untersuchungen) ist so eine stetige Überwachung gegeben.

Die in den letzten Jahren erhöhten Patientendosen bei der Computertomographie lassen sich ohne Informationsverlust reduzieren. Notwendig ist eine stetige Fortbildung der radiologisch Tätigen (Ärzte, Physiker, RTA), um eine optimale Technik mit vertretbar niedrigen Patientendosen zu gewährleisten.

Ways to Reduce Patient Dose in Diagnostic Radiology

H.St. Stender, G. Hagemann, D.Saure
Zentrum Radiologie Medizinische Hochschule Hannover

The principles for using X-rays in medical diagnostic are justification and optimisation to reduce the stochastic risk without loss of informations. The indication for X-ray diagnostic is justified only if there is a diagnostic profit and/or an influence on the therapeutic decisions. The increasing use of diagnostic modalities without ionising radiation like ultrasound, endoscopy and MRT also gives reliable diagnoses.

The patient dose in diagnostic radiology was reduced in the last ten years to a third by optimisation of technical procedures. Based on direction 97143 Euratom reference dose values were established to further reduction of patient dose. Controlling dose is required in each X-ray examination. Particularly during high sophisticated examinations (intervention, angiography, paediatric radiology) therefore permanent supervising is guaranteed.

The increased patient doses at computed tomography can be reduced without loss of information.

Radiologists, physicists and technicians need continuous studies to guarantee optimum technique.

Health Effects of Low Dose Exposure to Fission Products from Chernobyl and the Fermi Nuclear Reactor in the Population of the Detroit Metropolitan Area

Ernest J. Sternglass¹, Joseph J. Mangano² and Jay M. Gould²

¹Department of Radiology, University of Pittsburgh School of Medicine, Pittsburgh, PA 15213; ²Radiation and Public Health Project, Brooklyn, New York, NY 11215

Although the evidence for an adverse effect of very low doses of ionizing radiation discovered some forty years ago for the case of in utero exposures to diagnostic x-rays has been widely accepted, this is not the case for the even smaller, protracted internal doses from fission products due to distant fallout, nuclear accidents, or normal releases from nuclear reactors. The principal reason is that an assumed linear extrapolation from high dose-rate medical and bomb exposures based on direct damage to DNA leads to expected effects much too small to be detectable in the small number of childhood cancers in existing studies. However, the mounting evidence for the role of indirect free-radical damage increasing with declining dose-rate removes this objection, justifying further epidemiological studies using larger populations. The present paper describes the results of the exposure of a very large population in Detroit, Michigan, area to fallout from Chernobyl measured in 1986, followed by the reported releases from the start-up of the Fermi-II nuclear plant in 1988 located 20 miles from the city that receives its drinking water from Lake St. Clair downwind to the north-east of the plant. Due to the prior existence of a local cancer registry for a total population of about 4 million, and the availability of reliable public-health statistics by age, race and sex, combined with the absence of an accident known to produce population movement and stress, highly significant rises and declines of the incidence of early childhood leukemia and other cancers could be related both geographically and temporally to the observed rises and declines of fission products in the milk as well as releases from the reactor. Additionally, synchronous rises in low birthweight, infant mortality, fetal deaths, asthma and infectious disease mortality were also observed.

A-bomb survivors with and without acute radiation injuries

Alice M Stewart; Department of Public Health and Epidemiology, University of Birmingham, England

Statistical tests of whether the life span study cohort of A-bomb survivors is a normal, homogeneous population have revealed significant differences between survivors with and without acute radiation injuries. They have also shown that 1) these differences were largely the result of exposures before 5 and after 55 years of age; 2) cancer was not the only late effect of the radiation, and 3) only survivors with multiple injuries had more than their fair share of leukaemia deaths. The significance of these findings for other low and high dose situations will be discussed.

Low dose gamma-ray effects on the differentiation of mouse spermatogenic cells

Inge Tatchen¹, Ursula Hacker-Klom² and Wolfgang Göhde¹

¹ Institute of Radiobiology, ² Clinic of Radiotherapy, University, Münster, FRG

Hypersensitivity of particular cells against ionizing irradiation is debated controversially. There is a need for additional *in vivo* data. Special stages of spermatogenesis are known to be highly radiosensitive. Spermatogenesis is relevant for genetic risk estimates. Male NMRI mice were exposed to single doses of 5 to 200 cGy of ⁶⁰Co γ-rays. Bromodeoxyuridine (BrdUrd) antibody labelling of DNA synthesizing spermatogenic cells was analysed by flow cytometry at 2 hours to 9 days after irradiation (p.r.). Following a 5 cGy exposure, maximal reduction of DNA synthesis was observed at 7 days p.r.: D₅₀ values of 50, 38 and 3 cGy were determined at 2, 4 and 7 days p.r., respectively. The dose response curves at 4 and 7 days exhibited a hypersensitive region with enhanced inhibition of DNA synthesis. BrdUrd incorporation allowed the detection of effects of lower doses than DNA flow cytometry alone. The DNA synthesis of spermatogenic cells was significantly perturbed by only 5 cGy of ⁶⁰Co γ-rays. This system turned out to be far more sensitive than conventional techniques of biological dosimetry like chromosomal aberration analysis.

ICRP recommendations in a historical perspective

Martin Tondel, MD, Division of Occupational and Environmental Medicine, Department of Health and Environment, Faculty of Health Sciences, Linköping University, 581 85 Linköping, Sweden

One way of roughly reviewing the increasing knowledge about the medical effects of ionizing radiation is to scrutinize the changing recommendations over time from the International Commission on Radiological Protection (ICRP). ICRP was created in 1928 after the obvious side effects of X-rays, as skin burns, skin tumours and leukemia. At that time there was not enough knowledge to estimate the risks or to give maximum permissible dose limits. Instead, the first dose recommendation dates back to 1934 when ICRP claimed that a person in normal health could tolerate exposure to X-rays of 0,2 R/day (500 mGy/y). International recommendations on radiological protection have been published by ICRP in 1929, 1951, 1955, 1959, 1966, 1977 and 1991, respectively. The recommended dose limits have been lowered, in almost every ICRP publication, to 50 mSv/y at present. For the general public the maximum permissible dose have been lowered from 15 mSv/y in 1955 to 1 mSv/y in 1991. The dose-response models have also changed over time from a linear threshold model in 1959 over a linear non-threshold model in 1966 to a linear quadratic non-threshold model in 1977 and then back to a linear non-threshold model in 1991. But, it was not until 1977 that ICRP could give a cancer risk estimate of 1,25% per Sv. The reevaluation of the atomic bomb surviving population of Hiroshima/Nagasaki reestablished this risk to 5,0% per Sv in the latest ICRP publication of 1991. All recommendations of ICRP have had a direct impact on different countries legislation on radiological protection, and the medical consequences of this historical trend of increasing the risk estimate remains unclear.

Röntgen in Deutschland: Ein Radiologe berichtet . . .

K.-H. Volbeding

Die Entwicklung der Strahlenphysik und der Strahlenbiologie in den letzten beiden Jahrzehnten hat zu einer tiefgreifenden Veränderung des Verhältnisses der Menschen zu der Wirkung von Strahlen im allgemeinen und zur Anwendung von Atom- und Röntgenstrahlen im besonderen geführt.

Der "Fallout" der Atombombenversuche in der Atmosphäre in den 50er und ersten 60er Jahren mit der Kontaminierung großer Gebiete unserer Erde mit künstlicher Radioaktivität ist von der Öffentlichkeit kaum zur Kenntnis genommen worden. Die Strahlenfachleute aber waren schockiert über die radioaktiven Meßwerte damals; die tatsächliche Bedrohung der Menschen wurde nicht bekanntgemacht.

Wohl aber kam es relativ rasch zum Stopp der Versuche in der Atmosphäre. Seitdem gibt es "nur" noch unterirdische Atombombenversuche. Auf diese Weise blieb es, was die Strahlen anbelangt, in der Bevölkerung relativ ruhig.

Gefördert durch ökonomische, energiewirtschaftliche und politische Erwägungen, wobei der Ölkrise von 1973 besonderes Gewicht zukommt, kam es dann aber zum immer stärkeren Ausbau der sogenannten "friedlichen" Nutzung der Kernenergie. In allen Industrieländern in West und Ost wurde eine große Anzahl von Kernkraftwerken gebaut. Dabei sorgte z. B. in unserem Land das wachsende Umweltbewußtsein vieler jüngerer Menschen dafür, daß der allzu rasche Neubau von Kernkraftwerken durch Proteste und juristische Einspruchsverfahren zumindest verlangsamt wurde. Daher stehen heute z. B. in Frankreich und den Staaten der ehemaligen Sowjetunion drei- bis viermal so viele Kernkraftwerke wie bei uns. Im Verlauf dieser technischen Entwicklung wurden in der Bevölkerung in zunehmendem Maße Gefahren für Mensch und Natur durch Strahlung zur Kenntnis genommen, was sicher auch das Verdienst unserer Medien ist, die in den unterschiedlichsten Berichten eine im ganzen erfolgreiche Aufklärungsarbeit geleistet haben und dies noch tun.

Sorge und Verpflichtung den Patienten gegenüber drängen dazu, manche falsche Darstellung in Presse, Rundfunk und Fernsehen über das Röntgen zu berichtigen. Sicherlich ist die Verharmlosung der Strahlen als eines unbedeutenden Risikos falsch; genausowenig angebracht ist aber die Verteufelung des Röntgens als einer zu

Der Kranke, der schon genug Probleme mit seiner Krankheit hat, soll wieder ohne Angst zu einer etwa notwendig werdenden qualitativ guten Röntgenuntersuchung gehen, die ihm das Leben retten kann.

Epidemiology of Leukemia/lymphoma in Rovno and Ivano-Frankivsk Region (Ukraine) before and after Chernobyl Accident, 1981-1994.

Yaroslava I. Vygovskaia and Les M. Lukavezkij,
Lvov Branch of Kyev Research institute of Hematology and Blood Transfusion, Ukraine

Die Inzidenz von Hämoblastosen in der kindlichen und erwachsenen Bevölkerung und ihre Struktur wurde in der Periode von 1981 -1992 im Gebiet Rovno (Ukraine) untersucht, dessen 6 nördliche Kreise von den Radionukliden aus der Havarie im Atomkraftwerk Tschernobyl getroffen wurden.

Primärdokumentationen, aktuelle und archivierte Dateien waren Gegenstand der Untersuchung: Registrationsbücher, Dateien und Krankenakten. Es fand eine explorative Datenanalyse statt.

Während der letzten 11 Jahre wurde ein Anstieg der Inzidenz von Hämoblastosen im Gebiet Rovno festgestellt, insbesondere nach der Havarie. Das wurde durch eine gründliche statistische Analyse der Daten der Leukämie-Inzidenz vor und nach der Havarie bestätigt. Unter den verschiedenen nosologischen Formen stiegen sowohl die Inzidenzrate der Leukämie als auch der Myelome und bösartigen Lymphome deutlich an. Kein signifikanter Unterschied wurde bei den Hämoblastosen (außer Leukämie) sowohl zwischen belasteten und unbelasteten Kreisen des Gebietes als auch zwischen den Zonen unterschiedlicher Kontamination (effektive Äquivalentdosis) festgestellt. Die Inzidenz der Akuten Leukämie war in den kontaminierten Kreisen nach der Havarie statistisch signifikant höher

Mutagenicity of Excimer Laser Radiation in Human Lymphocytes *in vitro*

Jürgen Weber¹, Wolfgang Scheid¹, Horst Traut¹, Werner Förster², Holger Busse², and Martin Schürenberg³

From 1) the Institute of Radiation Biology, University of Münster; 2) the University Eye Hospital Münster, and 3) the Institute of Medical Physics and Biophysics of the University of Münster

Purpose: To investigate the influence of different fluences in 193 nm and 248 nm excimer laser radiation on the yields of chromatid and chromosome aberrations induced in human lymphocytes *in vitro*.

Method: Heparinized human blood was exposed to 193 nm or 248 nm excimer laser radiation. The fluence was gradually increased from 21 mJ/cm² to 126 mJ/cm² in 193 nm (constant total energy of 250 J) and from 188 mJ/cm² to 377 mJ/cm² in 248 nm radiation (constant total energy of 500J). Chromatid and chromosome aberrations were then analysed microscopically.

Results: The yields of chromatid breaks and achromatic lesions depend on the fluence per pulse. This dependence contains a linear component, indicating a threshold of about 70 mJ/cm² fluence in 193 nm and of about 250 mJ/cm² fluence in 248 nm laser radiation. An increase of the yield of dicentric chromosomes could only be observed at the highest fluence tested (377 mJ/cm²) in the 248 nm series.

Conclusions: Our findings show that the fluence of 193 nm and of 248 nm excimer laser radiation has an effect on the yields of chromatid breaks and achromatic lesions in human lymphocytes under *in vitro* conditions. This might be important for the clinical use of 193 nm excimer lasers because there are efforts to operate at lower fluences in order to avoid mutagenic side effects.

Occupational Exposures and Multiple Myeloma at Hanford, Los Alamos, Oak Ridge and Savannah River

Steve Wing, Susanne Wolf, Gary Mihlan, Doug Crawford-Brown and Joy Wood
Department of Epidemiology, CB#7400, School of Public Health, University of North Carolina, Chapel Hill, NC 27599-7400; e-mail: steve_wing@unc.edu

A case-control study of multiple myeloma among workers from Department of Energy facilities was conducted among workers at Department of Energy nuclear facilities. Ninety-eight multiple myeloma deaths and 391 age-matched controls were selected from the combined roster of 115,143 workers hired before 1979 at Hanford, Los Alamos National Laboratory, Oak Ridge National Laboratory, and the Savannah River site, and followed for vital status through 1990 (1986 for Hanford). Information on prior work history, sociodemographics, smoking, medical x-rays, and exposure to physical and chemical agents was derived from personnel, medical, industrial hygiene and health physics records. Case-control differences in exposure histories were quantified using conditional logistic regression.

Cases were disproportionately African American (adjusted odds ratio=5.76, 95% CI=1.46-22.29) and male (OR=2.20, 95% CI=1.09-4.44), and had been hired prior to 1948 (OR=1.89 95% CI=1.11-3.21). Cumulative whole body dose (primarily external penetrating ionizing radiation) received at ages 45 and above was associated with a 7% per 10 mSv (95% CI=1-13%) increased risk of multiple myeloma, adjusted for age, race, sex, facility, period of hire, birth cohort, monitoring for internal radionuclide contamination, and external radiation received prior to age 45. Few other measured exposures showed even suggestive associations with multiple myeloma, however, poor exposure measurement and relatively small sample size limit the study's sensitivity. The observed association between older age exposure to radiation and multiple myeloma is in agreement with some other studies of cancer mortality among nuclear workers.

Auger-Elektronen-Emitter in der Medizin - Übersicht über die Biophysik und dosimetrische Aspekte

Dipl.-Phys. Roland Wolff, Medizinphysiker,
Abtlg. f. Nuklearmed., Kreiskrankenhaus, Paulmannshöher Straße 14, 58507 Lüdenscheid

Der Auger-Effekt tritt auf als Folge von Elektroneneinfang, innerer Konversion nach Gamma-Zerfall oder Photoeffekt. Das hoch angeregte Atom emittiert mehrere Elektronen mit Energien von einigen bis einigen Hundert Elektronvolt. Ihre Reichweiten liegen im nm- μ m-Bereich, was eine hohe lokale Energiedeposition zur Folge hat. In der Medizin verwendete Auger-Emitter sind ^{51}Cr , ^{67}Ga , ^{75}Se , ^{77}Br , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{125}I , ^{201}Tl . Bereits in den 70er Jahren zeigten strahlenbiologische Experimente, daß die konventionelle Dosimetrie die hohe Radiotoxizität von an die DNA gebundenen Auger-Emittern nicht erklären kann. Sie sind biologisch wesentlich effektiver als ein Beta-Strahler desselben Elementes ($^{201}\text{Tl}/^{204}\text{Tl}$, $^{55}\text{Fe}/^{57}\text{Fe}$, $^{125}\text{I}/^{131}\text{I}$). Dies widerspricht der konventionellen Dosimetrie, die eine wesentlich höhere Beta-Dosis liefert. Sie ignoriert die Möglichkeit, daß Zellen Radionuklide konzentrieren (inhomogene Organodosis) und berücksichtigt keine zellulären Effekte. Das Glykosid Ouabain hemmt die Na-K-Pumpe und verringert die Aufnahme der untersuchten Radionuklide. Dadurch kann die Rolle der intrazellulären Verteilung von Auger-Emittern gegenüber Beta-Strahlern nachgewiesen werden. Eine Temperaturerniedrigung führt zum selben Effekt. Arbeiten über Radiopharmaka zur Lungen- und Leberdiagnostik zeigen eine inhomogene Organverteilung. Eine intensive Anreicherung in einem Teil der Kupfferschen Sternzellen der Leber konnte durch Autoradiographie nachgewiesen wurde. Der Effekt kann erklärt werden durch Endozytose der Kupfferschen Zellen, die in der Nähe der Sinus liegen.

In der Literatur findet man neue Dosimetrieverfahren für zelluläre Radionuklidverteilungen. Goddu et. al. berechnen mit dem MIRD-Schema zur Organodosimetrie neue S-Faktoren für zelluläre Verhältnisse. Faraggi et. al. berechnen Energiedosen mit Hilfe eines Kugelmodells, das Gardin et. al. mit einfachen Polynomen praxisnah erweiterten. Howell et. al. schlagen ein neues Konzept zur Äquivalentdosis für Auger-Emitter vor, welches aber experimentell nicht verifizierbar ist. Die ICRP hat bei der Festlegung des Bewertungsfaktors 1 für

Biokinetik von Plutonium: Fragmentation in der Lunge - Konsequenzen für die Plutonium-Nutzung

Dipl.-Phys. Roland Wolff, Medizinphysiker,
Abtlg. f. Nuklearmed., Kreiskrankenhaus, Paulmannshöher Straße 14, 58507 Lüdenscheid

Plutonium kommt in der Natur in Spuren vor allem in Uranerzen vor und wurde außerdem vor zwei Milliarden Jahren in natürlichen Kernreaktoren in Gabun/Afrika erzeugt. Künstlich entsteht es in der Kerntechnik bei der Energieerzeugung und bei der Gewinnung von Waffenmaterial. In der Weltraumtechnik wird es in radiothermischen Generatoren (RTG) zur Energieversorgung verwendet. Freisetzungen in die Biosphäre resultieren hauptsächlich aus den Atombombenabwürfen, oberirdischen Kernwaffentests (weltweit 3-5 Tonnen), aus kerntechnischen Anlagen, wie z.B. Wiederaufarbeitungsanlagen und Bomber-Abstürzen über Spanien (200 g) und Grönland (einige Kilogramm) sowie einem Satellitenabsturz (1 kg ^{238}Pu). Mehr als die Hälfte des auf der Erdoberfläche deponierten ^{238}Pu stammt aus dem Satellitenabsturz. So besteht ein Interesse an seinen biophysikalischen Eigenschaften zur Einschätzung der radiologischen Bedeutung. Bei der Freisetzung in Luft oxidiert es schnell zu Plutoniumdioxid. Der atmosphärische Transport erfolgt durch Aerosole. Die Aufnahme in den menschlichen Körper geschieht hauptsächlich durch Inhalation.

Aus der Literatur ist bekannt, daß Plutoniumdioxidteilchen in der Lunge einem Fragmentationsprozeß unterliegen, der als mechanischer Effekt auf Grund des Alpha-Zerfalls gedeutet wird. Er wurde in vivo quantitativ in der Kaninchenlunge nachgewiesen. Es resultiert eine größere Oberfläche zur Auflösung in Lunge. Dies äußert sich vielmehr in erhöhter Absorptionsrate des gelösten ^{238}Pu als in erhöhter Absorption kleiner Partikel. Es ist bekannt, daß $^{238}\text{PuO}_2$ schneller aus der Lunge transportiert wird als $^{239}\text{PuO}_2$. Der Fragmentationsprozeß zeigt, daß die Biokinetik nicht nur von der chemischen Verbindung bestimmt werden muß. Biokinetische Daten sind Grundlage der Dosimetrie und von Risikoabschätzungen.

Angesichts der andauernden weltweiten Plutoniumproduktion und -freisetzung sollte die Biokinetik des Plutoniums in der Lunge weiter aufgeklärt werden und die Rolle des Fragmentationsprozesses bei Plutoniumverbindungen und anderen Nukliden und ihrer Verbindungen erforscht werden. Auch vor dem Hintergrund der Proliferationsproblematik sollte man die Plutoniumnutzung kritisch überprüfen. In der

Diagnostic X-ray exposures and the risk of breast cancer: Results from a population-based, case-control study

Wei Zheng, Qi Dai, Xiao-Ou Shu, Yu-Tang Gao, Fan Jin; Division of Epidemiology, University of Minnesota, School of Public Health, 1300 South Second Street, Minneapolis, Minnesota 55454

High levels of radiation exposures, particularly during the adolescent period, have been established as a risk factor for breast cancer. To investigate whether use of diagnostic X-rays, a low-dose radiation exposure, may be related to breast cancer risk, we analyzed data from an ongoing population-based case-control study conducted in Shanghai, China. Included in the analyses are 556 incident breast cancer cases and 636 controls randomly selected from the general population and frequently matched to cases by age. Information on chest diagnostic X-ray exposures during the time periods of < 15 years of age, 16 to 20 years of age, and > 20 years of age was obtained via in-person interviews. After adjusting for confounding factors, no association was observed between breast cancer risk and the number of chest X-rays received in any of the three time periods. The adjusted odds ratios were 1.0, 0.7 and 0.8 (trend test, $p > 0.05$) for receiving 0, 1-2 and ≥ 3 chest X-rays, respectively, during the period of less than 15 years of age; 1.0, 0.9, and 0.8 (trend test, $p > 0.05$) for receiving 0, 1-2 and ≥ 3 chest X-rays, respectively, during the period of 16 to 20 years of age; and 1.0, 1.5, 1.3 and 1.0 (trend test, $p > 0.05$) for receiving 0, 1-2, 3-4, 5-9, and ≥ 10 chest X-rays, respectively, during the period of greater than 20 years of age. These results suggest that low dose diagnostic X-rays are not related to an increased risk of breast cancer.

Zur Clusterung von Leukämieerkrankungen bei Kindern

I Schmitz-Feuerhake¹, H Ziggel²

¹ Universität Bremen, Fachbereich 1; ² Physikerbüro Bremen

Die bei kerntechnischen Anlagen verschiedentlich beobachteten Leukämieerhöhungen bei Kindern und Jugendlichen sind nach Auffassung von nationalen Strahlenschutzkomitees und staatlichen Überwachungsinstitutionen nicht durch Strahlenexpositionen infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe aus den jeweiligen Anlagen erklärbar. Auch in solchen Situationen, in denen andere bekannte Ursachen (außer ionisierende Strahlung) für die Auslösung kindlicher Leukämieerkrankungen ausgeschlossen werden konnten - wie z.B. in den Fällen der Leukämiehäufung in Seascale nahe der britischen Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield und des Leukämieclusters in der Umgebung des Atomkraftwerkes Krümmel, wird ein derartiger Zusammenhang verneint. Als Erklärung für die auffällig gewordenen Erkrankungsanstiege wird immer wieder darauf verwiesen, daß Leukämie bei Kindern typischerweise in Clustern auftritt. Hiermit ist gemeint, daß Häufungen kindlicher Leukämien, welche über rein statistische Fluktuationen hinausgehen, "die Regel" sind und ihren Ausgangspunkt in geographisch und zeitlich begrenzten sogenannten Mikroepidemien haben. Hinsichtlich der Ursachenmechanismus für dieses Phänomen existieren aber gegenwärtig keinerlei gesicherte Erkenntnisse, sondern lediglich Hypothesen. Eine dieser in der Literatur diskutierten Hypothesen für das vermeintliche Auftreten von kindlichen Leukämieerkrankungen in Form von Clustern basiert auf der Induktion von Leukämie infolge von Infektionserkrankungen. Nach einer Hypothese von Greaves soll kindliche Leukämie auf besondere Umstände im Hinblick auf das zeitliche Muster der Belastung durch allgemein verbreitete infektiöse Agenzien im Zusammenhang mit fehlender Beanspruchung des Immunsystems in früher Kindheit zurückzuführen sein. Kinlen sieht demographische Faktoren (z.B. Bevölkerungsbewegung, -dichte, -zusammensetzung) als wesentlich für die Ätiologie kindlicher Leukämieerkrankungen an. Kindliche Leukämieerkrankungen würden laut Kinlen verstärkt in Regionen auftreten, in welchen die Vermischung unterschiedlicher Populationen zu einer Deregulierung des Immunsystems und resultierenden Mikroepidemien verbreitet auftretender Infektionserkrankungen, deren selten zu beobachtende Folge Leukämie ist, geführt hat.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll die Evidenz für die Eigenschaft kindlicher

welche vor 1980 und solche, die nach 1980 durchgeführt wurden, vorgenommen. Der Grund für diese Unterscheidung liegt darin, daß Studien, deren Untersuchungszeitraum vor dem Jahr 1980 liegt, in der Regel *post hoc* durchgeführt worden sind und zudem in ihrer statistischen Aussagekraft aufgrund der in der Regel relativ geringen Zahl berücksichtigter Fälle eingeschränkt sind. Des Weiteren werden die Ergebnisse der Arbeitsgruppe von Knox separat dargestellt.

Im Ergebnis weisen die zusammengetragenen Studien ein inkonsistentes Bild aus. Teilweise werden bei ein und derselben Kohorte von unterschiedlichen Arbeitsgruppen sowohl Anzeichen für eine Clusterung von Leukämie bei Kindern beobachtet wie auch das gegenläufige Resultat, d.h. keine Hinweise auf ein derartiges Phänomen. Auch die im Zeitraum nach 1980 durchgeführten Untersuchungen, welche in der Regel eine vergleichsweise große Zahl von Fällen umfassen, erbringen gesamt betrachtet nur eine schwache Evidenz für eine Clusterung. Lediglich die Arbeitsgruppe von Knox findet bei ihren Untersuchungen überwiegend - aber auch nicht durchgängig und konsistent - Hinweise für eine Clusterung kindlicher Leukämieerkrankungen.

Insgesamt bleibt festzuhalten, daß soweit überhaupt statistisch bedeutsame raum- bzw. raum-zeitliche Inhomogenitäten in Bezug auf das Auftreten kindlicher Leukämieerkrankungen oder die Leukämiemortalität von Kindern beobachtet worden sind, diese nur vergleichsweise gering waren, so daß dieser Erklärungsansatz die Beobachtung von Erkrankungshäufungen in der Nähe von Atomanlagen alleine nicht zu erklären vermag.

Clustering of Childhood Leukaemia

I Schmitz-Feuerhake¹, H Ziggel²

¹ Universität Bremen, Fachbereich 1; ² Physikerbüro Bremen

Increases of the rate of leukaemia in children and juveniles which were observed a number of times in the vicinity of nuclear facilities are not related to the additional radiation exposure in their surroundings caused by radionuclide releases. This is the firm belief of national radiation protection committees and institutes. Even in the situation that other causes could be excluded (besides radiation exposures) with respect to the causation of an observed increase in the rate of childhood leukaemia in a region (see e.g. the increases in leukaemia in Seascale near the British nuclear reprocessing plant in Sellafield and at the nuclear power plant Krümmel in northern Germany), a relationship between the operation of the respective nuclear facility and the observed diseases is generally denied. The explanation here is that childhood leukaemia in general comes in "clusters", i.e. observable spatial-temporal increases in the rate of childhood leukaemia, which are statistically conspicuous, can be traced back to the nature of these diseases and have their origin in geographically and temporally restricted micro-epidemics. Concerning a mechanism of causation related to this phenomenon today no proven theory exists but only hypotheses. One of these hypotheses discussed in the literature to explain the occurrence of childhood leukaemia in "clusters" is based on the assumption that childhood leukaemia could in principle be induced by infectious diseases. Greaves developed the hypothesis that childhood leukaemia is related to particular circumstances with respect to the temporal pattern of the exposure to commonly distributed infectious agents together with an absent demand of the immune system in early childhood. Kinlen on the other side discusses demographical factors (population density, migration, etc.) and emphasizes their importance with respect to the aetiology of childhood leukaemia. Thus the incidence of childhood leukaemia will be increased in regions with high population mixing which in consequence results in a deregulation of the immune system and subsequent micro-epidemics of common infectious diseases with leukaemia as a rare outcome.

In this presentation the evidence will be analysed based on a review of the literature that childhood leukaemia in general is distributed inhomogeneously, i.e. in general occurs in the form of "clusters" (this will in the following be called clustering). Starting

In summary the evaluation of epidemiological studies gives an inconsistent picture. In some cases different authors observe the absence as well as the presence of clustering of childhood leukaemia considering the same cohort but for different time periods and/or by different mathematical methods. Studies carried out after 1980 and in general involving a larger number of cases than studies carried out before 1980 also show only a weak tendency for clustering of childhood leukaemia. Only Knox and his team found a prevailing - but not consistent and uniform - evidence for clustering.

If significant spatial or spatial-temporal inhomogenities in the incidence or mortality of childhood leukaemia are observed at all by epidemiological studies these are relatively small. Thus the increased incidence of childhood leukaemia which were observed in the vicinity of a number of nuclear facilities can not be explained exclusively by the phenomenon of clustering of childhood leukaemia.