

Strahlentelex

mit Elektromog-Report



Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

Nr. 236-237 / 10. Jahrgang

7. November 1996

Strahlenschutz

Die Idee einer Dosischwelle und eines ungefährlichen Dosisbereiches für Strahlenschäden muß nach dem Stand der heutigen Erkenntnis aufgegeben werden

Gedanken zum Verlauf der Dosiswirkungsbeziehungen

In zunehmend aggressiverem Ton wird in den Editorials und Zeitschriften der einschlägigen Fachliteratur wie Radiation Research, Radiation Protection Dosimetrie und Health Physics etc. gefordert, daß für die stochastischen Strahleneffekte, also Krebsinduktion und Mutation endlich die lineare Dosis-Effekt-Beziehung aufgegeben werden sollte, da es keinerlei experimentelle Hinweise für diese Vorstellung gebe. Die Annahme einer Linearität bis hinunter zur Dosis Null verursache nicht zu akzeptierende Kosten, die eine moderne Gesellschaft nicht mehr be-

reit sei, auf sich zu nehmen. Der Nutzen stünde in keinem Verhältnis zu den enormen Kosten. Diese zunächst in den USA mit Heftigkeit geführte Debatte hat nun auch die deutschen Strahlenschutz-Gesellschaften erreicht. Mitglieder der deutschen Strahlenschutz-Kommission, die unsere Regierung berät, stellen die Linearität in Frage und werden dabei von den Strahlenanwendern und der Nuklearindustrie unterstützt.

Auf der Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz Ende Oktober dieses Jahres bei

Hannover haben die Veranstalter auch einen Workshop „Dosis-schwellen des Strahlenrisikos? Ein Gedankenaustausch“ abgehalten, zu dem auch Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Köhnlein aus Münster eingeladen war. Er ist Geschäftsführender Direktor des Instituts für Strahlenbiologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und Präsident der Gesellschaft für Strahlenschutz. Das Strahlentelex dokumentiert nachfolgend den Beitrag von Köhnlein.

Ionisierende Strahlung und deren Wirkung wird seit über 100 Jahren erforscht. Eine der wichtigsten Beziehungen zum Nachweis einer Kausalität zwischen absorbierter Strahlung und einer beobachteten Wirkung ist die Dosis-Wirkungs-Relation. Ist ein Effekt bei steigender Dosis eines Agens größer, so kann das Agens als Verursacher in Betracht gezogen werden. Neben den deterministischen Strahleneffekten bei hö-

Aus dem Inhalt:

Wolfgang Köhnlein:
Gedanken zum Verlauf der
Dosiswirkungsbeziehungen
1-4

FS-Tagung:
Strahlenschutz kontra Erhalt
des Wirtschaftsstandortes
Deutschland
10-12

Elektromog-Report

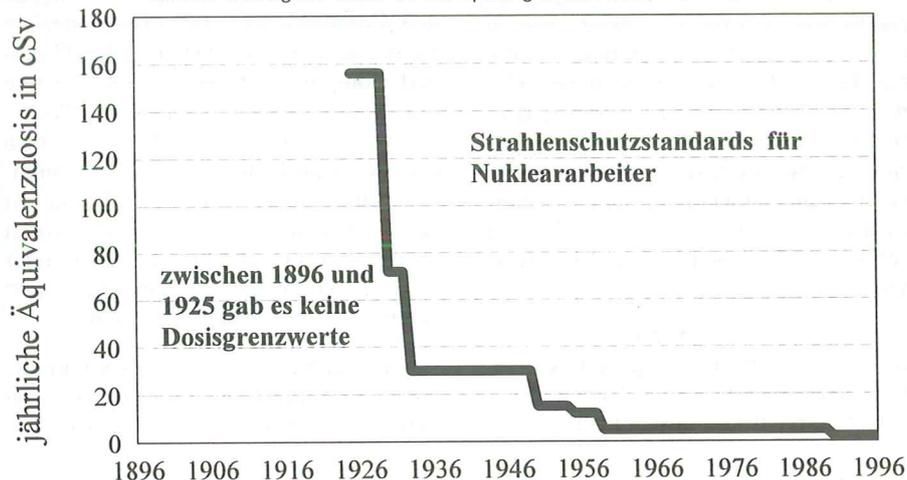
Dosis-Wirkungs-Beziehung
bei Krebspromotion
5,6

BUND-Journalistenforum
Elektromog
7-9

Abbildung 1

Historische Entwicklung der Strahlenschutzstandards

Quelle: Closing the Circle on the Splitting of the Atom, DOE 1995



heren Dosen gilt den stochastischen Effekten bei niedrigen Dosen die größere Aufmerksamkeit der Strahlenforscher.

Als die entscheidenden Endpunkte sind hier die Krebsinduktion, die den Exponierten selbst betrifft, und die Mutationsauslösung, die seine Nachkommen betrifft, zu nennen. Es ist also verständlich, daß die Frage nach dem Verlauf der Dosis-Wirkungskurve zu einem ganz wichtigen Diskussionspunkt wurde. Die uns alle beschäftigende Frage lautet doch: gibt es eine niedrige Dosis oder Dosisrate bei Nieder-LET-Strahlung, die in einer exponierten Population keinerlei zusätzliche Krebserkrankungen und keinerlei Mutationen in deren Nachkommen hervorruft? Anders ausgedrückt heißt das: Gibt es eine ungefährliche sichere Dosisregion unterhalb eines Schwellenwertes?

Sollte die Idee einer sicheren Dosis und Dosisrate zur vorherrschenden wissenschaftlichen Auffassung werden, dann werden beabsichtigte und unbeabsichtigte Expositionen über das derzeitige Niveau ansteigen.

Seit 1927 sind die Grenzwerte immer wieder reduziert worden (siehe *Abbildung 1*). Diese Tendenz wird sich dann umkehren. Sollte die Idee von der sicheren und ungefährlichen Dosis zwar vorherrschend, aber dennoch falsch sein, so wird das schließlich weltweit zu einer unnötigen Zunahme von derzeitigen Krebserkrankungen und zusätzlichen Mutationen führen. Es geht also um einen sehr hohen Einsatz bei der Frage nach der Existenz einer Schwellendosis.

Für die weitere Diskussion muß der Begriff sichere Dosis beziehungsweise sichere Dosisrate erklärt werden. Bei ionisierender Strahlung bedeutet eine sichere Dosis und Dosisrate, daß alle exponierten Personen während und nach der Exposition ungeschädigt sind. Niemand wird später an einem strahleninduzierten Krebs erkranken oder sogar vorzeitig sterben.

Dagegen bedeutet eine unsichere Dosis oder Dosisrate, daß während der Exposition keiner sicher ist, und nach der Strahlenbelastung eine bestimmte Fraktion der Exponierten erkranken und vorzeitig an strahleninduziertem Krebs sterben wird, während der Rest keine Schädigung erfährt.

Es gibt nun in der Literatur viele Äußerungen von Experten und Expertengruppen, die die Existenz einer Schwellendosis bei dünnionisierender Strahlung für reell halten [1], [2], [3]. Es

gibt auch die Auffassungen, daß die Frage, ob es Dosissschwellen gibt, mit der derzeit verfügbaren Erkenntnis nicht beantwortet werden kann [4], [5].

Ich bin jedoch der Meinung, daß es schon heute genügend Beobachtungsergebnisse an exponierten Populationen gibt, die schlüssig gegen eine Dosissschwelle und gegen eine sichere Dosis beziehungsweise Dosisrate sprechen [6], [7].

Ich will dies nun an Hand einiger Beispiele näher erläutern. Natürlich gibt es auch entsprechende Daten, die an Modellsystemen gewonnen wurden, aus denen ebenfalls hervorgeht, daß es keine Dosissschwelle gibt [8], [9]. Ich will mich aber auf Beobachtungen an exponierten Personengruppen beschränken. Meine Gründe dafür sind unter anderem:

- Eine Übertragung der Ergebnisse vom Modell auf den Menschen ist nicht erforderlich [10].
- Es gibt zahlreiche akzeptierte Untersuchungen an exponierten Personengruppen im Bereich kleiner Dosen, wie sie für den Strahlenschutz relevant sind [11], [12], [13], [14], [15], [16].

Die Ausgangspunkte meiner Überlegung sind also folgende:

1) Die Dosis dünnionisierender Strahlung (Gamma, Röntgen) wird durch schnelle Elektronen (Compton- und Photoelektronen) deponiert, indem sie beim Durchgang durch die Zelle (Gewebe) eine primäre Ionisationsspur hervorrufen. Eine solche Spur ist die kleinste mögliche Störung auf zellulärem Niveau. Eine hohe Dosis bedeutet viele, eine kleine Dosis wenig Spuren pro Zelle; niedrige Dosisrate bedeutet wenig Spuren pro Zeiteinheit. Wenn eine Dosis - wie klein auch immer - absorbiert wurde, dann gibt es auch Zellen oder Zellkerne, die von Spuren durchdrungen wurden.

2) Strahleninduzierte karzinogene Veränderungen sind Veränderungen im genetischen Material der Zelle, also in der DNA. Die Krebsinitiation ist ein unizellulärer Prozeß, der nach den Gesetzen des Zufalls in einer Zelle stattfindet. Bereits eine primäre Ionisationsspur kann Auslöser für Krebsentstehung sein. Die bei einer solchen primären Wechselwirkung deponierte Energie ist ein Vielfaches der chemischen Bindungsenergie.

3) Daraus folgt, es kann niemals eine harmlose sichere Dosis geben, es sei denn, jede karzinogene Veränderung wird erfolgreich und ausnahmslos durch

Repairprozesse „ungeschehen“ gemacht. Die Schlüsselfrage ist also: arbeitet die Reparatur karzinogener Schadstoffe fehlerfrei, wenn die Dosis und die Dosisrate genügend klein sind. Genügend klein bezieht sich nicht auf die akkumulierte Gesamtdosis, sondern auf die Teildosis pro Exposition und die Zeit zwischen den Expositionen.

4) Gäbe es eine bestimmte kleine Dosis, deren Schäden in einer bestimmten Zeit komplett repariert werden, dann könnte man ohne Risiko viele solche kleine Dosen mit den notwendigen Reparaturzeiten dazwischen absorbieren, ohne das Krebsrisiko zu erhöhen.

5) Epidemiologische Untersuchungen an exponierten Personengruppen zeigen, daß die Reparatur nicht in der Lage ist, die Induktion von Strahlenkrebs zu verhindern. Selbst bei Dosen, die das Reparatursystem nur mit den Schäden von einem oder wenigen Zellkern-Durchgängen beschäftigt, beobachtet man in den exponierten Personengruppen erhöhte Krebsinzidenzen. Dies geschieht selbst bei Dosisraten, die genügend Zeit für die Reparatur lassen, bevor der nächste Schaden in der betrachteten Zelle gesetzt wird.

Bevor ich einige Beispiele diskutiere, möchte ich zunächst etwas über die Zahl der primären Ionisationsspuren sagen, die einen Zellkern bei einer gegebenen Dosis durchsetzen. Bei unseren Überlegungen, ob es eine sichere ungefährliche Dosis gibt, ist es richtiger, die Dosis in Anzahl der Spuren durch den Zellkern anzugeben und nicht in Milligray (mGy) oder Mikrogray (μ Gy), denn die kleinste vorstellbare Dosis oder Dosisrate ist nicht ein kleiner Bruchteil eines mGy, sondern eine primäre Ionisationsspur pro Zellkern und genügend Zeit zur Reparatur.

Bei der Wechselwirkung von Röntgen- und Gamma-Strahlung mit biologischer Materie haben wir im wesentlichen den Compton- und den Photoneffekt zu betrachten. Es entstehen die Photo- und Comptonelektronen, wobei letztere Energien von Null bis fast zur Photonenenergie der Primärstrahlung besitzen können. Man kann nun die Berechnungen von Paretzke [17] benutzen und mit einer Rekursionsformel die im Mittel von einem Gamma-Quant (^{137}Cs oder ^{60}Co) hervorgerufenen Elektronen und deren Energieverteilung bestimmen.

Es gelingt so, die ursprüngliche Photonenenergie auf eine Reihe von Elektronen unterschiedlicher kinetischer

Energie zu übertragen, deren summierte Reichweite mit den Elektronenenergie Reichweite-Werten von Evans [18] ermittelt werden kann (siehe auch Hutchinson [19]).

Mit der Beziehung $1 \text{ cGy} = 6,24 \cdot 10^{13} \text{ eV/g}$ kann man nun bestimmen, wieviele Quanten einer bestimmten Energie für 1 cGy erforderlich sind. So benötigt man zum Beispiel für ein cGy $9,43 \cdot 10^7$ Quanten einer ^{137}Cs -Gamma-Strahlung oder $5,43 \cdot 10^7$ Quanten einer ^{60}Co -Gamma-Strahlung.

Daraus ergibt sich schließlich mit der summierten Reichweite der Elektronenspuren und der Größe einer Säugorzelle und deren Zellkern die Anzahl der Zellkerndurchgänge pro Dosiseneinheit [20]. Sie beträgt zum Beispiel für die Strahlung einer 250 kVp-Röntgenstrahlung 2,3, für 30 kVp-Röntgenstrahlung etwa 1,4, für ^{137}Cs -Gamma-Strahlung 3,1 und für Radon-Gamma-Strahlung 2,9 Zellkerndurchgänge/cGy.

Viele Experimente an Modellsystemen haben ergeben, daß die enzymati-

schen Reparaturprozesse ohne Beeinträchtigung selbst bei Dosen von einigen Gy arbeiten (Virsik 1982, Kellerer 1987, Frankenberg 1986, 1990) [21], [22], [23], [24], [25]. Es könnten hier noch viele weitere Arbeiten zitiert werden. Außerdem wurde immer wieder bestätigt, daß die Reparatur von DNA-Strahlenschäden in wenigen Stunden abgeschlossen ist (Bender 1984, Feinendegen 1988, Burns 1981, Frankenberg-Schwager 1989) [26], [27], [28], [29].

Es fehlt aber in der Literatur auch nicht an zahlreichen Hinweisen, daß bestimmte DNA-Schäden nicht reparierbar sind oder falsch repariert werden. So finden wir im UNSCEAR-Report (1986) die Aussage „... die fehlerfreie Reparatur der DNA läßt bestimmte Schäden unrepariert und die fehlerhafte Reparatur produziert falsche (misrepaired) Sequenzen in der DNA-Struktur“ [30]. Auch Kellerer beschreibt Strahlenschäden in der DNA, die er für schwerreparabel beziehungsweise sogar für irreparabel hält [22]. Bei Feinendegen kann man

nachlesen: „nicht alle Doppelstrangbrüche werden vollständig repariert“ [27] (1988).

Mit dem bisher diskutierten haben wir nun die Möglichkeit zu überprüfen, ob es eine sichere ungefährliche Dosis gibt oder nicht. Man stelle sich folgendes Szenario vor:

Die Reparatur sei fehlerfrei bis zu einer bestimmten kleinen Dosis von wenigen cGy. Eine Reihe von Individuen erhalten die erste Exposition mit dieser Dosis am Montag. Alle Schäden werden innerhalb weniger Stunden fehlerfrei repariert. Es resultiert kein Krebsrisiko aus dieser ersten Exposition.

Am Dienstag erfolgte die 2. Exposition mit einer gleichen Dosis. Da die Reparatur fehlerfrei arbeitet, besteht immer noch kein Krebsrisiko aus den beiden Expositionen. Am Mittwoch, Donnerstag usw. erfolgen weitere Teildosen.

In diesem Szenario könnten die Individuen allmählich recht hohe Dosen von vielen solcher kleinen Teildosen akkumulieren. Es würde aber keine erhöhte Krebsrate in einer Langzeitstudie festgestellt.

Da bekannt ist, daß die Gesamtdosis - auf einmal gegeben - zu Krebserkrankungen führt, wäre die Schlußfolgerung letztlich, daß die Teildosen sichere ungefährliche Dosen darstellen, und daß es eine Schwellendosis gibt.

Sollten die Langzeitstudien aber eine erhöhte Krebsrate in der exponierten Gruppe ergeben, obwohl sie nur mit kleinen Teildosen belastet wurde, dann wäre der Schluß auf ein fehlerhaftes Reparatursystem selbst bei kleinen Dosen naheliegend. Damit wäre dann die Vorstellung einer Schwellendosis falsch.

Für eine Reihe von sorgfältig durchgeführten epidemiologischen Studien, die in der wissenschaftlichen Literatur akzeptiert sind, wurde die Teildosis beziehungsweise Dosis im betroffenen Organ (bei den Studien 5 und 6 der gesamte Körper, sonst das Brustorgan) und die daraus ermittelbare Anzahl der Zelldurchgänge pro Exposition in der *Tabelle 1* zusammengestellt. In allen neun Studien wird bei den exponierten Populationen eine signifikant erhöhte Krebsinzidenz beobachtet.

Diese Studien zeigen, daß die folgenden Dosen nicht sicher bezüglich der Krebsinduktion sind: 9 cGy, 7,5 cGy,

Tabelle 1

Mittlere Anzahl der Kerndurchgänge pro Exposition für neun verschiedene Studien

Nr.	Studie	Organdosis [cGy]/Exposition	Zellkerndurchgänge/cGy	Mittlere Anzahl der Zellkerndurchgänge pro Exposition
1	Neuschottland Durchleuchtungsstudie	7,5	1,3378	10,0335
2	Israelische Kopfbestrahlung	7,5 9,0	1,3378	10,0335 12,0402
3	Massachusetts Durchleuchtungsstudie	4,6	1,3378	6,1539
4	Kanadische Durchleuchtungsstudie	4,6	1,3378	6,1539
5	In utero Bestrahlung	0,5	1,3378	0,6689
6	MacMahon in utero Serie	0,9	1,3378	1,2040
7	Ziffernblatt-Malerinnen	0,1	2,9370	0,2937
8	Harvey Zwillingstudie	1,0	1,3378	1,3378
9	Israelische Brustkrebstudie	1,6	1,3378	2,1400

1. Siehe Ref. 13; 2. siehe Ref. 11; 3. Boice JD, Monson RR, Rosenstein M. Cancer mortality in woman after repeated fluoroscopic examinations of the chest, Journal of the Nat'l Cancer Institute 66, 863-867, 1981; 4. Miller AB, Howe GR, Sherman GJ, Lindsay JP, Yaffe MJ, Dinner PJ, Risch HA, Preston DL. Mortality from breast cancer after irradiation during fluoroscopic examinations in patients being treated for tuberculosis, New England Journal of Medicine 321, 1285-1289, 1989; 5. Gilman EA, Kneale GW, Know EG, Stewart AM. Pregnancy X-rays and childhood cancers: Effects of exposure age and radiation dose. Journal Radiol. Protection 8, 3-8, 1988; 6. MacMahon B. Prenatal X-ray exposure and childhood cancer. Journal of the National Cancer Institute 28, 1173-1191, 1962; 7. siehe Ref. 15; 8. Harvey EB, Boice JD Jr., Honeyman M, Flannery JT. Prenatal X-ray exposure and childhood cancer in twins, New England Journal of Med. 312, 541-545, 1985; 9. siehe Ref. 11.

4,6 cGy, 1,6 cGy, 1,0 cGy, 0,9 cGy, 0,1 cGy.

Die Befürworter der Schwellendosisvorstellungen werden nun sofort sagen, in der Tabelle sind all die Arbeiten nicht aufgeführt, die keine Erhöhung der Krebsrate bei kleinen Dosen und niedrigen Dosisraten finden.

Diese Arbeiten, ihre Zahl ist groß, sind für die Beilegung des Streites, ob es Schwellendosen gibt oder nicht, ungeeignet. Das wird auch von den Autoren selbst so gesehen. Eine Aussage wie: „Es wurde kein Effekt gefunden“, ist noch lange kein Argument für oder gegen eine sichere Dosis. Oft sind die Beobachtungszeiten zu kurz, die Kohorten zu klein oder die Störgrößen (confounding factors) wurden nicht angemessen berücksichtigt.

Zu diesen Kritikpunkten hat eine Forschergruppe aus 12 Ärzten und Epidemiologen in einer neueren Arbeit Stellung bezogen [31]. Sie untersuchte 124 im Regierungsauftrag (vor allem des US-Departments of Energy) durchgeführte epidemiologische Studien und kommt unter anderem zu dem Ergebnis,

daß das epidemiologische Forschungsprogramm des DOE und seiner Vorgängerbehörden mit schweren Fehlern behaftet ist.

daß die Fehler und Schwachstellen in vielen Untersuchungen geeignet sind, zu negativen Resultaten zu führen.

Es ist also nicht verwunderlich, daß eine große Zahl von Mortalitätsstudien keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Krebsinduktion und niedrigdosierter Strahlenexposition festgestellt hat. Die wissenschaftlichen Fakten zeigen, daß die Reparatursysteme der Zelle nicht 100 Prozent exakt sind, und daß es keine ungefährlichen Strahlendosen gibt. Für die entscheidenden stochastischen Endpunkte der Strahlenschädigung (Krebsinduktion, Mutation) muß die Idee einer Dosischwelle und eines ungefährlichen Dosisbereiches nach dem Stand der heutigen Erkenntnis aufgegeben werden. Es entspricht der konservativen Sicherheitsphilosophie, daß es besser ist, von einer größeren Schadenserwartung auszugehen, wenn die Vorstellungen über den Verlauf der Dosiswirkungsbeziehung noch wissenschaftlich widersprüchlich diskutiert werden.

Wolfgang Köhnlein

Institut für Strahlenbiologie der
Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster, Robert Koch Str. 43,
D-48149 Münster

Literatur:

1. Gilbert ES, Omohundro E, Buchanan JA et al. Mortality of workers at the Hanford site: 1945-1986, *Health Phys.* 64, 577-590, 1993
2. Cardis E, Gilbert ES, Carpenter L et al. Direct estimates of cancer mortality due to low doses of ionising radiation; an international study. *Lancet* 344, 1039-1043, 1994
3. Goldman M. Cancer risk of low-level exposure, *Science* 271, 1821-1822, 1996
4. BEIR V. National research council. Health effects of exposure to low levels of ionizing radiation. Washington, DC: National Academy Press 1990
5. Land CE. Estimating cancer risks from low-doses of ionizing radiation. *Science* 209, 1197-1203, 1980
6. Nussbaum RH, Köhnlein W, Belsey E. Die neueste Krebsstatistik der Hiroshima-Nagasaki-Überlebenden, *Med. Klin.* 86, 90-108, 1991
7. Nussbaum, RH, Köhnlein W. Inconsistencies and open questions regarding low-dose health effects of ionizing radiation, *Environ. Health Persp.* 102, 656-667, 1994
8. Grosovski AJ, Little JB. Evidence for linear response for the induction of mutations in human cells by x-ray exposure below 10 rads. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 82, 2092-2095, 1986
9. Waldren C, Correl L, Sognier A, Puck TT. Measurement of low levels of x-ray mutagenesis in relation to human disease. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 83, 4839-4844, 1986
10. Fry RJM. Relevance of animal studies to the human experience. In: Boice JD Jr., Fraumeni JD Jr. Radiation carcinogenesis and biological significance. Raven Press New York 1984, 337-346
11. Modan B, Alfandry E, Cherit A, Katz L. Increased risk of breast cancer after lowdose irradiation. In: *Lancet* Nr. 8639 Bd. 1, 629-631, 1989
12. Sorahan T, Roberts PJ. Childhood cancer and parental exposure to ionizing radiation: Preliminary findings from the Oxford survey of childhood cancers, *Am. J. Ind. Med.* 23, 343-354, 1993
13. Myrden JA, Hiltz JE. Breast cancer following multiple fluoroscopies during artificial pneumothorax treatment of pulmonary tuberculosis, *Canadian Medical Ass. J.* 100, 1032-1034, 1969
14. Bithell JF, Stiller CA. A new calculation of the radiogenic risk of obstetric X-raying. *Stat. Medicine* 7, 857-864, 1988
15. Baverstock KF, Papworth DG. The UK radium luminizer survey. *Brit. J. of Rad., Supplemental BIR Report* 21, 71-76, 1987
16. für zusätzliche Referenzen siehe z.B.: Nussbaum RH, Köhnlein W. Health consequences of exposures to ionizing radiation from external and internal sources: challenges to radiation protection standards and biomedical research, *Medicine & Global Survival* 2, 198-213, 1995
17. Paretzke HG. Radiation track structure theory. Chapter 3, p 89-169, In: Freeman GR (Ed.) Kinetics of nonhomogeneous Processes. New York, John Wiley and Sons, 1987
18. Evans RD. Stopping of Electrons by thick absorbers, Chapter 21, p 611-631 in *The Atomic Nucleus*. New York, McGrawHill, 1955
19. Hutchinson F. Formation of two double-strand breaks in the same DNA molecule by a single high-energy photon or ionizing particle, *Int. J. Radiat. Biol.*, 1996 in Druck
20. Brackenbusch LW, Braby LA. Microdosimetric basis for exposure limits, *Health Phys.* 55, 251-255, 1988
21. Virsik RP, Blohm R, Herman KP, Modler M und Harder D. Proceedings of the eighth symposium of microdosimetry, p. 409-422 (Euratom 8395, Luxemburg) 1982
22. Kellerer AM. Models of cellular radiation action, chapter 7, 305-375, in: Freeman GR (ed.) Kinetics of nonhomogeneous processes. New York, John Wiley & Sons, 1987
23. Frankenberg D, Goodhead DT, Frankenberg-Schwager M, Harbich R, Bance DA und Wilkinson RE. Effectiveness of 1,5 keV aluminium and 0,3 keV carbon K characteristics X-rays at inducing DNA double-strand breaks in yeast cells. *Internat. J. of Radiat. Biol.* 50, 727-741, 1986
24. Frankenberg-Schwager M, Frankenberg D, Harbich R, Adamczyk R. A comparative study of rejoining of DNA double-strand breaks in yeast irradiated with 3.5 MeV α -particles or with 30 MeV electrons. *Int. J. Radiat. Biol.* 57, 1151-1168, 1990
25. Peak MJ, Wang L, Hill CK, Peak JG. Comparison of repair of DNA double-strand breaks caused by neutron or gamma radiation in cultured human cells. *Int. J. Radiat. Biol.* 60, 891-898, 1991
26. Bender MA. Significance of chromosome abnormalities, p. 281-289 in *Radiat. Carcinogenesis: Epidemiology and biological significance*, eds. Boice JD and Fraumeni JF, Raven Press, New York, 1984
27. Feinendegen LE, Victor PB, Booz J, Mühlensiepen H. Biochemical and cellular mechanisms of low-dose effects. *Int. J. of Radiat. Biol.* 53, 23-37, 1988
28. Burns FJ, Sargent EV. The induction and repair of DNA breaks in rat epidermis irradiated with electrons. *Radiat. Res.* 87, 137-144, 1987
29. Frankenberg-Schwager M. Review of repair kinetics for DNA damage induced in eukaryotic cells in vitro by ionizing radiation. *Radiother. Oncol.* 14, 307-320, 1989
30. UNSCEAR or United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1986. Genetic and somatic effects of ionizing radiation, New York, United Nations
31. Geiger JH, Rush D, Michaels D, Baker DB, Cobb J, Fischer E, Goldstein A, Kahn HS, Kirsch JL, Landrigan PJ, Mauss E und McLean DR. Dead reckoning: A critical review of the Department of Energy's Epidemiological research. Washington DC, Physicians for Social Responsibility 1992

Elektrosmog-Report

Nr. 11 / 2. Jahrgang

November 1996

Tierexperimentelle Forschung

Dosis-Wirkungs-Beziehung bei der Krebspromotion

Zwischen dem Umfang der Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern und der Zunahme des Tumorbefalls bei Ratten nach Gabe des chemischen Karzinogens DMBA besteht eine Dosis-Wirkungs-Beziehung im Bereich zwischen 1 und 100 Mikrottesla. Das sind Forschungsergebnisse der Arbeitsgruppe um Dr. Meike Mevissen und Prof. Wolfgang Löscher von der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Hohe Dosen von 50 bzw. 100 μT gingen mit einer signifikanten Krebszunahme um 25 bzw. 50% einher, während niedrige Dosen zu keiner oder nur zu einer nichtsignifikanten Zunahme der Tumorfrequenz führten.

In der Fachzeitschrift „Carcinogenesis“ präsentierten Mevissen und Kollegen ihre jüngsten Ergebnisse tierexperimenteller Untersuchungen über den krebsfördernden Effekt magnetischer 50-Hz-Felder. Es wird heute überwiegend davon ausgegangen, daß elektromagnetische Felder selbst keine Schädigungen der Erbsubstanz und damit auch keinen Krebs verursachen, selbst also nicht karzinogen sind. Es gibt jedoch Hinweise, daß Magnetfelder die Krebsentstehung bei gleichzeitiger Einwirkung von krebsverursachenden Umwelteinflüssen fördern können, also krebspromovierend bzw. -copromovierend sind. So liegen Untersuchungen von Beniashvili und Kollegen (1991) vor, nach denen ein 50-Hz-Feld im μT -Bereich das Wachstum und das Fortschreiten von Brustkrebs bei weiblichen Ratten, die mit dem chemischen Karzinogen NMU (Nitrosomethylurea) behandelt worden sind, fördern kann.

Methodik

Die Arbeitsgruppe aus Hannover untersuchte in den vergangenen Jahren den Einfluß einer 13wöchigen Exposition mit magnetischen 50-Hz-Feldern unterschiedlicher Flußdichten auf das Brustkrebswachstum von weiblichen Ratten, die mit dem chemischen Karzinogen DMBA (7,12-Dimethylbenz(a)anthrazen) behandelt worden waren (vgl. Elektrosmog-Report 1 (1), S. 5-6, 1995). Die verwendeten Flußdichten bewegten sich unter oder am gesetzlichen Grenzwert für die Allgemeinbevölkerung von 100 μT . Parallel dazu wurden verschiedene Parameter erhoben, die Aufschlüsse über Wirkungsmechanismen geben sollen, die nächtliche Melatonin-Konzentration im Serum, die ODC-Aktivität (Ornithindecaboxylase) und die Funktion der T-Lymphozyten.

Ergebnisse

In bereits publizierten Studien war eine Beschleunigung des Tumorwachstums und eine signifikante Zunahme der tumorbehafteten Tiere (Tumorinzidenz) um 50% bei Exposition mit 100 μT aufgefallen. Bei Exposition mit 0,3 bis 1 μT fand sich demgegenüber keine Veränderung gegenüber den scheinexponierten Kontrollen. In einer weiteren Untersuchung mit 10 μT fand sich eine Tendenz zu einem verstärkten Tumorwachstum, ohne daß der Unterschied zur Kontrollgruppe jedoch statistisch signifikant war. In der jetzt veröffentlichten Studie war eine Flußdichte von 50 μT verwendet worden. Hier fand sich eine signifikante Zunahme der Tumorinzidenz, die allerdings geringer ausfiel als bei der früheren Untersuchung mit 100 μT .

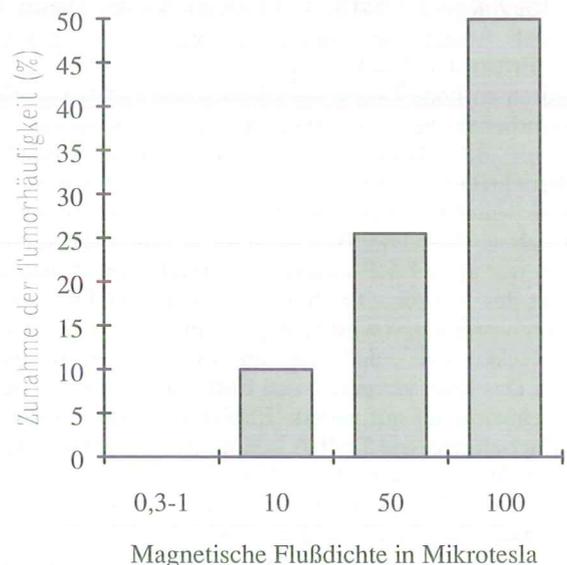


Abb.: Zunahme der tumortragenden Tiere (Tumorinzidenz) bei DMBA-behandelten Ratten in Abhängigkeit von der magnetischen Flußdichte nach 13wöchiger Magnetfeldexposition gegenüber scheinexponierten Kontrollen. Die Daten basieren auf Studienergebnissen mit insgesamt 333 scheinexponierten und 333 EMF-exponierten Tieren aus allen bisherigen Versuchen.

55 von 99 DMBA-behandelten Ratten, die nicht EMF-exponiert waren, entwickelten innerhalb von 13 Wochen Tumoren; demgegenüber entwickelten 67 von 99 DMBA-behandelten Ratten, die zusätzlich EMF-exponiert (50 Hz, 50 μT , 24 Stunden pro Tag) einen Tumor. Dies entspricht einer Zunahme der Tumorfrequenz um 25,5%. Die ersten Tumoren wuchsen in der EMF-exponierten Gruppe schneller als in der Vergleichsgruppe. Der Größenunterschied war in der 7. Woche signifikant. Die Zahl der Tumoren pro tumortragendem Tier war in der EMF-exponierten tendenziell größer mit einem signifikanten Unterschied in der 12. Woche. Die EMF-exponierten Ratten wiesen insgesamt 193 Tumoren auf gegenüber 139 Tumoren in der Kontrollgruppe.

Auffällig war, daß der Unterschied in der Tumorinzidenz zwischen den beiden Gruppen nach 8 Wochen wesentlich größer war (über 100%) als nach Ablauf der gesamten Untersuchungsperiode. Ein ähnliches Resultat war bereits in der Studie mit 100 μ T ermittelt worden.

Weitere Befunde: Eine Senkung der nächtlichen Melatoninkonzentration wurde im Gegensatz zu früheren Untersuchungen bei 50 μ T nicht gefunden. Die T-Lymphozyten-Proliferation nach Stimulation mit einem zellteilungsfördernden Mittel (Con A) war bei Zellen von EMF-exponierten Tieren im Vergleich zu den Kontrollen vermindert.

Diskussion

Die Autoren weisen daraufhin, daß die Ergebnisse der mit vier unterschiedlichen magnetischen Flußdichten durchgeführten Experimente eine hochsignifikante Dosisabhängigkeit des krebsfördernden Effektes von niederfrequenten Magnetfeldern nahelegen (p in der linearen Regressionsanalyse $< 0,01$).

Die Beobachtung, daß nach achtwöchiger Exposition ein stärkerer Unterschied in der Tumorfrequenz auftrat als nach 13 Wochen, könne ein Anzeichen dafür sein, daß Magnetfeldeffekte deutlicher zu Tage träten, wenn die Dosis des chemischen Karzinogens (DMBA) verringert würde. Dieser Frage solle nach Ansicht der Autoren nachgegangen werden. Ein solcher Effekt der Kaschierung des Einflusses von Magnetfeldern durch zu hohe Dosen des chemischen Giftes war Sluchy und Mitarbeitern bei einem Hautkrebsmodell an Mäusen aufgefallen, wie die Arbeitsgruppe auf der diesjährigen BEMS-Tagung berichtete.

Ein weiterer Aspekt, der näher untersucht werden sollte, ergibt sich aus folgender Beobachtung: In einer früheren Untersuchung war unter EMF-Exposition (50 μ T) eine Zunahme der Aktivität des Enzyms Ornithindecaboxylase (ODC) aufgefallen - Tumorpromotion wird häufig begleitet von einer Zunahme der ODC-Aktivität -, und zwar im Brustgewebe und nicht in anderen. Das lasse vermuten, daß EMF auf bestimmte Gewebe stärker einwirke als auf andere. EMF-Exposition vor der Gabe eines Karzinogens wie DMBA könnte daher eventuell auch zu einer Zunahme der Tumorfrequenz führen.

Sowohl die Tumorpromotion bei DMBA-behandelten Ratten als auch die Zunahme der ODC-Aktivität könne erklärt werden durch eine Verminderung der nächtlichen Melatonin-Konzentration, wie sie nach EMF-Exposition bei früheren Untersuchungen aufgetreten war. Allerdings konnte in der vorliegenden Studie kein Unterschied in der nächtlichen Melatonin-Konzentration zwischen EMF-exponierten und scheinexponierten Tieren gefunden werden. Möglicherweise seien Jahreszeit, Alter der Tiere und endogene Ansprechbarkeit auf Magnetfelder die Ursache für solch variable Ergebnisse. Zudem hätte die Länge der Exposition von 13 Wochen möglicherweise zu einer Anpassung des Organismus (Adaptation) der Tiere hinsichtlich der Beeinflussung der Melatoninsynthese geführt. Es sei auch fraglich, ob die alleinige Betrachtung des nächtlichen Melatonin-Spitzenwertes einen hinreichenden Aufschluß über eine eventuelle Beeinträchtigung des Melatoninstoffwechsels geben könne.

Ein weiterer Erklärungsansatz wurde auf der jüngsten BEMS-Tagung präsentiert: Ein niederfrequentes Magnetfeld könne nicht nur die nächtliche Melatoninfreisetzung vermindern, sondern auch ohne eine Konzentrationsabnahme die Wirkung von Melatonin auf Tumorzellen vermindern. So ist bekannt, daß Melatonin die Teilungsrate von bestimmten Brustkrebszellen (MCF-7) vermindern kann. Von mehreren Arbeits-

gruppen (Harland und Liburdy, Blackman und Mitarbeiter, Luben und Mitarbeiter) konnte gezeigt werden, daß dieser tumorhemmende Effekt des Melatonins durch niederfrequente Wechselfelder beeinträchtigt werden kann.

Von Mevissen und Kollegen wurde auch eine Beeinträchtigung der Funktion der T-Lymphozyten, bestimmten Zellen des Immunsystems, durch die verwendeten Felder beobachtet. In früheren Studien konnte bereits nachgewiesen werden, daß eine Beeinträchtigung des Immunsystems das Tumorstadium im DMBA-Brustkrebsmodell erleichtern kann. Bei der Frage, ob Magnetfelder zu einer Beeinträchtigung von Immunfunktionen beitragen, spiele möglicherweise die Zeitdauer der Exposition eine Rolle, da eine italienische Arbeitsgruppe (Conti und Mitarbeiter) bei kurzzeitiger MF-Exposition eine Aktivierung von Immunzellen (in vitro) festgestellt hatten. Es werden daher zur Zeit Studien durchgeführt, um den Einfluß der Zeitdauer der Exposition auf Immunfunktionen (B- und T-Zellaktivierung, Interleukinkonzentration, kalziumgesteuerte Signalübertragung) zu untersuchen.

Insgesamt bleibt festzuhalten, daß die von Mevissen und Kollegen vorgelegten Befunde erstmals eine klare Beziehung zwischen beschleunigtem Tumorstadium und der Flußdichte von Magnetfeldern darlegen, dies in einer hoch signifikanten Dosis-Wirkungs-Abhängigkeit und bei Magnetfeldstärken unterhalb der internationalen Grenzwertempfehlungen. Sollten sich diese Ergebnisse auch bei anderen Forschungsgruppen weiter erhärten, so wird ICNIRP nicht um die Senkung ihrer Grenzwerte herumkommen. Sollte der Mechanismus der EMF-Wirkung auf lebendige Organismen auf der Induktion von Strömen basieren, so dürften zudem beim Menschen geringere Ströme als bei Nagetieren zu biologischen Effekten führen.

Quellen:

1. Mevissen, M., Lerchl, A., Szamel, M., Löscher, W.: Exposure of DMBA-treated female rats in a 50-Hz, 50 MikroTesla magnetic field: effects on mammary tumor growth, melatonin levels, and T lymphocyte activation. *Carcinogenesis* 17, 903-910 (1996).
2. Abstract Book. Eighteenth Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Victoria, Canada, June 9-14, 1996.

Meinungen und Stellungnahmen

Weitere EMF-Forschung überflüssig?

Prof. W. Irnich von der Universität Gießen berichtete im Newsletter der Forschungsgemeinschaft Funk von der Tagung der BEMS (Bioelectromagnetics Society) vom Juni 1996 und stellt in seinem Fazit die Frage, ob man nicht auf weitere EMF-Forschung verzichten solle. Im Gegensatz dazu warnen die Präsidenten der BEMS, der wichtigsten wissenschaftlichen Gesellschaft im Gebiet der EMF-Forschung, in einem Schreiben an die Mitglieder des amerikanischen Kongresses angesichts der ungeklärten Fragen vor einer Verminderung der Forschungsanstrengungen.

Irnich schätzt das bisherige weltweite Volumen der EMF-Forschung auf insgesamt 180 Mio. Mark und den deutschen Beitrag auf etwa 7,5 Mio. Er schließt seine Ausführungen mit den Worten: „Sollte diese Zahl nicht gänzlich falsch sein, kann man mit Recht jenen widersprechen, die postulieren, auf diesem Gebiet würde zu wenig getan, sprich finanziert. Im Gegen-

teil, es ist schon erstaunlich, wie eine Fragestellung Geldquellen erschließen konnte, ohne bis heute einen Beitrag zur Krebsbekämpfung geleistet zu haben. Dies läßt die ketzerische Frage aufkommen, ob es nicht besser wäre, das knappe Geld in die Krebsforschung direkt zu investieren, um so durch therapeutische Fortschritte der Menschheit zu helfen.“

Es bleibt unklar was mit „direkter Krebsforschung“ gemeint ist, aber Irnich drückt sicherlich die Meinung jener aus, die Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen durch EMF weitgehend ignorieren bzw. ignorieren wollen.

Die Einschätzung, es handle sich bei den genannten Zahlen um einen großen Forschungsaufwand, relativiert sich allerdings schnell: Der gesamte deutsche Forschungsbeitrag der vergangenen Jahre von 7,5 Mio. Mark wäre bereits finanziert durch 1,50 Mark pro heute auf dem deutschen Markt befindlichen Handy. Die Anzahl der Handys in Deutschland (ca. 4,5 Mio.) wird sich bis zum Jahre 2000 mehr als verdoppeln. Der Mobiltelefonmarkt stellt dabei nur einen Ausschnitt aus dem rapide expandierenden Elektronikmarkt dar. Man darf umgekehrt fragen, ob angesichts der Komplexität der wissenschaftlichen Fragestellungen und dem gegenwärtigen Forschungsstand ein Wissenschaftler ernst genommen werden kann, der die Ansicht vertritt, 7,5 Millionen Mark sei - auch im Vergleich mit anderen Forschungsgebieten - ein erheblicher Forschungsaufwand und es sei nun genug geforscht.

Der nachfolgende Brief der Präsidenten der BEMS (**Kjell Hansson Mild**, Präsident 1995-1996; **Richard Luben**, Präsident 1996-1997; **Martin Blank**, Gewählter Präsident 1997-1998) drückt eine besorgte Haltung über eine eventuelle Abnahme der Forschungsanstrengungen im EMF-Bereich aus. Er wurde an alle Mitglieder des amerikanischen Kongresses geschickt:

„Die öffentliche Sorge über mögliche gesundheitliche Beziehungen zwischen der Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern und Erkrankungen wie Kinderleukämie, Brustkrebs und Alzheimer'sche Erkrankung nimmt weiter zu. Zur gleichen Zeit wächst rasch die tägliche Belastung der Öffentlichkeit durch elektrische und magnetische Felder aufgrund neuer Informations- und Kommunikationstechnologien, größerem Stromverbrauch und neuen medizinischen Anwendungsformen mit elektrischen und magnetischen Feldern. Als Leiter der größten internationalen wissenschaftlichen Gesellschaft, die biologische Effekte von elektrischen und magnetischen Feldern untersucht, sind wir beunruhigt über eine Abnahme der Forschung in diesem Bereich, zum Teil aufgrund von öffentlichen Erklärungen von jenen, von denen wir denken, daß ihnen der erforderliche multidisziplinäre Sachverstand fehlt.

Die biologischen Prozesse, die in menschliche Erkrankungen involviert sind, sind komplex und besitzen viele Facetten. Darüber hinaus sind elektrische und magnetische Felder im Gegensatz zu vielen anderen Umweltfaktoren nicht durch eine einzelne Größe charakterisiert, sondern beziehen viele verschiedene Faktoren mit ein. Geeignete Annäherungen an solche komplexe wissenschaftliche Fragestellungen können nur durch eine multidisziplinäre Zusammenarbeit von Biologen, Ärzten, Ingenieuren und Biophysikern erzielt werden. Eine Fülle veröffentlichter, überprüfter wissenschaftlicher Befunde deuten daraufhin, daß verschiedene Kombinationen von elektrischen und magnetischen Feldern konsistent sowohl biologische Systeme im lebenden Organismus als auch im Laboratorium beeinflussen. Dazu zählen:

- Eine Veränderung der Funktion von Nervenzellen.
- Eine Beeinflussung der Dichte und Heilungsrate von Knochen.

- Eine Störung der Balance von wichtigen Hormonen.
- Eine Veränderung der Wachstumsrate von Krebszellen und ihrer Empfindlichkeit gegenüber chemischen Substanzen.
- Eine Modifikation der Fähigkeit des Immunsystems, Krankheiten zu bekämpfen.
- Eine Beeinflussung der Herzfrequenz.

Es gibt ein Potential für nützliche Effekte durch diese Felder, sowie die Möglichkeit von schädlichen Konsequenzen für die öffentliche Gesundheit. Das Verständnis ihrer biologischen Wirkungen kann uns in die Lage versetzen, die nützlichen Effekte zu mehren und die möglichen Gefahren zu mindern. Aber diese Prozesse können ohne weitere Forschung nicht gut verstanden werden.

In den vergangenen 20 Jahren wurden erhebliche Fortschritte in der Erforschung dieses Gebietes gemacht. Das Programm wurde erst in jüngerer Zeit bis zu einem kritischen Umfang von interdisziplinären Anstrengungen mit Beteiligung vieler Forschungseinrichtungen ausgeweitet, welches nach unserer Ansicht fortgeführt werden muß. In diesem weiterhin Neues zu Tage fördernden Gebiet der wissenschaftlichen Forschung sind Kontroversen über berichtete Ergebnisse ein natürlicher und gesunder Teil des wissenschaftlichen Fortschritts. Solche Kontroversen sollten nicht die Basis für die Einstellung von Forschungsprogrammen sein, bevor die wichtigen Fragen schlüssig beantwortet sind (...)

Die öffentliche Besorgnis kann nur vermindert werden, wenn die Themen und Fragen durch sorgfältige Forschung gelöst sind. Wir bitten Sie, diese Betrachtungen miteinzubeziehen, wenn Sie Entscheidungen über die zukünftige Forschung zu Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder treffen.“

EMF-Forschung ist vermutlich auch ein Stück Krebsforschung. Vorbeugen ist hier sicherlich nicht nur in Hinsicht auf Krebserkrankungen besser als heilen.

Franjo Grotenhermen, Redaktion Elektrosmog-Report

Quellen:

1. Bioelectromagnetics Society: Two Statements. Microwave News 16 (4), S. 9 (1996).
2. Irnich, W.: BEMS 1996: Amerikanische Untersuchungen dominieren. Newsletter 4 (4), S. 20-23 (1996).

Veranstaltungsbericht

BUND-Journalistenforum Elektrosmog

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) veranstaltete sein diesjähriges Journalistenforum im Rahmen der ÖKOMEDIA'96 zum Thema Elektrosmog. Knapp 40 Journalisten folgten der Einladung, um sich über den aktuellen Diskussionsstand zu informieren.

In seinem Einführungsreferat wies **Erhard Schulz** (BUND) auf die zunehmende Bedeutung des Themas Elektrosmog hin. Bereits heute sind laut Schulz 1 % der Fläche Deutschlands mit Hochspannungs- und Bahnleitungen sowie Sendern bedeckt. Immer neue HF-Systeme sind für die nahe Zukunft geplant. Ob Verkehrsleitsysteme, Autobahn-Vignetten oder neue Datennetze, nichts geht mehr ohne Hochfrequenzkommunikation.

Prof. Günther Käs (Universität der Bundeswehr München, Neubiberg) legte dar, daß die heute üblichen EMF-Grundbelastungen bereits Effekte auf die Kalzium-Ionen-Kon-

zentration im Organismus ausüben können. So liegt die niedrigste Reaktionsschwelle des Organismus bei einer elektrischen Feldstärke von 3,8 mV/m bzw. 10^{-9} mW/cm². Genau diese Feldstärken sind aber flächendeckend für jedes einzelne Radio- und Fernsehprogramm notwendig, um überall einen Empfang sicherzustellen.

Das Thema der gesundheitlichen Auswirkungen von EMF wird laut Käs u. a. deshalb immer noch so kontrovers geführt, weil mögliche synergistische Aspekte und lange Latenzzeiten in den wissenschaftlichen Studien meist unberücksichtigt bleiben.

Die derzeitigen Grenzwerte würden den möglichen Gefahren nicht gerecht. Dies sei um so bedauerlicher, als daß die Belastung durch intelligente Gerätetechnik deutlich reduziert werden könnte.

Werner Röhrkasten (Wandel und Goltermann Reutlingen) zeigte Elektromog-Meßgeräte der Firma Wandel und Goltermann, die zu den weltführenden Unternehmen in diesem Sektor gehört. Als praktische Anwendung wurden die Feldstärken von Mobiltelefonen und Bildschirmen in verschiedenen Abständen gemessen. Die Messung von Feldstärken im Bereich von 30 GHz (zukünftiger Satellitenfunk) bereitet meßtechnisch noch Probleme.

Dr. Ulrich Warnke (Universität Saarbrücken) übte grundlegende Kritik an den internationalen Gremien und ihren Wirkungsmodellen. Die Gremien seien vorwiegend mit Elektrotechnikern besetzt. Mediziner und Biologen fehlten fast vollkommen und insbesondere solche mit speziellen Fachkenntnissen. Die international (und national) verwendeten Größen zur Abschätzung des biologischen EMF-Risikos - induzierte Stromdichte und absorbierte Strahlungsenergie - seien ungeeignet, um die tatsächlichen biologischen und gesundheitlichen Effekte vergleichsweise schwacher EMF zu erfassen. Viel wichtiger seien mögliche Resonanzen mit den zahlreichen Oszillatoren im Körper. Elektromagnetische Biofelder steuerten praktisch alle Körperfunktionen.

Als Beispiel führte Warnke die neuen Polizeiradargeräte an, die bei Frequenzen zwischen 10 und 20 GHz arbeiten und damit bereits im Bereich der Enzymanregung liegen.

Interessant waren Warnkes Ausführungen zu der Bedeutung von EMF bei Tieren. EMF spielt bei der Koordination im Vogelflug eine wichtige Rolle, Bienen kommunizieren über EMF und spüren EMF-Veränderungen in der Atmosphäre, die sie z. B. vor Gewittern warnen. Wespen weisen im Körper „Antennen“ auf, mit denen sie HF-Strahlung bündeln können. Auch im menschlichen Körper könne es zu Bündelungen/Verstärkungen, stehenden Wellen und Spitzeneffekten an Gewebeübergängen kommen. Durch solche Effekte können auch sehr schwache äußere Felder u. U. Wirkungen im Körper entfalten.

Warnke faßte die Ergebnisse der epidemiologischen Studien zusammen. Für Kinder müsse ab 0,2 µT von einem relativen Risiko von 1,5 bis 3 für Leukämie ausgegangen werden. Einzelne Studien zeigen für Belastungen ab 0,5 µT sogar ein relatives Risiko von 5. Als grundsätzliches Problem epidemiologischer Studien sieht Warnke, daß es in unserer hochelektrifizierten Welt keine unbelasteten Kontrollgruppen mehr gäbe. Hinzu komme, daß praktisch nirgendwo mehr saubere 50-Hz-Felder vorkämen, sondern der Feldverlauf durch Phasenanschnitte und Transienten stets höherfrequente Anteile enthielte, die weder von den Grenzwerten noch von Tierversuchen mit 50-Hz-Feldern adäquat erfaßt würden.

Zum Schluß präsentierte Warnke die von ihm favorisierten EMF-Wirkungsmodelle. Wichtig sei vor allem die Unterdrückung des Hormons Melatonin durch nächtlich einwirkende EMF. Melatonin ist ein Schlüsselhormon, das sich bereits in

den frühestens Lebewesen fand und eine Vielzahl anderer Hormone, so z. B. auch das eigentliche Schlafhormon Vasotossin, steuert. Als fett- und wasserlösliches Hormon gelangt Melatonin an alle Stellen des Körpers. Eine Unterdrückung der nächtlichen Melatoninausschüttung kann Folgen auf die Regeneration, das Immunsystem und die Antioxidanz (Abfangen von Radikalen) haben (vgl. auch Elektromog-Report 2(2), S. 5-7, 1996). Hiermit seien u. U. die oft berichteten Wirkungen schwacher Felder wie Ermüdung, Erschöpfung, Depressionen und Krebs(ko)promotion zu erklären.

Die Einwirkung von HF-Strahlung kann über Resonanzeffekte die Lebensdauer und daher die Wirkung freier Radikale erhöhen. Insgesamt skizzierte Warnke folgendes Wirkbild: Infolge der zunehmenden Umweltbelastungen (UV-Strahlung, Ozon, industriell produzierte Lebensmittel etc.) nehmen wir heute mehr freie Radikale auf als früher. Infolge zunehmender HF-Strahlung würde die Wirkung der Radikale verstärkt und schließlich könne das vermindert ausgeschüttete Melatonin weniger Radikale abfangen.

„Beide Faktoren zusammen ergeben theoretisch die ganze Kaskade der heute diskutierten Störungen, Gefährdungen, Schädigungen (Tumorpromotion, Erschöpfung, Alzheimer). Die Kausalität muß in vivo-Versuchen noch endgültig bewiesen werden.“

Dr. Meike Mevissen (Tierärztliche Hochschule Hannover) stellte den aktuellen Stand in Bezug auf EMF und Krebs anhand der Ergebnisse von Tierversuchen vor. Maligne Tumoren stellen heute mit 25 % die zweithäufigste Todesursache nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen (50 %) dar. In epidemiologischen Studien der letzten 15 Jahre seien wiederholt Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen EMF und Kinderleukämie und Brustkrebs gefunden worden. Ein Zusammenhang mit Hirntumoren sei dagegen unsicherer, was allerdings auch an den gegenüber den Latenzzeiten zu kurzen Untersuchungszeiträumen liegen könne.

Die meisten Wissenschaftler gehen heute davon aus, daß niederfrequente EMF keine gentoxische Wirkung besitzen, also keinen Krebs auslösen können. Dafür würde aber ein Einfluß der Felder auf die Reparaturmechanismen, die Krebspromotion und -progression diskutiert.

Um die Hinweise aus epidemiologischen Studien nachvollziehen und evtl. Wirkungsmechanismen aufdecken zu können, sind weltweit eine Vielzahl von Tierversuchen, insbesondere bei 50 und 60 Hz durchgeführt worden. Dahinter steht das Wissen, daß 85 % der Substanzen, die beim Menschen Krebs auslösen, dies auch bei Nagetieren tun. Die meisten Tierversuche zeigen, zum Teil allerdings bei relativ hohen Feldstärken, eine erhöhte Tumorzinzidenz bei Anwesenheit von EMF.

Mevissen stellte ausführlich die von Prof. Löscher und ihr in Hannover durchgeführten Ratten-Brustkrebs-Experimente vor, die weltweit Aufsehen erregt haben und deren Ergebnisse gerade reproduziert werden konnten (vgl. auch Fachartikel in dieser Ausgabe). Anlaß für die Experimente waren Befunde über erhöhte Brustkrebsraten bei beruflich exponierten Männern, ansteigende Brustkrebszahlen bei Frauen in der westlichen Welt sowie Hinweise auf eine erhöhte Brustkrebsrate bei Frauen, die in der Umgebung von Hochspannungsleitungen wohnen.

In Hannover wurde Ratten in einem Standardkrebsmodell das Karzinogen DMBA in einer Dosis injiziert, die durchschnittlich bei 50 % der Ratten Brustkrebs auslöst. In einem Doppelblindversuch wurde ein Teil der Ratten Tag und Nacht zusätzlich mit Feldern der Stärke 0,3 bis 1, 10, 50 und 100 µT exponiert. Es zeigte sich eine lineare Zunahme der Tumorzinzidenzen in Abhängigkeit von der magnetischen Feldstärke: In

der untersten Expositionsgruppe gab es keine Erhöhung, bei 50 μT eine Erhöhung um 25 % und bei 100 μT um 50 %.

Als mögliche Erklärung führte Mevissen die Melatoninhypothese an. Zudem gebe es Hinweise darauf, daß die Magnetfelder direkt auf die Brustdrüse einwirken und nicht nur indirekt über die verminderte Melatoninausschüttung. Schließlich wurde bei den exponierten Ratten auch noch eine Hemmung der T-Zellen-Aktivität und damit der Immunabwehr festgestellt.

Insgesamt zeigen die Experimente bei Magnetfeldstärken unterhalb der internationalen Grenzwertempfehlungen ein erhöhtes Risiko zur Brustkrebsentwicklung, eine Verkürzung der Latenzzeiten und ein beschleunigtes Tumorstadium. Die Ergebnisse legen nahe, daß die Risikoerhöhung vor allem für hormonabhängige Tumoren gelte und die verschiedenen Organe unterschiedlich sensibel auf die MF-Einwirkung reagierten. Eine Schwellendosis für den Effekt sei noch nicht bekannt.

Die Mevissen/Löscher-Arbeiten werden finanziell unterstützt von der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik, dem Bundesumweltministerium und dem US-Department of Energy (DOE).

Bernd Rainer Müller (BUND) stellte unter dem Motto „Kein Schutz durch die geplante Elektromogverordnung“ Kritik und Forderungen des BUND zur Diskussion (vgl. Elektromog-Report 1(7), S. 5-7, 1995). Hierbei ging es vor allem um den grundsätzlich falschen Ansatz der Verordnung, der sich vom Arbeitsschutz ableite, und neue Forschungsergebnisse und Wirkungsmodelle außer acht lasse. Es fehle ein Minimierungsgebot und eine besondere Berücksichtigung von Risikogruppen (Kinder und Jugendliche) und Ruhebereichen sowie Nachtzeiten. Während in der Verordnung lediglich die Signalstärke Berücksichtigung fände, müsse nach aktueller Erkenntnislage vor allem auch der Signalform Bedeutung beigemessen werden. Schließlich wandte sich Müller gegen die vielen Ausnahmeregelungen der Verordnung und forderte, daß z. B. alle Sendeanlagen von der Verordnung erfaßt werden müßten und nicht die öffentlich-rechtlichen Radio- und Fernsehsender ausgenommen werden dürften.

Die **endgültige Verabschiedung der Elektromogverordnung** durch den Bundesrat hat sich immer wieder verzögert und. Nun soll am 8.11. eine abschließende Beratung im Bundestagsausschuß und am 29.11 die Verabschiedung erfolgen. Hauptgrund für die Verzögerung waren Einwände verschiedener Bundesländer, die die Verankerung eines Minimierungsgebots in der Verordnung verlangen. Es ist nicht bekannt, ob zur Verabschiedung eine überarbeitete Fassung vorliegt.

Das Abschlußreferat hielt **Michael Karus (nova-Institut Hürth/Köln)** über Vorsorge- und Minimierungsmaßnahmen (vgl. Elektromog-Report 1(6), S. 5-7, 1995 und 2(5), S. 7-11, 1996). Karus wies insbesondere die große Diskrepanz zwischen immer deutlicheren Hinweisen auf Gesundheitsgefahren durch EMF sowie vielen wenig aufwendigen Minimierungsmaßnahmen auf der einen Seite hin und dem fast vollkommenen Ignorieren dieser Möglichkeiten von Seiten der Politik und Industrieverbänden auf der anderen Seite. Das es anders geht, zeigen innovative Hersteller, die strahlungsminimierte Geräte auf den Markt bringen, wie z. B. im Bereich der Mobiltelefone (Elektromog-Report 2(10), S. 5-6, 1996). Karus kritisierte die Forschungspolitik. Die möglichen Erkenntnisgewinne seien maßgeblich davon bestimmt, welche Projekte überhaupt gefördert würden. So würde viel Geld für Untersuchungen der Beeinflussung des EEG's durch kurzzeitige Einwirkung von Mobilfunk-Strahlung ausgegeben, obwohl - unabhängig davon, was dabei gefunden wird - dies praktisch keine Aussagen über mögliche Gesundheitsgefahren

zuläßt. Naheliegende epidemiologische Studien über die Auswirkungen von Fernseh- und Rundfunksendern oder auch Mobiltelefone auf Anwohner bzw. Nutzer, die seit Jahren gefordert werden, werden dagegen nicht gefördert. Hierdurch würden eventuelle Effekte von HF-Strahlung und insbesondere modulierter und gepulster HF-Strahlung unnötig lange im Dunkeln gehalten. ●

Verbraucherinformation

Magnetfelder durch elektrische Lattenrostantriebe

Elektrisch verstellbare Lattenroste können am Schlafplatz für beträchtliche magnetische und elektrische Felder sorgen. Nach Messungen von **Werner Schaper**, Verbraucherzentrale Hamburg, kann es im Bett zu Belastungen von bis zu 30 μT kommen, wobei die Felder bei einer Vielzahl von Modellen auch vorhanden sind, wenn der Elektromotor nicht in Betrieb ist. Dies resultiert daraus, daß der Speisetransformator die 230-V-Netzspannung auch dann auf 24 Volt herunterspannt, wenn der Motor nicht benutzt wird.

Schätzungen nach treten bei 80 % aller elektrisch verstellbarer Lattenroste erhöhte magnetische und elektrische Felder auf. Die Felder wirken über die gesamte Schlaf- und Regenerationsphase auf den Menschen ein. Kritische Wissenschaftler vom ECOLOG- und nova-Institut empfehlen, daß in der Schlafzeit die Magnetfeldbelastung unterhalb von ca. 0,2 bis 0,3 μT liegen sollte. Diese Werte können in Betten mit verstellbaren Lattenrosten bis zum Faktor 100 übertroffen werden. Eventuell sind immer wieder zu hörende Klagen über Schlafstörungen u. a. auf diese Felder zurückzuführen.

Seit wenigen Jahren bieten Hersteller elektrische Lattenrostantriebe mit integriertem Netzfreischalter an, der, wenn der Elektromotor nicht benötigt wird, die Spannung und damit auch die Felder wegschaltet. Aber auch hier gibt es Unterschiede. Manche Modelle schalten zwar den Haupttransformator aus, verwenden hierzu aber einen „Stand-by-Trafo“. Dadurch werden zwar die Magnetfelder stark reduziert, es bleiben jedoch elektrische Felder in der Größenordnung von 50 V/m bestehen. Durch die verbleibenden, teilweise nicht unerheblichen Leckströme werden zudem übergeordnete Netzfreischalter blockiert. Optimal sind netzunabhängige Freischalter, bei denen die Hilfsspannung von einem geladenen Kondensator, Akku oder Batterie bereitgestellt wird und die den Speisetransformator per mechanischem Relais zweipolig abschalten. Solche Systeme stellen sicher, daß der Schlafplatz auch mit elektrisch verstellbaren Lattenrostantrieben frei von zusätzlichen elektrischen und magnetischen Feldern bleibt. ●

Impressum - Elektromog-Report im Strahlentelex

Erscheinungsweise: monatlich im Abonnement mit dem Strahlentelex
Verlag und Bezug: Thomas Dersee, Strahlentelex, Rauxeler Weg 6, D-13507 Berlin, ☎ + Fax 030 / 435 28 40

Herausgeber und Redaktion:

nova-Institut für politische und ökologische Innovation, Köln
 Michael Karus (Dipl.-Phys.) (V.i.S.d.P.), Dr. med. Franjo Grotenhermen, Dr. Peter Nießen (Dipl.-Phys.)

Kontakt: nova-Institut, Abteilung Elektromog,
 Thielstr.35, 50354 Hürth, ☎ 02233 / 97 83 70, Fax: 02233 / 97 83 69
 E-Mail: 100675,1134@compuserve.com

Strahlenschutz kontra Erhalt des Wirtschaftsstandortes Deutschland

Die 28. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz fand vom 23. bis 25. Oktober diesen Jahres in Laatzen nahe Hannover statt. Das zentrale Tagungsthema lautete: *Strahlenbiologie und Strahlenschutz: Moderne Entwicklungen und Tendenzen in der Strahlenbiologie*. Die Tagung wurde erstmalig gemeinsam mit den Arbeitsgruppen des Gemeinschaftsausschusses Strahlenforschung (GAST) durchgeführt.

Der Tagungspräsident Dr. Günter Heinemann, Atomkraftwerk Stade, führte in seiner Eröffnungsansprache aus, daß der Strahlenschutz zunehmend mit der Frage der biologischen Wirkung kleiner Strahlendosen konfrontiert werden würde: „Besonders in Deutschland bietet die Diskussion in der Öffentlichkeit das frustrierende Bild emotional vorgetragener Spekulationen über vermutete Dosen und damit zusammenhängende Erkrankungen.“ Seiner Meinung nach könnten die neu entwickelten modernen Methoden der Strahlenbiologie in der Lage sein, die spezifische Wirkung ionisierender Strahlung auf das Genom des Menschen zu beschreiben und den Verlauf der Dosiswirkungsbeziehung gerade kleiner Strahlendosen offenzulegen. Das Auffinden einer individuellen Strahlensensibilität könnte nach Heinemann große Fortschritte erbringen, „denn die Feststellung individuell erhöhter Strahlensensibilität einer kleinen Gruppe würde zugleich das Risiko der übrigen Exponierten relativieren“. Er beschreibt das zur Zeit angewandte Prinzip des Strahlenschutzes folgendermaßen: „... bei dem man die Erhöhung eines Deiches davon abhängig macht, wieviel Opfer eine Sturmflut gefordert hat, ohne zu prüfen, ob die Opfer vor oder hinter dem Deich von der Flut getroffen wurden“.

In guter Tradition hatte die Bundesumweltministerin die Schirmherrschaft über die Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz übernommen, ist dann aber doch nicht erschienen, sondern hat eine Vertretung gebeten, den Eröffnungsvortrag zu übernehmen.

Die Tagung selbst gliederte sich in Workshops, Plenarvorträge und parallel abgehaltene Vortragssitzungen. Die The-

menkreise des wissenschaftlichen Programms umfaßten

- die Mechanismen der Strahlenwirkung,
- neue Methoden der strahlenbiologischen Forschung und
- die Erkenntnisse und Konzepte für den Strahlenschutz.

Einer der zentralen Fragen der Tagung stellte sich C. Streffer vom Institut für medizinische Strahlenbiologie der Universitätsklinik Essen in seinem Vortrag über den *Mechanismus der strahlenbedingten Carcinogenese: Gibt es eine Schwellendosis?* Seiner Meinung nach werden epidemiologische Untersuchungen die Form der Dosiswirkungsbeziehung für stochastische Strahlenwirkungen im niedrigen Dosisbereich (unterhalb 100 mSv) nicht klären können, denn der Effekt selbst sei unterhalb dieser Dosis so klein, daß er in den Schwankungsbereich der „spontanen“ Krebsrate falle. Strahlenschäden, an denen eine Vielzahl zellulärer Schäden beteiligt sind, definierte Streffer als Schäden mit Schwellendosis. Zu ihnen gehören akute Effekte des hämatopoetischen oder gastrointestinalen Syndroms. Keine Schwellendosis sei nach unizellulären Prozessen zu erwarten, denn hier reiche die Bestrahlung einer Zelle aus, um z.B. zu einer Chromosomenveränderung zu führen. Streffer führte weiter aus, daß die Entstehung von Krebs aber wesentlich komplizierter sei und nicht einfach nur als multi- oder unizellulärer Prozeß angesehen werden könne. Letztendlich wurde von ihm die Frage nach dem Vorhandensein einer Schwellendosis nicht beantwortet, da seiner Einschätzung nach aussagekräftige Ergebnisse fehlten, die der einen oder anderen Seite zum Recht verhelfen. Vom Strahlenbiologen Streffer wurden viele Fakten vorgetragen, nur mangelte es ihm an Mut zur Bewertung. Im praktischen Strahlenschutz schlug er letztendlich aus Gründen des Sicherheitsprinzips eine Dosiswirkungsbeziehung ohne Schwelle vor. Aus pragmatischen Gründen sei für ihn die von der Strahlenschutzkommission empfohlene Schwellendosis von 3 µSv zweckmäßig und vertretbar.

K. Becker, einer der Teilnehmer des Workshops *Dosis-schwellen des Strahlenrisikos? Ein Gedankenaus-*

tausch äußerte sich weniger zurückhaltend: „Ganz allgemein wird der zur Minderung kleiner und kleinster natürlicher und zivilisatorischer Risiken erforderliche Aufwand zunehmend zu einer Belastung des Wirtschaftsstandortes Deutschland. Das Primat der Politik über die Vernunft könnte auch im Strahlenschutz bald unbezahlbar werden, falls keine vernünftige Antwort auf die Frage gefunden wird: Wie viele zweistellige Milliardensummen ist der deutsche Steuerzahler bereit, beispielsweise für den Rückbau kerntechnischer Anlagen und Sanierungsprojekte zu investieren - zur Minderung hypothetischer Risiken, deren tatsächliche Existenz auch nach Jahrzehnten aufwendiger Forschungsarbeiten nicht nachgewiesen werden konnte?“. Diesen Ausführungen folgend, forderte Becker die Einführung einer Schwellendosis von 200 mSv. Im Kontext der vorgetragenen experimentellen molekularbiologischen Befunde, die das Nichtvorhandensein einer Schwellendosis belegen, erscheint diese Forderung in höchstem Maße gewissenlos.

Ein weiterer, kritischer Teilnehmer des Workshops war Wolfgang Köhnlein aus Münster, dessen Referat auf den Seiten 1 bis 4 dieser Ausgabe des Strahlentelex dokumentiert ist.

Zu einem ganz anderen Thema äußerte sich D. Frankenberg von der Georg-August-Universität Göttingen. Er referierte über die *Risiken der Mammographie* und betrachtete dabei sowohl physikalische wie genetische Aspekte. Seinen Ausführungen war zu entnehmen, daß etwa 5 Prozent der an Brustkrebs erkrankten Frauen eine familiär bedingte Prädisposition zeigen. Pro Jahr erkrankten in Deutschland 2000 bis 2500 Frauen aufgrund einer erblichen Anlage, in 90 Prozent dieser Fälle sei eine Mutation in einem 2 Tumor-Suppressorgen beteiligt. Werden die Frauen, die familiär bedingt ein erhöhtes Risiko zeigen, an Brustkrebs zu erkranken, geröntgt, steige ihr Risiko an eben diesem Brustkrebs zu erkranken. Frankenberg warnte aus diesem Grund davor, diese Gruppe von Frauen aus Vorsorgegründen übermäßig zu röntgen. Andere als röntgendiagnostische Methoden sollten zur Früherkennung eines Mammakarzinoms herangezogen werden. Leider war die einzige Schlußfolgerung des Auditoriums die, daß dies ja nur für einen kleinen Prozentsatz von Frauen gelte und daher kein Grund bestehe, für Frauen ab 50 Jahre auf ein Mamma-Screening zu verzichten.

Einen weiteren Schwerpunkt der Tagung bildete die Darstellung und Bewertung der beruflichen Strahlenexposition von Piloten und Flugbegleiterinnen. Angeregt wurde die Diskussion u.a. durch die Empfehlung der Internationalen Strahlenschutzkommission, diesen Personenkreis als beruflich strahlenbelastet zu klassifizieren. D. Regulla vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit - GSF, stellte seine Meßergebnisse zur Bestimmung der Strahlenexposition auf 22 Interkontinentalflügen vor. Unter Berücksichtigung der ungünstigsten Bedingungen bezogen auf Flughöhe und Flugroute wäre demnach mit einer Strahlenexposition von maximal 6 μSv pro Stunde zu rechnen. Dieser Wert liegt nach Aussagen Regullas nur 2 mal über dem einiger Strandabschnitte in Rio de Janeiro, denn dort sind durch besondere mineralogische Gegebenheiten vergleichsweise hohe Strahlenpegel zu beobachten. Gleichzeitig unterstellt Regulla den Piloten und Flugbegleiterinnen, sich dort fast ebenso lange aufzuhalten, wie in der Luft, so daß die berufliche Strahlenbelastung wohl nicht das eigentliche Problem darstellen könne.

M. Noll vom Institut für Welt- raumdosimetrie in Wien referierte zum gleichen Themenkomplex. Sie stellte ihre Meßmethode und die ermittelten Ergebnisse zur Strahlenbelastung des fliegenden Personals dar. Demnach wurden die beschriebenen Messungen mit Thermolumineszenzdosimetern (TLD) durchgeführt. Üblicherweise werden TLDs nur zur Messung der absorbierten Energiedosis der ionisierenden Komponente des gemischten Strahlenfeldes eingesetzt. Eine Analyse des Hochtemperaturbereichs mit der HTR-Methode ermöglichte jedoch auch die Bestimmung des mittleren LET der absorbierten Strahlung. Zusätzlich wurde zur Bestimmung der Neutronenkomponente ein kalibrierter Neutronendetektor unter Verwendung von TLDs eingesetzt. Besondere Beachtung in der Darstellung der Ergebnisse wurde der Tatsache gewidmet, daß die ermittelte Äquivalentdosis bei verschiedenen Flügen auf gleicher Route um den Faktor 2 bis 5 variieren könne. Die Ergebnisse zeigen nach Noll, daß die untersuchten Parameter stark vom jeweiligen Teilchenspektrum und damit von der Sonnenaktivität abhängen.

M. Bauchinger vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit - GSF stellte im Workshop *Aktuelle cytogenetische Verfahren der Strahlenbiologie* die wichtigsten methodischen

Aspekte der Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH) vor und erläuterte den aktuellen Stand der Anwendung dieser Methode zur retrospektiven Dosismittlung. Seiner Meinung nach stellt die Erfassung der stabilen Translokationen mittels FISH eine wichtige Alternative zur bereits angewandten Methode der Erfassung instabiler dizentrischer Chromosomen dar. Da die Methode noch „sehr jung“ ist, existieren nach Bauchinger eine Reihe ungeklärter Fragen, die er ausführlich darstellte; u.a. fehlen Standardisierungen in der Erfassung und Interpretation der ermittelten Daten. Daraus folgt für ihn, daß die Methode kontinuierlich weiterentwickelt werden müsse, damit sie im praktischen Strahlenschutz zuverlässig Anwendung finden könne. Bauchinger legte in seinen Ausführungen großen Wert auf die Darstellung, daß sich durch eine FISH-Analyse

von Interphasekernen und Tumorgewebe neue Möglichkeiten zur Aufklärung der Strahlenkarzinogenese ergeben könnten. Hierin läge ein weiterer breiter Anwendungsbereich der Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung.

Ein praktisches Beispiel der Anwendung der retrospektiven Dosismittlung mittels konventioneller Chromosomenaberrationsanalyse (Erfassung dizentrischer Chromosomen) stellte R. Hille vom Kernforschungszentrum Jülich vor. Das Robert-Koch-Institut, Berlin, untersuchte 75 ukrainische Kinder und Jugendliche mit einer chronischen Strahlenexposition von durchschnittlich 5 mSv pro Jahr. Ziel der Chromosomenaberrationsanalyse war die Klärung der Frage, ob sich ein Zusammenhang zwischen der physikalischen Dosiserhebung und den biologischen Befunden der Kinder darstellen läßt. Die Kinder lebten

An das
Strahlentelex mit Elektromog-Report
Th. Dersee
Rauxeler Weg 6
D-13507 Berlin

Abonnementsbestellung

Ich/Wir bestelle/n zum fortlaufenden Bezug ein Jahresabonnement des **Strahlentelex mit Elektromog-Report** ab der Ausgabe Nr. _____ zum Preis von DM 86,- für 12 Ausgaben jährlich frei Haus. Ich/Wir bezahlen nach Erhalt der ersten Lieferung und der Rechnung, wenn das **Strahlentelex mit Elektromog-Report** weiter zugestellt werden soll. Im Falle einer Adressenänderung darf die Deutsche Bundespost - Postdienst meine/unsere neue Anschrift an den Verlag weiterleiten.
Ort/Datum, Unterschrift:

Vertrauensgarantie: Ich/Wir habe/n davon Kenntnis genommen, daß ich/wir das Abonnement jederzeit und ohne Einhaltung irgendwelcher Fristen kündigen kann/können.
Ort/Datum, Unterschrift:

Einzugsermächtigung: Ich gestatte hiermit, den Betrag für das Abonnement jährlich bei Fälligkeit abzubuchen und zwar von meinem Konto

Nr.: _____
bei (Bank, Post): _____

Bankleitzahl: _____
Ort/Datum, Unterschrift: _____

Ja, ich will/wir wollen für das Strahlentelex Abonnenten werben. Bitte schicken Sie mir/uns dazu _____ Stück kostenlose Probeexemplare.

Es handelt sich um ein Patenschafts-/Geschenkabonnement an folgende Adresse:
Vor- und Nachname: _____

Straße, Hausnummer:

Postleitzahl, Ort:

Absender/Rechnungsadresse: Vor- und Nachname:

Straße, Hausnummer:

Postleitzahl, Ort:

zum Zeitpunkt der Untersuchung in den westukrainischen Ortschaften Bazar, Narodice und Losnitzer. Die Bodenkontamination in diesen Orten lag 1993 zwischen 37 und 1500 kBq/m² Cs-137. Die mittlere Aberrationsrate dizentrischer Chromosomen ergab für alle ausgewerteten Präparate einen Wert von 4,6 dizentrischen Chromosomen pro 1000 ausgewerteten Metaphasen. Der Kontrollwert des Robert-Koch-Institutes, ermittelt an Männern im Alter von 18 bis 48 Jahren liegt bei 0,4 dizentrischen Chromosomen pro 1000 ausgewerteten Metaphasen. Somit ist der in der Ukraine ermittelte Wert signifikant erhöht gegenüber der Laborkontrolle. Da sich für Hille keine Korrelation zwischen der physikalisch berechneten Strahlendosis und der ungewöhnlich hohen Anzahl ermittelter Chromosomenaberrationen ergibt, folgerte er, daß andere Noxen als ionisierende Strahlung für diesen Effekte verantwortlich zu machen seien. Hier sprach kein Cytogenetiker, so daß sich die Frage nach den angeblich infrage kommenden chemischen Noxen ausschloß, da zu vermuten war, daß er sie doch nicht hätte beantworten können. Verwundern muß in diesem Zusammenhang aber die Selbstsicherheit mit der davon ausgegangen wurde, daß die physikalisch ermittelten Daten, unumstößlich „wahr“ zu sein scheinen. Die Herangehensweise, eine etablierte Methode mit einer unsachgemäßen Interpretation der ermittelten Ergebnisse zu diskreditieren konnte nur aus einem Grund gelingen: Das Auditorium war mit eben dieser Interpretation einverstanden.

Das Cluster kindlicher Leukämie in der direkten Umgebung des Atomkraftwerks Krümmel wurde in einer Vielzahl von Tagungsbeiträgen erwähnt bzw. behandelt. P. Rübenberg von der PreussenElektra, beschäftigt beim Atomkraftwerk Stade, referierte über das *Leukämiecluster in der Elbmarsch - Unfallfolge oder statistische Fluktuation*. Mittels Computersimulation von statistischen Verteilungen wurde von ihm gezeigt, wie sich die Häufigkeit von Clustern erhöht, „wenn es erlaubt wäre, von einer zufälligen, vorher festgelegten Gruppeneinteilung abzuweichen und man sich um vorhandene Häufungen von Ereignissen eine sie einschließende gleich große neue Gruppe wählen darf. Angewendet auf das Problem der Leukämiecluster erscheint es nicht mehr ungewöhnlich, daß man in geeignet zusammengefaßten kleinen Orten wie in der Elbmarsch eine größere Ansammlung von Leukämiefällen antrifft, als

nach der Poisson-Verteilung zu erwarten wäre“.

Gegen diese Interpretation der Häufung kindlicher Leukämien in der Elbmarsch sprach sich P. Kaatsch vom Institut für medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz in seinem Vortrag über *Kindliche Leukämien und deren Ursachen - eine niedersächsische Fallkontrollstudie* aus. Er betonte deutlich, daß es sich in der Elbmarsch um ein Cluster handelt und nicht um eine statistische Fluktuation. Unter Fachleuten wäre diese Tatsache unbestritten. Weitere Aussagen zum Leukämiecluster in der Elbmarsch mochte Kaatsch aber nicht machen, genauere Ergebnisse wären erst nach Fertigstellung der noch laufenden Untersuchungen zu erwarten. Einzig Inge Schmitz-Feuerhake von der Universität Bremen betonte in ihrem Beitrag *Umweltindikatoren für radioaktive Freisetzungen durch das KKW Krümmel*, daß es sich nicht um ein unerklärliches Phänomen handele.

Insgesamt wurden zu den eingangs vorgestellten Themenschwerpunkten 55 Vorträge gehalten und 23 Poster ausgehängt. Ein Tagungsband mit den Langfassungen der einzelnen Beiträge lag zum Tagungsbeginn vor. Strahlenbiologie und Strahlenschutz. Moderne Entwicklungen und Tendenzen in der Strahlenbiologie. TÜV Rheinland GmbH, Köln 1996. ISBN 3-8249-0365-2. ●

AKW Krümmel

Schon wieder ein Kind an Leukämie erkrankt

Erneut ist ein Kind in der Umgebung des Atomkraftwerkes Krümmel ein Kind an Leukämie erkrankt. Das bestätigte am 18. Oktober 1996 das niedersächsische Sozialministerium. Das Mainzer Kinderkrebsregister habe das Ministerium informiert, sagte die Sprecherin. Das Kind wohne weniger als fünf Kilometer von dem schleswig-holsteinischen Kraftwerk entfernt auf der niedersächsischen Elbseite. Damit sind nach Angaben der Sprecherin im Fünf-Kilometer-Radius um das Atomkraftwerk Krümmel seit 1989 zehn Kinder und ein junger Erwachsener an Leukämie erkrankt. Zuvor war Ende September 1996 als neunter Fall eine seit August 1995 verschwiegene kindliche Leukämie in Geesthacht bekannt geworden (vergl. Strahlentelex 234-235/1996). ●

Aachen, 13. - 15. Mai 1997

Jahrestagung Kerntechnik '97

Zu ihrer „Jahrestagung Kerntechnik '97“ vom 13. bis 15. Mai 1997 lädt die Atomindustrie in Gestalt der Kerntechnischen Gesellschaft e.V. und des Deutschen Atomforums e.V. nach Aachen. Noch bis zum 1. Dezember 1996 können Vorträge angemeldet und Abstracts eingereicht werden. Konferenzsprachen sind Deutsch und Englisch. Information und Kontakt: Congress Office, INFO-RUM GmbH, Heussallee 10, D-53113 Bonn, ☎ +49(0)228/507-223, Fax -262, e-mail 10067,1424 @ compuserve.com ●

Strahlentelex

Informationsdienst ● Th. Dersee, Rauxeler Weg 6, D-13507 Berlin, ☎ + Fax: 030 / 435 28 40.

Herausgeber und Verlag: Thomas Dersee, Strahlentelex.

Redaktion: Bettina Dannheim, Dipl.-Biol., Thomas Dersee, Dipl.-Ing. (verantw.).

Redaktion Elektromog-Report:

Michael Karus, Dipl.-Phys. (verantw.), Dr.med. Franjo Grotenhermen, Arzt, Dr. Peter Nießen, Dipl.-Phys.: nova-Institut Köln, Thielstr. 35, 50354 Hürth, ☎ 02233/97 83 70, Fax 02233 / 97 83 69.

Wissenschaftlicher Beirat: Dr.med. Helmut Becker, Berlin, Dr. Thomas Bigalke, Berlin, Dr. Ute Boikat, Hamburg, Prof. Dr.med. Karl Bonhoeffer, Dachau, Dipl.-Ing. Peter Diehl, Dresden, Prof. Dr. Friedhelm Diel, Fulda, Prof. Dr.med. Rainer Frentzel-Beyme, Bremen, Dr.med. Joachim Grothennig, Berlin, Dr.med. Ellis Huber, Berlin, Dipl.-Ing. Bernd Lehmann, Berlin, Dr.med. Klaus Lischka, Berlin, Prof. Dr. E. Randolph Lochmann, Berlin, Dipl.-Ing. Heiner Matthies, Berlin, Dr. Werner Neumann, Altenstadt, Dr. Peter Plieninger, Berlin, Dr. Ernst Rößler, Berlin, Prof. Dr. Jens Scheer †, Prof. Dr.med. Roland Scholz, Gauting, Priv.-Doz. Dr. Hilde Schramm, Berlin, Jannes Kazuomi Tashiro, Kiel, Prof. Dr.med. Michael Wiederholt, Berlin.

Erscheinungsweise und Bezug: Das Strahlentelex mit Elektromog-Report erscheint an jedem ersten Donnerstag im Monat. Bezug im Jahresabonnement DM 86,- für 12 Ausgaben frei Haus. Einzelexemplare DM 8,-.

Vertrauensgarantie: Eine Kündigung ist jederzeit und ohne Einhaltung von Fristen möglich.

Kontoverbindung: Th. Dersee, Konto-Nr. 4229380007, Grundkreditbank eG Berlin (Bankleitzahl 101 901 00).

Druck: Bloch & Co. GmbH, Prinzessinnenstraße 19-20, 10969 Berlin.

Vertrieb: Datenkontor, Ewald Feige, Körtestraße 10, 10967 Berlin.

Die im Strahlentelex gewählten Produktbezeichnungen sagen nichts über die Schutzrechte der Warenzeichen aus.

© Copyright 1996 bei Thomas Dersee, Strahlentelex. Alle Rechte vorbehalten.

ISSN 0931-4288