

# Elektrosmogstudien

Hier sind einige Studien und Erkenntnisse zum Thema Elektrosmog. Die hier weitergegebenen Schriften stammen zum größten Teil aus dem Elektrosmog-Report der letzten Jahre und wurden von Herrn Josef Volsa zusammengestellt.

Unwesentliche Beiträge, wie Veranstaltungshinweise usw., wurden nicht übernommen und es wurde darauf geachtet, dass hier nur die wesentlichsten Studien und Untersuchungen erscheinen.



**SWISS HARMONY**

*In Tune with Nature*

Swiss Harmony International GmbH

Baselstrasse 10 4203 Grenchen Schweiz

+41 32 372 77 66 [info@swissharmony.com](mailto:info@swissharmony.com) [www.swissharmony.com](http://www.swissharmony.com)

# *Elektrosmog Report*

Nr. 1 / 1. Jahrgang April 1995

## Niederfrequente Magnetfelder

### **Tierexperimentelle Untersuchungen zeigen krebspromovierende Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder**

**Schwache magnetische Wechselfelder führen in einigen tierexperimentellen Krebsmodellen, z.B. dem DMBA-Brustkrebsmodell an Ratten, zu einer Krebspromotion bzw. Kopromotion, d.h. beschleunigtem Wachstum und vermehrtem Auftreten von Tumoren. Eine Schwellenflußdichte für derartige Effekte ist bisher nicht bekannt. Daher sind weitere Untersuchungen mit Krebsmodellen notwendig, um festzustellen, wo der Schwellenbereich für tumorpromovierende bzw. kopromovierende Effekte schwacher magnetischer Felder liegt. Außerdem bedürfen die Mechanismen der tumorpromovierenden/kopromovierenden Wirkung von Magnetfeldern der weiteren Untersuchung.**

Magnetische Wechselfelder kommen im Lebensraum des Menschen heute praktisch überall vor. Eine Reihe epidemiologischer Studien der letzten 15 Jahre zeigte einen möglichen Zusammenhang zwischen elektromagnetischen niederfrequenten Feldern (50/60 Hz) und erhöhtem Krebsrisiko, vor allem Leukämien bei Kindern, Gehirntumoren und Brustkrebs bei Erwachsenen. Seitdem wird das mögliche Krebsrisiko durch magnetische Felder weltweit diskutiert. Sowohl von der Weltgesundheitsorganisation als auch von nationalen Regierungsstellen - insbesondere in den USA und Schweden - wurden Forschungsprogramme aufgestellt, um dieses Risiko zu erfassen und die biologischen Grundlagen einer krebserzeugenden bzw. krebspromovierenden Wirkung von Magnetfeldern zu klären.

Epidemiologische Studien zur möglichen Erhöhung des Krebsrisikos durch schwache magnetische Wechselfelder leiden stets darunter, daß sowohl die tatsächliche Magnetfeldbelastung als auch Krebskofaktoren nur schwer zu erfassen sind. Demgegenüber sind tierexperimentelle Studien mit definierter und gut kontrollierter Magnetfeldexposition geeignet, den direkten Zusammenhang zwischen Exposition und Krebsinitiation bzw. Krebswachstum zu untersuchen und Ursache-Wirkungsbeziehungen zu prüfen.

Mögliche Wirkungsmechanismen elektromagnetischer Felder mit zellulären Systemen, die eine tumorpromovierende bzw. kopromovierende Wirkung erklären könnten, sind die Unterdrückung der Bildung und Sekretion des krebswachstumhemmenden Hormons Melatonin in der Zirbeldrüse, die Beeinflussung von Kalziumströmen bzw. kalziumbindenden Proteinen, die Beeinträchtigung immunologischer Mechanismen und die Veränderung der Expression (Ausbildung) von Onko- bzw. Protoonkogenen. Hinweise auf derartige Effekte wurden bisher vor allem in Zellexperimenten erhalten. Verschiedene Zellversuche haben gezeigt, daß Magnetfelder wahrscheinlich keine gentoxische, also keine krebsinitierende Wirkung besitzen. Von uns durchgeführte Tierversuche zur möglichen gentoxischen Wirkung von Magnetfeldern ergaben folgende Ergebnisse: Die Kultivierung von peripheren Lymphozyten aus dem Blut magnetfeldexponierter Ratten bei einer Flußdichte von 30 mT (50 Hz) und deren nachfolgende Auswertung auf chromosomale Schädigungen ergab ebenfalls keine Hinweise auf Unterschiede zur Kontrolle.

Eine Bedeutung der genannten Magnetfeldeffekte für die Tumorentwicklung kann nur in Tierexperimenten geprüft werden. Bei der Verwendung von Krebsmodellen mit chemischer

Induktion unterschiedlicher Krebstypen ergaben sich in mehreren tierexperimentellen Untersuchungen der letzten Jahre Hinweise auf eine tumorpromovierende Wirkung von Magnetfeldern, wobei jedoch Felder verwendet wurden, deren Flußdichten weit über den in der Nähe von Hochspannungstrassen vorkommenden Werten lagen.

Im Rahmen der von unserer Arbeitsgruppe durchgeführten Experimente sollte untersucht werden, ob 50-Hz-Magnetfelder mit für die Exposition des Menschen relevanten Flußdichten (0.3-100  $\mu$ T) zu einer tumorpromovierenden bzw. kopro-movierenden Wirkung führen. Dafür wurde ein Brustkrebsmodell an Ratten verwendet, in dem ein chemisches Karzinogen (DMBA; 7,12-Dimethylbenz(a)anthracen) weiblichen Ratten in einer Dosis oral verabreicht wird, die bei etwa 50% der Tiere Tumoren der Milchdrüse hervorruft, so daß sowohl tumorfördernde als auch -hemmende Effekte einer Magnetfeldexposition erfaßt werden können.

Dieses Modell gehört seit Jahren zu den etabliertesten Modellen zur Untersuchung von Brustkrebs. Für die Untersuchung tumorpromovierender Wirkungen von Magnetfeldern wurden die Tiere für einen Zeitraum von drei Monaten nach Verabreichung des Karzinogens exponiert bzw. in baugleichen Scheinspulen scheinexponiert. Eine tumorpromovierende Wirkung kann wie folgt erfaßt werden:

- durch Abtasten der Tiere, Erfassung des schnelleren Auftretens und Wachstums der Milchdrüsentumoren (Mammatumoren), und
- nach Tötung der Tiere am Ende des Expositionszeitraumes und Feststellung von Anzahl, Größe und Qualität der Tumoren, wobei in Gewebeuntersuchungen auch Vorstufen von Krebs entdeckt werden können.

Zum Auffinden möglicher Mechanismen eines tumorpromovierenden Effektes wurden an den exponierten Tieren biochemische (Melatoninbildung und -sekretion, Aktivität der Ornithindecaboxylase), immunhistologische (z.B. Tumorproliferationsmarker; Erfassung zellulärer Immunreaktionen) und zytogenetische Untersuchungen (Erfassung von genotoxischen Effekten wie Chromosomenveränderungen, SCE-Raten und Mikrokernen) durchgeführt.

### **Typische 50-Hz-Magnetfelder in $\mu$ T**

Natürliche Feldstärke	ca. 0,000.001
Typischer Wert in heutigen Wohnräumen	0,05 - 0,1
In der Nähe (30 cm) verschiedener Elektrogeräte	0,5 - 30
Hochspannungsleitung (bei 1.000 A)	8 - 16
- direkt unter der Leitung	1 - 3
- in 50 m Abstand	
Grenzwert für die Öffentlichkeit nach IRPA (International Radiation Protection Association)	100
Grenzwert für die Öffentlichkeit nach	400

## DIN/VDE

An einigen Arbeitsplätzen  
(Induktionsöfen, E-Lokomotiven, einige 1.000  
Schweißmaschinen, Trafostationen)

*Quelle: nova-Institut, Köln 1995*



Während einer dreimonatigen Exposition der Tiere bei einem magnetischen 50-Hz-Wechselfeld von 0,3-1  $\mu\text{T}$ , d.h. einer Flußdichte, wie sie in der Nähe von Hochspannungstrassen vorkommt, ergab sich ein Trend zum schnelleren Wachstum der Brusttumoren, der jedoch bei der geringen Tierzahl (36 Tiere pro Gruppe) statistisch nicht signifikant war. Die Bestimmung des Hormons Melatonin ergab bei magnetfeldexponierten Tieren signifikant niedrigere Werte während der Dunkelphase, d.h. während der Zeit, in der die Melatoninproduktion am höchsten ist. Melatonin zeigt in Zell- und Tierversuchen eine krebshemmende Wirkung, so daß eine Reduktion der Melatoninproduktion unter Magnetfeldexposition das beschleunigte Wachstum erklären könnte. Die feingewebliche Untersuchung der Tumoren ergab keine Hinweise auf signifikante Unterschiede zwischen magnetfeld- und scheinexponierten Tieren; allerdings war ein Trend zu einer erhöhten Anzahl von Tumoren und prä-tumorösen Veränderungen (Hyperplasien) in der exponierten Gruppe zu erkennen.

In weiterführenden Untersuchungen wurde in Zusammenarbeit mit zwei pathologischen Instituten und unter Verwendung einer Expositionsanlage, die die Exposition größerer Tierzahlen erlaubt, der Frage einer tumorpromovierenden Wirkung magnetischer Felder mit verschiedenen Flußdichten im  $\mu\text{T}$ -Bereich weiter nachgegangen. Erste Versuche mit größeren Tiergruppen zeigten, daß eine dreimonatige Exposition in einem Feld von 100  $\mu\text{T}$  (50 Hz) zu einer 50%igen Zunahme der Häufigkeit von Tumoren der Milchdrüse führt. Mit dem bloßen Auge erkennbare Tumoren waren bei magnetfeldexponierten Tieren im Vergleich zu denen scheinexponierter Tiere signifikant größer. Feingewebliche Untersuchungen ergaben eine signifikante Zunahme von bösartigen Tumoren (Adenokarzinome) bei den exponierten Tieren.

In aktuellen Untersuchungen wird geprüft, ob eine Schwelle für den tumorpromovierenden bzw. kopromovierenden Effekt einer Magnetfeldexposition existiert und wo dieser Schwellenbereich liegt. Die magnetische Flußdichte soll dazu stufenweise variiert werden, um "Dosis"-Wirkungsbeziehungen zu ermitteln, aus denen dann u. U. auch Grenzwertempfehlungen abgeleitet werden können. Die bisherigen Daten zeigen eine, wenn auch noch mit Unsicherheiten behaftete, lineare Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen 100  $\mu\text{T}$  und 0,3 - 1  $\mu\text{T}$ .

Die erste Auswertung eines weiteren Versuches mit einer Flußdichte von 10  $\mu\text{T}$  (50 Hz) ergab einen Trend zu einem beschleunigten Krebswachstum, im Gegensatz zu 100  $\mu\text{T}$  aber keine signifikante Erhöhung der Tumorfrequenz oder Tumorgroße. Eine abschließende Bewertung dieses Versuches ist jedoch erst nach Auswertung aller Versuchsparameter möglich.

Erste Ergebnisse eines Versuches mit 50  $\mu\text{T}$  (50 Hz) zeigten eine signifikante Erhöhung des Enzyms Ornithin-Decarboxylase (ODC) im Brustdrüsengewebe bei magnetfeldexponierten Tieren. Die ODC ist ein Schlüsselenzym der Biosynthese von Eiweißstoffen, die eine Rolle bei Zellteilung und Kontrolle der Genexpression spielen. Der Prozeß der Tumorpromotion wird häufig begleitet von einem Anstieg der ODC. Die erhöhte ODC-Aktivität im

Milchdrüsengewebe der exponierten Ratten ist vergleichbar mit dem Anstieg, der durch die Behandlung mit dem chemischen Karzinogen DMBA erzeugt wurde.

## Meike Mevissen

Institut für Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bünteweg 17, 30559 Hannover

[*Zitierweise dieses Artikels:* Mevissen, M.: Tierexperimentelle Untersuchungen zeigen krebspromovierende Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder. *Elektrosmog Rep.* 1 (1), S. 5-6 (1995).]

*Anmerkung der Redaktion:* Die hier vorgestellten Ergebnisse der tierexperimentellen Studien von Löscher und Mevissen sind insbesondere in den USA und Schweden auf großes Interesse gestoßen, so z. B. anlässlich des NIEHS-DOE Kongresses "Research Directions for EMF Toxicology Studies" in Albuquerque im November 1994. Verschiedene Wissenschaftler, die selbst seit Jahren auf diesem Gebiet forschen, nannten die Arbeiten die bislang am besten und sorgfältigsten durchgeführten mit gleichzeitig den konsistentesten Ergebnissen. Zur weiteren Absicherung der Resultate wird eine Wiederholung der Experimente in den USA anvisiert.

*Quelle: Microwave News 15 (1), (1995).*

SCE-Raten: Schwester-Chromatid-Austausch-Raten (Sister chromatid exchange rates)

NIEHS: National Institute of Environmental Health Science

DOE: Department of Energy

## Literatur:

1. Löscher, W. Mevissen, M.: Animal studies on the role of 50/60-Hz-magnetic fields in carcinogenesis. *Life Sci.* 54, S. 1531-1543 (1994).
2. Löscher, W. Mevissen, M., Lerchl, A., Stamm, A.: The effect of weak alternating magnetic fields on nocturnal melatonin production and the development of mammary tumors induced by 7,12-dimethylbenz(a)anthracene in rats, *Oncology* 51, S. 288-295 (1994).
3. Baum, A., Mevissen, M., Kamino, K., Mohr, U., Löscher, W.: A histopathological study on alterations in DMBA-induced mammary carcinogenesis in rats with 50-Hz, 100 microT magnetic field exposure. *Carcinogenesis* 16, S. 119-125 (1995).
4. Mevissen, M., Wahnschaffe, U., Buntenkötter, S.: Effects of magnetic fields on rat mammary tumor development by 7,12-dimethylbenz(a)anthracene (DMBA). *Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 345 (Suppl): R46 (1992).
5. Zwingelberg, R., Obe, G., Rosenthal, M., Mevissen, M., Buntenkötter, S., Löscher, W.: Exposure of rats to a 50-Hz, 30 mT magnetic field neither influences the frequencies of sister chromatid exchanges nor proliferation characteristics of cultured peripheral lymphocytes. *Mutation Res.* 302, S. 39-44 (1993).
6. *Microwave News* 15 (1), S. 2 (1995).

## Hochfrequenzstrahlung

### **Zunahme von DNS-Brüchen nach Hochfrequenzbestrahlung**

**Eine indische und eine US-amerikanische Forschergruppe haben jüngst eine signifikante Zunahme von DNS-Brüchen in Gehirnzellen von Versuchstieren nach Exposition gegenüber Hochfrequenz-(HF-) strahlung festgestellt. Die Experimente wurden mit Mikrowellenfrequenzen durchgeführt, die nur wenig über denen marktüblicher Mobiltelefone liegen. Besondere Brisanz erhalten die Ergebnisse vor dem Hintergrund von Regressforderungen gegen die Telefonindustrie von Patienten mit**

**Gehirntumoren und der erheblichen ökonomischen Bedeutung eventueller gesundheitlicher Auswirkungen von HF-Strahlung. Motorola, ein US-Mobiltelefonkonzern, will die Versuche wiederholen lassen.**

Henry Lai und Narendra Singh (1995) von der Universität Washington setzten Ratten zwei Stunden entweder einer kontinuierlichen oder einer mit 500 Hz gepulsten Hochfrequenzstrahlung von 2,45 GHz aus. Bei den Versuchen wurde eine Leistungsflußdichte von 2 mW/cm<sup>2</sup> und eine spezifische Absorptionsrate (SAR) von 1,2 W/kg erreicht. Zur quantitativen Bestimmung der DNS-Brüche wurde der Komet-Assay (alkalische Mikrogel-Elektrophorese) verwendet.

Vier Stunden nach der Exposition mit gepulster Strahlung fand sich eine signifikante Zunahme von Einzelstrang-DNS-Brüchen im Gehirn. Unmittelbar nach der zweistündigen Exposition war keine Zunahme feststellbar. Ein ähnlicher Effekt wurde bei der Hälfte der Strahlungsintensität (1 mW/cm<sup>2</sup> bzw. 0,6 W/kg) ermittelt. Es war eine Dosis-Wirkungs-Beziehung festzustellen. Auch nach Exposition mit einer kontinuierlichen Hochfrequenzstrahlung wurde eine signifikante Zunahme von DNS-Brüchen festgestellt, sowohl unmittelbar als auch vier Stunden nach der Belastung.

Im Vergleich zu einer scheinexponierten Kontrollgruppe wurde in den hochfrequenzbelasteten Gruppen eine um 20-30% höhere Anzahl von DNS-Brüchen registriert.

In einer Studie aus Neu Delhi von Soma Sarkar et al. (1994) wurden Mäuse 120 bis 200 Tage täglich zwei Stunden einer kontinuierlichen HF-Strahlung von ebenfalls 2,45 GHz bei einer Intensität von 1 mW/cm<sup>2</sup> ausgesetzt. DNS aus Gehirn und Hoden wurde danach elektrophoretisch und densitometrisch untersucht. Im Vergleich zu nicht exponierten Mäusen fand sich bei allen exponierten eine charakteristische Veränderung der DNS (in der Elektrophorese ein zusätzliches Band bei 7,7 kb, in der Densitometrie ein zusätzlicher Peak). Die indischen Forscher fordern aufgrund dieser Ergebnisse eine Neubewertung des mutagenen Potentials von Strahlung im Mikrowellenbereich. Bisher galt HF-Strahlung in den verwendeten Intensitäten als ungefährlich.

Über die Bedeutung von Einzelstrang-DNS-Brüchen besteht unter Forschern Unklarheit. Im allgemeinen wird ihr Auftreten als gesundheitlich unbedenklich eingestuft, da die Zellen entsprechende Mechanismen zur Erkennung und Reparatur solcher Veränderungen des genetischen Materials besitzen. Jüngere Untersuchungen ergeben jedoch Anlaß zur Vermutung, daß bestimmte Einzelstrangbrüche nicht so einfach repariert werden können, so daß biologische Effekte möglich sind.

Insbesondere die Untersuchungen der US-Forschergruppe verursachten bei Vertretern der US-Telefonindustrie (Motorola und Cellular Telephone Industry Association) Aufregung. Ihre Haltung ist hinsichtlich der Bewertung der vorliegenden Ergebnisse allerdings reserviert und skeptisch. Eine gesundheitliche Relevanz sei zweifelhaft. Zudem wird die Zuverlässigkeit des Nachweisverfahrens für die DNS-Brüche, der Komet-Assay, angezweifelt. Es wird daher eine Überprüfung der Validität des Meßverfahrens gefordert.

Lai weist die Kritik an von ihm verwendeten Nachweisverfahren zurück. Dieses werde auch von anderen Forschergruppen verwendet. Er ist allerdings auch der Ansicht, daß es zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich sei, definitive Schlußfolgerungen aus den Beobachtungen zu ziehen. Möglicherweise könne eine Zunahme von Einzelstrang-DNS-

Brüchen die Reparaturmechanismen stimulieren und damit letztlich einen günstigen Effekt ausüben. Andererseits könnten Schäden an der DNS bei Fehlern der Reparaturmechanismen zur Initiierung von Krebs führen. Er vermutet, daß die Hochfrequenzbestrahlung nicht zu direkten DNS-Schäden führt, sondern daß die mutagene Wirkung durch Beeinträchtigung der natürlichen Reparaturmechanismen zustande kommt.

Nach dem Grenzwertkonzept der WHO liegt der Teilkörper-SAR-Grenzwert bei 2 W/kg. Unterhalb dieser Werte besteht danach kein gesichertes Schadenspotential für Hochfrequenzstrahlung.

Wie Untersuchungen am Institut für Feldtheorie und Höchsthfrequenztechnik (N. Kuster) der ETH Zürich zeigten, sind selbst für D-Netz-Mobiltelefone mit nur 1 Watt Leistung die Einhaltung der WHO-Grenzwerte kritisch: Bei sehr dichtem Abstand der Antenne zum Kopf wurden die erlaubten SAR-Werte von allen im Test untersuchten Geräte deutlich überschritten. (nach: Lemme: *Elektrosmog: Wie gefährlich sind Mobilfunkgeräte?* Funkschau 22/1994)

Die in den Experimenten verwendeten Intensitäten liegen also in einem für moderne Mobiltelefone üblichen Bereich, soweit diese mit kopfnahen Antennen betrieben werden.

Dr. Elisabeth Jacobson, stellvertretende Direktorin der Wissenschaftsabteilung des CDRH (Center for Devices and Radiological Health) der FDA, die als US-staatliche Institution für die Gefahrenabschätzung von Strahlen und die Entwicklung von Grenzwerten zuständig ist, fordert eine weitere wissenschaftliche Beschäftigung mit den durch die Lai-Singh-Studie aufgeworfenen Fragen.

In den USA laufen aktuell mehrere Klagen gegen Hersteller von Mobilfunkgeräten, da Benutzer an Gehirntumoren erkrankt waren. Motorola hat Kontakt mit Joseph Roti von der Washington-Universität in St. Louis aufgenommen und sponsort eine Wiederholung des Lai-Singh-Experiments. Roti will die Versuche zunächst im von Lai und Singh verwendeten Frequenzbereich von 2,45 GHz in ihrer Wirkung auf unterschiedliche Zellreihen untersuchen. Später sollen die Versuche mit Frequenzbereichen vorgenommen werden, die von Mobiltelefonen abgegeben werden. In einem anderen Labor soll die Zuverlässigkeit des Komet-Assays für die Messung genetischer Toxizität überprüft werden.

[*Zitierweise dieses Artikels: Zunahme von DNS-Brüchen nach Hochfrequenzbestrahlung. Elektrosmog Rep. 1 (1), S. 7-8 (1995).*]

ETH Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

SAR: Spezifische Absorptionsrate

FDA: Food and Drug Administration (USA)**Literatur:**

1. Microwaves break DNA in brain; cellular phone industry skeptical. *Microwave News* 14 (6), S. 1 und S. 11-13 (1994).
2. Motorola sponsors replication of Lai-Singh DNA breaks study. *Microwave News* 15 (1), S. 12 (1995).
3. Sarkar, S., Ali, S., Behari, J.: Effect of low-power microwaves on the mouse genome: A direct DNA analysis. *Mutation Research* 320, S. 141-147 (1994).
4. Lai, H., Singh, N.: Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 16, im Druck (1995).

## Kinderleukämie

### **Metastudien belegen Krebsrisiko durch Hochspannungstrassen**

Das Zusammenlegen der Daten vergleichbarer epidemiologischer Studien wird Metastudie genannt und kann den Untersuchungen eine verbesserte Aussagekraft - allein schon durch die Erhöhung der Fallzahlen - verleihen. So wurden die Daten der Hochspannungstrassenstudien aus Schweden (Feychting und Ahlbom 1992), Dänemark (Olsen u.a. 1993) und Finnland (Verkasalo u.a. 1993) von ihren Autoren zusammengelegt und neu ausgewertet. Dabei ergab sich eine signifikante zweifache Erhöhung des Risikos für Kinderleukämie, eine nichtsignifikante für Gehirntumore (+50%) und für alle Krebsarten (+30%) bei einer Magnetfeldbelastung von mehr als 0,2 T (50 Hz). *Quelle: "Pooled nordic data support childhood leukemia risk", Microwave News 13 (6), S. 4 (1993).*

Die aktuellste Metastudie stammt vom US-Bundesumweltschutzamt (EPA) und steht kurz vor ihrer Veröffentlichung. Ihre Kernaussage lautet: "Die epidemiologischen Kinderkrebsstudien zeigen für Kinder, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen leben, konsistent wiederholt Befunde einer kleinen Erhöhung des relativen Risikos für Leukämie und Gehirntumore". Das relative Risiko für Kinderleukämie liegt zwischen 1,5 und 3. "Es handelt sich dabei um einen echten Zusammenhang, der nicht mit einer ungenügenden epidemiologischen Methodik erklärt werden kann." *Quelle: Microwave News 14 (5), S. 2 (1994).*

In absoluten Zahlen ausgedrückt bedeutet ein um den Faktor 2 erhöhtes Kinderleukämierisiko bezogen auf Deutschland etwa 10 bis 20 zusätzliche Kinderleukämiefälle pro Jahr infolge von Hochspannungstrassen. Die Spanne ergibt sich aus der Unsicherheit, wieviel Kinder Magnetfeldbelastungen von mehr als 0,2 T ausgesetzt sind.

## *Elektrosmog Report*

Nr. 2 / 1. Jahrgang Mai 1995

### Niederfrequente Magnetfelder

## **Erhöhtes Gehirnkrebsrisiko bei Arbeitern in Energieversorgungsunternehmen**

**Verschiedene Studien führten in der Vergangenheit zur Annahme, daß eine erhöhte Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF), wie sie vor allem in Elektroberufen auftreten kann, mit einer mäßigen, jedoch signifikanten Häufigkeitszunahme verschiedener Krebsarten, vor allem Leukämien und Gehirntumoren, assoziiert sei. David Savitz und Dana Loomis von der Universität von North Carolina fanden in einer umfangreichen Todesursachenstudie an Beschäftigten von Energieversorgungsunternehmen eine expositionsabhängige Rate an Todesfällen durch Gehirntumoren. Hingegen stellten sie keine Beeinflussung der Todesfälle durch Leukämien fest, mit Ausnahme bei Elektrikern, die langjährig in ihrem Beruf tätig waren.**

In die retrospektive Studie wurden alle 138.905 Männer, die zwischen dem 1.1.1950 und dem 31.12.1986 mindestens 6 Monate ganztags in einer von fünf großen Stromversorgungsunternehmen von North Carolina beschäftigt waren, aufgenommen. Basierend auf umfangreichen Messungen elektromagnetischer Felder (EMF) wurden die

Expositionen der Arbeiter abgeschätzt und 28 Belastungskategorien für die Beschäftigten gebildet. Insgesamt waren 20.733 Todesfälle aufgetreten.

Die Gesamtrate der Todesfälle und die Rate der Todesfälle durch Gehirntumoren stieg abhängig von Expositionsdauer und -umfang gegenüber EMF an. Eine Zunahme der Todesfälle durch Leukämien war nicht festzustellen mit Ausnahme bei Elektrikern, die mehr als 20 Jahre in ihrem Beruf tätig waren (relatives Risiko: 2,5). Das relative Risiko, an einem Hirntumor zu sterben, nahm demgegenüber expositionsabhängig zu und betrug in der höchstbelasteten Gruppe mehr als das zweieinhalbfache (relatives Risiko: 2,6) gegenüber der niedrigstbelasteten.

Nach Ansicht von Savitz und Loomitz unterstützen diese Ergebnisse im Gegensatz zu anderen Studien keinen Zusammenhang zwischen EMF und Leukämie-Rate. Die Forscher unterstreichen, daß das Krebsrisiko für die meisten Menschen durch elektromagnetische Felder vermutlich nur geringfügig beeinflusst wird.

Die Beziehung von Gehirntumoren und EMF ist in dieser jüngsten epidemiologischen Untersuchung stärker als in früheren Studien. Entsprechend beeindruckt zeigen sich verschiedene Forscher, die die potentiellen Gefahren elektromagnetischer Felder untersuchen. So hält Anders Ahlbom vom Karolinska-Institut in Stockholm die Ergebnisse für sehr zuverlässig. In Fachkreisen gilt die Savitz-Loomis-Studie als eine der sorgfältigsten der bis dato durchgeführten epidemiologischen EMF-Forschungsarbeiten. Es wird allerdings auch auf eine generelle Schwierigkeit umfangreicher retrospektiver epidemiologischer Untersuchungen hingewiesen, nämlich das Problem der exakten Erfassung des Expositionsausmaßes, das auch trotz intensiven Bemühens der Forscher mit Ungenauigkeiten und Unsicherheiten behaftet bleibe.

Eine Reihe von Epidemiologen sind nicht überrascht darüber, daß eine Todesursachenstudie keinen Zusammenhang zwischen Leukämie und EMF nachweist. Da ein Teil der Leukämien nicht zum Tode führe, halten sie Untersuchungen, die statt der Todesfälle die Erkrankungsraten berücksichtigen, in dieser Frage für zuverlässiger. So weist Brigitta Floderus (Solna, Schweden) daraufhin, daß bisher nur wenige Mortalitätsstudien einen Zusammenhang zwischen Leukämien und EMF nachweisen konnten, während Studien, denen die Erkrankungsraten zugrunde lagen, meistens eine Beziehung zwischen EMF und Leukämien feststellten. Gilles Thériault bemerkt, daß in der von ihm und seinen Mitarbeitern durchgeführten Studie wie bei Savitz-Loomis ebenfalls kein erhöhtes Leukämierisiko gefunden worden wäre, wenn sie nur die Gesamtheit der Leukämien betrachtet hätten. Sie ermittelten jedoch ein dreifach erhöhtes Risiko für ALL (akute lymphatische Leukämie) in der hochexponierten Gruppe.

Insgesamt handelt es sich bei der Savitz-Loomis-Studie um die vierte großangelegte Expositionsstudie mit detaillierter Erfassung der EMF-Belastung der letzten Jahre. 1992 fanden Floderus et al. (Schweden) eine Zunahme von CLL (chronisch lymphatischer Leukämie) und Gehirntumoren bei Arbeitern verschiedener Industriezweige. 1993 fanden Sahl et al. keine Beziehung zwischen Leukämie oder Gehirntumoren bei Arbeitern eines Energieversorgungsunternehmens in Südkalifornien. In einer kanadisch-französischen Studie fanden Thériault et al. (1994) eine Beziehung von EMF und verschiedenen Subtypen von Leukämien und einem Typ von Gehirntumoren.

Wie der EMF-Projektmanager von EPRI (Electric Power Research Institute) Stanley Sussman mitteilte, werden Sahl, Savitz und Thériault möglicherweise bald zusammenarbeiten, um

Gründe für einige Inkonsistenzen zwischen ihren drei Studien zu untersuchen. EPRI unterstützt dieses Projekt.

Zusätzlich zu dieser Gemeinschaftsarbeit planen Savitz und Loomis eine weitere Auswertung der ihnen vorliegenden Daten, etwa hinsichtlich Prostatakarzinomen, Lungenkarzinomen und einer Reihe weiterer Erkrankungen.

[*Zitierweise dieses Artikels*: Erhöhtes Gehirnkrebsrisiko bei Arbeitern in Energieversorgungsunternehmen. Elektrosmog-Report 1 (2), S. 5-6 (1995).]

**Literatur:**

1. Savitz and Loomis find brain cancer risk for utility workers - link to leukemia inconclusive. Microwave News 15 (1), S. 1, 8-10(1995).
2. Savitz, D., Loomis, D.: Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. Am.J. Epidemiol. 141, S. 123-134 (1995).
3. Floderus, B., et al.: Increased risk of leukemias and brain tumors in occupational exposure to magnetic fields. Lakartidningen 89, S. 4363-4366 (1992).
4. Sahl, J., Kelsh, M., Greenland, S.: Cohort and nested case-control studies of hematopoietic cancer and brain cancer among electric utility workers. Epidemiology 4, S. 104-114 (1993).
5. Thériault, G., et al.: Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France: 1970-1989. Am. J. Epidemiol. 139, 550-572 (1994).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 3 / 1. Jahrgang Juni 1995

### Tiermedizinische Beobachtungen

## **Hundelymphome und elektromagnetische Belastung**

**Hunde, die in einer höher elektromagnetisch belasteten Umgebung lebten, wiesen nach einer Studie von Forschern der tiermedizinischen Fakultät der Universität von Colorado gegenüber niedriger belasteten Tieren eine signifikant erhöhte Rate an Hundelymphomen auf.**

John Reif und Mitarbeiter untersuchten 93 Fälle von Hundelymphomen und 137 Kontrollen mit anderen Krebsarten. Die erkrankten Tiere waren zwischen 1987 und 1990 Patienten im tiermedizinischen Lehrkrankenhaus. Es wurden Informationen über die täglichen Aktivitäten der Hunde, Aufenthaltsgewohnheiten und Exposition gegenüber möglichen Kofaktoren für eine Krebsauslösung gewonnen. Schließlich wurde die elektrische Verkabelung nach dem Verfahren von Wertheimer und Leeper (1979) - leicht modifiziert - codiert und die Stärke der elektromagnetischen Felder inner- und außerhalb der Häuser, in denen die Hunde lebten, gemessen.

Wurden die fünf verwendeten Verkabelungscodes in zwei Gruppen, die eine mit niedriger, die andere mit hoher Belastung, eingeteilt, so lag die Wahrscheinlichkeit, an einem Hundelymphom zu erkranken in der höher belasteten Gruppe um ca. 60% über der niedriger belasteten (relatives Risiko: 1,6; 95%-Konfidenzintervall: 0,9-2,9) ohne Berücksichtigung möglicher weiterer Risikofaktoren. Bei Verwendung der ursprünglichen fünf Kategorien des

Codes, fanden sich nur in der höchstbelasteten Gruppe signifikant erhöhte Erkrankungsraten (RR: 6,8; CI: 1,6-28,5).

Eine Assoziation zwischen der durch Messungen ermittelten Stärke der elektromagnetischen Felder in den Häusern und dem Erkrankungsrisiko bestand nicht. Leicht erhöhte Risiken mit allerdings weiten Konfidenzintervallen bestanden jedoch, wenn die elektromagnetische Belastung vor dem Haus im Mittel größer als 0,2  $\mu\text{T}$  war (RR: 1,5-1,9).

Nach Ansicht von Reif sei die Studie nur zurückhaltend zu interpretieren, zumal sie die einzige dieser Art sei. Es sei jedoch eine gewisse Konsistenz mit Beobachtungen bei Kinderleukämien festzustellen. Hunde stellten gute Versuchsobjekte dar, da man wisse, wo sie sich die ganze Zeit aufhielten. Die kürzere Lebensspanne von Hunden und die Tatsache, daß sie sich eine längere Zeit als Menschen im oder in der Nähe des Hauses aufhielten, würde die Fehlklassifikation des Expositionsumfanges, wie sie bei Studien an Menschen oft ein Problem darstelle, reduzieren.

Prof. Rainer Frenzel-Beyme vom Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS) wertet die Studie vor allem deshalb als bedeutend, da gleichartige Beobachtungen an verschiedenen Spezies "eine hohe Wahrscheinlichkeit für einen spezifischen Zusammenhang" zwischen elektromagnetischer Belastung und bösartigen Erkrankungen ergeben.

Dr. Meike Mevissen von der tierärztlichen Hochschule Hannover weist in einer Stellungnahme daraufhin, daß in der nach dem Verkabelungscode höchstbelasteten Gruppe mit signifikant erhöhtem Erkrankungsrisiko die Fallzahlen sehr klein sind. "Zum Erkennen von Trends" sei die Studie jedoch "sicherlich hilfreich."

Hundelymphome sind so wie Leukämien beim Menschen bösartige Erkrankungen des blutbildenden Systems und wurden auch beim Vergleich anderer Umwelteinwirkungen wie Herbiziden als Modell für menschliche Leukämien verwendet.

Reif und Mitarbeiter verwendeten Hunde mit anderen Krebserkrankungen als Kontrollen, die nach Ansicht der Autoren möglicherweise zu einer Unterschätzung des Risikos geführt hätten. Sie planen eine weitere Analyse mit einer anderer Kontrollgruppe.

[*Zitierweise dieses Artikels:* Hundelymphome und elektromagnetische Belastung. Elektromog-Report 1 (3), S. 8 (1995).]

#### **Literatur:**

1. Reif, J. S., Lower, K. S., Ogilvie, G. K.: Residential exposure to magnetic fields and risk of canine lymphoma. Am. J. Epidemiol. 141, S. 352-359 (1995).
2. Lymphoma in dogs linked to residential EMF exposures. Microwave News 15 (2), S. 5-6 (1995).
3. Frenzel-Beyme, R.: Ausführungen zu Ergebnissen epidemiologischer Forschung. Vorbeugender Schutz vor schädlichen elektromagnetischen Feldern bei Hochspannungs-Freileitungen. Anhörung durch den Ausschuß für Umweltfragen, Hannover 9.5.1995.
4. Mevissen, M.: persönliche Mitteilung.

## **Mikrowellentherapie**

### **Fehlgeburtenrisiko bei Physiotherapeutinnen**

**Rita Quellet-Hellstrom und Walter F. Stewart von der John-Hopkins-Universität in den USA veröffentlichten 1993 ihre Studienergebnisse über ein erhöhtes Risiko von Fehlgeburten bei Physiotherapeutinnen, die Patienten mit Mikrowellen-Wärmetherapie behandelten. 1995 erschien eine Entgegnung zweier Forscher der australischen Telecom.**

Quellet-Hellstrom und Stewart untersuchten in einer retrospektiven Studie die Auswirkungen von Kurzwellen- und Mikrowellen-Wärmetherapie auf das Fehlgeburtenrisiko. 42.403 Physiotherapeutinnen wurden in die Studie aufgenommen. Es fanden sich 1.753 Schwangerschaften, bei denen die betroffenen Frauen angaben, 6 Monate vor und während des ersten Drittels der Schwangerschaft beruflich Hochfrequenz-Wärmetherapie angewendet zu haben.

In diesen Fällen wurden die Häufigkeit der Anwendungen und durch entsprechende Messungen am Arbeitsplatz der Umfang der Streustrahlung, denen die Physiotherapeutinnen vermutlich ausgesetzt waren, ermittelt. Bei der Kurzwellen-Therapie wurde eine Frequenz von 27,12 MHz, bei der Mikrowellen-Therapie Frequenzen von 915 MHz oder 2.450 MHz verwendet. Mögliche Kofaktoren für eine erhöhte Fehlgeburtenrate wie die Einnahme von Medikamenten, Kontakt mit krebserregenden Chemikalien, Benutzung elektrischer Heizdecken etc. wurden berücksichtigt.

Bei einer erhöhten Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung im Kurzwellenbereich fand sich kein erhöhtes Fehlgeburtenrisiko (relatives Risiko: 1,07; 95%-Konfidenzintervall: 0,91-1,24). Bei erhöhter Exposition gegenüber HF-Strahlung im Mikrowellenbereich war das Risiko allerdings um etwa 30% vergrößert (RR = 1,28; 95%-Konfidenzintervall: 1,02-1,59). In der höchstbelasteten Gruppe war das relative Risiko mit 1,59 auch am höchsten, was als Hinweis auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung gedeutet werden könne.

In ihrer Entgegnung weisen Bruce Hocking und Ken Joyner von der australischen Telecom daraufhin, daß es für diese Ergebnisse keine naturwissenschaftliche Erklärung gäbe. Mikrowellen im verwendeten Frequenzbereich wiesen eine deutlich geringere Eindringtiefe als Kurzwellen auf. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) in der Gebärmutter sei bei Mikrowellen der von den amerikanischen Forschern postulierten Intensität der Streustrahlung sehr gering. Es sei daher eher zu erwarten, daß Kurzwellen eine stärkere Wirkung als Mikrowellen auf die Gebärmutter im ersten Schwangerschaftsdrittel ausübten, wenn diese noch tief im Becken liegt. Ein maximaler Mikrowelleneffekt sei erst in der späten Schwangerschaft zu erwarten, wenn der Fetus nah an der Bauchdecke liegt.

### **Eindringtiefen in menschliches Gewebe (nach Hocking/Joyner)**

<b>Frequenz (MHz)</b>	<b>Eindringtiefe (cm)</b>
27,12 (Kurzwellen)	14,3
915 (Mikrowellen)	3,04
2.450 (Mikrowellen)	1,7

### **Maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) in der Gebärmutter (nach Hocking/Joyner)**

Frequenz (MHz)	SAR (W/kg)
27,12 (Kurzwellen)	0,209
915 (Mikrowellen)	0,023
2.450 (Mikrowellen)	0,000027

In einer Replik verteidigen Quellet-Hellstrom und Stewart ihre Daten und weisen daraufhin, daß ihre Beobachtungen weitgehend mit früheren Untersuchungen einer finnischen und einer schwedischen Arbeitsgruppe übereinstimmen. Die empirischen Daten seien zunächst einmal unabhängig von irgendwelchen kausalen Erklärungsansätzen zu würdigen. Man könne in der Wissenschaft doch nicht hergehen und Daten nur deshalb nicht zur Kenntnis nehmen, weil es bisher keine befriedigende Erklärung für deren Ausprägung gäbe. Bei der vorhandenen Konsistenz der Beobachtungen sei es ratsam, mögliche andere kausale Faktoren als die Eindringtiefe und die SAR-Werte in die Überlegungen einzubeziehen, so z. B. mögliche Frequenz-Effekte.

"Grundsätzlich sollte man den Umfang, mit dem konkurrierende Erklärungen durch vorhandene Daten unterstützt werden, untersuchen und nicht, ob Daten durch konkurrierende Erklärungen unterstützt werden. Die Daten sind fixiert, die möglichen Erklärungen dagegen nicht."<sup>3</sup>

[Zitierweise dieses Artikels: Fehlgewurtenrisiko bei Physiotherapeutinnen. Elektromog-Report 1 (3), S. 8-9 (1995).]

#### **Literatur:**

1. Quellet-Hellstrom, R., Stewart, W. F.: Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation. Am. J. Epidemiol. 138, S. 775-785 (1993).
2. Hocking, B., Joyner, K.: RE: "Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation". Letter. Am. J. Epidemiol. 141, S. 273-274 (1995).
3. Quellet-Hellstrom, R., Stewart, W. F.: The authors reply. Letter. Am. J. Epidemiol. 141, S. 274 (1995).
4. Källén, B., Moritz, U.: Delivery outcome among physiotherapists in Sweden: Is non-ionizing radiation a fetal hazard? Arch. Environ. Health 37, S. 81-83 (1982).

## *Elektromog Report*

Nr. 4 / 1. Jahrgang Juli 1995

### Kongreßbericht - Teil II

## **Biologische Wirkungen**

**Bericht vom Kongreß "Forum Elektromog" der TÜV-Akademie Rheinland zum Thema "Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Mensch und Umwelt" am 26. und 27. April 1995 in Köln. In der letzten Ausgabe des Elektromog-Reports berichteten wir in einem ersten Teil über den aktuellen Stand der Grenzwertdiskussion. Dieser zweite**

## **Teil befaßt sich vor allem mit der Frage nach gesundheitlichen Gefahren auch unterhalb der offiziellen Grenzwerte sowie der Forschungspolitik in Deutschland.**

Eine zentrale Frage bei der Einschätzung möglicher gesundheitlicher Gefahren durch elektromagnetische Felder ist, ob die derzeitigen ICNIRP-Grenzwerte wirklich ausreichenden Schutz bieten. Immer wieder war auf dem TÜV-Kongreß für den 50/60-Hz-Bereich von einer Grauzone zwischen etwa 0,3 und 100  $\mu\text{T}$  (=ICNIRP-Grenzwert für die Öffentlichkeit) die Rede. In diesem Bereich wurden sowohl in Zell- und Tierversuchen als auch in epidemiologischen Studien wiederholt biologische und gesundheitliche Wirkungen festgestellt. Wie sind diese Befunde zu bewerten? Reicht es hier aus, sich auf die Bewertung der ICNIRP zurückzuziehen, nach der all diese Befunde noch "nicht gut bestätigt" sind?

**Prof. Jiri Silny** von der RWTH Aachen hält Wirkungen unterhalb der Grenzwerte für irrelevant: "In der Literatur finden sich Einzelberichte über besondere Wirksamkeiten sehr schwacher Felder z. B. auf die Krebspromotion, die neuronale Informationsverarbeitung, den Kalziumhaushalt der Zelle oder die Konzentration des Enzyms Melatonin im Organismus. Mit derartigen spekulativen, z. T. rudimentären Schlagwörtern wird in der Öffentlichkeit Angst und Panik geschürt. Dabei sprechen die fehlende Kausalität und Reproduzierbarkeit, das Ausbleiben des Nachweises einer physiologischen Relevanz und der Übertragbarkeit auf den menschlichen Organismus sowie eine unüberwindbare Inkonsistenz mit dem physiologischen Erfahrungsgut klar gegen die Berücksichtigung dieser Berichte."

Ganz so einfach machte es sich **Dr. Jutta Brix** vom BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) in ihrem detaillierten und viel beachteten Vortrag "Wirkungsmechanismen und biologische Wirkung niederfrequenter Felder" nicht. Es gäbe zwar bisher wenig Erkenntnisse über die Bedeutung oder über die möglichen Wirkungsmechanismen schwacher Felder im Körper, dennoch habe sich in den letzten Jahren die Hypothese herauskristallisiert, daß der Angriffspunkt der elektromagnetischen Felder die Zellmembran oder noch genauer membrangebundene Rezeptoren seien. Felder könnten den Informationstransfer in die Zelle beeinflussen, da die Rezeptoren den äußeren Stimulus nicht von körpereigenen Stimuli unterscheiden können. Durch die große Zahl verschiedener Rezeptoren seien sehr verschiedene Reaktionen möglich. "Bei Veränderungen der elektrochemischen Vorgänge können physikalische Faktoren, wie z. B. der Ferromagnetismus oder Dreh- und Rotationsbewegungen von Molekülen aufgrund von Ladungsverschiebungen, als Erklärung hypothetisch angenommen werden. .... Die schwierige Reproduzierbarkeit und das nichtlineare Verhalten der Zellreaktionen haben den Begriff "Fenster effekt" geprägt, d. h. zur Auslösung eines bestimmten Phänomens war eine bestimmte Frequenz, eine bestimmte Intensität und Expositionsdauer erforderlich" (Brix). So berichtete Brix z. B. davon, daß Experimente einen Anstieg der Streßproteine (z. B. Adrenalin) bei 8  $\mu\text{T}$  festgestellt hätten, ein Effekt, der bei kleineren und größeren Feldstärken nicht mehr zu beobachten sei.

Laut Brix können auch schwache magnetische Felder unter 100  $\mu\text{T}$  bei 50/60 Hz biologische Reaktionen beeinflussen. Die Effekte können folgende Abläufe modulieren:

- Modulation des Ionenflusses und Ionenbindungen in den Zellen.
- Einwirkung auf Regulations- und Botensysteme der Zellen.
- Interferenz mit der DNA-, RNA- und Proteinsynthese.
- Beeinflussung der Zellteilung und Zelldifferenzierung.
- Veränderungen der Membransignalübermittlung (Enzyme, Transmitter).
- Einfluß auf die Immunantwort von Zellen.

"Diese Effekte erscheinen meist nur kurzzeitig. Eine eindeutige Dosis-Wirkungs-Beziehung fehlt. Ein grundsätzliches Problem sind die durch die Felder bewirkten geringfügigen Veränderungen und Modulationen der biologischen Reaktionen. Sie können auch von anderen, unbekanntem Stimulatoren überlagert und ausgelöst werden. Damit kann die schwierige Reproduzierbarkeit der gefundenen Effekte erklärt werden" (Brix).

### **Haben diese biologischen Effekte Einfluß auf den Menschen als Ganzes?**

*Zentrales Nervensystem:* Bei 60 Hz und 50  $\mu$ T konnte eine Beeinflussung des EEG gezeigt werden (Bell 1991), deren Bedeutung unklar ist. "Verhaltensexperimente mit Tieren deuten auf einen Einfluß der Magnetfelder auf das Lernverhalten hin, die Ergebnisse sind jedoch von weiteren Parametern abhängig" (Brix).

*Krebs:* "Eine Krebsinitialisierung durch elektromagnetische Felder (EMF) kann aufgrund der geringen Photonenenergie ausgeschlossen werden". EMF könnten aber die Latenzzeit verkürzen und die Tumorpromotion beschleunigen. Es wird laut Brix diskutiert, ob die Felder dabei direkt die Zellteilungsrate der entarteten Zellen beeinflussen, ob das Immunsystem oder die Ausschüttung des Melatonins, ein neurosekretorisches Hormon mit Einfluß auf das Immunsystem, gehemmt werden.

*Neuroendokrines System/Melatonin:* Die Beeinflussung des Melatoninhaushalts könnte Folgen für die Psyche (Depressionen), Biorythmen, Fortpflanzung und Krebsentwicklung haben. Während eine solche Beeinflussung selbst bei sehr geringen Feldern bei Ratten und Hamstern gefunden wurde, gab es bei Affen keine Veränderung des Melatoninspiegels.

*Mißbildungen:* "Bei niederfrequenten Magnetfeldexpositionen geringer Intensitäten konnte kein signifikanter Einfluß auf eine prä- und postnatale Entwicklung gefunden werden" (Brix).

Zusammenfassend stellt Brix fest: "Schwache Felder, die Stromdichten in natürlichen, körpereigenen Größen produzieren, können Zellreaktionen kurzfristig modulieren. Die Ergebnisse bei Untersuchungen mit schwachen Magnetfeldern, insbesondere mit magnetischen Flußdichten unter 100  $\mu$ T, ergeben noch kein einheitliches Bild. Auch sind die genauen Wirkungsmechanismen noch nicht bekannt. Die Felder wirken offensichtlich sehr differenziert auf das Stoffwechselgeschehen der Zellen ein. Sehr heterogen und widersprüchlich sind Messungen verschiedener physiologischer Parameter. Es ist die Hypothese aufgestellt worden, daß membrangebundene Rezeptoren durch die Felder stimuliert werden. Es werden somit zelleigene Abläufe ausgelöst, die unter normalen Bedingungen zeitlich begrenzt sind. Unklar ist jedoch, wie eine Zelle reagiert, wenn sie durch andere Faktoren in ihrem dynamischen Arbeitsbereich eingeschränkt wird, und wie die elektromagnetischen Felder permanent als Cofaktor wirken können.

Die Daten sind deshalb nicht genügend aussagekräftig und ergeben somit noch keine eindeutige Basis für eine Bewertung. Es müssen weitere, gezieltere Untersuchungen bei schwachen 50/60-Hz-Feldern durchgeführt werden. Es besteht auf diesem Gebiet ein großer Forschungsbedarf."

**Rolf Meinert** von der Universität Mainz, Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, stellte eine neue, gemeinsam mit Prof. Michaelis durchgeführte Arbeit vor, in der bisher veröffentlichte epidemiologische Untersuchungen zum Thema "Elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bei Kindern" systematisch einander gegenübergestellt und in verschiedenen Metaanalysen gemeinsam ausgewertet wurden. Ziel

der Arbeit war es, mögliche Dosis-Wirkungs-Beziehungen herauszuarbeiten. "Bei der gemeinsamen Betrachtung der bisherigen Untersuchungen zeigt sich ein hohes Maß an Heterogenität. ... Für einen möglichen Zusammenhang zwischen hohen EMF-Expositionen (*gemeint sind Expositionen, wie sie in der Umgebung von Hochspannungstrassen auftreten, die Red.*) und dem Auftreten von Malignomen im Kindesalter gibt es somit zahlreiche Hinweise aus den publizierten epidemiologischen Studien, eine abschließende Bewertung scheint uns allerdings noch nicht möglich. Nach unserer Auffassung sind insbesondere weitere epidemiologische Studien mit abgestimmter Methodik für eine angemessene Expositionserfassung ("Bestätigungsstudien") erforderlich. ... Sollte sich (*durch experimentelle Studien, die Red.*) ein kausaler Zusammenhang belegen lassen, so wäre nach den Daten der meisten bisher vorliegenden epidemiologischen Studien hiervon nur eine sehr kleine Patientenzahl betroffen." Meinert wird in einer der nächsten Ausgaben des Elektromog-Reports seine Metastudie incl. Ergebnistabellen ausführlich vorstellen.

Meinert berichtete auf Teilnehmernachfrage hin von einer derzeit von Michaelis durchgeführten epidemiologischen Studie in Niedersachsen, die 24-Stunden-Messungen zur Erfassung der realen EMF-Exposition beinhaltet. Erste Ergebnisse werden frühestens Ende 1995 vorliegen.

Auf der Podiumsdiskussion führte **Dr. Ute Boikat** (Amt für Gesundheit, Hamburg) aus, daß epidemiologische Studien ein Risiko von 5 : 100.000 pro Jahr für die Entwicklung eines kindlichen Krebses durch das Wohnen in der Nähe von Hochspannungstrassen nahelegen. Dieses Risiko sei in der gleichen Größenordnung, wie ein Leukämierisiko für Kinder durch:

- Mütterliches Rauchen in der frühen Schwangerschaft.
- Röntgenaufnahmen während der Schwangerschaft.
- Immunschwächung durch Verzicht auf Stillen.

Schwangeren Frauen wird von diesen Verhaltensweisen abgeraten, Warnhinweise seien hier akzeptiert bzw. würden sogar erwartet. Warum aber würden Warnhinweise und Minimierungsempfehlungen für elektromagnetische Belastungen nicht in ähnlicher Weise ausgesprochen?

"Durch die weitreichende Verbreitung leicht erhöhter Felder in der zivilisatorischen Umgebung wie in der Umwelt, wird auch ein Risiko in dieser Größenordnung gesundheitspolitisch interessant. Man muß nach einfach durchführbaren, ökonomisch gerechtfertigten Maßnahmen der Meidung suchen."

Auch **Wolfgang Maes** (Medizinische Baubiologie und Umweltanalytik, Neuss) sprach sich auf dem Podium für EMF-Reduktionen aus. Er berichtete, daß jeder dritte bis vierte, der sich wegen Beschwerden an seine Beratung wende, durch eine Reduzierung der häuslichen EMF-Belastung deutliche gesundheitliche Verbesserungen erfahre. Für die EMF-Reduzierung stünden unzählige Möglichkeiten zu Verfügung, die meist ohne viel Aufwand und preiswert zu realisieren seien.

**Dr. Siegfried Eggert** von der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin berichtete von den Hochfrequenz-Expositionen am Arbeitsplatz. "Eigene umfangreiche Untersuchungen an Arbeitsplätzen haben gezeigt, daß die derzeitigen (*beruflichen, die Red.*) Grenzwerte an den meisten Arbeitsplätzen eingehalten werden können, und daß von wenigen Ausnahmen abgesehen, deren Einhaltung ohne unverhältnismäßig hohen Aufwand möglich ist" (Eggert). Dennoch gibt es Bereiche, in denen die beruflichen Grenzwerte überschritten werden,

teilweise bis zum Faktor 5. Als Beispiele nannte er u. a. Schiffssender, Schiffsradar und die Wartung von Wetterradars. Auch die Grenzwerte für die Öffentlichkeit können überschritten werden. Radiosendemasten in unmittelbarer Nähe zu Wohnungen oder Schulen können durchaus zu Belastungen im Bereich der Grenzwerte führen. Leistungsstarke Mobiltelefone (> 5 Watt), die entgegen den Empfehlungen mit nur geringem Abstand zur Antenne betrieben werden, verursachen leicht eine Überschreitung der zulässigen SAR-Werte. Als mögliche gesundheitliche Folgen hoher HF-Belastung nannte Eggert Grauen Star, Kopfschmerzen und Müdigkeit.

**Dr. Uwe Kullnick** (TU Braunschweig) gab einen Überblick über die biologischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder im athermischen Bereich. Was im niederfrequenten Bereich die Grauzone zwischen 0,3 und 100  $\mu\text{T}$  ist, ist im HF-Bereich der athermische Bereich. Als athermische Wirkungen werden solche HF-Wirkungen auf biologische Systeme genannt, deren Energie nicht ausreicht, um das Gewebe biologisch wirksam zu erwärmen. Über die möglichen gesundheitlichen Schäden athermischer Wirkungen herrscht bis heute kein wissenschaftlicher Konsens.

"Seit ca. 15 Jahren werden jedoch immer wieder wissenschaftliche Arbeiten publiziert, die sogenannte athermische Wirkungen schwacher elektromagnetischer Felder demonstrieren. Nach dieser Forschungsdauer ist es auffällig, wie selten verlässliche Aussagen über die Beeinflussung biologischer Systeme möglich sind. Deshalb stellt sich die Frage nach der gesundheitlichen Relevanz schwacher hochfrequenter elektromagnetischer Felder trotz zahlreicher wissenschaftler Veröffentlichungen über athermische Effekte immer noch" (Kullnick).

Die Ursache hierfür liegt laut Kullnick daran, daß eine saubere Untersuchung athermischer HF-Wirkungen methodisch schwierig sei und es an systematischer Forschung und öffentlichen Forschungsmitteln mangle. Zudem hätten sich bislang die meisten Arbeiten auf reine Phänomenforschung beschränkt ("Gibt es athermische Effekte?"), wenige Arbeiten hätten sich mit Grundlagenforschung befaßt und nur ganz wenige mit der Frage nach einer möglichen gesundheitlichen Relevanz. Nach einem Literaturgutachten der Telekom von 1993 (Prof. P. Seng) können folgende athermische Effekte als von "Fachwissenschaftlern weitgehend akzeptiert" (Kullnick) angesehen werden:

- Beeinflussung der Melatoninsynthese.
- Beeinflussung von Nervenzellen.
- Beeinflussung der Kalziumionenkonzentration.
- Beeinflussung der Effizienz der Bluthirnschranke.
- Beeinflussung des chemisch induzierten Krebswachstums.

Über die gesundheitlichen Folgen dieser Effekte herrsche allerdings noch Ungewißheit. Dr. Fritz Lauer von der Telekom schwächte die Relevanz der Ergebnisse der Telekomstudie in einem späteren Redebeitrag ab. Allerdings sind die genannten Effekte Schwerpunkte internationaler Forschung.

Forschungsprojekte, die durch die Telekommunikationsindustrie bzw. die Forschungsgemeinschaft Funk (Mitglieder vorwiegend aus dieser Industrie sowie aus Rundfunkanstalten und Ministerien) gefördert wurden und werden, haben - beim weitgehenden Fehlen öffentlicher Mittel - erste solide Ansätze zur reproduzierbaren Forschung auf diesem experimentell sehr schwierigen Gebiet ermöglicht. Bei den insgesamt 12 Projekten, die zum Teil noch in Bearbeitung sind, haben sich bislang bei 2

Untersuchungen reproduzierbare Wirkungen eingestellt: Beeinflussung des Schlaf-EEG (Universität Mainz, Psychiatrie) und des vegetativen Nervensystems (Universität Braunschweig, Zoologie). Zusammenfassend stellte Kullnick fest:

- Die Frage nach der Gesundheitsgefährdung kann bisher nicht beantwortet werden.
- Es gibt bisher keinen wissenschaftlichen Konsens bzgl. geeigneter Untersuchungsmethoden.
- Es gibt keine widerspruchsfreien Wirkungsmodelle.
- Es gibt keine Einigung ob bei athermischen Effekte eine Dosis-Wirkungs- oder eine Wirkungsfensterbeziehung vorliegt.
- Es gibt in Deutschland fast ausschließlich industriell geförderte Forschung.
- Immerhin gibt es nun endlich konkrete Vorstellungen über die Ansprüche an das Experimentieren im HF-Feld (im Zuge von Projekten der Forschungsgemeinschaft Funk und Telekom).
- Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das BMFT und andere Ministerien fördern bislang nur in sehr geringem Ausmaß Projekte auf diesem Gebiet, obwohl von engagierten Wissenschaftlern seit drei Jahren versucht wird, einen entsprechenden Forschungsschwerpunkt zu bilden und zahlreiche Forschungsanträge eingereicht wurden.
- Die öffentliche Diskussion hat zugenommen und ist schärfer geworden, die Zahl der Hearings, Bürgerinitiativen und Gerichtsverfahren ist weiter gewachsen. Alles Zeichen für die schwache Erkenntnissituation der Forschung und das fehlende Vertrauen in die bisherige Informationspolitik.

Kullnick war mit seinem mehr politischen als naturwissenschaftlichen Vortrag der Kritik vom BfS und der Telekom ausgesetzt. **Dr. Fritz Lauer** (Deutsche Telekom Mobilfunk) faßte den Stand aus seiner Sicht zusammen: "Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder sind ein intensiv erforschtes Gebiet. Grundsätzlich werden die Einwirkungen von Feldern auf biologische Systeme in mehreren Tausend Literaturstellen beschrieben und diskutiert. Insofern sind Aussagen unzutreffend, die Mobilfunktechnologie werde ohne ausreichende Kenntnisse möglicher biologischer Risiken verbreitet. ... Aus dem Überblick über die zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsaktivitäten, die z. T. durch die Netzbetreiber mit mehreren Millionen finanziell gefördert wurden, ergeben sich keine Nachweise für gesundheitliche Beeinträchtigungen. ... DeTeMobil hält, auf Basis des jetzigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes, den Schutz durch die bestehenden Normen und Gesetze im Einklang mit der überwiegenden Mehrzahl der Fachleute für ausreichend."

**Rüdiger Matthes** vom BfS betonte, daß die Experten einig darüber seien, daß aus den bisherigen Erkenntnissen im athermischen Bereich keine Grenzwerte ableitbar seien. Langzeiteffekte seien allerdings in der Tat bislang kaum erforscht. Laut Matthes solle die Festlegung von Grenzwerten möglichst naturwissenschaftlich sauber begründet sein, während bei Vorsorgekonzepten mit Maßnahmen zu weiteren Feldreduzierungen politische und sozio-ökonomische Aspekte stark mit einbezogen werden müßten.

In dem Vortrag von **Prof. Niels Kuster** (ETH Zürich) "Methoden für die Prüfung der Einhaltung von Grenzwerten" wurde die Problematik der Meßmethoden im EMF-Bereich besonders deutlich. Kuster entwickelte ein neues Meßsystem, bei dem mit Hilfe eines "künstlichen Kopfes" die SAR-Werte von Handies gemessen werden können, so wie sie im Kopf des Menschen auftreten würden. Es zeigte sich dabei, daß die bisherigen Rechenmodelle die auftretenden SAR-Werte systematisch unterschätzt haben. Zu Grenzwertüberschreitungen komme es aber nur bei in der Schweiz üblichen analogen Mobiltelefonen und womöglich

zukünftigen Satellitenfunksystemen. Deutsche C- und D-Netz-Handies unterschreiten auch mit dem neuen Meßsystem die Grenzwerte. Bei den Versuchen zeigte sich allerdings auch, wie verschieden die HF-Einstrahlung in den Kopf des Menschen je nach Modell ist und welche technischen Möglichkeiten bestehen und bisher in der Regel nicht ausgeschöpft werden, um die HF-Belastungen deutlich zu reduzieren (z. B. durch geeignete Antennenkonstruktionen).

### **Einigkeit über großen Forschungsbedarf**

Von wissenschaftlicher Seite wurde immer wieder der große Forschungsbedarf betont, um die vielen offenen Fragen und teilweise widersprüchlichen Ergebnisse aufzuklären. Vor allem gäbe es einen Mangel an systematischer Forschung.

So tat u. a. **Prof. Jiri Silny** von der RWTH Aachen auf die Frage eines Teilnehmers hin seinen Unmut über die bundesdeutsche Forschungslandschaft kund: "Im Vergleich zu den USA liegt Deutschland bei der Erforschung elektromagnetischer Wirkungen sehr weit zurück. Während in den USA selbst kurzfristig größere Forschungsprogramme ins Leben gerufen werden, forschen in Deutschland wenige Einzelkämpfer."

Schärfster Kritiker der bundesdeutschen Forschungsszene war **Dr. Uwe Kullnick** (TU Braunschweig). Kullnick kritisierte, daß die Erforschung gesundheitlicher Folgen im NF- und HF-Bereich in Deutschland fast ausschließlich von der Industrie gefördert würde, was grundsätzlich mit dem Problem der Parteilichkeit behaftet sei, selbst wenn ausschließlich unabhängige Universitätsinstitute mit der Forschung beauftragt würden. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft oder auch das BMFT und andere Ministerien förderten bislang kaum Projekte und seien weit davon entfernt, eine unabhängige, systematische Forschung in diesem Bereich zu ermöglichen. Auf europäischer Ebene sähe es nicht viel besser aus. Die COST 244 Aktion (Biomedical Effects of Electromagnetic Fields) verlief "eher unscheinbar". Kullnick forderte: "Das Problem einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch elektromagnetische Felder ist eine gesamtgesellschaftliche Angelegenheit. ... Es kann nicht sein, daß es ausschließlich der Industrie überlassen und aufgezwungen bleibt, das Thema zu bearbeiten. Am Zug sind nun öffentliche Institutionen, die akzessorisch dazu sinnvolle Wissenschaftsförderung durchführen. ... Es nutzt wenig, nur Fragen zu stellen. Die Bearbeitung der von Fachleuten gegebenen Antwort "es besteht dringender Forschungsbedarf" muß nun angegangen werden."

Mehrfach wurde auf dem Kongreß gefordert, daß die Industrie, wenn sie schon bereit sei, Forschungsmittel aufzubringen, diese doch über eine neuzugründende, unabhängige Stiftung vergeben solle, um die Unabhängigkeit der Forschung nach innen wie außen zu gewährleisten.

### **Michael Karus**

nova-Institut, Thielstr. 35, 50354 Hürth

[*Zitierweise dieses Artikels:* Karus, M.: Biologische Wirkungen. Elektrosmog-Report 1 (4), S. 5-8 (1995).]

Weitere Informationen in einem Tagungsband der TÜV-Akademie in Köln, Claudia Franke, Tel. (0221) 806-3063.

# *Elektrosmog Report*

Nr. 5 / 1. Jahrgang August 1995

## Metaanalyse zu EMF und Kinderleukämie

### **Epidemiologische Studien über elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bei Kindern**

**In den letzten Jahren wurden eine Reihe von Studien über einen möglichen Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern (EMF) und Krebserkrankungen bei Kindern veröffentlicht. Vom Mainzer Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation erfolgte eine systematische Auswertung der bisher zu diesem Thema veröffentlichten Studien. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich danach Hinweise auf eine schwach positive Verknüpfung von Krebserkrankungen, speziell Leukämien, bei Kindern und der Exposition gegenüber Feldern von Hochspannungsleitungen ergeben (die Red.).**

Anläßlich der Durchführung einer Studie zur Frage der Verknüpfung von Krebserkrankungen bei Kindern und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) in Niedersachsen, welche in einer Kooperation zwischen dem am Mainzer Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation angesiedeltem Deutschen Kinderkrebsregister und der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt wird, wurden die bisher veröffentlichten Publikationen systematisch einander gegenüber gestellt und gemeinsam ausgewertet. Hierbei wurde insbesondere Wert auf eine differenzierte Berücksichtigung der verschiedenen Methoden zur Expositionserfassung gelegt.

Es lagen Veröffentlichungen über 15 Studien vor, von denen zwei nicht berücksichtigt wurden, da zu ihnen nur unvollständige Informationen existieren. Alle Studien bis auf eine untersuchten Leukämiefälle, einige Studien betrachteten außerdem die Gruppen der Lymphome und der ZNS-Tumoren, fünf Studien umfaßten sämtliche Tumordiagnosen. Bemerkenswert erscheint, daß in einer der Leukämiestudien Fälle solider Tumoren als Kontrollgruppe fungierten.

**Expositionserfassungen** wurden ausschließlich in den Wohnungen der betroffenen Fälle und Personen der Vergleichsgruppe vorgenommen. Im wesentlichen kann zwischen drei verschiedenen Verfahren zur Klassifizierung der Exposition unterschieden werden.

- Das einfachste Verfahren ist die Messung des **Abstands der Wohnung zu einer Hochspannungsleitung**. Die untersuchten Schwellenwerte reichen hier von 20 m bis zu 200 m.
- Ein ausschließlich in US-amerikanischen Studien verwendetes Verfahren ist der sogenannte **Wire Code**, eine Klassifizierung der Exposition anhand des Abstands, der Verkabelungskonfiguration, sowie der Unterscheidung in primäre und sekundäre Leitungen, in vier Kategorien. Diese werden oft zu zwei Kategorien (niedrig/hoch)

zusammengefaßt (vgl. Elektromog-Report, 1 (3), Hundelymphome und elektromagnetische Belastung, die Red.).

- Bei Angaben der **magnetischen Flußdichte** handelt es sich entweder um Messungen oder um theoretische Berechnungen. Messungen lassen sich weiter unterscheiden in Messungen inner- und außerhalb der Wohnung, bei ein- bzw. ausgeschalteten Haushaltsgeräten, sowie Kurzzeit- und 24-Stunden Messungen. Berechnungen der durchschnittlichen Flußdichte wurden für das Geburtsjahr, das Diagnosejahr, das Lebensjahr mit der maximalen Exposition, bzw. über alle Lebensjahre kumuliert durchgeführt. Das Spektrum der überprüften Schwellenwerte reicht von 0,01 µT bis zu 0,8 µT.

Die **Resultate** der Originalstudien waren überwiegend schwach positive Assoziationen (Odds Ratios (OR = nachträglich geschätztes relatives Risiko) zwischen 1 und 2). Betrachtet man die einzelnen Tumorgruppen getrennt, so ergibt sich ein sehr ungleiches Bild, da es für jede Diagnose sowohl negative als auch positive Verknüpfungen gibt. Keine der späteren Studien konnte die für alle Einzeldiagnosen erkennbaren Ergebnisse der ersten Studie von Wertheimer und Leeper im Jahre 1979 (OR für Leukämien von 3,0 und für Hirntumoren von 2,4) in dieser deutlichen Form bestätigen. Seitens der Autoren schließen zwei auf einen Zusammenhang zwischen EMF und Tumoren im Kindesalter, fünf Schlußfolgerungen sind zurückhaltend positiv, eine Studie kommt zu keinem eindeutigen Ergebnis und in fünf Studien wird konstatiert, daß kein Zusammenhang gefunden wurde.

## METAANALYSEN

Eine Metaanalyse ist eine mittels formaler statistischer Methoden im Nachhinein durchgeführte Berechnung eines "durchschnittlichen" Effekts (hier: Odds Ratio, OR) aus den Resultaten mehrerer Einzelstudien. Wir halten die Kombination von Ergebnissen, welche aus unterschiedlichen Methoden der Expositionsmessung bzw. unterschiedlichen Schwellenwerten stammen, für nicht zulässig. Daher haben wir aus den verfügbaren Daten der 13 Publikationen Metaanalysen getrennt für die drei verschiedenen oben genannten Methoden der Expositionserfassung (Wire Code, Distanzkriterium und Angaben der magnetischen Flußdichte) unter Berücksichtigung verschiedener Schwellenwerte durchgeführt. Da aus den einzelnen Studien Informationen über die Verteilung betroffener Fälle und Vergleichspersonen in der Regel nur für eine Auswahl von Schwellenwerten vorliegen, flossen in die Analysen für verschiedene Schwellenwerte nicht immer dieselben Studien ein.

Unter Verwendung des **zweistufigen Wire Codes** findet sich für alle Tumoren zusammen ein OR (geschätztes rel. Risiko) von 1,37. Bezieht man die Initialstudie von Wertheimer und Leeper nicht ein, so sinkt das OR auf 1,21 ab. Dieser Effekt ist Nachträglich geschätzte relative Risiken (Odds Ratios, OR) und 95% Konfidenzintervalle (Vertrauensbereiche) aus Metaanalysen für verschiedene Schwellenwerte.

	Leukämien			Lymphome			ZNS-Tumoren			Alle Tumoren		
Kriterium	K <sup>#</sup>	OR	95%-KI	K	OR	95%-KI	K	OR	95%-KI	K	OR	95%-KI
Wire code 2 stufig	4	1,66 <sup>*</sup>	1,11- 2,49	2	1,32	0,52- 3,37	3	1,50	0,69- 3,26	5	1,37	0,94- 2,00
4 stufig\$ niedrig		-			-			-		5	1,06	0,81- 1,38

hoch		-			-			-		5	1,37	0,81-2,30
sehr hoch		-			-			-		5	1,46	0,88-2,06
<b>Distanz</b>												
< 100 m	3	1,13	0,79-1,62		-			-		4	1,09	0,89-1,35
< 50 m	5	1,31	0,92-1,87		-		2	1,53	0,19-12,0	6	1,10	0,86-1,40
< 25 m	3	1,85	0,98-3,49		-			-		4	1,42	0,88-2,29
<b>Magn. Flußdichte</b>												
> 0.1 µT	3	1,55	0,88-2,73	2	2,18	0,51-9,34	2	0,89	0,39-2,05	6	0,97	0,82-1,15
> 0.2 µT	4	1,89 <sup>*)</sup>	1,10-3,26	4	2,21	0,72-6,80	5	1,30	0,78-2,19	6	1,23	0,96-1,57
> 0.3 µT	3	1,27	0,28-5,76	3	1,69	0,43-6,59	3	1,89	0,80-4,43	4	1,62 <sup>*)</sup>	1,10-2,39

# K = Anzahl der Studien, die in die jeweilige Auswertung eingehen

\$ Referenz ist "sehr niedrig oder unterirdische Verkabelung"

\*) Statistisch signifikante Assoziation (Irrtumswahrscheinlichkeit: 5%)

auch bei den Analysen für die Einzeldiagnosen festzustellen. Bei den Leukämien beträgt das gepoolte<sup>1)</sup> OR 1.66 (ohne W&L 1,39), bei den ZNS-Tumoren 1,50 (1,22), und bei den Lymphomen 1,32 (0,8). Entsprechend der in Tab. 1 dargestellten Konfidenzintervalle ist nur das OR für die Leukämien statistisch auffällig erhöht. Für den **vierstufigen Wire Code** konnten gepoolte<sup>1)</sup> OR's für die Stufen "niedrig", "hoch" und "sehr hoch" unter Nutzung der Stufe "sehr niedrig" bzw. "unterirdische Kabel" als Referenzkategorie berechnet werden, was einer echten Dosis-Wirkungs-Analyse entspricht. Hierbei zeigt sich ein signifikanter Anstieg der geschätzten relativen Risiken mit höheren Wire Codes (P-Wert für Test auf Trend = 0,003). Wird die Studie von Wertheimer und Leeper nicht einbezogen, ist dieser Zusammenhang statistisch nicht signifikant.

Für die Distanzmessungen sowie die Angaben der magnetischen Flußdichte wurden OR's jeweils für verschiedene zweigeteilte (exponiert / nicht exponiert) Schwellenwerte berechnet, echte Dosis-Wirkungs-Analysen sind mit dem vorliegendem Datenmaterial nicht möglich. Lediglich für die Leukämien ergeben sich Hinweise auf eine Beziehung zum **Abstand zu einer Expositionsquelle**, für die ZNS-Tumoren und insbesondere die Gruppe der Lymphome war das veröffentlichte Datenmaterial für die Untersuchung verschiedener Schwellenwerte nicht ausreichend. Bei Verwendung von **Angaben der magnetischen Flußdichte** ist für die Gruppe aller Tumoren für höhere Schwellenwerte ein Anstieg der gepoolten OR's zu verzeichnen. Differenziert nach den Einzeldiagnosen findet sich dieses Ergebnis lediglich für die ZNS-Tumoren wieder.

## DISKUSSION

Die bisher durchgeführten Studien zum Thema EMF und Krebserkrankungen bei Kindern sind bemerkenswert uneinheitlich bezüglich methodischer Gesichtspunkte, insbesondere was die Vielzahl der Varianten zur Expositionsbestimmung angeht. Der Untersucher muß zunächst entscheiden, welche Meßmethode er verwendet, sowie, welche Adresse und welcher Lebensabschnitt für eine Exposition relevant waren. Vor Ort werden häufig die Positionierung der Meßapparatur, der Meßzeitraum sowie die Rahmenbedingungen (Haushaltsgeräte) variiert. Aus verschiedenen Meßwerten ist dann ein repräsentativer Wert (z.B. Maximum, 90. Perzentil, Mittelwert) auszuwählen. Schließlich stellt sich die Frage nach der "richtigen" Schwellenwertexposition, ab der eine potentielle Gefährdung besteht. Die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Varianten potenzieren nochmals die Vielfalt möglicher Analysemodelle.

In der Epidemiologie unterscheidet man explorative und konfirmatorische Analysen. Unter einer explorativen Analyse wird ein exzessives Durchsuchen ("Fishing") eines Datensatzes nach Auffälligkeiten verstanden. Auf diese Weise entdeckte Auffälligkeiten können einerseits reale Zusammenhänge widerspiegeln, andererseits kann es sich auch um reine Zufallsbefunde handeln. Um zu überprüfen, ob ein gefundener Zusammenhang wirklich existiert oder zufällig aufgetreten ist, muß dieser Befund in einer Nachfolgestudie nochmals untersucht werden. Diese Untersuchung einer zuvor eindeutig formulierten Fragestellung wird als konfirmatorische Analyse bezeichnet.

Die Tatsache, daß es keine zwei Studien mit identischen Methoden und vergleichbaren Ergebnissen gibt, zeigt, daß die bisher durchgeführten Studien eher explorativen Charakter hatten. Dies bedeutet, daß bei der Präsentation der jeweiligen Studienergebnisse möglicherweise eine gewisse Tendenz zur Hervorhebung von positiven Ergebnissen vorhanden ist, während negative Resultate eher in den Hintergrund treten. Falls eine derartige "Präsentations-Auslese" vorliegt, wären auch die Ergebnisse unserer Metaanalysen in positiver Richtung verzerrt. Daher reduziert das Phänomen der Unterschiedlichkeit sowohl für die Aussagekraft der Originalstudien als auch unserer Metaanalysen, da wir möglicherweise Ergebnisse kombiniert haben, die streng genommen nicht vergleichbar sind.

Auch sich z.T. gegenseitig widersprechende Ergebnisse erschweren das Ziehen einer Quintessenz. Als Beispiel seien hier die beiden Schwedischen Studien von Tomenius bzw. Feychting und Ahlbom genannt, deren untersuchte Fallgruppen sich teilweise überlappen. So ergab sich in der Tomenius-Studie ein Zusammenhang zwischen EMF und ZNS-Tumoren jedoch ein Negativergebnis für die Leukämien, wohingegen Feychting und Ahlbom ein genau entgegengesetztes Ergebnis fanden. Auch innerhalb ein und derselben Studie sind bei genauerer Betrachtung Widersprüche festzustellen. So widersprechen sich manche Befunde, je nachdem ob die Exposition gemessen oder berechnet worden ist (Feychting & Ahlbom), oder es kam zu einem Anstieg der Odds Ratios mit zunehmendem Abstand zur Expositionsquelle (Tomenius).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es aus den bisher publizierten Studien verschiedene Hinweise auf eine Assoziation zwischen EMF und Krebserkrankungen, speziell Leukämien, bei Kindern gibt, welche sich in unseren gepoolten Analysen widerspiegeln. Bei der Unterscheidung nach Einzeldiagnosen bzw. nach Wahl des Expositionsriteriums sind die Resultate uneinheitlich. Die beobachteten Assoziationen treten bei Bestimmung der Exposition mittels eines Wire Codes deutlicher zu Tage als bei der Anwendung von Distanzmessungen oder Messungen oder Schätzungen der magnetischen Flußdichte. Dies könnte einerseits darauf hinweisen, daß sich die EMF-Exposition besser durch den Wire Code als durch andere Maße einschätzen läßt: Andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, daß

der Wire Code mit weiteren Faktoren verknüpft ist, welcher ihrerseits wiederum eine Beziehung zu Krebserkrankungen bei Kindern aufweisen. Aus den bisherigen Studien läßt sich ableiten, daß sich zumindest in Europa ein möglicher Effekt nur auf sehr wenige Kinder auswirken würde. So waren von den 1707 erkrankten Kindern in der Dänischen Studie nur 10 in einem möglicherweise relevanten Ausmaß durch Hochspannungsleitungen exponiert.

Eine abschließende Bewertung erscheint verfrüht. Unklar ist, ob eine potentielle Gefährdung eher durch evtl. schwache, kontinuierliche, oder durch kurzfristige, jedoch hohe Expositionen besteht, sowie, ob EMF ein potentielles Risiko nur für bestimmte oder für alle Tumoren bedeuten können. Um zu sichereren Aussagen zu gelangen, sind epidemiologische Studien mit abgestimmter Methodik der Expositionserfassung notwendig. Daneben muß für die Annahme eines ursächlichen Zusammenhangs die Suche nach einem plausiblen biologischen Modell für die Krebsentstehung durch elektromagnetische Felder fortgesetzt werden, das dann durch experimentelle Studien abzusichern wäre.

### **Rolf Meinert**

Diplom-Statistiker, Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation (Direktor: Prof. Dr. J. Michaelis), Universität Mainz.

[*Zitierweise dieses Artikels:* Meinert, R.: Epidemiologische Studien über elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bei Kindern. Elektromog-Report 1 (5), S. 5-7 (1995).]

<sup>1)</sup> gepoolte OR: Die Odds Ratio (OR) wurde unter Einbeziehung der Fälle mehrerer Studien berechnet.

Der vorliegende Text ist eine **Kurzfassung**. Eine ausführliche Darstellung findet sich in: R. Meinert, J. Michaelis: Metaanalysen von Studien über den Zusammenhang von elektromagnetischen Feldern und malignen Tumoren im Kindesalter. Tagungsband zum Forum Elektromog, TÜV-Akademie Rheinland, Köln 1995. Die Langfassung ist zudem erhältlich beim Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, 55101 Mainz.

#### ausgewertete Studien:

1. Wertheimer, N., Leeper, E., Am. J. Epidemiol. 109, 273-284 (1979).
2. Fulton, J. P. et al., Am. J. Epidemiol. 111, 292-296 (1980).
3. Tomenius, L., Bioelectromagnetics 7, 191-207 (1986).
4. Savitz, D. A., et al., Am. J. Epidemiol. 128, 21-38 (1986).
5. Coleman, M. P., et al., Br. J. Cancer 62, 793-798 (1989).
6. Myers, A. et al., Br. J. Cancer 60, 1008-1014 (1990).
7. London, S. J., et al., Am. J. Epidemiol. 134, 923-937 (1991).
8. Feychting, M., Ahlbom, A., Am. J. Epidemiol. 138, 467-481 (1993).
9. Olsen, J. H., Nielsen, A., Schulgen, G., Br. Med. J., 307, 891-895 (1993).
10. Verkasalo, P. K., et al., Br. Med. J. 307, 895-899 (1993).
11. Fajardo-Gutiérrez, A., et al., Boletin Medico del Hospital Infantil de Mexico 50, 32-38 (1993).
12. Petridou, E., et al., Br. Med. J. 307, 774 (1993).
13. Preston-Martin, S., et al. al., California State Department of Health Services, CA 94702-1001 (1994).

### Hochfrequenzbelastung und Krebs

## **Erhöhte Leukämierate bei HF-exponierten Soldaten**

**Polnisches Militärpersonal, das in erhöhtem Maße HF-Strahlung und Mikrowellen ausgesetzt war, weist nach einer jüngsten polnischen Studie eine erhöhte Krebsrate gegenüber Nichtexponierten auf. Insbesondere war das relative Risiko, an Krebsarten**

**des blutbildenden Systems (Lymphome und Leukämien) zu erkranken, unter Hochfrequenzbelastung bis um das Achtfache erhöht.**

Die neue Studie, die von Prof. Stanislaw Szmigielski vom Zentrum für Strahlenbiologie und Strahlensicherheit und dem Militärinstitut für Hygiene und Epidemiologie in Warschau durchgeführt worden war, erfaßte einen 15-jährigen Zeitraum (1971-1985). Im Durchschnitt wurden jährlich 127.800 Soldaten in die Untersuchung aufgenommen, von denen durchschnittlich 3.720 hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung (HF- und Mikrowellen) ausgesetzt waren.

Wie in der jüngsten Ausgabe (Mai/Juni 1995) der Zeitschrift Microwave News berichtet, ermittelte Szmigielski, ein ehemaliges Mitglieds des Herausgeberstabes der renommierten Zeitschrift "Bioelectromagnetics", eine Verdoppelung des Erkrankungsrisikos bei Exponierten gegenüber den Kontrollen bei Einbeziehung aller Krebsarten und eine noch deutlichere Erhöhung des Risikos für die meisten akuten und chronischen Krebsarten des blutbildenden Systems.

Das nachträglich geschätzte relative Risiko (Odds Ratio), an Lymphomen oder Leukämien zu erkranken betrug bei Betrachtung aller Altersgruppen mehr als das Sechsfache, für die Altersgruppe der 20 bis 49-jährigen Exponierten sogar mehr als das Achtfache gegenüber den Kontrollen. Die erhöhte Erkrankungsrate war für alle Altersgruppen hochsignifikant ( $p < 0,01$  bzw.  $p < 0,001$ ). Die durchschnittliche jährliche Neuerkrankungsrate einer Krebserkrankung betrug in der exponierten Gruppe 119 pro 100.000 und in der nichtexponierten Gruppe 58 pro 100.000. Die entsprechenden Neuerkrankungsraten von Leukämien und Lymphomen lagen bei 43 für exponierte Soldaten gegenüber 6,8 bei nichtexponierten (siehe Tabelle). Insgesamt traten in der exponierten Gruppe 25 und in der großen Kontrollgruppe 133 Leukämien und Lymphome auf.

Auch die Raten für Gehirntumoren und bösartigen Erkrankungen der Speiseröhre und des Dick- und Enddarms waren in der strahlenexponierten Gruppe erhöht.

Eine Bestätigung der Ergebnisse bedarf nach Ansicht von Szmigielsky einer größeren Gruppe exponierten Personals. Dies sei nur möglich in Zusammenarbeit mit anderen Ländern. Es bestehe in diese Richtung dringender Forschungsbedarf, zumal sich die Expositionen in Größenordnungen bewegten, Krebsinzidenz<sup>1)</sup> für alle Krebsarten von polnischem Militärpersonal in Abhängigkeit von Exposition/Nicht-Exposition gegenüber Hochfrequenzbelastung (1971-1985)

<i>Altersgruppe in Jahren</i>	<i>Exponierte</i>	<i>Kontrollen</i>	<i>OR<sup>2)</sup></i>	<i>KI<sup>3)</sup></i>
<b>20-29</b>	27	12	2,3*	1,2-3,1
<b>30-39</b>	42	18	2,3*	1,0-3,1
<b>40-49</b>	162	84	1,9*	1,0-2,8
<b>50-59</b>	274	187	1,5	0,9-2,1
<b>Gesamt</b>	119	58	2,1*	1,1-3,6

Krebsinzidenz<sup>1)</sup> für alle Leukämien und Lymphome von polnischem Militärpersonal in Abhängigkeit von Exposition/Nicht-Exposition gegenüber Hochfrequenzbelastung (1971-1985)

<i>Altersgruppe in Jahren</i>	<i>Exponierte</i>	<i>Kontrollen</i>	<i>OR<sup>2)</sup></i>	<i>KI<sup>3)</sup></i>
<b>20-29</b>	17	2,1	8,2 <sup>§</sup>	3,1-22,6
<b>30-39</b>	26	3,1	8,6 <sup>§</sup>	3,5-19,6
<b>40-49</b>	73	8,3	8,8 <sup>§</sup>	4,1-15,3
<b>50-59</b>	109	24,3	4,5 <sup>§</sup>	2,6-6,8
<b>Gesamt</b>	43	6,8	6,3 <sup>§</sup>	3,1-14,3

1) jährliche Neuerkrankungsrate pro 100.000 Fälle

2) nachträglich geschätztes relative Risiko, Odds Ratio

2) 95%-Konfidenzintervall

\* Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,05$

§ Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,01$

§ Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,001$

die bisher allgemein als gesundheitlich unbedenklich angesehen werden.

Informationen über das Expositionsmaß wurden für die Studie von militärischen Sicherheitsgruppen gesammelt, die HF- und Mikrowellenintensitäten an Stellen gemessen hatten, wo entsprechende Geräte benutzt, repariert oder gewartet wurden. Die meisten Quellen emittierten gepulste Strahlung in einer Frequenz zwischen 150 und 3.500 MHz. Die Messungen ergaben, daß 80-85% der Expositionen  $0,2 \text{ mW/cm}^2$  nicht überschritten, die übrigen sich zwischen  $0,2$  und  $0,6 \text{ mW/cm}^2$  bewegten und nur wenige über  $0,6 \text{ mW/cm}^2$  lagen. Der Autor betonte, daß die Expositionen gleichmäßiger waren, als in typischen Elektroberufen. Zum Vergleich: Die internationalen Grenzwertempfehlungen (IRPA 1988) liegen für die Allgemeinbevölkerung zwischen  $0,2$  (30-300 MHz) und  $1 \text{ mW/cm}^2$  (2-300 GHz) und für die berufliche Exposition zwischen  $1$  (30-300 MHz) und  $5 \text{ mW/cm}^2$  (2-300 GHz).

Szmigielskis Studie wird nach Auskunft des Herausgebers vermutlich Anfang 1996 in einer Sonderausgabe von "Science of the Total Environment" mit Berichten von der Konferenz "The Effect of RF Electromagnetic Radiation on Organisms" (Die Wirkung von HF-Strahlung auf den Organismus), Juni 1994 in Skrunda, Lettland erscheinen.

*Quelle: RF/MW-exposed soldiers have more leukemia and lymphoma. Microwave News, 15 (3), S.1, 14 (1995).*

[Zitierweise dieses Artikels: Erhöhte Leukämierate bei HF-exponierten Soldaten. Elektrosmog-Report 1 (5), S. 7-8 (1995).]

## *Elektrosmog Report*

Nr. 6 / 1. Jahrgang September 1995

### **EMF während der Schwangerschaft und Leukämie bei Kindern**

**In Kanada war bei einer Untersuchung von 128 Fällen akuter Leukämie bei Kindern im Alter bis zu 15 Jahren eine erhöhte berufliche Belastung der Mütter durch elektromagnetische Felder während der Schwangerschaft aufgefallen. Kinder, deren Mütter für die lokale Industrie in Heimarbeit an Nähmaschinen tätig waren, wiesen im Vergleich zu einer unbelasteten Kontrollgruppe ein um den Faktor 7,0 erhöhtes Risiko auf, an diesem Blutkrebs zu erkranken.**

Unter Berücksichtigung weiterer möglicher Einflußfaktoren (Alter, Geschlecht, Wohnort, Hormonbehandlung, Krebs in der Familie, Rauchen, Virusinfekten und Bestrahlung während der Schwangerschaft) wurde das geschätzte relative Risiko geringfügig auf 5,8 (95% Konfidenzintervall: 1,3-26,3) korrigiert und war damit weiterhin signifikant.

Die Autorin Claire Infante-Rivard legte selbst keine Ergebnisse von Messungen der elektromagnetischen Felder am Arbeitsplatz vor. Sie wies jedoch auf jüngst von Sobel und Mitarbeitern (1994) durchgeführte Untersuchungen hin, mit denen nachgewiesen wurde, daß die Belastung von Näherinnen im Vergleich zu anderen Berufsgruppen zu den höchstbelasteten zählt. Bei einer Maximalexposition von 6 Stunden und einer Hintergrundexposition von 2 Stunden sei danach eine Belastung durch magnetische Felder von ca. 6,5  $\mu\text{T}$  zu erwarten, während die Belastung von Arbeitern an Hochspannungsleitungen im Vergleich dazu bei durchschnittlich 2,4  $\mu\text{T}$  liege.

Danach sei auch unter Berücksichtigung der Körperposition eine erhebliche Belastung des Feten während der Schwangerschaft bei Näherinnen zu erwarten. Anthony M. Ford und Mitarbeiter (1993) hatten durch Untersuchungen an Zwillingen die These einer Leukämieentstehung durch Genveränderungen im Mutterleib bekräftigt. Etwa 75% aller kindlichen akuten Leukämien werden durch Veränderungen eines bestimmten Gens (MLL bzw. ALL-1 an 11q23) provoziert. Durch Untersuchungen an eineiigen Zwillingen mit Leukämie und deren Eltern konnten die Autoren nachweisen, daß diese bei den erkrankten Kindern vorliegenden Genveränderungen nicht vererbt, sondern von einem der Zwillinge im Mutterleib durch unbekannte Einflüsse erworben und durch die gemeinsame Plazenta auf dem Blutweg auf das andere Kind übertragen worden waren.

In der kanadischen Studie wurde leider nicht angegeben, wie viele der Mütter der betroffenen 128 Kinder Näherinnen waren - das große Konfidenzintervall läßt auf eine kleine Zahl schließen. Die Altersgrenze von 15 scheint zudem für eine Krebsinitiierung im Mutterleib recht hoch gegriffen. Bei älteren Kindern treten vermutlich andere Effekte in den Vordergrund. Dennoch stellen die vorgelegten Beobachtungen bei dem recht großen relativen Risiko einen wichtigen Hinweis für zukünftige Untersuchungen dar.

[Zitierweise dieses Artikels: *EMF während der Schwangerschaft und Leukämie bei Kindern. Elektrosmog-Report 1 (6), S. 7-8 (1995).*]

#### Literatur:

1. Infante-Rivard, C.: Electromagnetic field exposure during pregnancy and childhood leukemia. *Lancet* **346**, 177 (1995).
2. Ford, A. M., Ridge, S. A., et al.: In utero rearrangements in the trithorax-related oncogene in infant leukaemias. *Nature* **363**, 358-360 (1993).
3. Von Mühlendahl, K. E., Otto, M.: Electromagnetic fields and childhood leukaemia. *Europ. J. Pediatr.*, im Druck (1995).

## **Versicherungen nehmen das EMF-Problem ernst**

Die Versicherungsindustrie beobachtet mit Sorge die zunehmenden Klagen wegen EMF-Personenschäden und diskutierte auf internationalen Kongressen in London und New York die Folgen für die Versicherungen, falls eine der Klagen Erfolg haben sollte. Die resultierenden Forderungen könnten "die finanziellen Möglichkeiten der Versicherungsindustrie" übersteigen, so Dieter Kohl von der Frankona Rückversicherung AG. David Brickell (Risk Control Services for Willis Corroon Corp. of Arizone) vermutet gar, daß "EMF das nächste Asbest sein könnten". In den USA sind allein die Energieversorgungsunternehmen in 400 EMF-Fälle verwickelt. Die Kläger werden verstärkt vom Umweltschadensrecht vertreten, die aus dem Asbestbereich kommen.

In einem Interview in der Süddeutschen Zeitung differenziert Kohl: "Man muß unterscheiden zwischen Klagen wegen einerseits Personenschäden und andererseits des Wertverlustes von Immobilien. Im Bereich von Personenschäden ist bis heute noch keine einzige Klage erfolgreich gewesen. Allerdings sind einige Fälle noch in der Berufung. Anders sieht es bei Immobilien aus. Dort hat es insbesondere im Staat New York Urteile gegeben, die betroffenen Eigentümern zumindest grundsätzlich eine Entschädigung zugesprochen haben." Ob Klagen wegen Personenschäden weiterhin abgewiesen werden, hängt von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen über Gesundheitsgefahren ab. "Es steht zur Zeit fünfzig zu fünfzig. Es gibt mit Sicherheit keinen eindeutigen Beleg. Zwar existieren eine Reihe von Studien, die einen Zusammenhang von elektromagnetischen Feldern mit Leukämie oder Gehirntumoren vermutet. Im Gegenzug sind mindestens genauso viele Studien veröffentlicht, die diesen Zusammenhang widerlegen." In Schweden hat ein Gericht die Krebserkrankung eines Arbeiters in einem Elektrizitätswerk als Berufskrankheit anerkannt. "Dieses Urteil ist noch ein Einzelfall. Aber die große Klagewelle, falls sie jemals kommen sollte, könnte durchaus im Bereich von Arbeitsunfällen beginnen, weil die Mitarbeiter von Elektrizitätswerken den Feldern sehr viel mehr ausgesetzt sind als andere."

Auch andere deutsche Rückversicherer haben das Thema EMF aufgegriffen. So nahm die Kölnische Rückversicherung in ihrer Zeitschrift "Produkt- und Umwelthaftpflicht international" (PHi) nach drei Übersichtsartikeln zum Thema EMF die neue Rubrik EMF-Report auf, um zweimonatlich über den aktuellen Stand der EMF-Diskussion zu informieren.

*Quellen: Microwave News 15(3), S. 3 (1995); Süddeutsche Zeitung vom 29. 6. 1995.*

## **Konferenz zur Melatonin-Hypothese**

Etwa 25 Wissenschaftler aus Deutschland, Japan, Schweden und den USA haben sich im Mai diesen Jahres in Troidale/USA zu einer Konferenz über die Auswirkungen von Licht und elektromagnetischen Feldern (EMF) auf den Melatoninstoffwechsel getroffen. Die Konferenz diente weniger der Vorstellung neuer Forschungsergebnisse als vielmehr einem fruchtbaren Gedankenaustausch.

Das Hormon Melatonin wird von der Zirbeldrüse (Epiphyse) an der Gehirnbasis abgegeben und stellt u. a. einen biologischen Marker des Tag-Nacht-Rhythmus dar. Es wurde wiederholt festgestellt, daß durch niederfrequente EMF der üblicherweise deutliche Anstieg der Melatoninkonzentration während der Nacht stark vermindert ausfällt. In verschiedenen Studien wurde die Fähigkeit von Melatonin als Fänger chemisch stark reaktionsfreudiger

Radikaler wie des Peroxylradikals nachgewiesen. Solche freie Radikale können zu Schädigungen der Zellmembran und der Erbsubstanz DNS beitragen. Eine verminderte Schädigung durch krebserzeugende Substanzen bzw. ein Schutz vor krebsigen Veränderungen wurde im Beisein von Melatonin durch sein antioxidative Kompetenz nachgewiesen. Die Verminderung der Melatoninkonzentration unter EMF-Einwirkung stellt ein Erklärungsmodell für die Zunahme von Krebs unter EMF-Belastung dar.

Erst kürzlich erschien von Russel J. Reiter und Mitarbeitern eine ausführliche Übersicht über die Rolle von Melatonin als Antioxidant, in der auch die bisherigen Untersuchungen von Melatonin als Radikalfänger vorgestellt wurden. Eine weitere in diesem Jahr publizierte Studie von Jack M. Lee und Mitarbeitern untersuchte die Beeinflussung des Tag-Nacht-Rhythmus von Melatonin durch Hochspannungsleitungen bei Schafen. Zwischen einer belasteten und einer unbelasteten Gruppe fanden sich allerdings keine signifikanten Unterschiede. Es gibt bisher keine schlüssigen Erklärungen für die Diskrepanz zu anderslautenden Ergebnissen früherer Laboruntersuchungen, die vor allem an Ratten (vgl. *Mevissen, M.: Tierexperimentelle Untersuchungen zeigen krebspromovierende Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder. Elektrosmogreport 1(1), S. 5-6 (1995)*) durchgeführt worden waren.

#### Literatur:

1. Lee, J. M., Stromshak, F., et al.: Melatonin and puberty in female lambs exposed to EMF: a replicate study. *Bioelectromagnetics* **16** 119-123 (1995).
2. Reiter, R. J., Melchiorri, D., et al.: A review of the evidence supporting melatonin's role as an antioxidant. *J. Pineal. Res.* **18**, 1-11 (1995).
3. *Microwave News* 15(3), S. 17 (1995).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 9 / 1. Jahrgang Dezember 1995

### Grundlagenforschung

## Tagung der Bioelectromagnetics Society

**Die 17. jährliche Tagung der bioelektromagnetischen Gesellschaft (BEMS) fand vom 18.-22. Juni in Boston statt. Einige aktuelle Aspekte zu tierexperimentellen Untersuchungen, zu Zellstudien und biophysikalischen Wirkmechanismen externer elektromagnetischer Felder sollen hier kurz referiert werden. Wie Prof. Wolfgang Löscher von der tiermedizinischen Hochschule Hannover resümierte "fällt auf, daß erstmals in drei verschiedenen Krebsmodellen mit unterschiedlicher Krebsauslösung (DMBA versus UV-Bestrahlung) und verschiedenen Spezies (Ratten, Mäuse, transgene Mäuse) Hinweise auf einen co-promovierenden Effekt einer Magnetfeldexposition" gefunden wurden. Breiten Raum nahm die Diskussion über mögliche Angriffspunkte von EMF ein.**

### Tierexperimentelle Studien

**House** u. a. berichteten über Zellfunktionsänderungen von natürlichen Killer-Zellen (NK-Zellen) unter Magnetfeldeinfluß. NK-Zellen wird eine wichtige Abwehrfunktion gegen Tumorzellen zugeschrieben. So fand sich bei weiblichen Mäusen eine signifikante

Verminderung der zellschädigenden Potenz der NK-Zellen nach Exposition gegenüber einem Niederfrequenzfeld ab magnetischen Flußdichten von 200  $\mu$ T (60 Hz, 6-13 Wochen), die bei männlichen Mäusen allerdings nicht beobachtet wurden. Bei Ratten fand sich kein einheitlicher Effekt.

**Yasui** u. a. untersuchten ebenfalls krebsrelevante Immunfunktionen an männlichen Mäusen, ohne einen relevanten Magnetfeldeffekt zu finden.

**Löscher** und **Mevisen** faßten ihre Untersuchungen zu 50-Hz-Magnetfeldern in einem Brustkrebsmodell an weiblichen Ratten zusammen (vgl. *Elektrosmog-Report 1 (1)*, S. 5-6). Brustkrebs wurde mit dem chemischen Karzinogen DMBA ausgelöst. Unter Magnetfeldexposition mit 100  $\mu$ T fand sich eine signifikante und linear von der magnetischen Flußdichte (bei Intensitäten zwischen 10 und 100  $\mu$ T) abhängige Zunahme des Krebswachstums.

**McLean** u. a. berichteten über eine Reihe von Studien mit dem DMBA- Hautkrebsmodell an Mäusen. Exposition mit 2 mT (60 Hz) führte in einem Versuch zu einer signifikanten Zunahme des Krebswachstums, die in zwei weiteren Versuchen allerdings nicht reproduziert werden konnte.

**Marino** u. a. fanden keine Beeinflussung des Wachstums von Brustkrebszellen, die Mäusen in den Hinterfuß injiziert worden waren, durch Magnetfeldeinfluß (2 mT, 50 Hz).

**Kumlin** u. a. untersuchten Hautkrebs, der bei transgenen Mäusen mit erhöhter ODC-Aktivität (siehe unten) durch UV-Bestrahlung ausgelöst wurde. Erste Ergebnisse zeigten ähnlich wie die Versuche von Löscher und Mevisen eine signifikante Zunahme des Tumorwachstums bei einer 50-Hz-Magnetfeldexposition mit 100 T.

### **Gentoxizität**

In einem Poster wurden gentoxische Effekte durch gepulste Magnetfelder (50 Hz, 2,5 mT, 72 Stunden) beschrieben. Als Indikator wurde die Zunahme von Mikronuclei im Zellkern verwendet. Die Anzahl der Mikronuclei war bei Lymphozyten von gesunden Probanden nach Exposition nicht erhöht, während Zellen von Probanden mit einem bestimmten genetischen Defekt (Turner-Syndrom) eine Zunahme von Mikronuclei als Ausdruck eines gentoxischen Effektes aufwiesen.

Von zwei Arbeitsgruppen wurde über mutagene Effekte (**Chegrinets; Miyakoshi** u. a.) berichtet.

### **Auswachsen von Neuriten von Nervenzellen / Zellwachstum**

**Trillo** u. a. fanden eine dosisabhängige Beeinflussung der stimulierenden Effekte eines Magnetfeldes (50 Hz, 4  $\mu$ T) auf das Auswachsen von Neuriten durch das tumorhemmende Retinol.

**Bergquist** u. a. konnten das früher durchgeführte Experiment von **Blackman** u. a. reproduzieren, nach dem bestimmte Magnetfeldkombinationen den Wachstumsfaktor NGF reduzieren und damit das Auswachsen von Neuriten hemmen.

**Rein** u. a. simulierten körpereigene elektromagnetische Felder und exponierten Fibroblasten und Krebszellen (Fibrosarkomzellen) für 5 Minuten bei 50 und 250  $\mu$ T. Eine signifikante Wachstumssteigerung fand sich bei 250  $\mu$ T und Zellen, die mit einem Wachstumsfaktor aktiviert worden waren.

### **Genexpression (Synthese von Proteinen / RNA)**

**Binniger** u. a. stellten bei ihren Studien an Hefezellen (20  $\mu$ T, 60 Hz) eine verstärkte Expression des Heat-shock-Gens fest.

**Phillips** u. a. faßten ihre Untersuchungen an menschlichen T-Lymphozyten und einer Rattenzelllinie zur Expression von IEGs (immediately early genes) zusammen. Unter unterschiedlichen Bedingungen führten 60-Hz-Magnetfelder zu relevanten Veränderungen der Expression dieser Gene.

**Rao** und **Henderson** beobachteten eine Zunahme der Phosphorylierung des IEG c-fos in He-La-Zellen (eine Krebszelllinie) um 30% nach Exposition für 200 Minuten bei 8  $\mu$ T und 60 Hz. Die Förderung des Krebswachstums durch den Tumorpromoter TPA und durch elektromagnetische Felder funktioniere vermutlich auf ähnliche Weise.

**Goodman** u. a. untersuchten die Expression des IEG c-myc in He-La-Zellen bei Flußdichten zwischen 0,8 und 80  $\mu$ T (60 Hz). Bereits nach 4 bis 8 Minuten war eine verstärkte Genexpression feststellbar, die sich nach 1,5 bis 3 Stunden wieder normalisierte. Die Normalisierungsphase dauerte am längsten nach intermittierender Exposition.

### **Zellkommunikation**

**Stein** u. a. untersuchten die Beeinflussung der Kommunikation zwischen den Zellen durch Felder unterschiedlicher Frequenzen. Im mT-Bereich fand sich bei 50 Hz eine Steigerung der interzellulären Kommunikation, während im Hochfrequenzbereich (1,3 Ghz, unmoduliert) eine Hemmung der Kommunikation beobachtet wurde. Eine Modulation mit 50 Hz bewirkte eine Hemmung, während eine Modulation mit 100 Hz eine Steigerung der interzellulären Kommunikation zur Folge hatte.

**Li** u. a. untersuchten die Beeinflussung der Zellkommunikation durch den Krebspromotor TPA und durch EMF. Dabei zeigte eine Dosis von 5 ng/ml TPA eine vergleichbare Wirkung wie ein 50-Hz-Magnetfeld von 800  $\mu$ T. Durch Kombination von TPA und EMF ließ sich eine weitere Zunahme der Hemmung erzielen.

### **Ornithindecaboxylase (ODC)**

Die ODC ist ein wichtiges Enzym bei der Biosynthese von Eiweißstoffen. Der Prozeß der Tumorpromotion geht oft mit einem Anstieg der ODC einher (vgl. *Elektrosmog-Report 1* (1), S. 5-6).

**Cain** u. a. stellten eine Hemmung einer zuvor induzierten Steigerung der ODC-Aktivität in Fibroblasten durch EMF verschiedener Intensitäten (20  $\mu$ T und darüber) fest. Eine Schwelle der EMF-Wirkung für diesen Effekt scheint bei 10  $\mu$ T zu liegen.

**Valtersson** u. a. fanden Anstiege der ODC-Aktivität in einer Zelllinie der weißen Blutkörperchen (25-50%) und in Fibroblasten (70-100%) nach niederfrequenter EMF-Exposition im Mikrotresla-Bereich.

### **Melatonin und freie Radikale**

**Harland** und **Liburdy** stellten ihre Untersuchungen an einer Brustkrebszelllinie vor. Die krebshemmende Wirkung von Melatonin wurde durch ein Magnetfeld (1,2  $\mu$ T, 60 Hz) aufgehoben. In gleicher Weise wurde die Wirkung des in der Krebstherapie eingesetzten Antiöstrogens Tamoxifen gehemmt. Es konnte gezeigt werden, daß die Magnetfeldkomponente und nicht die induzierten Ströme für diese Effekte verantwortlich ist.

**Scianno** u. a. untersuchten die Wirkung von EMF auf die Radikalfängerwirkung von Melatonin. Durch ein externes Magnetfeld von 400 bis 500  $\mu$ T wurde die Lebenszeit der freien Radikale verlängert.

**Reiter** faßte die Hypothesen zur Beeinflussung des Krebswachstums durch elektromagnetische Felder in folgender Weise zusammen: EMF führen zur Unterdrückung des Hormons Melatonin, was zu einer Verlängerung der Überlebenszeit freier Radikale führt, die nun stärker zell- und genschädigend wirken können (vgl. *Elektrosmog-Report, 1 (6), S. 8*).

### **Franjo Grotenhermen**

#### **Quellen:**

1. Mevissen, M.: Bericht BEMS-Meeting in Boston Juni 1995. Persönliche Mitteilung.
2. Löscher, W.: Bericht zu krebsrelevanten in vivo Magnetfeld-Studien, die auf dem 17. BEMS Meeting in Boston 1995 vorgestellt wurden. Persönliche Mitteilung.

[Zitierweise dieses Artikels: *Grotenhermen, F.: Tagung der Bioelectromagnetics Society. Elektrosmog-Report 1 (9), S. 5-6 (1995)*]

### **Neue Krebsstudie aus Schweden**

#### **Leicht erhöhtes Risiko für viele Krebsarten bei beruflich EMF-Exponierten**

Wie **Birgitta Floderus** vom schwedischen National Institute for Working Life (NIWL) in Solna am Rande der Tagung der Bioelectromagnetics Society (BEMS) in Boston mitteilte, besteht nach einer jüngsten umfangreichen Arbeitsplatzstudie eine leichte Erhöhung der Rate vieler Krebsarten für beruflich EMF-exponierte Personengruppen. In Schweden verursachten die Ergebnisse mediales Aufsehen. Das *Aftonbladet* brachte die Nachricht auf der Titelseite: *Jobs, die Ihnen den Krebs bringen können*. **Floderus** und Mitarbeiter analysierten die Daten von 1,6 Millionen Arbeitern und 800.000 Arbeiterinnen im Alter zwischen 20 und 64 Jahren im Zeitraum von 1971 bis 1984. Die Raten für bösartige Erkrankungen von Gehirn, Brust, Dickdarm, Niere, Leber, Lunge, Prostata, Haut und Hoden waren bei Personen, die als EMF-exponiert eingestuft wurden, gegenüber der Kontrollgruppe jeweils um 5 bis 35% (= geschätztes relatives Risiko 1,05 bis 1,35) erhöht. Auffällig war, daß die Rate für chronisch lymphatische Leukämien bei exponierten Frauen etwa auf das Doppelte erhöht war, während sich bei Männern kein Anstieg fand. Die EMF-Belastung wurde grob über die

Berufsbezeichnungen geschätzt. Bei der Abschätzung stützten sich die Untersucher auf Expositionsmessungen einer früheren Untersuchung, die bereits 1992 publiziert worden war.

Sollten die Ergebnisse der Arbeitsplatzstudie einen ursächlichen Zusammenhang zwischen EMF und Krebs reflektieren, so muß nach Auffassung von **Floderus** von hunderten EMF-Krebsfällen pro Jahr allein in Schweden ausgegangen werden und nicht nur - wie bisher meist angenommen - von einigen Dutzend. Auffällig sei, daß die meisten hormonabhängigen Krebsarten betroffen seien.

**Russel Reiter** von der University of Texas, Health Science Center kommentierte die Ergebnisse mit Verweis auf seine eigenen Grundlagenarbeiten (vgl. *Elektrosmog-Report*, 6 (1), S. 8): Die ermittelte Variationsbreite von Tumoren lege nahe, daß der Mechanismus von grundlegender Natur sei - zum Beispiel unter Beteiligung freier Radikaler und des Melatoninspiegels (vgl. *Tagung der Bioelectromagnetics Society* in diesem Heft).

**Yngve Hammerius** von der technischen Universität in Göteborg meinte: Die Botschaft lautet, daß wir nach anderen Krebsarten schauen sollten, nicht nur nach Leukämie und Gehirntumoren.

*Quelle: Swedish occupational study finds small risk for many cancer types. Microwave News, 15 (5), S. 1, 8 (1995).*

## Vorgeburtliche Schädigung durch EMF

### **Können elektrische Heizdecken fetale Fehlbildungen verursachen?**

Nach einer Studie von **De-Kun Li**, **Harvey Checkoway** und **Beth Mueller**, die in der September-Ausgabe von *Epidemiology* veröffentlicht wurde, kann die Verwendung von Heizdecken insbesondere in den ersten Schwangerschaftsmonaten möglicherweise zu einer erhöhten Rate von Fehlbildungen im Harntrakt führen. Die Studie stützt sich auf 118 Mütter von Kindern mit entsprechenden angeborenen Anomalien.

Es fand sich ein um das Vierfache erhöhtes Risiko bei Müttern, die über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr versucht hatten, schwanger zu werden. Wenn solche Frauen mit verminderter Fruchtbarkeit elektrische Heizdecken allerdings in den ersten drei Schwangerschaftsmonaten verwendet hatten, stieg das relative Risiko auf das Zehnfache. Das Risiko nahm mit der Dauer der Heizdeckennutzung zu. Frauen mit normaler Fruchtbarkeit wiesen kein erhöhtes Risiko auf.

Das erste Schwangerschaftsdrittel stellt für die meisten embryonalen bzw. fetalen Entwicklungsschritte die empfindlichste Phase für externe Einflüsse dar. Das Ergebnis, daß nur Frauen mit vergleichsweise geringer Fruchtbarkeit ein erhöhtes Risiko aufwiesen, wird von **Li** und Co-Autoren so interpretiert, daß dieses Kollektiv während der Schwangerschaft möglicherweise sensibler auf äußere Störungen reagiere.

Neben elektrischen Heizdecken wurde auch der mögliche Einfluß von Monitoren und elektrisch geheizten Wasserbetten untersucht. Hier fanden sich keine erhöhten Risiken. Neben

EMF wurden als weitere Faktoren Kokain- und Tabakgenuß sowie die Einnahme von Vitaminen betrachtet.

**Li** geht davon aus, daß elektromagnetische Felder auch Einflüsse auf andere Fehlbildungen haben können. Da die untersuchten Fallzahlen klein waren, sei allerdings eine Bestätigung der Befunde durch weitere Untersuchungen erforderlich.

**David Savitz** und Mitarbeiter hatten 1990 eine Assoziation von vorgeburtlicher Anwendung von Heizdecken und kindlichen Gehirntumoren ermittelt. **Nancy Wertheimer** und **Ed Leeper** hatten in den achtziger Jahren eine Korrelation von Heizdeckenverwendung und Problemschwangerschaften gefunden. **Michael Bracken** hatte in einer jüngst veröffentlichten Untersuchung keine Auswirkungen auf das fetale Wachstum festgestellt.

*Quelle: Electric blankets can lead to birth defects. Microwave News 15 (5), S. 6 (1995).*

## *Elektrosmog Report*

Nr. 1 / 2. Jahrgang Januar 1996

### EMF und Krebs

## **Vagabundierende Erdungs-ströme als Krebsrisikofaktor?**

**Eine aktuelle Studie aus den USA weist auf eine bislang unterschätzte Quelle von Magnetfeldbelastungen im Wohnbereich hin, die sog. vagabundierenden Erdungsströme, und zeigt eine Neuauswertung zweier Krebsstudien aus dem Jahre 1988 ihre Relevanz als Krebsrisikofaktor. Eine weitere Studie diskutiert die besondere Relevanz von Transientenfeldern im Wohn- und Arbeitsbereich in Hinblick auf biologische Effekte.**

Eine Reihe von Studien haben den Zusammenhang zwischen verschiedenen Krebsarten und der Magnetfeldbelastung durch Hochspannungsleitungen untersucht. Metaanalysen dieser Studien zeigen, daß es Hinweise auf eine schwach positive Verknüpfung von Krebserkrankungen, speziell Leukämien, bei Kindern und der Exposition gegenüber Feldern von Hochspannungsleitungen gibt (vgl. Elektrosmog-Report 1(5), S. 5-7 (1995)). Als Maß für das Magnetfeld wurden die Verkabelungskonfiguration ("wire code", insbesondere in US-amerikanischen Untersuchungen), der Abstand zur Hochspannungstrasse und/oder Tagesmessungen des Magnetfeldes in den Wohnungen verwendet.

In einer aktuellen Studie weisen **Nancy Wertheimer, David A. Savitz** und **Ed Leeper** darauf hin, daß in den bisherigen Studien die Magnetfeldbelastung infolge sogenannter vagabundierender Erdungsströme unzureichend erfaßt worden sei. Dies gilt auch für die eigenen Studien der Autoren. Aus diesem Grund wurde die 1988er Denver-Studie von **Savitz** et al. unter Berücksichtigung von Indikatoren für vagabundierende Erdungsströme neu ausgewertet, ebenso wie die 1988er Seattle-Studie von **Severson** et al.. Die Ergebnisse zeigen ein deutlich erhöhtes geschätztes relatives Risiko (OR) bei gleichzeitig größerer Signifikanz der Ergebnisse (s. u.).

## Physik der Erdungsströme

Vagabundierende Erdungsströme treten immer dann auf, wenn der Strom hinter dem elektrischen Verbraucher nicht über den vorgesehenen Neutralleiter (N) bzw. die Schutzleiter (PE), sondern über andere Wege, wie z. B. gut leitende, metallische Wasserleitungen, unkontrolliert zurückfließt ("vagabundierend"). Hierdurch können in der Wohnung Bereiche mit deutlich erhöhter Magnetfeldbelastung entstehen. Solange Hin- und Rückstrom in dicht beieinander liegenden Leitungen fließen, kompensieren sich deren Magnetfelder weitgehend und es bleibt lediglich ein kleines Restfeld übrig. Fließt der Strom dagegen über verschiedene Wege hin- und zurück, werden die Magnetfelder beider Ströme nicht mehr kompensiert und es entstehen Magnetfelder, die deutlich über den normalen Magnetfeldbelastungen im Wohnbereich liegen. Die meßtechnische Erfassung dieser Felder ist schwierig, da die Felder oft nur in lokal begrenzten "Inseln" in relevanter Stärke auftreten.

### Vermeidung von vagabundierenden Erdungsströmen

"Erstens könnte das Niederspannungsnetz als TN-S-Netz ausgelegt sein, dabei wird der Schutzleiter überall getrennt vom Neutralleiter geführt und beide nur an der Betriebserdung verbunden. Dann gibt es im gesamten Netz nur diese eine Verbindung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter, und es können keine Erdungsströme auftreten. Selbst im Fehlerfall können die Erdungsströme nur klein sein, da der Erdungswiderstand von Hauserdungen mindestens zehn mal so groß ist wie der Widerstand des Netzes.

Die zweite Möglichkeit, größere Erdungsströme auch im TN-C-S-Netz zu vermeiden, ist, den elektrischen Widerstand für den unerwünschten Teilstrom groß zu machen, d. h. keine elektrisch leitenden Verbindungen zu Nachbargebäuden, z. B. durch metallische Installationen mit Kontakten zum Potentialausgleich im Haus und im Nachbargebäuden. Zusätzlich kann der u. U. auftretende Erdstrom durch eine Fehlerstrom-(FI)-Schutzeinrichtung begrenzt werden.

Die dritte Möglichkeit, Erdungsströme zu vermeiden, ist das TT-Netz, in dem keine Verbindung zum Neutralleiter des Netzkabels zum Potentialausgleich der Hauserdung vorhanden ist. Dies ist nur dann erlaubt, wenn eine automatische Stromabschaltung mit Hilfe einer Fehlerstrom-(FI)-Schutzeinrichtung gesichert ist. Zusätzlich muß der Widerstand der Hauserdung sehr niedrig sein, damit im Fehlerfall auch bei Versagen der FI-Schutzvorrichtung die Leitung durch die normale Sicherung unterbrochen wird. Die Umstellung vom TN-C-S-Netz auf ein TT-Netz durch Entfernung der Brücke zwischen dem Neutralleiter und dem Potentialausgleich der Hauserdung darf auch bei gegebenen Voraussetzungen nur vom Elektroinstallateur durchgeführt werden."

*Zitat aus: EMF-Monitor 2/95, S. 12. (1995)*

*Weiterführende Literatur:* König, H. L. und Folkerts, E.: Elektrischer Strom als Umweltfaktor, Pflaum Verlag, München 1992.

Die Ursachen für vagabundierende Erdungsströme können verschieden sein. Innerhalb des häuslichen Stromnetzes treten sie insbesondere dann auf, wenn Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) bereits vor dem Sicherungskasten verbunden sind und zusätzlich der Schutzleiter über metallische Heizungs- oder Wasserrohre geerdet ist. Dies tritt vor allem in Altbauten auf. Ist im Sicherungskasten eine Fehlerstrom-(FI)-Schutzeinrichtung in Betrieb,

können vagabundierende Erdungsströme aufgrund von Fehlinstallationen im Haus ausgeschlossen werden.

Die Ursache für vagabundierende Erdungsströme kann aber auch außerhalb des häuslichen Stromnetzes liegen. Im Sicherungskasten werden in der Regel N- und PE-Leiter zum PEN-Leiter zusammengeführt (TN-C-S Netz) und der Strom fließt über diesen PEN-Leiter zurück zum Einspeisepunkt der Stromversorgung. So sollte es zumindest sein. Ist aber der PEN-Leiter zum Potentialausgleich mit der metallischen Wasserleitung verbunden und stehen gleichzeitig Nachbarhäuser z. B. über leitfähige Hauptwasserleitungen, andere metallische Verbindungen oder besonders leitfähigen Erdboden in Verbindung, so kann der rückfließende Strom ganz oder teilweise über das Nachbarhaus zurück zum Einspeisepunkt fließen. Hierdurch entstehen wiederum unkompenzierte Magnetfelder, die zu Belastungsinselfen in den Wohnungen führen können.

**Wertheimer** et al. zeigten in ihrer Studie auf, wie man mit einfachen meßtechnischen Mitteln feststellen kann, ob ein Magnetfeld in der Wohnung aus externen Quellen oder von vagabundierenden Erdungsströmen stammt. Zusätzlich führten sie eine Klassifizierung von Häusern ein, die es möglich macht, das Auftreten von vagabundierenden Erdungsströmen auch ohne Messung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorherzusagen.

Felder, die von den beschriebenen vagabundierenden Erdungsströmen ausgehen, zeigen im Wohnraum in der Regel eine nicht-vertikale Orientierung, die Abweichung der Feldrichtung von der Horizontalen ist kleiner als 55 Grad. Generell erzeugen Ströme in geringem horizontalen Abstand horizontale, d. h. nicht-vertikale Felder.

Demgegenüber verursachen (horizontal) weiter entfernte, externe Feldquellen wie Hoch- und Niederspannungsleitungen vertikal orientierte Felder, deren Abweichung von der Horizontalen zwischen 55 und 90 Grad liegt. Mit Hilfe dieser Einteilung kann durch einfache Feldrichtungsmessungen in Wohnräumen (ohne Elektrogeräte in der Nähe) abgeschätzt werden, ob die gemessenen Felder vorwiegend von nahen Quellen (wie z. B. vagabundierenden Erdungsströmen) oder von weiter entfernten Quellen stammen. Nicht-vertikale Felder sind ein Indiz für eine nahegelegene Feldquelle, die sog. "hot-spots" innerhalb der Wohnung erzeugen. Diese Belastungsinselfen können bei Einzelmessung in Raummitte leicht übersehen werden. Daher ist es an sich naheliegend, daß die tatsächlich relevante Magnetfeldbelastung besser durch Messungen der Feldrichtung als durch die Messung der Felder in Raummitte festgestellt werden kann.

Im Rahmen ihrer Untersuchung stellten **Wertheimer** et al. fest, daß erhöhte nicht-vertikale Felder (sog. ENV-fields = elevated nonvertical fields) in erster Linie in Häusern auftreten, die über leitfähige Wasserleitungsinstallationen (conductive plumbing) verfügen. Neuere Häuser, wie sie in den USA seit den frühen 70ern gebaut wurden, haben dagegen meist nicht-leitfähige Wasserleitungsinstallationen (nonconductive plumbing). Dies wird z. B. durch die Verwendung von Kunststoff- oder Asbestzementrohren erreicht, oder auch durch nichtleitfähige Dichtungen zwischen Stich- und Hauptwasserleitung. Nichtleitfähige Wasserleitungsinstallationen zeichnen sich vor allem dadurch aus, daß Nachbarhäuser nicht miteinander elektrisch leitend verbunden sind.

### **Ergebnisse der Studie**

**Wertheimer** et al. untersuchten, ob die Ausführung der Leitungsinstallation - leitfähig oder nichtleitfähig - Einfluß auf das relative Kinderkrebsrisiko hat. Das Ergebnis: Ein erhöhtes

Krebsrisiko wurde für Kinder gefunden, die in Häusern lebten, deren Wasserleitungsinstallation leitfähig ausgeführt war. Das "angepaßte" geschätzte relative Risiko ("matched odds ratio", vgl. Schesselmann 1982) lag bei 1,72 (1,03-2,88) und stieg auf 4,0 (1,6- 10,0), wenn die Analyse auf Fall- und Kontrollgruppen beschränkt wurde, die vom Referenzdatum bis zum Datum der Studie einen festen Wohnsitz aufwiesen. Noch größere Werte ergeben sich für das geschätzte relative Risiko, wenn man Art der Wasserleitungsinstallation und die Verkabelungskonfiguration ("wire code") betrachtet. Kinder, die sowohl mit einer leitfähigen Wasserleitungsinstallation als auch mit dem höchsten "wire code" (HCC = high current configuration) lebten, zeigten ein geschätztes relatives Krebsrisiko von 4,7 (1,3- 16,2) (bei dauerhaftem Wohnsitz sogar 8,0 (1,0-61,4)). Die genannten geschätzten relativen Risiken ergeben sich aus der Neuauswertung der Denver-Studie. Ähnliche Ergebnisse finden sich bei der Neuauswertung der Seattle-Studie, die nicht-lymphatische Leukämiefälle bei Erwachsenen untersuchte. Schlossen die Autoren Erwachsene, die elektrisch beheizte Betten benutzten, aus der Kontrollgruppe aus, so ergab sich für Erwachsene, die erhöhten nicht-vertikalen Feldern ausgesetzt waren, ein um den Faktor 4 erhöhtes Krebsrisiko (4,0 (1,5-10,6)).

Zusammenfassend ergibt sich aus der Studie, daß Kinder, die in Häusern leben, deren Wasserleitungsinstallation leitfähig ausgeführt ist und eine leitfähige Verbindung zum Nachbarhaus aufweist, ein um den Faktor 4 erhöhtes Krebsrisiko zeigen. In solchen Häusern werden erhöhte nicht-vertikale Magnetfelder gemessen. Die geschätzten relativen Risiken sind statistisch signifikant und liegen höher als in den bisherigen Studien, die als Klassifizierungen die Verkabelungskonfiguration, den Abstand zur Hochspannungstrasse und/oder das gemessene Tagesmagnetfeld heranzogen.

Die Autoren diskutieren, welches die möglichen Ursachen für das erhöhte Krebsrisiko sind. Liegt es an räumlich sehr unterschiedlichen Feldstärken, den größeren Feldgradienten, die bei nahen Feldquellen auftreten? Spielen lokale "hot spots" oder die Ausrichtung des Feldes (Resonanzeffekte mit dem Erdmagnetfeld) eine Rolle? Ist der intermittierende Charakter der Felder oder sind die Oberwellen und Transienten (s. u.), die im Hausnetz stärker als bei der öffentlichen Stromversorgung auftreten, der entscheidende Faktor? Schließlich könnte auch der Stromfluß durch die Wasserversorgung Einfluß auf das Trinkwasser haben.

Die Autoren weisen besonders darauf hin, daß sie erstmalig vagabundierende Erdungsströme detailliert analysiert und ihre Relevanz in einer epidemiologischen Studie untersucht haben. Zukünftige epidemiologische Studien sollten neben den externen Feldern unbedingt auch vagabundierende Erdungsströme und ihre Felder berücksichtigen.

### **Transienten**

Ebenso wie **Wertheimer** et al. in ihrer Studie die Frage stellen, welche Felder und welche Parameter eigentlich die biologisch relevanten sind, diskutieren **Guttman**, **Zaffanella** et al., welche Bedeutung Transienten im Wohnbereich haben. Transienten sind Strom- bzw. Schaltspitzen, die aus der plötzlichen Änderung der Stromstärke durch Zu- und Abschalten von Lasten resultieren und mit hohen induzierten Strömen einhergehen. Die induzierten Körperströme sind proportional zur Änderung der Quellströme.

Im Wohnbereich treten Transienten u. a. durch Ein- und Ausschalten großer Verbraucher, Motorenregelungen und Dimmer (Phasenanschnittsteuerungen) auf. **Guttman** et al. fanden

in typischen Wohnumgebungen zwischen 84 und 2.000 Transienten innerhalb von 24 Stunden (ohne Dimmer-Transienten).

Von der Physik und Biologie liegt es nahe, daß solche Transienten einen erheblich stärkeren Einfluß auf Zellen und Zellmembranen ausüben als die üblicherweise schwachen 50- bzw. 60-Hz-Felder im Wohnbereich. Das Signal-zu-Rausch-Verhältnis liegt bei Transienten verglichen mit der normalen Zellaktivität bei 10 zu 1.

**Zaffanella** diskutiert die Befunde über EMF-Effekte bei Näherinnen (z. B. erhöhtes Risiko für Kinder von Näherinnen an akuter Leukämie zu erkranken, vgl. Elektromog-Report 1(6), S. 7-8 (1995)) im Lichte der Transienten, da beim Betrieb von Nähmaschinen Transienten gehäuft auftreten. Sollten Transienten die entscheidende Rolle bei der EMF-Belastung spielen, so wäre u. U. verständlich, warum Studien, die als Expositionsmaß den "wire code" verwenden, systematisch zu höheren Krebsrisiken kommen als Studien, die die Magnetfelder (und nicht die Transienten) messen. **Zaffanella** sagte in einem Interview mit der Zeitschrift Microwave News: "Ich schwanke bei Transienten zwischen Aufregung und Skepsis". In jedem Fall sind weitere Forschungen essentiell notwendig.

Die Frage nach den relevanten Größen der EMF-Belastung ist nicht nur wichtig für das Verständnis und Ausmaß der biologischen und gesundheitlichen Wirkungen, sondern vor allem auch für technische Vorsorge- und Minimierungsmaßnahmen. So sind für die Begrenzung von Transienten ganz andere Maßnahmen erforderlich (und technisch machbar) als z. B. für die Begrenzung der Feldstärken.

Michael Karus, Redaktion Elektromog-Report

[Zitierweise dieses Artikels: *Karus, M.: Vagabundierende Erdungsströme als Krebsrisikofaktor? Elektromog-Report 2 (1), S. 5-7 (1996)*]

#### Quellen:

1. Wertheimer, N., Savitz, D. A., Leeper, E.: Childhood cancer in relation to indicators of magnetic fields from ground current sources. *Bioelectromagnetics* **16**, 86-96 (1995).
2. Guttmann, J. L., Zafanella, L. E., Johnson, G. B.: Survey measurements and experimental studies of residential transient magnetic fields. Report TR-104532, Palo Alto, CA: EPRI (1994).
3. Meinert, R.: Epidemiologische Studien über elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bei Kindern. *Elektromog-Report* 1(5), S. 5-7 (1995).
4. Savitz, D. A., et al.: Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. *Am. J. Epidemiol.* **128**, 21-38 (1988).
5. Severson, R. K., et al.: Acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power frequency magnetic fields. *Am. J. Epidemiol.* **128**, 10-20 (1988).
6. Ground currents and transients: Clues to residential cancer risk. *Microwave News* 15(5), S. 3-5 (1995).
7. Schesselmann, J. J.: *Case-Control Studies: Design, Conduct, Analysis*. Oxford University Press, New York 1982.

### Seminarbericht Esslingen

## Biologische Wirkungen

**Vom 28.-29. November fand in der Medizinisch Technischen Akademie Esslingen ein Seminar zu biologischen Wirkungen elektromagnetischer Felder und Wellen statt.**

**Günter Käs** von der Universität der Bundeswehr in Neubiberg bei München sprach in mehreren Beiträgen über den aktuellen Erkenntnisstand im Bereich Hochfrequenz und biologische Wirkungen ("Hinweise gibt es viele, Beweise wenige"), die Forschungssituation in Deutschland und internationale Grenzwerte. Die Forschungslandschaft in Deutschland hält Käs für "beschämend". Im Bereich Elektromog wird drei Jahre überlegt und dann beschlossen, nichts zu tun. Auch in den nächsten fünf Jahren sind in Deutschland keine großen Erkenntnisse zu erwarten, da praktisch kein Geld bewilligt ist. Laut Käs werden Forschungsanträge insbesondere dann bewilligt, wenn die betreffenden Wissenschaftler bislang keine Effekte gefunden haben.

Die Folgen von Kurzzeitbelastungen, bei denen nicht selten positive Wirkungen festgestellt wurden, schlagen bei genügend langer Exposition (mehrere Wochen oder Monate) häufig ins Gegenteil um. Käs sieht hier eigene Versuchsergebnisse durch andere Institute bestätigt. Dabei gibt es Hinweise auf synergistische Effekte, daß z. B. eine Kombination der Belastung durch elektromagnetische Wellen und Schwermetalle eine Reduzierung der Belastbarkeit um den Faktor 100 bis 1.000 bewirkte.

Etwa 3,8 mV/m sind der kleinste bekannte Pegel, auf den der Mensch reagiert. Für guten Rundfunk- oder Fernsehempfang ist ein Pegel von ca. 4 mV/m erforderlich (72 dB über 1 V/m). Hiermit wird die Bundesrepublik mehrfach flächendeckend bestrahlt. Bei der jetzigen Erkenntnislage heißt das Gebot der Stunde: Belastung reduzieren.

Viele Studien haben gezeigt, daß die biologische Reaktion auf geschaltete bzw. gepulste Signale wesentlich stärker ist als auf konstante Signale. Die bisherige Grenzwertfestsetzung geht von der Annahme aus, Pulse seien genauso wirksam wie ihr Mittelwert. Die Gentechniker wissen schon lange, daß dies Unsinn ist und arbeiten mit Mikrowellenimpulsen unter 10 sec um Zellmembranen kurzzeitig zu öffnen.

**Georg Bahmeier** stellte u. a. ein hochwertiges Meßgerät für elektrische Wechselfelder vor. Das Meßgerät besteht aus einem Feldsensor und einer ausschließlich über Lichtleiter damit verbundenen Anzeigeeinheit und erlaubt somit potentialfreie Messungen der Feldstärke des elektrischen Wechselfeldes. Wird der Sensor an einer isolierten Stange montiert, so kann das elektrische Feld aufgrund der flachen Bauform des Sensors annähernd ohne Beeinflussung des Feldes vermessen werden (z. B. unterhalb von Hochspannungsleitungen). Ebenso gut eignet sich das Meßgerät zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke auf der Körperoberfläche eines einem elektrischen Feld ausgesetzten Menschen. Das Meßgerät deckt einen Frequenzereich von 10 Hz bis 50 kHz ab, der durch Filter auf die Frequenzbereiche um 16 2/3 Hz (Bundesbahn) und 50 Hz (öffentliche Stromversorgung) eingeschränkt werden kann. Der Preis liegt bei ca. 4.000 DM. Nähere Informationen: Ingenieurbüro für Feldmeßtechnik, Dr.-Ing. G. Bahmeier, Lechfelderstr. 13, 86836 Untermeitingen.

**Karl-Heinz Braun-von Gladiß** stellte u. a. alternative Behandlungsmethoden im Rahmen einer ganzheitlichen Medizin vor. So erzielte er z. B. mit Methoden der Bioresonanztherapie Behandlungserfolge bei Elektromog-geschädigten Patienten, denen mit den Mitteln der klassischen Medizin nicht geholfen werden konnte.

**Andreas Varga** berichtete von seinen seit Jahren bekannten (und umstrittenen) Experimenten zu HF-bestrahlten Hühnereiern und über den aktuellen US-amerikanischen NCRP-Report (vgl. Elektromog-Report 1(8), S. 5-7 (1995)).

**Herbert L. König** stellte innovative technische Konzepte vor, die durch geschickte Anordnung der Stromleiter und/oder Verteilung des Stroms auf mehrere Leiter einer Freileitung bzw. eines Stromkabels eine drastische Reduktion des hierdurch erzeugten Magnetfeldes ermöglichen. Durch relativ geringen technischen Mehraufwand könnten so die Belastungen in der Nähe von Hochspannungsleitungen, Bahntrassen, Erdkabeln usw. erheblich reduziert und damit die einzuhaltenen Sicherheitsabstände deutlich verkleinert werden. Ebenso können die von Raumbelichtungssystemen mit Niedervolt-Halogenlampen ausgehenden erheblichen Magnetfelder weitgehend vermieden werden, wenn man die Lampen statt der üblichen 2-Leiter-Installation mit einer 3-Leiter-Installation anschließt, wobei der Strom in einer Richtung auf zwei Leiter aufgeteilt wird. Dies verbessert die Magnetfeldkompensation so drastisch, daß in bestimmten Abständen Reduktionsfaktoren von bis zu 100 erreicht werden können.

Weiterhin stellte König Magnetfeldkompensationssysteme für (einigermaßen homogen belastete) Gebäude vor, bei denen durch außen um das Haus verlegte Spulen ein Gegenmagnetfeld erzeugt wird, das das ursprünglich vorhandene Magnetfeld weitgehend kompensiert.

Peter Nießen, Redaktion Elektromog-Report

[Zitierweise dieses Artikels: *Nießen, P.: Biologische Wirkungen - Seminarbericht Esslingen. Elektromog-Report 2 (1), S. 7-8 (1996)*]

## *Elektromog Report*

Nr. 2 / 2. Jahrgang Februar 1996

### Angriffspunkte von EMF

## Melatonin

**Das von der Zirbeldrüse (= Epiphyse, Pinealorgan) produzierte Neurohormon Melatonin spielt möglicherweise eine Schlüsselrolle bei den durch niederfrequente elektromagnetische Felder ausgelösten biologischen Wirkungen. In mehreren Studien wurde bei verschiedenen Tierarten eine Hemmung des physiologisch starken Anstiegs der Melatoninkonzentration während der Nacht durch exogene EMF ermittelt. Jüngere Forschungsergebnisse weisen dem Hormon eine größere Bedeutung für menschliche Gesundheit und Wohlbefinden zu als bisher angenommen. In den USA findet ein dort frei verkäufliches Melatoninpräparat, dem vielfältige Wirkungen nachgesagt werden, reißenden Absatz. Fernsehsendungen (SAT 1, ARD) griffen Ende 1995 die Diskussion um das neue "Wundermittel" auf.**

Melatonin wurde seit etwa März 1995 auch in Deutschland angeboten (60 Kapseln à 2,5 mg für 20 bis 30 DM). Seit einer Initiative des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin im Oktober 1995 dürfen nur noch Apotheken das Präparat auf Einzelanforderung aus dem Ausland importieren.

Die Funktion der Zirbeldrüse und ihres wichtigsten Hormons, dem Melatonin, wurde lange Zeit von den Ärzten weitgehend ignoriert. In den letzten 25 Jahren führten erhebliche Fortschritte im Verständnis der Biochemie und Physiologie der Epiphyse zu einer

Neubewertung. Die zwei wichtigsten physiologischen Funktionen stellen **innere Zeitgeberaufgaben** dar, die Beeinflussung des Tag-Nacht-Rhythmus und die Induzierung jahreszeitlicher Reaktionen auf die veränderte Tageslänge, etwa die Beeinflussung der Paarungsbereitschaft oder des Pelzwuchses bei Tieren. Melatonin wirkt auf den Hypothalamus, ein Teil des Zwischenhirns, der - z. B. durch die Ausschüttung sogenannter Releasing- (= Freisetzungs-) Hormone - eine übergeordnetes Regulationszentrum für verschiedene Körperfunktionen (Wärmeregulation, Schlaf-/Wachrhythmus, Fettstoffwechsel, Sexualfunktion etc.) darstellt.

Synthese und Sekretion von Melatonin in der Zirbeldrüse wird unabhängig vom Schlaf vor allem durch Licht und Dunkelheit gesteuert. Die nächtlichen Serumkonzentrationen liegen beim jungen Erwachsenen bei ca. 50-100 pg/ml gegenüber 10-20 pg/ml am Tag. Durch Nervenverbindungen ist das etwa erbsengroße Pinealorgan an der Gehirnbasis funktionell mit der lichtempfindlichen Netzhaut des Auges verbunden. Bei Blinden ist der Tag-Nacht-Rhythmus oft gestört. Nächtlicher Lichteinfall auf die Netzhaut führt innerhalb weniger Minuten zu einem deutlichen Abfall der Melatoninkonzentration. Daneben bestehen neuronale Kontakte zum peripheren sympathischen und zum zentralen Nervensystem. Ausgangsprodukt der **Biosynthese** des Hormons ist die essentielle Aminosäure Tryptophan, die von den Zellen der Epiphyse aus dem Blut aufgenommen wird. Über die Zwischenstufen 5-Hydroxytryptophan, Serotonin (= 5-Hydroxytryptamin) und N-Acetylserotonin wird schließlich Melatonin (= N-acetyl-5-methoxytryptamin) gebildet. Das lipophile Endprodukt wird in die Blutbahn abgegeben und dringt leicht in alle Zellen ein.

Melatonin besitzt offenbar spezifische Bindungsstellen (Rezeptoren) auf der Membran einiger Zellen und im Zellkern aller Zellen, so daß es einerseits wie ein Neurotransmitter (Übermittler nervöser Erregungen, wie z. B. Adrenalin) auf die Zellmembran und andererseits wie ein Steroidhormon (wie z. B. Cortison, Sexualhormone) auf den Zellkern wirkt.

Der Melatonin-Rhythmus kann auch durch elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Bereichs beeinflusst werden, durch nicht sichtbare ultraviolette Strahlung, **niederfrequente elektromagnetische Felder** sowie **gepulste statische Magnetfelder**. Reduzierungen des nächtlichen Melatoninanstiegs wurden bei Tieren zum Teil bereits bei Feldstärken ermittelt, denen Menschen im Alltag ausgesetzt sein können. **Löscher** und **Mevisen** (1995) setzten Ratten drei Monate magnetischen 50-Hz-Wechselfeldern von 0,3-100 T aus und fanden bei magnetfeldexponierten Tieren bereits bei 0,3 bis 1,0  $\mu\text{T}$  signifikant niedrigere Melatoninwerte während der Dunkelphase (vgl. Elektrosmog-Report 1(1), S. 5-6 (1995)). In einer Studie von **Harland** und **Liburdy** (1995) wurde die krebshemmende Wirkung von Melatonin an einer Brustkrebszelllinie durch ein Magnetfeld (1,2  $\mu\text{T}$ , 60 Hz) aufgehoben (vgl. Elektrosmog-Report 1 (9), S. 5-6 (1995)). Neben langzeitigen Expositionen wurden auch Kurzzeitexpositionen erprobt. So berichteten **Yellon** et al. (1991) von einer Beeinträchtigung des normalen nächtlichen Melatoninanstiegs, wenn Hamster 2 Stunden vor Eintritt der Dunkelheit über 15 Minuten einem Magnetfeld (100  $\mu\text{T}$ , 60 Hz) ausgesetzt waren. In verschiedenen Untersuchungen wurde eine Beeinflussung der Melatoninkonzentration durch ein elektromagnetisches Feld nur erzielt, wenn die Augen der Tiere intakt waren. Danach wäre der Photorezeptor mittelbar verantwortlich für EMF-Effekte auf die Zirbeldrüse. Die Empfindlichkeit des Organs ist offenbar tageszeitabhängig mit der größten Sensitivität in der frühen Dunkelperiode. In-vitro-Beobachtungen legen nahe, daß die Zirbeldrüse auch selbst magnetosensibel ist. Untersuchungen an Primaten bzw. Menschen sind spärlich und lassen bisher keine sicheren Schlüsse zu.

Die Epiphyse erlangt ihre Funktionsfähigkeit innerhalb der ersten Lebenswochen und -monate. Im 2. bis 3. Monat bildet sich die natürliche nächtliche Melatoninspitze aus. Neugeborene, die am **plötzlichen Kindstod** verstorben waren, wiesen im Durchschnitt etwa halb so niedrige Melatoninkonzentrationen auf wie gleichaltrige Kontrollen, die aufgrund anderer Ursachen verstorben waren. Eine Reifungsstörung von Epiphysenfunktion und Melatoninproduktion bzw. -sekretion wird daher von **Weissbluth und Weissbluth (1994)** als ein möglicher ursächlicher Faktor für den plötzlichen Kindstod angesehen.

Die nächtliche Melatoninkonzentration ist am höchsten im Kindesalter und am niedrigsten in fortgeschrittenem Lebensalter. Möglicherweise reagieren jüngere Menschen zudem sensibler auf von außen zugeführtes Melatonin. Eine Beeinflussung des Eintritts der Pubertät durch einen Melatoninkonzentrationsabfall wird angenommen. Übernormale nächtliche Melatoninkonzentrationen wurden bei Männern und Frauen mit primärer oder sekundärer Unfruchtbarkeit gefunden. Verschiedene Beobachtungen stützen die Annahme einer wechselseitigen Beeinflussung von Melatonin und Sexualhormonen. In Kombination mit Progestagen bzw. dem synthetischen Gestagen Norethisteron wurden **empfangnisverhütende Effekte** festgestellt.

Bei einer relativ abrupten Änderung der Tag-Nacht-Rhythmik etwa durch Reisen mit Zeitverschiebung und Nacharbeit hängt die Sekretion mehr von der Uhrzeit als vom Hell-dunkel-Rhythmus ab. Hier zeigen sich therapeutische Möglichkeiten bei der Behandlung des jet-lag bzw. bei bestimmten Formen der **Schlaflosigkeit** durch Einnahme von Melatonin etwa 2 Stunden vor dem gewünschten Schlafesintritt. In einer Studie (**Dollins et al. 1994**) mit am Tag eingenommenem Melatonin (0,1 bis 10 mg) an gesunden Probanden führten bereits Dosierungen von 0,1 und 0,3 mg zu einer Zunahme des Serum-Melatonin-Spiegels auf übliche nächtliche Spitzenwerte und zu einer deutlichen Zunahme der Schläfrigkeit. Die Forscher stellten ein vergleichbares Wirkungsprofil für das hypnotische Potential von Melatonin wie für die als Tranquilizer und Beruhigungs- bzw. Schlafmittel eingesetzten Benzodiazepine fest. Neben der Zufuhr von außen besteht zudem die Möglichkeit, durch bewußt eingesetztes helles Licht den endogenen Melatoninrhythmus therapeutisch zu beeinflussen bzw. zu synchronisieren.

Die kurze Halbwertszeit von Melatonin von deutlich weniger als einer Stunde macht eine direkte hypnotische Wirkung von Melatonin unwahrscheinlich. Das Hormon löst wohl eher eine Kaskade physiologischer Ereignisse aus, die schließlich innerhalb von 2 bis 3 Stunden den Schlaf einleiten.

Die Eigenschaft von Melatonin, in alle Zellen eindringen zu können, ist essentiell für eine weitere Funktion von Melatonin, nämlich die Fähigkeit, freie Radikale zu fangen. 1-2% des eingeatmeten Sauerstoffs endet als hochgiftiges Hydroxylradikal ( $\cdot\text{OH}$ ), das wegen seiner Reaktivität allgemein als besonders zerstörerisch für große Moleküle wie Eiweiße, Fette und DNA (Erbsubstanz) angesehen wird. Experimentell ist Melatonin ein etwa doppelt so wirksamer **Radikalfänger** wie Vitamin E und etwa fünfmal so wirksam wie Glutathion (ein weiterer endogener Radikalfänger). Dabei wirkt Melatonin offenbar nicht nur als direkter Radikalfänger, sondern stimuliert ein Enzym (Glutathionperoxidase), das die intrazelluläre Konzentration von  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Wasserstoffperoxid) vermindert, was zu einer verminderten Bildung von Hydroxylradikalen beiträgt.

In einem Tierversuch wurde Ratten das Karzinogen Safrol injiziert, das normalerweise über die Induzierung einer großen Menge freier Radikale die DNA zerstört. Bei simultaner Verabreichung von Melatonin wurde ein 99prozentiger Schutz vor Zerstörung der

Erbsubstanz erzielt. Störungen, die zu einem verminderten nächtlichen Anstieg von Melatonin führen, können daher zu einer vermehrten **oxidativen Schädigung der DNA** führen. Diese Untersuchungen deuten nach **Reiter** et al. (1994) an, daß eine Reduktion des natürlichen Melatoninspiegels durch EMF eine vermehrte Krebsinitiation und nicht nur, wie allgemein angenommen, eine Tumorpromotion begünstigen könnte (vgl. Elektrosmog-Report 1 (8), S. 5-7 (1995)).

Unspezifisch positive Wirkungen gegen die Krebsentstehung stellen auch die **Stimulierung natürlicher Killerzellen** durch Melatonin dar. Jüngst wurden Melatoninrezeptoren auf Lymphozyten, eine Form weißer Blutkörperchen, entdeckt, ein Hinweis auf einen weiteren möglichen Angriffspunkt des Hormons.

Melatonin besitzt offensichtlich auch spezifische Eigenschaften gegen **hormonabhängige Tumoren**. Bei Brustkrebs mit östrogen- bzw. progesteronpositiven Rezeptoren unterdrückte es die Transkription des entsprechenden Rezeptorgens und damit die Bildung der Rezeptoren. Eine kombinierte Anwendung mit dem Antiöstrogen Tamoxifen bei Brustkrebstumoren wird zur Zeit erprobt. Jüngst wurde in einer großen epidemiologischen Studie aus Schweden eine leichte Zunahme hormonabhängiger Tumoren unter verstärkter beruflicher EMF-Belastung beobachtet (vgl. Elektrosmog-Report 1 (9), S. 6, (1995)).

Bei **Depressionen** oder manisch-depressiven Störungen sowie bei chronischer Schizophrenie wurden von einigen Autoren verminderte Melatoninkonzentrationen bzw. ein Fehlen des tageszeitabhängigen Rhythmus festgestellt. Die komplexe multifaktorielle Natur psychischer Störungen läßt im Einzelfall allerdings keine einfache Interpretation der Beziehung zwischen Melatonin und Erkrankung zu.

Wie wirkt sich eine **Melatoninzufuhr von außen** aus? Ein wesentlicher Unterschied zur endogenen natürlichen Melatoninausschüttung besteht bei oraler Applikation im Konzentrationsverlauf. Aufgrund der kurzen Halbwertszeit kommt es einige Minuten nach der Aufnahme zu einer kurzen initialen Konzentrationsspitze, gefolgt von einem ebenso schnellen Abfall, so daß nach etwa 4 Stunden praktisch keine Konzentration mehr nachweisbar ist. Eine Zufuhr von Melatonin hat akut offenbar keine meßbaren negativen Auswirkungen. Mehrwöchige Verabreichung hoher oraler Dosen (100 mg und mehr) führte nicht zu einer Störung endokriner Funktionen. Untersuchungen über die Auswirkungen einer langzeitigen äußeren Zufuhr von Melatonin liegen bisher nicht vor und sollten nur in kontrollierten Studien erfolgen. Immunstimulierende Effekte können eventuell Personen mit **Autoimmunerkrankungen** (z. B. Rheuma) gefährden. Im **arzneimitteltelegramm** (12/1995) wird darauf hingewiesen, daß die Behandlung von Schlafstörungen und Depressionen mit der Melatoninvorstufe Tryptophan (Kalma®) wegen der vereinzelt Auslösung des Eosinophilie-Myalgie-Syndroms, einer schweren Autoimmunerkrankung, abgebrochen werden mußte. Melatonin ist recht instabil gegenüber Oxidation und Schäden sind vermutlich weniger vom Melatonin selbst als von mit Abbauprodukten verunreinigten Präparaten zu erwarten. Zum Teil werden Melatoninprodukte aus menschlichen Epiphysen hergestellt, was weitere Risiken hinsichtlich unerwünschter Beimengungen birgt.

Therapeutische Möglichkeiten für Melatonin könnten sich anbieten für die Behandlung von Störungen der Tag-Nacht-Rhythmik (z. B. Schichtarbeiter, Flugzeugbesatzungen, Blinde), bei alten Menschen mit gestörter Melatoninsekretion, zur Zusatzbehandlung bestimmter Krebsleiden, zur Stimulierung des Immunsystems und eventuell zur Vorbeugung verschiedener Erkrankungszustände und Alterungsprozesse. Dabei sind physiologische Serumkonzentrationen offenbar mit einem Bruchteil der Menge zu erzielen, wie sie bisher in

Kapselform angeboten wird. Vorrang vor einer künstlichen Zufuhr von außen hat ein ungestörter natürlicher Melatoninkonzentrationsverlauf.

Franjo Grotenhermen, Redaktion Elektrosmog-Report

[Zitierweise dieses Artikels: *Grotenhermen, F.: Melatonin. Elektrosmog-Report 2 (2), S. 5-6 (1996)*]

**Quellen bzw. Literatur (eine Auswahl):**

1. Dollins, A. B., et al.: Effect of inducing nocturnal serum melatonin concentrations in daytime on sleep, mood, body temperature, and performance. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 91, 1824-1828 (1994).
2. Katalyse e. V. (Hrsg.): Elektrosmog - Gesundheitsrisiken, Grenzwerte, Verbraucherschutz. Verlag C. F. Müller, Heidelberg 1994, S. 47 ff.
3. Melatonin - ein Neurohormon als Allheilmittel. a-t 12 (1995), S. 114.
4. Weitere Vorbehalte gegen Neurohormon Melatonin. a-t 1 (1996), S. 15.
5. Wunderdroge Melatonin. ARD, Globus, 12. 12. 1995.
6. Reiter, R. J., Melchiorri, D., et al.: A review of the evidence supporting melatonin's role as an antioxidant. J. Pineal. Res. 18, 1-11 (1995).
7. Reiter, R. J.: Melatonin suppression by static and extremely low frequency electromagnetic fields: relationship to the reported increased incidence of cancer.
8. Webb, S. M., Puig-Domingo, M.: Role of melatonin in health and disease. Clin. Endocrinol. 42, 221-234 (1995).
9. Weissbluth, L., Weissbluth, M.: Sudden infant death syndrome: a genetically determined impaired maturation of the photoneuroendocrine system. A unifying hypothesis. J. Theor. Biol. 167, 13-25 (1994).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 3 / 2. Jahrgang März 1996

### Epidemiologie

## **Niedersachsenstudie zu EMF und Kinderkrebs**

**Im Februar 1996 wurden die Ergebnisse einer auf Niedersachsen bezogenen epidemiologischen Untersuchung vorgestellt, bei der die EMF-Exposition krebskranker - darunter insbesondere Leukämien - und gesunder Kinder verglichen wurde. Es wurden nur in 1,4% der untersuchten Wohnungen Werte über 0,2 µT festgestellt. Bei leukämiekranken Kindern fanden sich gegenüber gesunden Kindern dreimal so häufig stärkere Magnetfelder im Wohnbereich. Dieser Unterschied ist bei der kleinen Fallzahl jedoch statistisch nicht signifikant. Die Ergebnisse fügen sich nahtlos in das Bild früherer US- und schwedischer Studien ein, die ebenso Hinweise auf eine schwache Assoziation von EMF und Leukämie gefunden hatten.**

In den niedersächsischen Gemeinden Sittensen und Elbmarsch fielen Ende der achtziger bzw. zu Beginn der neunziger Jahre Häufungen von Leukämieerkrankungen auf. Sichere Ursachenzuweisungen für diese Auffälligkeit waren nicht möglich. Zwischen 1992 und 1995 wurde, basierend auf dem am **Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation** geführten **Deutschen Kinderkrebsregister**, eine niedersachsenweite Fallkontrollstudie zur Ermittlung von Ursachen für kindliche Leukämien durchgeführt.

Im Rahmen dieser umfassenden Untersuchungen wurde von **Prof. Jörg Michaelis** (Universität Mainz) und Mitarbeitern auch ein möglicher Zusammenhang zwischen Krebserkrankungen im Kindesalter und Belastungen durch elektromagnetische Felder (EMF) untersucht. In früheren Studien anderer Autoren war zum Teil ein signifikanter Zusammenhang ermittelt worden, in anderen jedoch nicht (vgl. Elektromog-Report, 1(5), S. 5-7 (1995)).

### **Methodik**

Insgesamt konnten 129 leukämieerkrankte Kinder in der Auswertung berücksichtigt werden. Als weitere Fallgruppe dienten 115 Kinder mit soliden Tumoren (ZNS-Tumore, Neuroblastome, Nephroblastome und Rhabdomyosarkome (= Tumore von Nervensystem, Niere und Weichteilen)). Als Kontrollgruppe dienten 328 gesunde Kinder, die zum einen Teil den Erkrankten hinsichtlich des Wohnortes paarweise zugeordnet (Nahkontrollen), zum anderen Teil aus verschiedenen Gemeinden Niedersachsens mittels einer bevölkerungsgewichteten Zufallsauswahl bestimmt wurden (Fernkontrollen). Es wurde darauf geachtet, daß die verschiedenen Kollektive eine ähnliche Geschlechts- und Altersverteilung aufwiesen. Sozialstatus der Eltern und Urbanisierungsgrad (Stadt versus Land) wurden berücksichtigt.

Die Niedersachsen-Krebs-Studie legte besonderen Wert auf eine möglichst genaue Bestimmung der Feldexposition. Damit sollte eine wichtige Schwachstelle vieler bisheriger Studien, in denen die Belastungen nur über Schätzungen, Berechnungen oder Kurzzeitmessungen erfaßt wurden, vermieden werden.

Die Techniker der **TU-Braunschweig** verwendeten aufgrund der günstigen Handhabbarkeit das US-amerikanische Meßgerät EMDEX II. Die magnetische Flußdichte wurde für den gesamten Frequenzbereich (40 - 800 Hz) aufgenommen.

Es wurden zwei verschiedene Meßmethoden berücksichtigt. Bei der 24-Stunden-Messung wurden in zwei verschiedenen Zimmern (Wohn- und Kinderzimmer) im zeitlichen Abstand von 15 Sekunden Meßwerte aufgenommen. Bei der wegegetriggerten Kurzzeitmessung wurde der örtliche Feldverlauf innerhalb der Wohnungen mit Hilfe eines Meßrades, welches drei Meßwerte pro Meter aufnahm, bestimmt.

Zusätzlich wurden Außenmessungen entlang zwei Meßwegen, parallel und senkrecht zum Gehweg vorgenommen. Der über die Außenmessung ermittelte Wert sollte als Schätzwert des gemessenen Innenraumwertes verwendet werden, falls ein Teilnehmer eine Innenraummessung ablehnt. (Wegen schlechter Korrelation von theoretischem und tatsächlich gemessenem Wert fand die Außenmessung bei der Auswertung allerdings später keine weitere Beachtung.)

Bei den Innenraummessungen wurden je Etage oder Wohnung mindestens zwei Messungen (Längs- und Querrichtung) und eine zusätzliche Spotmessung im Kinderzimmer durchgeführt. Hierdurch sollen lokale Feldquellen wie Boiler, Durchlauferhitzer, Speicherheizung und hausinterne Versorgungsleitungen (oder auch Erdungsschleifen oder vagabundierende Ströme) zuverlässig erfaßt werden. Ferner wurden bettnahe Elektrogeräte (z. B. Radiowecker) aufgenommen.

Insbesondere zeigen die Feldverläufe, ob interne oder externe Felder in den Wohnräumen dominieren. So kann z. B. der Einfluß einer am Haus vorbeilaufenden Freileitung (geringe Laständerungen) von internen Quellen unterschieden werden.

Als Schwellenwert für "hohe" bzw. "niedrige" EMF-Exposition wurde ein **Median** (= Zentralwert; der mittlere der nach der Größe geordneten Werte) der 24-Stunden-Messung von 0,2 µT festgelegt.

### Ergebnisse

Nur in 1,4% aller Wohnungen (8 von 572) lag der Median der Messungen über 0,2 µT. In 3,1% (4 von 129) lagen Wohnungen leukämiekranker Kinder über 0,2 T, in 0,9% (1 von 115) die andere Tumorkranke und in 0,9% (3 von 328) die gesunden Kontrollen. Der Median aller Messungen lag bei 0,025 µT. Nur 10% aller Messungen lagen über 0,075 µT. Das 95%-Quantil aller Mediane war im Vergleich mit den Gesunden (0,095 µT) bei den Leukämien und anderen Tumorkranken mit 0,135 µT erhöht, d. h. 5% der Wohnungen von Tumorkranken wiesen größere mediane Werte als 0,135 T auf, während die oberen 5% der Werte bei den Gesunden bis 0,095 µT herunter reichten.

Tabelle 1: Konfirmatorische Analysen mit einem Schwellenwert von 0,2T (Median der 24h-Messungen)

	n		Fälle		Kontrollen		OR	90%-KI	p-Wert
Leu Nah	98	98	3	3,1%	1	1,0%	2,9	0,4 - 19,9	0,18
Leu Fern	129	161	4	3,1%	2	1,2%	2,3	0,5 - 9,9	0,17
Leu . K	129	328	4	3,1%	3	0,9%	3,2	0,9 - 11,6	0,06
Tu K	115	328	1	0,9%	3	0,9%	0,9	0,1 - 6,3	0,53
ZNS K	54	328	1	1,9%	3	0,9%	2,1	0,3 - 15,2	0,27
Leu/ZNS K	183	328	5	2,7%	3	0,9%	2,8	0,8 - 9,6	0,08
Leu/Tu K	244	328	5	2,1%	3	0,9%	2,0	0,6 - 6,8	0,18

Leu (Leukämien), Tu (andere Tumore), ZNS (Tumore des zentralen Nervensystems), Nah (Nahkontrollen), Fern (Fernkontrollen), K (Nah- und Fernkontrollen), OR (Odds Ratio, Schätzung des relativen Risikos), KI (Konfidenzintervall, Vertrauensbereich)

Wie Tabelle 1 zeigt, ergaben sich beim Vergleich der leukämiekranken Kinder mit den Nahkontrollen, den Fernkontrollen und beiden Kontrollgruppen zusammen ein geschätztes relatives Risiko (OR) von etwa 3 (2,3 bis 3,2). Bei den leukämiekranken Kindern wurde also etwa dreimal so häufig wie bei den gesunden Kontrollen ein medianer Wert der EMF-Belastung von > 0,2 µT ermittelt. Die Erhöhung ist bei der kleinen Fallzahl der mit > 0,2 µT belastet eingestuften Wohnungen nicht signifikant. Ebenfalls nicht signifikant über 1 liegen die Odds Ratios für die Vergleiche ZNS versus Kontrollen (2,1), Leukämien und ZNS-Tumore versus Kontrollen (2,8) und Leukämien und andere Tumore versus Kontrollen (2,0).

Neben diesen Analysen wurde eine Vielzahl weiterer explorativer Berechnungen für den Vergleich der Leukämien und der zusammengefaßten Kontrollen vorgenommen.

Eine **systematische Variation des Schwellenwertes** für den Median des 24-Stunden-Messung im Kinderzimmer von 0,05  $\mu\text{T}$  bis 0,25  $\mu\text{T}$  ergab ein erhöhtes Odds Ratio von 3,15 ( $p=0,04$ ) für Schwellenwerte von 0,15  $\mu\text{T}$  und 0,16  $\mu\text{T}$ . Bei einer dreistufigen Einteilung der Exposition ( $< 0,1 \mu\text{T}$ ,  $0,1 - < 0,2 \mu\text{T}$  und  $0,2 \mu\text{T}$ ) fand sich mit ansteigender Exposition kein Trend.

Tabelle 2: Verschiedene explorative Analysen mit einem Schwellenwert von 0,2T (Median der 24h-Messungen)

	n		Exponierte				OR	90%-KI	p-Wert
	Leu	K	Leu		K				
Nachtwert	129	328	5	3,9%	3	0,9%	3,9	1,1 - 13,4	<b>0,03</b>
Nachtwert (nur 0-4 Jahre)	74	174	4	5,4%	1	0,6%	11,1	1,7 - 72,4	<b>0,02</b>
Mittelwert 24h	129	328	4	3,1%	6	1,8%	1,5	0,5 - 4,4	0,27
Mittelwerte der beiden Mediane	129	328	4	3,1%	3	0,9%	3,3	0,9 - 11,8	0,06
Kurzzeit	129	328	3	2,3%	7	2,1%	0,9	0,3 - 2,9	0,56

Für den **Mittelwert** (= arithmetisches Mittel) der Messungen ergab sich ein nicht signifikant erhöhtes Odds Ratio von 1,5 ( $p=0,27$ ). Der Mittelwert ist stärker beeinflusst durch sogenannte "Ausreißer", in diesem Fall durch kurzzeitig vorkommende Erhöhungen des Magnetfeldes, als der Median und daher bei der vorliegenden Untersuchung wenig geeignet.

Für den **Mittelwert der beiden Mediane** aus den Messungen in Kinderzimmer und Wohnzimmer betrug das Odds Ratio 3,3 ( $p=0,06$ ), für die **Kurzzeitmessungen** 0,9 ( $p=0,56$ ). Wurden nur die **Nachtwerte** verwendet, so ergab sich ein Odds Ratio von 3,9 ( $p=0,03$ ), für die Untergruppe der 0-4jährigen sogar von 11,1 ( $p=0,02$ ).

Da das Ergebnis der Kurzzeitmessung stark vom Zeitpunkt der Messung abhängt, wurde größeres Gewicht auf die Langzeitmessung gelegt. Der Nachtwert schien den Autoren interessant, da sich einerseits das Kind sehr wahrscheinlich auch dort befindet, wo gemessen wird, und er andererseits im Zusammenhang mit der Melatoninhypothese gesehen werden kann (vgl. Elektromog-Report 2(2), S. 5-7, (1996)). Tatsächlich fanden sich bei den Nachtwerten auch auffällige Assoziationen, die jedoch durch die Vielzahl der Tests (multiple Testsituation bei explorativen Analysen) zufällig bedingt sein können.

### Diskussion und Schlußfolgerung

Die Magnetfeldexpositionen bei den in Niedersachsen gemessenen Wohnungen lagen deutlich unter den Werten, die z. B. aus schwedischen und nordamerikanischen Studien (Großraum Los Angeles: 16% der gemessenen Wohnungen über 0,2  $\mu\text{T}$ ) oder Messungen in deutschen Großstädten bekannt sind. Ursachen für die Unterschiede sind vor allem die ländliche Prägung großer Teile Niedersachsens, der hohe Anteil privater Eigenheime sowie unterschiedliche Verkabelungsstandards. Bzgl. der Wohnform zeigt sich ein eindeutiger Trend: Die niedrigsten Werte wurden auf Bauernhöfen gemessen, gefolgt von Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern. Die höchsten Belastungen fanden sich in Wohnblöcken.

Demgegenüber waren die jahreszeitlich bedingten Unterschiede in der Magnetfeldexposition zu vernachlässigen.

Die Autoren sehen in ihren Beobachtungen einen "weiteren Hinweis darauf, daß ein schwacher Zusammenhang zwischen der häuslichen Exposition durch stärkere elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bestehen könnte." Statistisch signifikante Ergebnisse seien nicht nachgewiesen worden. Die Wahrscheinlichkeit, einen Zusammenhang aufzudecken, sei jedoch wegen der unerwartet geringen Zahl der über 0,2 µT Exponierten niedrig gewesen. Ein möglicher Zusammenhang zwischen EMF und Krebs im Kindesalter sei vermutlich nur schwach und nur ein kleiner Teil der Bevölkerung sei vermutlich hoch exponiert. Michaelis und Mitarbeiter sprechen sich wegen der Stützung der Hypothese, daß ein Zusammenhang zwischen EMF und Tumoren im Kindesalter bestehe, für eine bundesweite Ausdehnung der Studie aus, um mit Hilfe höherer Fallzahlen die Frage nach einem Zusammenhang zwischen EMF und Kinderleukämie statistisch abgesichert beantworten zu können. Derzeit wird von Michaelis und Mitarbeitern bereits eine weitere Studie für den Raum Berlin durchgeführt, deren Ergebnisse mit Spannung erwartet werden, da hier eine größere Zahl an Wohnungen mit stärkeren magnetischen Feldern erwartet wird.

[Zitierweise dieses Artikels: *Niedersachsenstudie zu EMF und Kinderkrebs. Elektrosmog-Report 2 (3), S. 6-8 (1996)*]

**Quellen:**

1. Michaelis, J., Schütz, J., Meinert, R., Menger, M., Grigat, J.-P., Kaatsch, P., Kaletsch, U., Miesner, A., Stamm, A., Brinkmann, K., Kärner, H.: Elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen im Kindesalter: Ergebnisse einer Fallkontrollstudie in Niedersachsen. Papier zur Pressekonferenz und Vortragsveranstaltung, TU Braunschweig 8.2.1996.
2. Grigat, J. P. 1996: Meßtechnik- und -Verfahren zur Bestimmung einer Feldexposition in Wohnungen. Papier zur Pressekonferenz und Vortragsveranstaltung, TU Braunschweig 8.2.1996.

**Kommentar**

**Nicht viel Neues, aber ...**

Die erste wissenschaftliche epidemiologische Studie zum Thema EMF und Kinderleukämie in Deutschland brachte - international betrachtet - wenig Neuigkeiten. Die Ergebnisse reihen sich nahtlos ein in die Ergebnisse bisher durchgeführter Studien.

Bemerkenswert ist allerdings, daß die hierzulande oftmals als unsauber gescholtenen US- und schwedischen Studien in ihren Ergebnissen von der deutschen Studie bestätigt wurden. Auch die deutsche Gründlichkeit beim Messen kann die Hinweise auf einen schwachen Zusammenhang zwischen EMF und Kinderleukämie nicht zum Verschwinden bringen.

Die Leukämiefälle wurden nur in Beziehung zur magnetischen Flußdichte gesetzt. Hier wurde eine echte Chance vertan, über bisherige Studien hinauszugehen. Meßtechnisch aufgenommen wurde auch die zeitliche Veränderung des Feldes, so daß es möglich gewesen wäre, über die Flußdichte hinausgehende Feldparameter in Beziehung zu Leukämiefällen zu setzen. Seit Jahren wird zunehmend diskutiert, ob die magnetische Flußstärke das geeignete Maß für die biologische Wirkung darstellt. Vielleicht sind zeitliche und räumliche Feldgradienten, kurze Spitzen wie Transienten oder die Feldrichtung ebenso wichtige Parameter, um das EMF-Puzzle zu lösen. Es bleibt zu hoffen, daß noch entsprechende Nachauswertungen erfolgen bzw. diese Fragestellungen in laufenden und zukünftigen Studien mit einbezogen werden. Ebenso bleibt zu hoffen, daß die epidemiologische Forschung ihr Augenmerk auch auf andere

Krebserkrankungen, insbesondere hormonabhängige Tumore wie z. B. Brustkrebs richtet, da hier aufgrund der - leider - erheblich höheren Fallzahlen bei entsprechenden Unterschieden leichter statistisch signifikante Ergebnisse gefunden werden können.

Die Niedersachsenstudie hat aber auf anderer Ebene Neues gebracht: Mit Michaelis hat erstmalig ein international renommierter Statistiker die deutsche Elektrosmogszene betreten, die bislang vor allem von Seiten der Elektrotechnik dominiert wird. Es wird der EMF-Entwarner-Lobby nicht gelingen, Michaelis vor ihren Karren zu spannen. Das Niveau der Auseinandersetzung wird hierdurch steigen.

Wie notwendig dies ist, zeigten Pressekonferenz und Vortragsveranstaltung anlässlich der erstmaligen Präsentation der Niedersachsenstudie am 8.2.1996 in der TU Braunschweig. Nachdem **Jan Peter Grigat** die Meßverfahren und -ergebnisse erläutert und **Jörg Michaelis** seine epidemiologischen Resultate vorgestellt hatte, mußte - wie schon so oft - **Hermann C. Kärner** (TU Braunschweig) in den Ring, um die Michaelis-Ergebnisse ins rechte Licht zu rücken, die Folgen der Felder "gesundzubeten". Daß er sich dabei einige fachliche Schnitzer auf dem Gebiet der Statistik und auch Physik erlaubte, störte den Elektrotechnik-Fanclub nicht weiter. Andere Teilnehmer und Journalisten konnten die Vorstellung indes kaum glauben und hätten lieber die Zeit genutzt, über die beiden ersten Vorträge zu diskutieren. Gut, daß nun wenigstens Michaelis mitmischt ....

**Michael Karus**, Redaktion Elektrosmog-Report

### Hochfrequenz

## **Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg**

**Eine aufwendige Untersuchung der Universität Bern konnte in der Umgebung des schweizer Kurzwellensenders Schwarzenburg zwar keine erhöhte Häufigkeit körperlicher Krankheiten nachweisen, wohl aber eine signifikante Zunahme psychovegetativer Beschwerden wie vor allem Schlafstörungen. Zur Überraschung der Wissenschaftlicher konnte die bei diesem Befund naheliegende Melatoninhypothese nicht bestätigt werden.**

Der Kurzwellensender Schwarzenburg nahm im Jahr 1939 seinen Betrieb auf. Seine sternförmige Hauptantenne stammt aus dem Jahr 1954. In der Regel sind maximal drei 6,1- bis 21,8-MHz-Antennen gleichzeitig in Betrieb. Die Sendeleistung beträgt je 150 kW. Im Jahr 1971 wurde im Süden des Senders zusätzlich eine 250-kW-Antenne in Betrieb genommen, die allerdings nur als gelegentlicher Ersatz für den Sender in Sottens eingesetzt wird.

Seit den siebziger Jahren sind aus der Bevölkerung im Umkreis des Senders Klagen über gesundheitliche Beeinträchtigungen laut geworden, die auf den Sender zurückgeführt wurden. Am 2. März 1990 brachte eine Anwohnergruppe eine Petition ein, in der die wissenschaftliche Abklärung der Frage gesundheitlicher Schäden durch den Sender verlangt wurde. Im April 1991 nahm eine vom Bundesamt für Energiewirtschaft bestellte, vorwiegend aus Medizinern zusammengesetzte Arbeitsgruppe ihre Arbeit auf.

### **Methodik**

Im Sommer 1992 wurde unter der anwohnenden Bevölkerung, die je nach Exposition in die Gruppen A (hoch), B (mittel) und C (niedrig) eingestuft wurde, eine breitangelegte Gesundheitsbefragung durchgeführt. Um bereits möglichst klar zwischen direkten (biologischen) und indirekten (durch Angst bewirkten oder verstärkten) Auswirkungen unterscheiden zu können, wurden auch Fragen eingeschlossen, die näheren Aufschluß über die sozialen Verhältnisse und die Persönlichkeit der Befragten geben konnten. Ebenfalls 1992 erfolgte eine Tagebucherhebung, in der eine Stichprobe der Bevölkerung in den verschiedenen exponierten Gebieten während dreimal 10 Tagen genau über ihre Beschwerden und ihr Befinden Buch führten. Während der Zeit dieser Erhebung wurden in zufälliger Reihenfolge die Senderrichtungen für die verschiedenen Programme geändert, so daß die elektromagnetische Exposition der Bevölkerung anders als gewohnt ausfiel. Bei Versuchen im Jahr 1993 wurde der Sendebetrieb sogar für vier Tage komplett eingestellt.

### **Zunahme von Schlafstörungen**

Aufgrund der Analyse der Gesundheitsbefragung zeigte sich sehr bald, daß mit zunehmender Nähe zum Sender und mit zunehmender gemessener magnetischer Feldstärke ein größerer Anteil der Bevölkerung über verschiedene Beschwerden berichtete. Bei den über 45jährigen zeigte sich dieser Unterschied deutlicher als bei den Jüngeren. Am deutlichsten und konstantesten war dies bei den Schlafstörungen zu beobachten, wobei sich **Einschlaf- und Durchschlafstörungen** gleich verhielten. Neben den Schlafstörungen zeigten auch Symptome wie Nervosität, allgemeine Schwäche und Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, die in der Medizin gemeinsam als "**psychovegetative Störungen**" bezeichnet werden, dasselbe Muster. Die Schlafstörungen sind insbesondere auch unter Berücksichtigung verschiedener Störfaktoren signifikant mit den gemessenen Feldstärken korreliert, während die anderen Beschwerden nur indirekt über die Schlafstörungen in Beziehung zum Sender stehen.

Ein interessanter Zusatzbefund war, daß die Bewohner der exponierten Zonen ihre Freizeit signifikant häufiger außerhalb ihrer eigenen Wohnzone verbringen als die nichtexponierte Bevölkerung.

Die Befunde wurden auch durch die Tagebucherhebung bei gleichzeitiger Änderung der Senderrichtungen bzw. Abschalten des Senders erhärtet. Es zeigte sich wiederum, daß Schlafstörungen mit zunehmender magnetischer Feldstärke statistisch signifikant häufiger auftraten, wenn durch Änderung der Senderrichtung die Exposition verändert wurde. Es zeigte sich ferner, daß mit einer Verzögerung von einem Tag das Abstellen des Senders von einer Verbesserung der im Tagebuch angegebenen Schlafqualität gefolgt war, die knapp statistische Signifikanz erreichte.

Eine erhöhte Häufigkeit körperlicher bzw. chronischer Krankheiten wie Krebs oder Zuckerkrankheit wurde im engerem Umkreis des Senders nicht gefunden, wobei jedoch die Bevölkerungszahl für einen wissenschaftlichen Nachweis zu klein war.

### **Melatoninhypothese**

Die aufgrund anderer Arbeiten naheliegende Hypothese, daß die Störung des Schlafes durch eine Beeinflussung des Melatoninhaushaltes verursacht würde (Elektrosmog-Report 2(2), S. 5-7 (1996)), konnte nicht bestätigt werden. Es zeigte sich, daß der Melatoninspiegel von der magnetischen Feldstärke der vom Kurzwellensender stammenden Felder unabhängig war, und

daß die Einstellung des Senderbetriebs nicht mit einer Änderung des gemessenen Melatoninspiegels verbunden war.

Auch in einer parallel laufenden Studie an zehn Kühen in zwei leicht unterschiedlich exponierten Ställen, bei der der Melatoningehalt anhand von alle zwei Stunden entnommenen Speichelproben bestimmt wurde, fand sich keine signifikante Änderung im Melatoninspiegel. Die graphische Darstellung der Zeitverläufe des Melatonins ließen zwar einen Effekt des Senders vermuten, indem das Abstellen des Senders von höheren nächtlichen Maximalwerten des Melatonins im Speichel gefolgt war. Die beobachteten Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant. Als Problem erwies sich vor allem die kleine Anzahl der Tiere.

### **Fazit**

Die Studie weist nach, daß der Kurzwellensender Schwarzenburg die Schlafqualität der am stärksten exponierten Personengruppe beeinträchtigt, höchstwahrscheinlich in direkter Weise. Dies ist als eine erhebliche Störung des Wohlbefindens zu werten und kann diverse psychovegetative Folgestörungen nach sich ziehen. Die derzeit international empfohlenen Immissionsgrenzwerte wurden an keinem der zahlreichen Meßpunkte und zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Die Autoren regen an, daß die zuständigen Gremien angesichts der Befunde ihre Grenzwertempfehlungen überprüfen sollten. Weitere Untersuchungen seien angebracht, sowohl wissenschaftliche Grundlagenforschung als auch weitere epidemiologische Studien. Wegen der benötigten Bevölkerungsgrößen seien vor allem internationale Verbundstudien sinnvoll.

Die Autoren betonen, daß von Schlafstörungen betroffene Anwohner im engsten Umkreis des Senders in Einzelfällen einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Sender rechtlich geltend machen könnten.

Die von kritischen Wissenschaftlern seit Jahren aus Vorsorgegründen geforderte Verringerung der HF-Expositionen - z. B. auf ein Zehntel der international empfohlenen Grenzwerte - wird durch die Ergebnisse wissenschaftlich gestützt. Bei bestehenden Anlagen sollten alle technisch und betrieblich möglichen und wirtschaftlich tragbaren Maßnahmen ergriffen werden, die zu einer Verringerung der Exposition beitragen.

[Zitierweise dieses Artikels: Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg *Elektrosmog-Report 2 (4)*, S. 5-6 (1996)]

#### **Quelle:**

Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität zu Bern unter Mitarbeit weiterer Institutionen: Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg. BEW-Schriftenreihe, Studie Nr. 56, Bern 1995. Die Studie wurde erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft und kann bezogen werden bei der EDMZ, CH-3000 Bern, FAX: 0041-31-3223975.

## **Erhöhte Anzahl von Hirntumoren durch Bundeswehr-Radar?**

**In Vollersode und Wallhöfen (Landkreis Osterholz-Scharmbeck, nördlich von Bremen) sind ungewöhnlich viele Hirntumorfälle aufgetreten. Egbert Kutz, Arzt für**

## **Allgemeinmedizin aus Vollersode, stellte die Häufung fest, die inzwischen auch vom Robert-Koch-Institut Berlin bestätigt wurde.**

Seit 1981 registriert **Kutz** alle Gehirntumore in der Gemeinde Hambergen. In Vollersode und Wallhöfen traten 15 Hirntumorfälle auf - fünfmal mehr als laut Statistik in diesem Zeitraum auftreten sollten. 10 Patienten, darunter auch junge Erwachsene und Kinder, sind bereits gestorben.

Als Ursache vermuten Kutz und besorgte Bürger, die sich in einer Bürgerinitiative zusammengeschlossen haben, die Radaranlage der Bundeswehr-Raketenstellung und den Fernmelde-Funkturm der Telekom. Zeichnet man um beide Sendeanlagen einen Kreis von dreieinhalb Kilometer, so liegen laut Kutz die meisten Hirntumorfälle in dem Bereich, wo sich beide Kreise überlappen.

Inzwischen wurden vom Bundesamt für Post und Telekommunikation umfangreiche Messungen durchgeführt, die zu dem Ergebnis kamen, daß "die gemessenen Werte weit unter den zulässigen Personenschutzgrenzwerten" liegen. "Eine Gesundheitsgefährdung durch die Funkwellen kann somit ... ausgeschlossen werden." Das Bundesamt stellt abschließend fest, daß die in Vollersode gemessenen elektromagnetischen Feldstärken "sich nicht von den Werten anderer Gemeinden in der Republik abheben". Ob dies allerdings auch für die Radarstrahlung der Bundeswehrranlage gilt, ist fraglich.

Der Radarexperte **Prof. Dr. Heinrich Hönerloh** vermutet als Ursache für die erhöhte Anzahl der Tumoren die Radarstrahlen aus den Hochleistungsgeräten der Raketenstellung. Die Exposition könne durch Reflexionen z. B. am Funkturm erhöht werden. Demgegenüber hält **Hönerloh** die Emissionen des Telekomfunkturms für vernachlässigbar.

Am 4. März fand eine öffentliche Kreistagsondersitzung in Osterholz statt. Als Experten kamen **Dr. Leberecht von Klitzing** (Medizinische Universität zu Lübeck), **Dr. Günter Käs** (Universität der Bundeswehr in Neubiberg bei München), **Dr. Hauke Brüggemeyer** (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie), **Prof. Dr. Eberhard Greiser** (Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin, BIPS) und **Herr Josef Opitz** (Bundesamt für Post und Telekommunikation). Über 300 Bürger nahmen die Gelegenheit wahr, mit Experten und Politikern über die möglichen Ursachen und Gegenmaßnahmen zu diskutieren. In einer abschließenden Resolution wurde die Verwaltung aufgefordert, mit der Bundeswehr in Verhandlung um die Aufgabe des Radarsenders zu treten.

**Greiser** betonte, daß die Häufung in der Tat auffällig und außergewöhnlich sei. Zur näheren Abklärung der Krebsursachen ist eine 500.000 DM teure Studie in der Diskussion. Das Land Niedersachsen muß nun über die Finanzierung entscheiden.

## **FGF präsentiert neue Forschungsergebnisse zu gepulster HF-Strahlung**

**Am 31. Januar 1996 trat die FGF (Forschungsgemeinschaft Funk e. V.) mit mehreren Presseerklärungen zu Ergebnissen von in ihrem Auftrag durchgeführten Studien zur Wirkung gepulster HF-Strahlung, wie sie im Mobilfunk Verwendung findet, an die Öffentlichkeit. Bei den verschiedenen Untersuchungen waren keine biologischen Wirkungen festgestellt worden.**

Nach den unter Leitung von **Prof. Wolfgang Rüger** (Fakultät für Biologie der Universität Bochum) durchgeführten Untersuchungen fanden sich keine nachweisbaren HF-Effekte auf biologisch aktive Moleküle (DNA, Enzyme) und einfache Organismen (Viren und Bakterien), keine Schädigung der Erbsubstanz und keine Beeinträchtigung von Enzymfunktionen. Unter der Leitung von **Prof. Walter Gehlen** (Universitätsklinik Bochum) waren Untersuchungen zur Beeinflussung des EEG (Elektroenzephalogramm zur Messung der Gehirnströme) und der Denk- bzw. Konzentrationsfähigkeit durchgeführt worden. Auch hier waren keine signifikanten Einflüsse durch gepulste HF-Strahlung ermittelt worden.

Die CETECOM Essen setzte sich mit den Untersuchungsbefunden von **Dr. Leberecht von Klitzing** (Universität Lübeck) auseinander. Dieser hatte in verschiedenen Untersuchungen Einflüsse gepulster HF-Strahlung auf das EEG ermittelt. Gemäß den Presseerklärungen der FGF seien von *"Dr. L. von Klitzing und CETECOM ... gemeinsam 3 Versuche durchgeführt"* worden, wobei einmal nach der Aussage von Dr. L. von Klitzing ein Effekt aufgetreten sei. In einer Mitteilung gegenüber dem *Elektrosmog-Report* weist der Lübecker Medizinphysiker jedoch darauf hin, daß während der Durchführung der drei Versuche *"die gegebenen Bedingungen (Filmaufnahmen während des Versuchs u. s. w.) nicht unseren tatsächlichen Versuchsbedingungen"* entsprachen. Die CETECOM-Mitarbeiter seien darauf aufmerksam gemacht worden, daß *"die Auswertung der Versuche sich nur auf die Überprüfung unseres Algorithmus beschränken"* sollte. Die Ergebnisse der CETECOM wurden dennoch im *Spiegel* veröffentlicht (9.2.1996, S. 213). Danach beruhten die von Dr. von Klitzing beobachteten EEG-Veränderungen darauf, daß die Versuchsperson eingeschlafen sei.

In der Erklärung der CETECOM kritisiert diese an verschiedenen Punkten Methodik und frühere Untersuchungsergebnisse sowie deren Bewertung durch den Lübecker Medizinphysiker. So habe das *"Ein- und Ausschalten des Hochfrequenzfeldes ... vom Probanden wahrgenommen"* werden können, das bei den Versuchen verwendete gepulste HF-Signal unterscheide sich von einem kontinuierlichen *"praktisch kaum, da die in der Modulation enthaltene Leistung (Information) verschwindend klein gegenüber der Trägerleistung"* sei etc. Demgegenüber weist Dr. von Klitzing in Übereinstimmung mit anderen Untersuchern daraufhin, daß der Pulsung bzw. *"Modulation selbst die biologische Bedeutung zuzuschreiben"* sei, die Probanden das Ein- und Ausschalten des HF-Feldes nicht hätten wahrnehmen können etc.

#### Quellen:

1. Presseerklärungen der FGF vom 31.1.1996.
2. Persönliche Mitteilung von Dr. Leberecht von Klitzing, März 1996.

## Höhere Leukämieraten in der Umgebung australischer Fernsehsender

Nach einer Pilotstudie von **Dr. Bruce Hocking** und Mitarbeitern (Melbourne/Australien) wiesen Kinder, die in der Nähe von Fernsehsendern lebten, signifikant erhöhte Leukämieraten auf.

Zwischen 1972 und 1990 war das Leukämierisiko für Kinder, die in der Nähe von drei Sendetürmen im Norden Sydneys lebten, in denen vier Fernseh- und ein Radiosender untergebracht sind, um das Zweifache im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die mehr als 12 Kilometer entfernt lebte, erhöht. Meistens handelte es sich um lymphatische Leukämien. Für

Erwachsene war das Risiko geringer erhöht, jedoch immer noch statistisch signifikant. Es fand sich keine Erhöhung der Gehirntumor-Erkrankungsrate.

Nach den Berechnungen von **Hocking** und Mitarbeitern lag die Hochfrequenz-Leistungsflußdichte in unmittelbarer Nähe der Sendetürme bei  $0,08 \text{ mW/cm}^2$  und sank auf  $0,02 \text{ mW/cm}^2$  in einer Entfernung von 4 Kilometern. In den Gemeinden der Kontrollgruppe lag die HF-Leistungsflußdichte bei etwa  $0,002 \text{ mW/cm}^2$ . Grenzwerte für die Allgemeinbevölkerung liegen in Deutschland zwischen  $0,2 \text{ mW/cm}^2$  (30-300 MHz) und  $1,0 \text{ mW/cm}^2$  (3-300 GHz).

**Hocking** erklärte gegenüber *Microwave News*, daß es sich um vorläufige Ergebnisse handle, die durch weitere Ergebnisse bestätigt werden müßten. Es "*führe zu weit,*" die Ergebnisse auf den Mobilfunk zu übertragen. Es sei jedoch "*vernünftig, daß einige Länder, prospektive epidemiologische Krebsstudien zu möglichen Effekten von Mobiltelefonen starten - sowohl für Basisstationen als auch für Handies -, damit in 10 Jahren einige Antworten vorliegen.*"

Die Ergebnisse wurden auf dem Kongreß zu gesundheitlichen Effekten von EMF in Palm Springs im November 1995 präsentiert und seien zur Veröffentlichung in einer medizinischen Fachzeitschrift eingereicht.

*Quelle: Microwave News 15(6), S. 1, 16 (1995).*

## **Gefahr durch schnurlose Telefone?**

In der März Ausgabe der Zeitschrift Öko-Test werden schnurlose (Haus-)Telefone in Hinblick auf ihre EMF-Emissionen untersucht und bewertet. Besonders ungünstig schnitten die neuen Geräte nach DECT-Standard ab, die nach Aussagen der Hersteller schon in drei bis vier Jahren einen Marktanteil von 90% erlangen sollen. Außerdem gibt es Überlegungen des RWE, nach dem Wegfall des Telekom-Monopols im Jahr 1998 ein flächendeckendes Telefonnetz mit Hilfe von Mini-Ortsnetzen (Reichweite 300 m) nach DECT-Standard aufzubauen.

DECT steht für "Digital European Cordless Telecommunication" und ist der neueste europäische Standard für schnurlose Telefone. Auf die hochfrequente Trägerwelle wird hier ein niederfrequenter Puls von 100 Hz gelegt. Kritisiert werden am DECT-Standard vor allem drei Eigenschaften:

- Die - nicht-gemittelten - Spitzenwerte für die Leistungsflußdichte der Basisstationen liegen deutlich über den Werten analoger oder anderer digitaler Systeme.
- Die gepulste Strahlung wird von verschiedenen Experten als biologisch besonders relevant eingestuft.
- Die Basisstationen arbeiten - im Gegensatz zu den anderen Systemen - als 24-Stunden Dauersender, unabhängig davon, ob telefoniert wird oder nicht.

Öko-Test empfiehlt, wenn es unbedingt ein schnurloses Telefon sein soll, analoge Geräte oder digitale, nicht-gepulste Geräte nach dem weltweiten CT-2-Standard. Von den getesteten schnurlosen Telefonen wurden entsprechend drei Modelle (Samsung Topline 100, Sony DCT-200 und Telekom Sinus 53) als "empfehlenswert" eingestuft, dagegen die anderen vier

Modelle (Hagenuk Home Handy CD, Philips System CP-5002, Siemens Gigaset 910 und Telekom Sinus 431 D) als "nicht empfehlenswert".

Quelle: Lichtblicke im Elektromog, drahtlose Telefone. Öko-Test 3/96, S. 24-30.

## DNA-Brüche nach niederfrequenter EMF-Exposition

**Henry Lai** und **Narenda Singh** von der Universität Washington berichteten auf dem Kongreß zu gesundheitlichen Effekten von EMF in Palm Springs im November 1995 (*Annual Review of Research on Biological Effects of Electric and Magnetic Fields from the Generation, Delivery and Use of Electricity*) von ihren jüngsten Forschungsergebnissen, nach denen 60-Hz-Magnetfelder Einzelstrang- und Doppelstrang-Brüche der Erbsubstanz DNA verursachen können. Sie ermittelten eine statistisch signifikante Zunahme von Einzelstrangbrüchen bei magnetischen Flußdichten von 100  $\mu$ T, 250  $\mu$ T und 500  $\mu$ T, und von Doppelstrangbrüchen bei Flußdichten von 250  $\mu$ T und 500  $\mu$ T. Es bestand eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Die DNA-Brüche werden nach Ansicht der Forscher vermutlich nicht direkt durch EMF verursacht, die Magnetfeldbelastung beeinträchtigt möglicherweise jedoch die natürlichen Reparaturmechanismen.

Vor etwas über einem Jahr hatten **Lai** und **Singh** großes Aufsehen erregt durch ihre Beobachtung, daß eine zweistündige Exposition von Ratten mit gepulster Hochfrequenzstrahlung mit Intensitäten unterhalb der Teilkörper-SAR-Grenzwerte der WHO von 2 W/kg zu einer signifikanten Zunahme von Einzelstrang-DNA-Brüchen im Gehirn um 20-30% führe (Elektromog-Report 1(1), S. 7-8 (1995)). Damals wurde insbesondere von der Mobilfunkindustrie die Zuverlässigkeit des von den Forschern verwendeten Nachweisverfahrens, der **Komet-Assay** (alkalische Mikrogel-Elektrophorese bzw. Einzelzell-Gel-Assay), in Frage gestellt. Mittlerweile hat ein Expertenausschuß der WTR (*Wireless Technology Research*), Forschungsverband der US-amerikanischen CTIA (*Cellular Telecommunications Industry Association*) das Verfahren überprüft und zum Nachweis von EMF-Effekten auf die DNA gutgeheißen. Die WTR plant jetzt die Verwendung des Komet-Assays bei eigenen Forschungsvorhaben.

Quellen: *Microwave News*, 15(6), S. 2 und 9 (1995); *Microwave News*, 16(1), S. 10-12 (1996).

## Skandinavische Metaanalyse zum Kinderkrebsrisiko

"Es gibt keinen anerkannten Mechanismus, durch den magnetische Felder von Hochspannungsleitungen eine Rolle bei der Krebsentstehung spielen könnten. Nichtsdestoweniger hat die epidemiologische Forschung nahezu übereinstimmend eine Assoziation zwischen häuslicher Magnetfeldexposition und Krebs gefunden. Dies gilt am deutlichsten für Kinderleukämie." (**Anders Ahlboom** und **Maria Feuchting** vom Karolinska Institute, Stockholm. In: *Feuchting, M., Ahlbom, A.: Childhood leukemia and residential exposure to weak extremely low frequency magnetic fields. Environ. Health Perspect. 103, Suppl. 2, 59-62 (1995)*).

Die bekannten schwedischen Epidemiologen **Feychting** und **Ahlboom** und ihre dänischen Kollegen um **Jørgen Olsen** präsentierten eine Metaanalyse ihrer beiden methodisch ähnlich angelegten, im Jahre 1993 publizierten Arbeiten zu EMF und Krebserkrankungen im Kindesalter. Durch Zusammenfassung der Daten nimmt die Kollektivgröße zu und mögliche Zusammenhänge treten deutlicher zutage. Für Expositionen von mehr als 0,2 µT fand sich eine Verdopplung des Risikos für Kinderleukämie gegenüber Expositionen unter 0,1 µT. Es wurde keine Zunahme des Risikos für Hirntumore bei 0,2 µT festgestellt, allerdings eine statistisch nicht signifikante Verdopplung bei 0,5 T. Die Leukämieraten nahmen bei mehr als 0,5 µT statistisch signifikant gar um das 5fache zu.

Die **Europäische Union** hat Ahlbom und Feychting jetzt mit einer Metaanalyse beauftragt, die Daten aus Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Norwegen, Schweden und Großbritannien einschließt. Das auf drei Jahre angelegte Projekt soll bereits in diesem Jahr beginnen.

*Quelle: Microwave News 16(1), S. 6 (1996).*

## *Elektrosmog Report*

Nr. 5 / 2. Jahrgang Mai 1996

### **EMF-Krebsreport der EPA wird zurückgehalten**

Die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA hat die Veröffentlichung ihres seit langem erwarteten Berichts über die Abschätzung des Krebsrisikos durch elektromagnetische Felder verschoben. Nach **Dr. Robert McGaughy** von der EPA, der acht Jahre an dem Bericht arbeitete, werde der Bericht "*in absehbarer Zukunft*" nicht erscheinen. Begründet wurde dies mit "*Budget-Unsicherheiten*".

Wie die amerikanische Zeitschrift *Microwave News* berichtet, stimme der EPA-Bericht in seiner Einschätzung des Krebsrisikos mit dem Mitte letzten Jahres vorzeitig bekannt gewordenen NCRP-Bericht weitgehend überein (vgl. *Elektrosmog-Report 1(8)*, S. 5-7 (1995)). In dem Bericht eines Komitees des US-amerikanischen Nationalen Rates für Strahlenschutz und Strahlenmessung (NCRP) war wegen des begründeten Verdachts auf einen Zusammenhang zwischen EMF und verschiedenen Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Erkrankungen eine deutliche Reduzierung der öffentlichen Belastung durch niederfrequente EMF gefordert worden.

Eine frühere Version des EPA-Reports, die *Microwave News* 1994 bekannt wurde, kam zu dem Ergebnis, daß die Verbindung zwischen EMF und Krebs "*eine wirkliche Assoziation ist, die nicht durch eine unsaubere epidemiologische Methodik erklärt werden*" könne. Zwischenzeitlich wurde der Report durch verschiedene Wissenschaftler überprüft, die nach **McGaughy** in wesentlichen Punkten den Ergebnissen des Berichts zustimmten.

**McGaughy** gab zu verstehen, daß der Bericht unter politischen Druck geraten sei. Nach einer Weisung des US-amerikanischen Senats solle sich die EPA "*nicht mit EMF-Aktivitäten befassen.*" Auch die Industrie meldete sich frühzeitig zu Wort: "*Einzelne Behörden sollten nicht plötzlich auftauchen und ihre eigenen Risikoabschätzungen abgeben*" meinte **Douglas Bannermann** von der NEMA (National Electrical Manufacturers Association) bereits Anfang 1995.

## EMF-Projekt der WHO

Die **Weltgesundheitsorganisation (WHO)** hat bisher drei Monographien zu möglichen Risiken durch elektromagnetische Felder veröffentlicht (1984, 1987 und 1993). Es besteht allerdings *"jetzt ein dringlicher Bedarf"* diese Dokumente auf den neuesten Stand zu bringen, wie es in einem Papier für ein internationales EMF-Projekt der WHO heißt, welches im Januar 1996 startete.

Das Projekt dient der Abschätzung von Auswirkungen statischer (0 Hz), niederfrequenter (0-300 Hz) und hochfrequenter (300 Hz-300 GHz) Felder auf Gesundheit und Umwelt. Es ist auf 5 Jahre angelegt mit einem Gesamtbudget von ca. 3,3 Mio. US-Dollar. Viele nationale und internationale Organisationen haben bereits ihre Bereitschaft zur Kooperation gezeigt, darunter die **International Agency for Research on Cancer (IARC)**, Internationale Agentur für Krebsforschung), und die **International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**, Internationale Strahlenschutzkommission für nicht-ionisierende Strahlung).

Menschen die wenig oder nichts über die Gesundheitsrisiken durch EMF wüßten, *"sehen sie als eine unbekannte Gefahr an und schätzen das Risikoniveau höher ein als bei Gefahren, mit denen sie vertraut sind."*

Epidemiologische Studien *"geben Hinweise, daß Kinder und Erwachsene, die magnetischen Feldern ausgesetzt sind, ein erhöhtes Risiko für Leukämie, Hirntumoren und anderen Krebsarten aufweisen."*

Im Projektpapier wird darauf hingewiesen, daß im HF-Bereich *"eines der größten Probleme das Fehlen standardisierter Methoden für die Abschätzung der lokalen SAR,"* speziell beim Mobiltelefonieren die spezifische Absorptionsrate im Kopf darstelle. Zudem, halte die Sorge an, daß *"die Exposition gegenüber gepulster und amplitudenmodulierter HF-Strahlung gesundheitsbeeinträchtigende Auswirkungen"* haben könne.

Ein erster Bericht soll bereits innerhalb von zwei Jahren vorgelegt werden. Er soll eine *"aktuelle Risikoabschätzung für die Gesundheit"* liefern und *"Wissenslücken identifizieren,"* um so Forschung in diesen Bereichen anzuregen.

Quelle: The International EMF Project (update März 1996). Informationen über: Dr. M. Repacholi, Office of Global and Integrated Environmental Health, World Health Organization, CH-1211 Geneva 27, Fax: +41 22 791 4123

## *Elektrosmog Report*

Nr. 6 / 2. Jahrgang Juni 1996

### **Wiederholung der Brustkrebsstudie von Löscher**

Larry Anderson von dem bekannten US-amerikanischen Forschungslabor Batelle Pacific Northwest Lab in Richland erhielt einen mit 1,5 Millionen Dollar dotierten Forschungsauftrag von der NIEHS (National Institute of Environmental Health Science) zur Wiederholung der Brustkrebsstudien von Wolfgang Löscher und Meike Mevissen.

Löscher und Mevissen von der Tierärztlichen Hochschule Hannover hatten einen krebsfördernden Effekt von niederfrequenter EMF in einem Brustkrebsmodell an Ratten ermittelt (Elektrosmog-Report, 1(1), S. 5-6, 1995). Ratten, die eine bestimmte Menge DMBA, eine chemische krebserregende Substanz, erhalten hatten, die im allgemeinen bei etwa 50% der Tiere Brustkrebs auslöst, entwickelten unter niederfrequenter EMF-Belastung (50 Hz) mehr bzw. häufiger Tumoren bzw. Vorstufen von Tumoren als ohne EMF-Belastung. Es fanden sich Hinweise auf einen dosisabhängigen Effekt bei magnetischen Flußdichten zwischen 0,3 T und 100 T. Bei magnetfeldexponierten Tieren fanden sich zudem in der Dunkelphase erniedrigte Konzentrationen des Hormons Melatonin.

Löscher setzt seine Studien mit finanzieller Unterstützung des Bundesumweltministeriums (vgl. Elektrosmog-Report 2(1), 1996) und des US-amerikanischen Department of Energy fort.

Anderson will mit seinen umfangreichen Studien im Juli beginnen und zunächst die Studie von Löscher und Mevissen exakt wiederholen, d. h. dreimonatige Exposition gegenüber einem 50-Hz-Wechselfeld von 100 T nach Gabe von täglich 5 mg DMBA. Daneben sollen Untersuchungen mit einem 60-Hz-Magnetfeld vorgenommen werden, wie es in den USA verwendet wird. Später sollen die Expositionszeiten auf 6 Monate ausgedehnt und die DMBA-Dosen verringert werden.

Neben Anderson versucht auch Bo Holmberg vom schwedischen Institut für das Arbeitsleben in Solna Gelder für die Wiederholung der Studien von Löscher zu erhalten.

*Quelle: Microwave News 16 (2), S. 5, (1996).*

## *Elektrosmog Report*

Nr. 7 / 2. Jahrgang Juli 1996

### Technik

## **EMF-Belastung im Transrapid**

**Die Magnetschwebbahn Transrapid 07 führt im Fahrgastraum in Sitzhöhe zu Magnetfeldbelastungen von etwa 5  $\mu$ T (Effektivwert) - wie sie in ähnlicher Größe auch im IC oder ICE auftreten. Das magnetische Feld im TR 07 wird in der Hauptsache von niederfrequenten Anteilen unter 47,5 Hz bestimmt. Eine amerikanische Studie über die Auswirkungen der TR-07-Magnetfelder auf die Melatoninkonzentration fand keine Effekte; die Aussagekraft der Studie ist infolge schlechter Feldsimulation allerdings gering.**

Am 9. Mai verabschiedete der Deutsche Bundestag mehrheitlich das umstrittene Magnetschwebbahnbedarfsgesetz. Damit kann 1998 der Bau der 300 km langen Transrapidstrecke Berlin-Hamburg beginnen. Ab 2005 soll der Transrapid mit einer Spitzengeschwindigkeit von 400 km/h verkehren und - laut Planung - täglich 40.000 Fahrgäste transportieren. Um den verkehrsplanerischen Sinn des ca. 9 Mrd. DM teuren und mit 5,6 Mrd. DM öffentlich geförderten Projektes soll es hier nicht gehen, sondern vielmehr um die EMF-Belastung der Fahrgäste.

Aufgrund der Tatsache, daß Magnetfelder für das Schweben und Fortbewegen des Transrapids eine zentrale Rolle spielen, liegt es nahe, eine hohe Feldbelastung der Fahrgäste zu erwarten. Die Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (Berlin) untersuchte in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH (FGEU, Berlin)

die "Exposition durch statische und niederfrequente elektrische und magnetische Felder an der Magnetschwebebahn Transrapid 07".

Im Innenraum des Transrapids wurden Magnetfelder mit Frequenzen von 0 bis ca. 350 Hz gemessen. Das magnetische Gleichfeld (0 Hz) erreicht in Bodenhöhe des Fahrgastraumes Maximalwerte zwischen 100 und 400  $\mu\text{T}$  und in Sitzhöhe zwischen 60 und 110  $\mu\text{T}$ . Es liegt damit deutlich über dem natürlichen Erdmagnetfeld von 30 bis 60  $\mu\text{T}$ .

Für die "Mittelwerte aus den Effektiv- und Spitzenwerten der magnetischen Flußdichte über eine Fahrrunde an der Position Reihe 2L" ergaben sich für den Frequenzbereich zwischen 16 und 512 Hz folgende Werte:

Magnetische Flußdichte im Fahrgastraum (Reihe 2L) des Transrapids (16-512 Hz, T)		
	Effektivwert	Spitzenwert
Boden	10,03	25,86
Sitzhöhe	5,51	9,44
Kopfhöhe	1,77	5,52

Bei verschiedenen Messungen zeigte sich, daß die magnetischen Wechselfelder am Boden stets um den Faktor 5 bis 7 größer sind als die Felder im Kopfbereich. Andere elektrisch betriebene Schienenfahrzeuge zeigen erheblich geringere Feldstärkeunterschiede zwischen Kopf- und Fußbereich.

Das magnetische Feld im TR 07 wird "in der Hauptsache von niederfrequenten Anteilen unter 47,5 Hz bestimmt". Diese Anteile werden von der Regelung der Trag- und Führungsmagnete bei der Überfahrt über die in regelmäßigen Abständen in Längsrichtung angeordnete Trägerspalte verursacht. Die Frequenz wird damit linear von der Fahrgeschwindigkeit bestimmt. Bei 300 km/h ist die dominante Frequenz des magnetischen Feldes 3,3 Hz und bei 415 km/h 4,5 Hz. Durch die Nachregelung der Führungsmagnete entstehen Transienten, bei denen sich die magnetische Feldstärke innerhalb von ca. 15 msec um etwa 20  $\mu\text{T}$  ändert.

Der grundlegende Effekt resultiert aus der erforderlichen Richtungskorrektur beim Übergang von einem Schienenstück zum nächsten ("Trägerspalte"). Vergrößern sich durch längeren Betrieb die geometrischen Abweichungen des Schienenstrangs, so wird ein stärkeres Nachregeln notwendig sein, welches mit erhöhten Feldstärken einhergeht.

Auch die Motorfrequenz des TR 07 ist im Feldstärkespektrum zu sehen; sie beträgt bei 300 km/h 160 Hz und bei 415 km/h 216 Hz.

Die Bundesanstalt für Arbeitsmedizin schreibt zusammenfassend: "Die Werte der magnetischen Flußdichte liegen an allen Meßorten wesentlich unter den international empfohlenen Grenzwerten für 24stündige Exposition und sind niedriger als bei allen anderen untersuchten Rad-Schiene-Systemen." Für letztere Aussage bleibt die Bundesanstalt den Nachweis schuldig und verweist auf noch nicht veröffentlichte Untersuchungsberichte an anderen schienengebundenen Transportsystemen.

Bisherige Untersuchungen im Fahrgastraum von IC und ICE zeigten magnetische Feldstärken ähnlicher Größe wie im Transrapid.

Zu eventuellen gesundheitliche Auswirkungen von Transrapid-Fahrten liegt bislang eine Studie vor. **Kenneth R. Groh** vom "Center for Mechanistic Biology and Biotechnology, Argonne, Illinois (USA)" untersuchte die Wirkung von Transrapid-ähnlichen Magnetfeldern auf die Funktion der Zirbeldrüse von Ratten. Im Vergleich zu Kontrollen fanden sich keine Effekte auf die Melatoninkonzentration oder auf die Aktivität des Enzyms NAT (Serotonin-N-Acetyltransferase). NAT kommt eine Schlüsselrolle bei der Bildung von Melatonin aus dessen Vorstufen zu.

Wurde die siebenfache Feldstärke des TR 07 verwendet, so verminderte sich die NAT-Aktivität signifikant um 45%. Auch die Melatoninkonzentration sank - allerdings nicht signifikant - um 33 bis 43%.

Größter Schwachpunkt der Studie, die vom US-Department of Transportation/Federal Railway Administration und dem US-Department of Energy finanziert wurde, ist die Simulation der TR-07-Magnetfelder durch die Superposition von zehn Sinussignalen. Hierdurch wird der tatsächliche Frequenzverlauf der magnetischen Feldstärke schlecht reproduziert (wie der Autor selber graphisch zeigt); insbesondere werden auch die Transienten, die durch das Nachregeln der Führungsmagneten entstehen, nicht berücksichtigt. Dahinter steht die Annahme, Pulse seien so wirksam wie ihr Mittelwert. Etliche Studien deuten im Gegenteil darauf hin, daß Pulse biologisch erheblich wirksamer sind als ungepulste Wechselfelder.

Die Aussagekraft der Studie in Bezug auf mögliche Auswirkungen der Transrapidfelder auf die Melatoninkonzentration ist infolge die schlechten Feldsimulation gering. Zukünftige Studien sollten den tatsächlichen Frequenzverlauf aufzeichnen und diesen im Labor realitätsgetreu reproduzieren.

**Michael Karus, Peter Nießen und Franjo Grotenhermen**

Redaktion Elektromog-Report

[Zitierweise dieses Artikels: *Karus, M., Nießen, P., Grotenhermen, F.: EMF-Belastung im Transrapid. Elektromog-Report 2 (7), S. 5-6 (1996)*]

**Quellen:**

1. Bundesanstalt für Arbeitsmedizin: Schienengebundene Transportsysteme, Teil 1: Exposition durch statische und niederfrequente elektrische und magnetische Felder an der Magnetschwebebahn Transrapid 07 (Untersuchungsbericht). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, Berlin 1995.
2. Groh, K. R.: Transrapid TR-07 Maglev-Spectrum Magnetic Field Effects on Daily Pineal Indoleamine Metabolic Rhythms in Rodents. Center of Mechanistic Biology and Biotechnology, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois 60439 (USA). Ohne Jahresangabe.

**Leicht erhöhtes Risiko für Gehirntumoren bei EMF-exponiertem US-Air-Force-Personal**

**J. Kevin Grayson** vom Armstrong-Forschungslabor der Brooks Air Force Basis in Texas untersuchte 230 Fälle von Gehirntumoren bei männlichen Personen, die zwischen 1970 und 1989 mindestens ein Jahr bei der Air Force beschäftigt waren (n=880.000), und verglich diese mit 920 Kontrollen. Die kumulative Belastung durch niederfrequente EMF und Hochfrequenzstrahlung wurde auf der Basis der Art der Tätigkeit und der Dauer der Tätigkeit geschätzt. Für den Niederfrequenzbereich wurden Einteilungen in keine, mögliche, wahrscheinliche und sichere Exposition, für den Hochfrequenzbereich Einteilungen in keine, mögliche und wahrscheinliche Exposition vorgenommen.

Wurden die niemals Exponierten den Exponierten gegenüber gestellt, so fand sich für die gegenüber niederfrequenten EMF Exponierten eine grenzwertig signifikante Zunahme des Risikos für das Auftreten eines Gehirntumors um 28% (Konfidenzintervall: 0,95-1,74) und für die gegenüber hochfrequenten EMF Exponierten eine grenzwertig signifikante Zunahme des Risikos um 39% (Konfidenzintervall: 1,01-1,90). Bei diesen Berechnungen wurden Alter, Rasse und militärischer Rang berücksichtigt.

Es fand sich bei Berücksichtigung unterschiedlicher Intensitäten und Dauer der Exposition kein klarer dosisabhängiger Effekt. Zudem ließ sich keine wechselseitige Beeinflussung bei Exposition gegenüber verschiedenen Frequenzen nachweisen. Allerdings war ein zunehmender militärischer Rang mit einem erhöhten Risiko verbunden.

Dieser Zusammenhang zwischen militärischem Rang und Gehirnkrebsrisiko ließ sich nicht dadurch erklären, daß höherrangige Personen länger bei der Air Force waren, denn auch unter Berücksichtigung von Alter oder Dauer des Dienstes blieb der Effekt bestehen. Der Zusammenhang konnte vom Autor nicht hinreichend erklärt werden.

Abschließend geht **Grayson** trotz der Begrenztheit der Studie, die vor allem die Expositionsabschätzung betrifft, davon aus, daß eine "*geringe Beziehung*" zwischen EMF-Exposition und Gehirntumoren bei Air-Force-Mitarbeitern bestehe. Genauere Aussagen ließen sich nur durch sehr aufwendige prospektive Studien mit Messungen der Exposition gewinnen.

**Quelle:** Grayson, J. K.: Radiation exposure, socioeconomic status, and brain tumor risk in the US Air Force: a nested case-control study. Am. J. Epidemiol. 143, 480-486 (1996).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 8 / 2. Jahrgang August 1996

### Experimentelle HF-Forschung

## **Beeinflussung des Schlafes durch HF-Strahlung**

Zwei jüngere Studien aus Deutschland und den USA/Schweiz untersuchten den Einfluß gepulster bzw. amplitudenmodulierter Hochfrequenz(HF-)strahlung auf den Schlaf. Die Arbeitsgruppe um Boris Pasche von der Firma Symtonic (USA) fand eine günstige Beeinflussung von Schlafqualität und Schlafdauer bei experimenteller Verwendung amplitudenmodulierter Hochfrequenzstrahlung. Die deutsche Arbeitsgruppe um Klaus Mann von der Universität Mainz ermittelte eine ungünstige Beeinflussung der REM-

**Schlaf-Phase (Traumschlaf) bei Frequenzen, wie sie beim Mobiltelefonieren Verwendung finden. Beide Untersuchungen zeigen, daß amplitudenmodulierte HF-Strahlung mit Intensitäten unterhalb der internationalen Grenzwerte biologische Prozesse des Gehirns beeinflussen kann.**

Die Arbeitsgruppe um Dr. **Boris Pasche**, die jetzt in der Zeitschrift "Sleep" ihre jüngsten Forschungsergebnisse präsentierte, hatte bereits 1994 schlaffördernde Effekte einer Therapieform beschrieben, die sie als Niedrig-Energie-Emissions-Therapie (LEET = Low Energy Emission Therapy) bezeichnete.

In der 1994 vorgestellten Untersuchung waren 52 gesunde Probanden im Alter zwischen 18 und 53 Jahren in einem Doppelblindversuch entweder einer 15minütigen Behandlung mit einer aktiven LEET-Vorrichtung (amplitudenmodulierte HF-Strahlung) oder einer Behandlung mit einer inaktiven LEET-Vorrichtung unterzogen worden (Reite et al. 1994). Nach einer Pause von einer Woche wurde gewechselt, so daß jeder der Teilnehmer einmal eine aktive Niedrig-Energie-Emissions-Therapie (LEET) erhielt und einmal eine Scheintherapie. Die aktive Behandlung bestand aus einem intermittierenden mit 42,7 Hz amplitudenmodulierten elektromagnetischem Hochfrequenzfeld von 27,12 MHz. Nach jeweils 3 Sekunden EMF folgte im Wechsel eine einsekündige Pause ohne Strahlung. Die Frequenz 42,7 Hz wurde gewählt, weil ein möglicher Effekt auf das EEG stärker gewesen war als bei anderen Frequenzen zwischen 1 und 100 Hz.

Die Probanden lagen mit geschlossenen Augen in einem dunklen Raum in einem Liegestuhl. Es wurde zunächst eine fünfminütige Messung der Gehirnströme mittels EEG (Elektroenzephalogramm) vorgenommen. Dann wurde das löffelförmige Mundstück der LEET-Vorrichtung zwischen Zunge und Gaumen plazierte, über die elektromagnetische Felder ausgesendet werden können. Anschließend erhielten die Patienten eine 15minütige Therapie bzw. Scheintherapie. Die Probanden konnten nicht unterscheiden, ob sie einem elektromagnetischen Feld ausgesetzt waren oder nicht. Nachdem das Mundstück entfernt worden war, wurde erneut ein 15minütiges EEG abgeleitet, mit dessen Hilfe sich Entspannungs- bzw. Schlafiefe ermitteln ließ.

### **Verlängerter Schlaf nach LEET**

Als wichtigste Ergebnisse ließen sich festhalten, daß im Vergleich mit der Scheintherapie bei aktiver LEET die Zeiten bis zum Eintritt des Schlafes und bis zum Eintritt verschiedener Schlafstadien unter EMF-Einfluß tendenziell verringert, die gesamte Schlafdauer um 15% verlängert und die Stadien tiefsten Schlafes am längsten waren ( $p=0,04$ ).

In ihrer jüngsten Studie (Pasche et al. 1996) hatte die amerikanische Arbeitsgruppe um **Pasche** nun 108 Patienten, die unter Schlaflosigkeit, und 15 Patienten, die unter Angstzuständen litten, mit LEET behandelt. Dabei fand sich eine deutlich verlängerte Schlafzeit der behandelten schlaflosen Patienten im Vergleich zur Kontrollgruppe und eine signifikante Verminderung der Angstsymptomatik im Angstkollektiv.

Alle Patienten erhielten eine Behandlung mit einem amplitudenmodulierten HF-Feld von 27,12 MHz. Bei den schlaflosen Patienten wurde folgendes Protokoll für die Modulation verwendet:

- 2,7 Hz für 6 Sekunden, 1 Sekunde Pause, 42,7 Hz für 3 Sekunden, 1 Sekunde Pause, 48,9 Hz für 3 Sekunden, 1 Sekunde Pause.

Für die Behandlung von Ängsten wurden zwei verschiedene Protokolle verwendet:

- 1,4 Hz für 40 Sekunden, 2,8 Hz für 20 Sekunden und 3,4 Hz für 15 Sekunden.
- 3,4 Hz für 15 Sekunden, 14,6 Hz für 4 Sekunden, 42,7 Hz für 2 Sekunden, 48,9 Hz für 2 Sekunden und 189,7 Hz für 1 Sekunde.

Die erzeugte Strahlungsintensität wurde so eingestellt, daß das lokale Maximum der geschätzten spezifischen Absorptionsrate (SAR) in der Schleimhaut des Mundes kleiner als 10 W/kg (IRPA-Basisgrenzwert) und im Gehirn zwischen 0,1 und 100 mW/kg lag. Die Effekte liegen damit deutlich im athermischen Bereich, da die Temperaturerhöhung im Gehirn deutlich unter 0,01 Grad Celsius liegt.

### **Zunahme der Schlafzyklen nach LEET**

Die schlaflosen Patienten schliefen nach 12 Behandlungen von jeweils 20minütiger Dauer, die dreimal in der Woche durchgeführt worden war, im Vergleich zur Kontrollgruppe im Durchschnitt nachts 76 Minuten länger. Die Zeit bis zum Schlafeintritt verringerte sich signifikant um im Mittel 22 Minuten und die Anzahl der Schlafzyklen pro Nacht - definiert durch die Anzahl der REM-Phasen (Traumschlafphasen) - nahm um 30% zu. Es handelt sich damit um die erste Behandlungsform für Schlaflosigkeit, die die Anzahl der Schlafzyklen vermehren konnte.

Als einziger Nebeneffekt wurde eine vermehrte Bewußtwerdung von Träumen festgestellt, die jedoch nach Ansicht der Autoren als Hinweis auf den Erholungsprozeß der Patienten gedeutet werden kann.

Drs. **Klaus Mann** und **Joachim Röschke** von der psychiatrischen Klinik der Universität Mainz fanden dagegen einen ungünstigen Effekt auf die Schlafqualität (Mann 1996). An ihrer Untersuchung zum Einfluß gepulster hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den menschlichen Schlaf nahmen 14 gesunde männliche Probanden teil. Das Untersuchungsprotokoll wich von dem der amerikanischen Arbeitsgruppe ab. Jeder Proband verbrachte drei aufeinanderfolgende Nächte in einem Schlaflabor. Ein digitales Mobiltelefon wurde in 40 cm Entfernung vom Scheitel plaziert. Die Telefonantenne sendete ein elektromagnetisches Feld von ca. 900 MHz mit einer Pulsung von 217 Hz und einer Pulsweite von 580 Mikrosekunden aus. Die maximal emittierte Energie betrug 8 Watt und führte zu einer mittleren Strahlungsflußdichte von 0,05 mW/cm<sup>2</sup> in 40 cm Entfernung. Den Probanden wurde erst nach 23 Uhr abends das Einschlafen gestattet. Zu diesem Zeitpunkt startete die bis 7 Uhr morgens dauernde Untersuchung. Die Probanden wurden ohne ihr Wissen an verschiedenen Tagen entweder acht Stunden lang dem beschriebenen elektromagnetischen Feld oder keinem Feld ausgesetzt.

### **Beeinträchtigung der Schlafqualität - Unterdrückung des REM-Schlafes**

Die auffälligsten Ergebnisse waren - in Übereinstimmung mit den US-amerikanischen Beobachtungen - eine signifikante Verringerung der durchschnittlichen Zeit bis zum Einschlafen von im Mittel 12,3 auf 9,5 Minuten ( $p < 0,005$ ), und - allerdings im Gegensatz zu den Beobachtungen von **Pasche** - eine deutliche Verringerung ( $p < 0,05$ ) des mittleren Anteils der REM-Schlafphasen um ca. 20% (von 17,1% auf 13,9%) an der weitgehend identischen Gesamtschlafdauer.

Weitere statistische Untersuchungen zeigten auch eine qualitative Beeinflussung des Schlafes. So fanden sich signifikante Wechselwirkungen zwischen der Schlafstufe und dem elektromagnetischen Feld. Für eine detaillierte Untersuchung wurden die EEG-Signale der Gehirnwellen in Frequenzbänder aufgeteilt: delta = 1-3,5 Hz, theta = 3,5-7,5 Hz, alpha<sub>1</sub> = 7,5-12,5 Hz, alpha<sub>2</sub> = 12,5-15 Hz, beta = 15-29 Hz. Es fiel vor allem eine starke Wechselwirkung zwischen den Alpha-Wellen (alpha<sub>1</sub> und alpha<sub>2</sub>) und dem EMF auf. Wie die Spektralanalyse der EEG-Signale nachwies, wurden vor allem die REM-Schlafphasen qualitativ beeinflusst mit erhöhter spektraler Intensität in allen Frequenzbändern.

Hinsichtlich der subjektiven Beurteilung der Schlafqualität durch die Probanden fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Exposition und Nichtexposition.

**Mann** und **Röschke** werten die Ergebnisse als Hinweis darauf, daß gepulste Strahlung in Frequenzen und Intensitäten, wie sie beim Mobilfunk Verwendung finden, einen den REM-Schlaf unterdrückenden Effekt haben könne und den Schlaf qualitativ ungünstig beeinflusse. Schwache EMF könnten biologische Effekte auslösen. Einschränkend weisen sie jedoch daraufhin, daß die Ergebnisse unter Laborbedingungen mit achtstündiger Expositionsdauer gewonnen wurden und im Alltag die Expositionszeiten wesentlich kürzer sind. Da die Ergebnisse an gesunden jungen Probanden erhoben wurden, sei es allerdings nicht ausgeschlossen, daß andere Kollektive (ältere Personen, Personen mit psychischen oder physischen Störungen) eine größere Empfindlichkeit gegenüber EMF aufwiesen.

Die hier vorgestellten Ergebnisse der Untersuchungen von **Pasche** und Mitarbeitern (1994 und 1996) und **Mann** und **Röschke** (1996) zeigen, daß es biologische Wirkungen von HF-Strahlung unterhalb der thermischen Schwelle gibt, deren Qualität von Modulation und Pulsung der Strahlung abhängt.

[Zitierweise dieses Artikels: *Beeinflussung des Schlafes durch HF-Strahlung. Elektromog-Report 2 (8), S. 5-6 (1996)*].

#### Quellen:

1. Reite, M., et al.: Sleep inducing effect of low energy emission therapy. *Bioelectromagnetics* 15, 67-75 (1994).
2. Pasche, B., et al.: Effects of low energy emission therapy in chronic psychophysiological insomnia. *Sleep* 19, 327-336 (1996).
3. Mann, K., Röschke, J.: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. *Neuropsychobiology* 33, 41-47 (1996).

### Einzelfallanalyse

## **Leukämiefälle in der Region Hamburg-Bergedorf**

**Am 22. Juli 1996** stellte Prof. Jörg Michaelis vom Deutschen Kinderkrebsregister der Universität Mainz die Ergebnisse einer Einzelfallanalyse zu den im Zeitraum 1984 bis 1994 aufgetretenen Leukämieerkrankungen bei Kindern im Bezirk Hamburg-Bergedorf vor.

Anlaß für die Untersuchung waren Berichte im Februar 1995, nach denen es in der Siedlung Neu-Allermöhe und in den Vier- und Marschlanden eine alarmierende Häufung von Leukämiefällen bei Kindern gäbe. Auswertungen des Hamburgischen Krebsregisters der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (BAGS) ergaben, daß die behauptete Leukämiehäufung in den Vier- und Marschlanden nicht bestätigt werden konnte, wohl aber in der Neubausiedlung Neu-Allermöhe. Dort war die Inzidenz kindlicher Leukämien gegenüber der Inzidenz im gesamten Stadtgebiet von Hamburg deutlich erhöht.

### **Methodik**

Die BAGS beauftragte **Michaelis**, in einer Einzelfallanalyse der insgesamt acht Fälle zu prüfen, welche bekannten und diskutierten Risikofaktoren sich bei den Leukämiepatienten wiederfinden und ob sich Gemeinsamkeiten zwischen den Fällen zeigen. Die Untersuchungen wurden in enger Anlehnung an die kurz zuvor abgeschlossene Niedersachsenstudie (vgl. Elektromog-Report 2(3), S. 6-8) durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit mit den dort beobachteten Ergebnissen zu gewährleisten. Die verwendeten Erhebungsinstrumente (umfangreicher Fragebogen und ein standardisiertes Telefoninterview) decken praktisch das gesamte Spektrum der zur Zeit diskutierten Risikofaktoren für Leukämien im Kindesalter ab. Betrachtet wurden u. a.: Expositionen der Eltern am Arbeitsplatz, Alter und Röntgenuntersuchungen der Mütter, Zahl der Impfungen, Exposition gegenüber Pflanzenschutzmitteln oder häuslich angewendeten Insektiziden, Nähe zu vielbefahrenen Straßen und schließlich die Magnetfeldbelastungen in den Wohnungen.

### **Magnetfeldbelastungen**

Zur Erfassung der Magnetfeldbelastung wurde der tageszeitliche Verlauf des Magnetfeldes mit je einem stationären Meßgerät über 24 Stunden im Kinderzimmer und im Wohnzimmer der betreffenden Wohnung aufgezeichnet (24-Stunden-Messung). Im Vordergrund der Beurteilung der Meßergebnisse stand der Median der 24h-Messung im Kinderzimmer in der jeweils am längsten bewohnten Wohnung sowie der Nachtwert, der als medianer Wert der Kinderzimmermessung zwischen 22:00 und 6:00 Uhr definiert wurde. Der Nachtwert für das Schlafzimmer des Kindes hat den Vorteil, daß er besonders gut einen wesentlichen Anteil der täglichen kindlichen Exposition charakterisiert, da sich die Kinder während des Meßzeitraumes mit großer Wahrscheinlichkeit an diesem Ort aufgehalten haben.

Die Messungen wurden für sieben Kinder durchgeführt, das achte Kind zog erst kurz vor der Diagnosestellung nach Hamburg. Es ergaben sich für zwei der sieben Wohnungen magnetische Flußdichten zwischen 0,2 und 0,4  $\mu\text{T}$  im Kinderzimmer, sowohl für den Median der 24h-Messung als auch für die Medianwerte der nächtlichen Messungen. Ursachen für die erhöhten Felder waren eine nahegelegene Hochspannungsleitung sowie ein in Hausnähe unterirdisch verlegtes Niederspannungskabel.

Zu den gefundenen Belastungen schreibt Michaelis: "Im Sinne der Fragestellung der Niedersachsenstudie, bei der der Median der 24h-Messung im Kinderzimmer der am längsten bewohnten Wohnung mit einem Schwellenwert von 0,2  $\mu\text{T}$  als Grundlage der Expositionseinteilung definiert wurde, ist die Zahl der stärker Exponierten mit zwei von sieben Kindern relativ hoch. Allerdings können auf der Basis von nur zwei Beobachtungen statistisch keine validen Schlußfolgerungen gezogen werden. In Niedersachsen waren lediglich 1,4% der Studienpopulation stärker exponiert. In Berlin, das aufgrund seines Großstadtcharakters für einen Vergleich mit Hamburg besser geeignet ist, liegt der Anteil Exponierter kurz vor Abschluß der dort durchgeführten Studie bei ungefähr 8%."

## **Ergebnisse**

Die Untersuchung konnte eine Übersicht über das Risikoprofil der untersuchten Kinder erstellen. Einige der bekannten und diskutierten Risikofaktoren konnten auch hier wiedergefunden werden (Greaves-Hypothese (schwach entwickeltes Immunsystem bei einer Isolierung der Kinder in der ersten Lebensphase), berufliche Exposition des Vaters mit Plastik- und Harzdämpfen, Röntgenuntersuchung der Mutter in der Frühschwangerschaft). Die teilweise festgestellten Gemeinsamkeiten lassen sich aber nicht als Hinweis auf einen einzelnen oder einen dominanten ursächlichen Faktor in der Region deuten.

Einen Zusammenhang zwischen Hochspannungsleitungen, deren Magnetfeldern und Leukämie-Erkrankungen kann die Studie weder bestätigen noch ausschließen. Im Vergleich zu anderen Studien ist der Anteil der stärker Magnetfeld-exponierten Wohnungen erhöht (2 von 7), vier Familien wohnten zeitweise in der Nähe von Hochspannungstrassen. Die kleinen Fallzahlen lassen jedoch keine valide statistische Schlußfolgerung zu. Michaelis: "Außerdem muß auch an dieser Stelle nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß es bis heute wissenschaftlich völlig offen ist, ob relativ schwache elektromagnetische Felder überhaupt zur Entstehung von Leukämien bei Kindern beitragen können. Hier besteht noch ein erheblicher Untersuchungsbedarf."

Die BAGS sieht sich in ihrer Vorsorgepolitik bestätigt: "In Hamburg sind schon frühzeitig Konsequenzen aus der möglichen Gefährdung durch Hochspannungsleitungen gezogen worden: so ist in Hamburg als erstem Bundesland die präventive Praxis eingeführt worden, bei Neubauvorhaben Mindestabstände zu Freileitungen einzuplanen. Darüber hinaus setzt sich Hamburg in den Bund-Länder-Gremien für eine Minimierung der Belastung durch elektromagnetische Felder ein, so z. B. bei der Diskussion um den Entwurf zur Verordnung über nicht-ionisierende Strahlungen. Zur weiteren Abklärung lokaler Risikofaktoren führt die BAGS außerdem derzeit im Auftrag der Bürgerschaft eine Untersuchung zur Häufigkeit kindlicher Leukämien in der Nähe von Hochspannungsleitungen, bestimmten industriellen Emittenten und der Belastung durch den Straßenverkehr für Gesamt- Hamburg durch."

## **Kritik an der Studie**

Die Umweltgruppe Neu-Allermöhe, Anwohner und auch die Hamburger Presse bezeichnen die Ergebnisse der Studie als "äußerst mager". Die Einzelanalysen der acht Leukämiefälle in Bergedorf böten "keine Antwort, warum in Neu-Allermöhe überdurchschnittlich viele Kinder krank sind. Sehr zum Unwillen Betroffener und anderer Neu-Allermöher". Außerdem wurde Kritik an den Meßmethoden der Studie laut, die die tatsächliche Belastung unterschätzen würden. Eine einzelne 24h-Messung sei nicht repräsentativ für die Belastung über das Jahr. Andere Messungen in Neu-Allermöhe hätten dies bereits gezeigt.

### **Quellen:**

1. Pressestelle der Stadt Hamburg/BAGS: "Leukämie-Fälle in der Region Bergedorf: Eine Untersuchung des Deutschen Krebsregisters", Hamburg 22. 7. 1996.
2. Michaelis, J. : "Spezialerhebung des Deutschen Krebsregisters bei Leukämiepatienten in Hamburg-Bergedorf", Mainz 18.7.1996.

## **Beeinflussung von Herzschrittmachern durch Mobiltelefone**

Eine neue Studie von F. Höfgärtner und Kollegen (1996) untersuchte die Beeinflussung durch drei verschiedene Mobiltelefone, ein C-Netzhandgerät mit einer Leistung bis zu 0,5 Watt, ein D-Netzhandgerät (bis zu 2 Watt) und ein D-Netz-Portable (bis zu 8 Watt) auf 58 verschiedene Herzschrittmachermodelle in verschiedenen Betriebsarten bei insgesamt 104 Patienten. Falls programmierbar, wurde der Schrittmacher auf maximale Empfindlichkeit eingestellt.

48,3% aller Schrittmachertypen (n=28) bei 41,3% der Patienten (n=43) zeigten verschiedene Störungen. So traten etwa komplette Funktionshemmungen mit mehrsekündiger Pause der Herzaktionen (Asystolie) und Herzfrequenzabfall bei niedriger Eigenfrequenz auf. Zudem fanden sich Umschaltungen auf Störfrequenzen mit Wechsel zwischen Eigen- und Schrittmacherfrequenz (Parasystolie) mit der Gefahr des Kammerflimmerns, daneben sprunghafte Steigerungen der Herzfrequenz von der Grundfrequenz (70 Schläge pro Minute) auf die maximale Schrittmacherfrequenz (115 Schläge pro Minute) oder andere Formen schrittmacherinduzierter Herzfrequenzzunahme (Tachykardien) auch auf höhere Frequenzen.

Sämtliche Betriebsweisen des Telefons konnten zu Störungen führen, wobei der stärkste Effekt beim Aufbau einer Verbindung 1-2 Sekunden vor dem ersten Signalton auftrat. Die geringste Störintensität bestand während des Sprechens bzw. völligen Schweigens. Es fanden sich keine Unterschiede zwischen C- und D-Netz.

Entscheidend für die Stärke des Einflusses war die Leistung der Telefone und der räumliche Abstand zwischen Telefon und Schrittmacheraggregat. Das 8-Watt-Portable beeinflusste knapp über der Hautoberfläche 48,3% aller Schrittmachertypen, die D- und C-Netz-Handies jeweils 22,4%. Im allgemeinen waren Herzschrittmacher, die sensibel auf D-Netz-Handies reagierten auch störanfällig für C-Netz-Handies. In einem Abstand von 10 cm über dem Aggregat traten noch bei 9 der 58 Schrittmachertypen (15,5%) Störungen auf. Der größte festgestellte Störabstand lag bei 120 cm. Bei der maximalen Empfindlichkeit des Herzschrittmachers traten zwar die stärksten Störungen auf, allerdings waren auch Störungen bei geringer Empfindlichkeit möglich (bis zu einer Empfindlichkeit von 5,6 mV).

Mobilfunknetze in Deutschland (nach: Höfgärtner et al. 1996)

Netz	Frequenzbereich	Signalübertragung	Anzahl der Teilnehmer	Inbetriebnahme
C	450 MHz	analog	850.000	1985
D	900 MHz	digital	> 2 Mill.	1992
E	1800 MHz	digital	> 2 Mill.	1994

Die Untersuchung bestätigt die Beobachtungen von Irnich und Mitarbeitern (1995), daß etwa 50% aller Herzschrittmachertypen durch Mobiltelefone in ihrer Funktion gestört werden können und unterstreichen die Empfehlung des Bundesgesundheitsministeriums vom März 1995, Mobiltelefone (Handies) in kritischen Bereichen von Kliniken, Arztpraxen und Pflegeeinrichtungen zu verbieten (vgl. Elektrosmog-Report 1 (2), S. 8 (1995)). Auch andere medizinische Geräte (Infusionspumpen, Dialyse- und Beatmungsgeräte sowie Patientenüberwachungssysteme) können durch Mobiltelefone gestört werden.

Quellen:

1. Irnich, W. L. et al.: Störbeeinflussung von Herzschrittmachern durch Mobilfunkgeräte. Herzschrittmacher 15, 5-20/45-49 (1995).

2. Höfgärtner, F. et al.: Können Mobil-Telefone im C- und D-Netz Herzschrittmacher-Patienten gefährden. Dtsch. med. Wschr. 121, 646-652 (1996).

## **Transrapid und Herzschrittmacher**

Als Ergänzung zu unserem Beitrag "EMF-Belastung im Transrapid" (Elektrosmog-Report 2(7), S. 5-6) weist Werner Schaper, Hamburg, darauf hin, daß die Auswirkungen der Transrapid-Magnetfelder auf Herzschrittmacher und andere elektronische Implantate nicht hinreichend geklärt seien. Dies gilt insbesondere für die in den Transrapid-Magnetfeldern auftretenden Transienten mit Feldänderungen von bis zu 20  $\mu$ T.

Die Fragestellung ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil die Felder zum Boden des Fahrgastraumes hin stärker werden. Wenn ein Herzschrittmacher so stark gestört wird, daß sein Träger bewußtlos wird, kann er nicht durch den Fall zu Boden aus der Belastungszone entkommen, im Gegenteil, das Feld wächst sogar an. Dieser "Fall zu Boden" kann ansonsten Leben retten, indem er den Träger des Implantats aus den Feldern von z. B. Diebstahlschutzsystemen entkommen läßt und der Schrittmacher wieder ungestört arbeiten kann.

Das zweite Problem stellen beim Transrapid die wenigen Haltestellen dar, so daß es bei einer Störung eines elektronischen Implantats lange dauern kann, bis der Patient ärztliche Hilfe erhält.

## *Elektrosmog Report*

Nr. 9 / 2. Jahrgang September 1996

### **EMF-Forschung in der UdSSR / GUS 1960 bis 1992**

**Im Auftrag des Bundesamtes für Post und Telekommunikation führten Mitarbeiter des Instituts für Pathologische Physiologie der Humboldt-Universität Berlin (Charité) eine Literaturstudie über die EMF-Forschung in der ehemaligen Sowjetunion und den GUS-Nachfolgestaaten der Jahre 1960 bis 1992 durch. Die Wissenschaftler der UdSSR hatten sich intensiv mit den biologischen Wirkungen elektromagnetischer Felder befaßt und dabei bemerkenswerte Ergebnisse erhalten, die auf gesundheitliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder unterhalb der internationalen Grenzwerte hinweisen. Eine Veröffentlichung der Studie durch das Postministerium ist unseres Wissens nicht geplant.**

Das 150 Seiten starke Gutachten berücksichtigt 232 wissenschaftlichen Beiträge. Andere Arbeiten wurden von den federführenden Berliner Wissenschaftlern Dr. habil. nat. **Marianne Poppei**, Dr. **Dietmar Sass** und Dr. **Naum Goldstein** wegen methodischer Mängel oder anderer Themenstellungen (z. B. medizinische Therapie) nicht näher betrachtet.

Wie in der Forschung der westlichen Industriestaaten galt das Hauptaugenmerk der Wissenschaftler der ehemaligen UdSSR vor allem den nicht-thermischen Wirkungen schwacher elektromagnetischer Felder und den sich daraus ergebenden Folgerungen für Grenzwertempfehlungen. Es wurde das Frequenzspektrum zwischen 10 Hertz und ca. 3 GHz

untersucht, darunter im Niederfrequenzbereich vor allem 50 Hz (übliche Haushaltswechselspannung) und im Hochfrequenzbereich 2.375 Mhz (Mikrowellenbereich).

Die Autoren der Literaturstudie weisen auf einige Schwächen hin, die die Verwendbarkeit der Ergebnisse einschränken: Methodische Mängel und geringes wissenschaftliches Niveau hätten zum Ausschluß von etwa 40% der Arbeiten geführt. Veröffentlichte Resultate widersprüchen sich oftmals. Es seien keine epidemiologischen Studien mit exakten Angaben der EMF-Belastung bekannt. Solche Angaben liegen nur für Untersuchungen an Freiwilligen sowie Tier- und Zell- bzw. Gewebeexperimenten vor.

Als Nachteil erweist sich zudem die Tatsache, daß im niederfrequenten Bereich vor allem die Stärke des elektrischen Feldes (Volt/Meter) und nur selten die magnetische Flußdichte in Tesla gemessen wurde. Leider läßt sich von der elektrischen Feldstärke nicht auf die magnetische Flußdichte schließen, der heute allgemein die größere biologische Relevanz zugesprochen wird. Die wenigen experimentellen Studien mit Angaben über die Stärke der magnetische Flußdichte bewegen sich im Milliteslabereich (mT), also deutlich über den internationalen Grenzwertempfehlungen für die Allgemeinheit von 100 µT (Mikrotesla), so daß sie für die Frage der biologischen Relevanz von EMF unterhalb der Grenzwerte keine große Rolle spielen.

Hier sollen vor allem solche Ergebnisse vorgestellt werden, die hinsichtlich der Expositionsstärken eine Bedeutung für die allgemeine Öffentlichkeit und die Arbeitswelt haben können. und sich als weitgehend konsistent erwiesen.

### **Thermische - athermische Wirkungen**

Thermische Effekte durch EMF sind vergleichbar mit thermischen Effekten durch Erwärmung. Aufgrund verschiedener Wärmeeffekte wurde von UdSSR-Wissenschaftlern eine Schwellenintensität für eine Wärmewirkung von ungefähr 10 W/cm<sup>2</sup> ermittelt. In der westlichen Literatur wird diese Schwelle wesentlich höher angesetzt, so daß die IRPA-Grenzwerte von 1988 für den Mikrowellenbereich bei 1 mW/cm<sup>2</sup> (= 1.000 W/cm<sup>2</sup>) liegen. Am Anfang wurden in der UdSSR nur solche Effekte als athermische bzw. nicht-thermische Wirkungen bezeichnet, die ohne Wärmeentstehung zu verschiedenen Veränderungen führen. Später wurde darauf hingewiesen, daß dies eine lokale Wärmeentwicklung nicht ausschließe (STEMLER 1978, CHISCHNJAK 1987). Bei hochfrequenten Strahlen mit hoher Absorption trete eine Mikroerwärmung auf (OSIPOW 1963). FEITELBERG-BLANK (1979) und CHISCHNJAK (1987) sind sogar der Ansicht, daß die Einteilung von thermischen und athermischen spezifischen Effekten im Prinzip nicht korrekt ist.

### **Epidemiologische Studien**

Bei Untersuchungen an Berufstätigen im Bereich von hochfrequenten Generatoren wurden Klagen über schnelle Ermüdbarkeit, Reizbarkeit, Verschlechterung des Gedächtnisses, Kopfschmerzen, Atemstörungen und Schlafstörungen registriert (KOWSCHILO 1983). Die Erregbarkeit der Bewegungsreflexe war mit zunehmender Arbeitsdauer erhöht, die Reaktionszeit verkürzt (BOITZOW 1984). In einer anderen Studie fiel eine Störung der Anpassung des Auges an die Dunkelheit auf (NIKOGOSJAN 1971). Untersuchungen an Elektroschweißern, die unter EMF von 50 Hz arbeiteten, zeigten motorische Störungen (Tremor der Augenlider und Ruhezitern der Hand) und eine erhöhte Reaktivität des vegetativen Nervensystems (ABRAMOWITSCH 1973). Arbeiter, die 5 bis 10 Jahre einer hohen Mikrowellenbelastung ausgesetzt waren, wiesen Veränderungen des Blutflusses im

Gehirn auf (verminderte Blutfülle, veränderte Spannung der Blutgefäße) (SADSCHIKOWA 1972). Verschiedentlich wurden Veränderungen der Kreislaufregulation beobachtet. Arbeiter an EMF-Generatoren wiesen fast immer Störungen des hormonellen Systems auf (Schilddrüsenüberfunktion, Störungen des Hypothalamo-Hypophysen-Nebennierenrinden-Systems, Störungen des Ovarialzyklus bei Frauen, erhöhte oder herabgesetzte Potenz bei Männern) (KOWSCHILO 1983). Arbeiter an Umspannstationen (50 Hz) wiesen mit zunehmender Arbeitsdauer eine Erhöhung der Phosphataseaktivität auf, was als Erschöpfung der Immunfunktion gegen Ende der Arbeitsschicht interpretiert wurde (BUKE 1984). Bei einer Untersuchung von Radiostationsarbeitern, die länger als 3 Jahre in der Kurzwellenzonen arbeiteten, fand sich eine Verminderung der Aktivität der Phagozyten (Freßzellen). Die Mundhöhle "war übersät von Mikroorganismen" (WOLKOWA 1973). Bei Arbeitern in Radio- und Fernsehstationen seien funktionelle Störungen (Magen, Bauchspeicheldrüse, Herz-Kreislaufsystem, Mineralstoffwechsel) häufig.

### **Untersuchungen an Freiwilligen**

Bei 18 von 25 Freiwilligen fand sich nach Mikrowellenbestrahlung ( $1 \text{ mW/cm}^2$ ) ein erhöhter Fingertremor. Bei  $3 \text{ mW/cm}^2$  trat eine erhöhte Bewegungsaktivität im Schlaf auf, die sich nach 2 bis 3 Tagen wieder normalisierte (PIWOWAROW 1966). IWANOW-MUROMSKI (1977) fand bei Freiwilligen (380 bis 500 MHz,  $1 \text{ mW/cm}^2$ ) akustische Effekte (Klingeln, Pulsation etc.) bei individuell unterschiedlichen Frequenzen. Weitere Experimente zeigten, daß sich eine Intensität von  $0,4 \text{ mW/cm}^2$  bei Frequenzen von 200 bis 3000 MHz als besonders wirksam für solche später als thermoakustische Effekte bezeichneten Phänomene erweist.

### **Tierexperimente**

Bei Bestrahlung von weißen Mäusen mit  $1 \text{ mW/cm}^2$  (850 und 2.375 MHz, 2 Stunden täglich) wurden keine Veränderungen bemerkt. Bei  $10 \text{ mW/cm}^2$  traten Störungen der Bewegungskoordination auf (GUSAROW 1971). Viele Wissenschaftler untersuchten die neuronale Impulsaktivität des Gehirns unter der Bestrahlung. Neben gehemmten Neuronen wurden andere aktiviert. Hochfrequente EMF-Bestrahlung ( $0,02, 0,08, 0,4, 2 \text{ mW/cm}^2$ ) auf eine Gehirnhälfte von Kaninchen bewirkte EEG-Veränderungen der anderen Seite (GWOSTIKOWA 1963/1964). Von verschiedenen Untersuchern und bei unterschiedlichen Tierarten (Mäuse, Ratten, Meerschweinchen) wurden im allgemeinen bei niedriger Intensität und kurzzeitiger hochfrequenter Bestrahlung (Milliwattbereich pro  $\text{cm}^2$ ) eine Aktivierung von Immunfunktionen festgestellt, während langfristige oder intensive Bestrahlungen diese Funktionen hemmten (WARTANOW 1969, SMUROWA 1967, WINOGRADOW 1981). SCHANDALA (1982) beschreibt an Ratten nach der Einwirkung hochfrequenter Felder ( $0,05-0,5 \text{ mW/cm}^2$ ) folgende Reaktionen: Veränderungen der Leukoblastentransformation, der Phagozytose, des Komplementgehaltes und der Autoimmunfunktion. Bei Mikrowellenbestrahlung (Ratten, Hunde, Kaninchen) mit Intensitäten von  $0,2$  bis  $2,0 \text{ mW/cm}^2$  ist nach 5 bis 10 Minuten ein Anstieg der Oxidation festzustellen (SCHOLOCHOW 1971). Gehirn und Augengewebe reagiere besonders empfindlich.

### **Grundsätzliche Beobachtungen**

Nach den Untersuchungen der Wissenschaftler der UdSSR ist das Nervensystem eines der empfindlichsten Systeme für die Wirkung von EMF. Es wurden vor allem unspezifische und subjektive Symptome wie Müdigkeit, Reizbarkeit, Schlafstörungen etc. festgestellt (KOWSCHILO 1983). Alle anderen Reaktionen des Organismus (Immunfunktion,

Stoffwechsel, Herz-Kreislauf etc.) seien eng mit Wirkungen auf das Nervensystem verbunden.

Junge Tiere wiesen eine größere Empfindlichkeit für hormonelle Veränderungen auf als ältere (BASKURJAN 1982, SCHUTENKO 1981).

Schwache oder geringe EMF-Bestrahlungen ( $1 \text{ mW/cm}^2$ , 2.375 MHz) haben offenbar in den ersten Wochen der Bestrahlung eine stimulierende Wirkung auf das Immunsystem. Solche Stimulationen werden als Anpassungs(=Adaptations)prozesse des Organismus angesehen. Bei längeren oder intensiveren Belastungen werden dagegen die Immunfunktionen gehemmt (KRYLOW 1983, SIDOROWA 1982, BOGOLJUBOWA 1990). Ähnliche Beobachtungen mit Grenzen zwischen Stimulierung bzw. Adaptation und Hemmung bzw. Maladaptation durch EMF wurden von anderen Autoren auch für andere Funktionssysteme gemacht (z. B. SWATSCHENKO 1982).

### **Grenzwertempfehlungen**

Für Grenzwertempfehlungen sind beispielsweise folgende Beobachtungen von Bedeutung. Nach WINOGRADOW (1974, 1981, 1985) können bereits Intensitäten von  $50 \text{ W/cm}^2$  (2.375 MHz) einen Einfluß auf Immunfunktionen haben. GRABOWITZ (1975) fand bereits bei Intensitäten von  $10 \text{ W/cm}^2$  (2.375 MHz, 8 Stunden täglich über 3 Monate) signifikante Veränderungen der Spurenelementkonzentration des Blutes. In den 80er Jahren wurden maximal zulässige Werte für die Allgemeinbevölkerung und Mindestentfernungen zu Hochspannungsleitungen und HF-Sendern verabschiedet, die deutlich unter den Standards westlicher Industrieländer liegen. Beispielsweise betrug in Rußland der maximal zulässige Wert für den Frequenzbereich zwischen 300 MHz bis 300 GHz  $5 \text{ W/cm}^2$ , während der Wert für die USA bei  $1.000 \text{ W/cm}^2$  lag. Wieweit diese Grenzwerte heute noch Gültigkeit besitzen, konnte von den Autoren nicht gesagt werden.

### **Schlußfolgerungen**

EMF können "funktionelle und sogar morphologische Veränderungen in allen geprüften Organsystemen verursachen, wenn sie in entsprechenden Frequenzen und Intensitäten sowie über bestimmte Zeiträume einwirken... Die Mechanismen dieser Wirkung sind gegenwärtig noch nicht umfassend bekannt. Der größte Teil der sowjetischen Wissenschaftler spricht von Wärmeeffekten.... Auch wenn man die Erhöhung der Temperatur in biologischen Materialien oder Objekten durch EMF-Wirkung nicht erfassen kann, können Mikroerwärmungen, sowohl in Bezug auf Volumen als auch auf Temperaturveränderungen, zur Entwicklung von freiradikalen Prozessen führen." Die Einwirkung der EMF führe zu physiologisch unspezifischen Regulationsstörungen in verschiedenen Organ- bzw. Funktionssystemen. Die Autoren der Berliner Studie zitieren VIRCHOW (1869) mit den Worten: "Die Krankheit beginnt in dem Augenblick, wo die regulatorische Einrichtung des Körpers nicht ausreicht, die Störungen zu beseitigen." Von theoretischen Überlegungen ausgehend müsse es "Resonanzfrequenzen des EMF für jede der vielen oszillatorisch im Organismus ablaufenden Funktionen geben." Dies könne die Vielfalt der Ergebnisse erklären.

**Franjo Grotenhermen**, Redaktion Elektrosmog-Report

**Quelle:** Poppei, M., Sass, D., Goldstein, N.: Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich 0 - 2 GHz auf den Menschen (UDSSR / GUS, Zeitraum 1960-1992). Literaturstudie im Auftrag des Bundesamtes für Post und Telekommunikation. Ohne

Jahresangabe.

## Verbraucherinformation

### **Hohe Felder bei Induktionsherden**

Seit Ende der achtziger Jahre gibt es neben den üblichen "Widerstands-"Herden auch die sog. Induktionsherde, bei denen eine elektrische Spule unter der Kochzone elektromagnetische Wechselfelder erzeugt, die Wirbelströme im Topfboden hervorrufen und so für dessen Erwärmung sorgen. Dies funktioniert allerdings nur, wenn der Topfboden aus leitfähigem Material besteht und hinreichend dick ist.

Bei Induktionsherden wird die Hitze allein im Topf selbst erzeugt. Dadurch ergibt sich eine nur geringe Erwärmung der Herdoberfläche, eine gute Regulierbarkeit der Hitzezufuhr, kurze Garzeiten und vergleichsweise geringe Wärmeverluste.

Die hohen Preise sind jedoch nicht der einzige Nachteil, mit denen man sich die genannten Vorteile erkaufen muß. Induktionsherde weisen erheblich höhere Magnetfelder auf als vergleichbare Widerstandsherde. Während Widerstandsherde nur Felder der Netzfrequenz emittieren, gehen von Widerstandsherden Magnetfelder mit einem breiten Frequenzspektrum aus.

Werner Schaper aus Hamburg hat beide Herdtypen ausgemessen und zwar im Abstand von 5, 10, 20 und 30 cm, horizontal gemessen von der Herdvorderkante.

Abstand von der Herdkante in cm	Magnetfelder von Elektroherden typische Werte in $\mu\text{T}$ (Mikrotesla)		
	Induktionsherd 0-10 kHz	Induktionsherd 10-100 kHz	Widerstandsherd 50 Hz
5	230	30	3
10	57	7,5	1,7
20	14	1,8	0,8
30	7	0,8	0,2

Der Nullpegel lag bei den Messungen zwischen 0,06 und 0,1 T (W. Schaper, 6/96).

Die Tabelle zeigt die relativ hohen Magnetfelder von Induktionsherden im Bereich 0 bis 10 kHz, die in üblichen Nutzungsabständen auftreten. Wer sich in unmittelbarer Nähe aufhält (Abstand kleiner 5 cm) wird Magnetfeldern ausgesetzt, wie sie ansonsten in Wohnungen nur in Ausnahmefällen vorkommen.

Aus Vorsorge- und Minimierungsgründen sollten Induktionsherde - mit Feldwerten wie den hier exemplarisch gemessenen - nicht eingesetzt werden, insbesondere wenn der Herd stark

frequentierte wird, wie z. B. in Gaststätten oder Großküchen, oder von schwangeren Frauen benutzt wird, da deren Gebärmutter in Herdnähe starken Feldern ausgesetzt ist.

## *Elektrosmog Report*

Nr. 10 / 2. Jahrgang Oktober 1996

### Epidemiologie

## **Erhöhtes Leukämierisiko bei Elektroarbeitern**

**In einer Studie von Forschern der Universität Toronto in Kanada wurden die Krebsraten von ca. 31.000 Elektroarbeitern untersucht. Überraschenderweise war sowohl ein erhöhtes magnetisches als auch ein erhöhtes elektrisches Feld mit einer Zunahme von Leukämien assoziiert. Bei gleichzeitig erhöhtem elektrischem und magnetischem Feld ergab sich in der am stärksten belasteten Gruppe ein Risiko, das um den Faktor 11 gegenüber der am geringsten belasteten Gruppe erhöht war.**

In die Studie von **Anthony B. Miller** und Mitarbeitern wurden männliche Arbeiter von Ontario Hydro einbezogen, die seit dem 1.1.1973 bis zum 31.12.1988 mindestens ein Jahr dort beschäftigt waren. Zudem wurden Rentner (ehemalige Beschäftigte) aufgenommen. Nur 13% der Untersuchten hatten weniger als 10 Jahre in diesem Betrieb gearbeitet. Insgesamt waren 1.484 Krebserkrankungen aufgetreten, die in einer Fall-Kontrollstudie mit den Daten von anderen 2.179 Krebserkrankten aus dem Krebsregister von Ontario verglichen wurden.

### **Messung der Exposition**

Die Studie wertet einen Teil einer umfangreichen französisch-kanadischen Untersuchung an drei großen Elektrobetrieben neu aus, neben Ontario Hydro waren dies Hydro Quebec und Electricité de France. Die Ergebnisse der Gesamtstudie waren bereits 1994 veröffentlicht worden.

Die Abschätzung der Exposition gegenüber einem 60 Hertz-Feld erfolgte anhand einer Matrix, in die die Berufsgruppenzugehörigkeit, der Ort der Beschäftigung und die Dauer eingingen. Diese Expositionsmatrizen wurden auf der Basis von direkten Messungen an 895 Arbeitern während 5 Arbeitstagen entwickelt, so daß eine ausgezeichnete Abschätzung der elektrischen und magnetischen Belastung der berücksichtigten 31.543 Arbeiter möglich war. Insbesondere fiel den Forschern die besondere Bedeutung des Arbeitsplatzes auf, der über die Berufsbezeichnungen nur ungenügend erfaßt werden kann. Den höchsten Expositionen waren Arbeiter ausgesetzt, die für die Instandhaltung von Hochspannungsleitungen verantwortlich waren oder in der Nähe elektrischer Generatoren und Starkstromtransformatoren arbeiteten. Die elektrische und magnetische Belastung wurde für die Berechnungen kumuliert zu Volt/Meter-Jahren und Mikrottesla-Jahren.

### **Ergebnisse**

Das Risiko, an einer Leukämie zu erkranken, war - nach Korrektur von anderen möglichen Einflußfaktoren - in der elektrisch am stärksten belasteten Gruppe um den Faktor 4,5 (KI: 1,0-19,7) und in der magnetisch am stärksten belasteten um den Faktor 1,6 (KI: 0,5-5,1) erhöht. Bei Arbeitern, die sowohl der am stärksten elektrisch, als auch der am stärksten magnetisch belasteten Gruppe angehörten, fand sich eine Odds Ratio (geschätztes relatives Risiko) von 11,2 (KI: 1,3-97,2). In dieser Gruppe waren 17 Arbeiter an Leukämie erkrankt.

### **Problematik der Klassifizierung anhand von Berufsgruppen**

Insgesamt sehen die Untersucher frühere Beobachtungen, daß elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz mit einer leicht erhöhten Leukämierate assoziiert sind, bestätigt. Sie machen auf die Problematik aufmerksam, Klassifizierungen der EMF-Belastung nur anhand von Berufsgruppen vorzunehmen. Dies habe sicherlich nicht selten zu Fehlklassifikationen geführt. Bereits bei der Untersuchung von Birgitta Floderus vom nationalen Institut für das Arbeitsleben (NIWL) in Solna/Schweden über EMF-exponierte Eisenbahner (siehe: "Krebshäufigkeit bei Eisenbahnern") aus dem Jahre 1993 war ein Widerspruch zu früheren Untersuchungen von Siv Törnquist aufgefallen. Während Floderus eine erhöhte Krebsrate fand, war dies bei Törnquist nicht der Fall. Beide Forscher untersuchten die Ursache für diesen Widerspruch und fanden, daß sich die Tätigkeit der Eisenbahner im Laufe der Jahre verändert hatte. Während in frühen Jahren zwei Eisenbahner einen Zug führten, war es später nur noch einer. Der andere arbeitete nunmehr an einem weniger belasteten Arbeitsplatz, behielt jedoch seine Berufsbezeichnung. Bei erneuter Analyse der Daten fand sich dann auch eine erhöhte Rate von chronisch lymphatischen Leukämien unter Lokomotivführern für die Jahre 1961 bis 1969, aber keine für die Jahre 1970 bis 1979.

### **Bedeutung elektrischer Felder**

Miller und Kollegen diskutieren zudem die Frage, ob nicht auch bei früheren Arbeitsplatzuntersuchungen wie die von **Birgitta Floderus** und Mitarbeitern (1993) oder die von **David Savitz** (1995) erhöhte Krebsraten nicht nur auf das Konto magnetischer sondern auch auf das elektrischer Felder gehen.

Die Ergebnisse der Ontario-Hydro-Studie wirft erneut die Frage auf, was wirkt und was gemessen werden soll. Elektrische Felder, die seit Mitte der achtziger Jahre aus dem Blickfeld verschwanden, rücken möglicherweise nun wieder verstärkt ins Bewußtsein der Forscher.

#### **Quellen:**

1. Floderus, B., et al.: Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors. A case-control study in Sweden. *Cancer Causes Control* 4, 465-476 (1993).
2. Floderus, B., Törnquist, S., Stenlund, C.: Incidence of selected cancers in swedish railway workers 1961-79. *Cancer Causes Control* 5, 189-194 (1994).
3. Miller, A. B., et al.: Leukemia following occupational exposures to 60-Hz electric and magnetic fields among Ontario electric utility workers. *Am. J. Epidemiol.* 144, 150-160 (1996).
4. Savitz, D. A., Loomis, D. P.: Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. *Am. J. Epidemiol.* 141, 123-134 (1995).

## Krebshäufigkeit bei Eisenbahnern

Eisenbahner sind einer erhöhten Belastung durch Magnetfelder ausgesetzt. In einer schwedischen Studie fand sich bei Schaffnern und Lokomotivführern eine Verdoppelung der Rate lymphatischer Leukämien. Für alle Tumoren zusammen genommen lag die Krebsrate bei diesen beiden Berufsgruppen etwa so hoch wie in der schwedischen Allgemeinbevölkerung.

Eine jüngst veröffentlichte Studie von **Lars Alfredsson** und Mitarbeitern untersuchte die Krebshäufigkeit bei 2.272 Schaffnern und 7.466 Lokomotivführern zwischen 1976 und 1990. Dabei fand sich ein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der magnetischen Belastung und der Leukämierarte.

Die Studie baut auf der Untersuchung von **Birgitta Floderus** auf, die 1993 veröffentlicht worden war. Bei alleiniger Betrachtung der 20 bis 64jährigen fand sich für beide Berufsgruppen zusammen ein relatives Risikos für lymphatische Leukämien von 2,3 (KI: 1,3-3,2). Überraschenderweise war die Lungenkrebsrate leicht erniedrigt mit einem relativen Risiko von 0,6 (KI: 0,4-0,9). Die Untersucher weisen daraufhin, daß insgesamt 14 Leukämien festgestellt wurden, so daß durch die elektromagnetische Belastung in der untersuchten Gruppe insgesamt nur wenige zusätzliche Leukämiefälle aufgetreten waren - dies bei einem großen Kollektiv über einen Beobachtungszeitraum von 14 Jahren.

Auf der 18. Tagung der BEMS in Kanada hatte **Ingrid Nordenson** vom nationalen Institut für das Arbeitsleben in Schweden Untersuchungen vorgestellt, nach denen es zu einer leicht vermehrten Zahl von Chromosomenbrüchen bei Eisenbahnern kommt.

### Quellen:

1. Alfredsson, L., et al.: Cancer incidence among male railway engine-drivers and conductors in Sweden, 1976-90. *Cancer Causes Control* 7, 377-381 (1996).
2. New support for railway exposure-leukemia link. *Microwave News* 16(4), S. 5 (1996).

## Elektrische Heizdecken und Kinderkrebs

In einer jüngeren Studie von **Susan Preston-Martin** und Mitarbeitern (Universität von Südkalifornien in Los Angeles) fand sich kein Zusammenhang zwischen Gehirnkrebs und der Verwendung von elektrischen Heizdecken bzw. elektrischen Wasserbetten während der Schwangerschaft. Das Forscherteam hatte 540 Kinder unter 19 Jahren von der Westküste der USA untersucht, bei denen zwischen 1984 und 1991 Krebs diagnostiziert worden war. Es fand sich kein Unterschied bei der Tumorraten in Abhängigkeit vom Trimester der Schwangerschaft, in der eine Exposition erfolgte. Zudem fand sich kein Unterschied in der Rate der Hirntumoren im Vergleich zu einer 801 Kinder großen Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu einer sechs Jahre zuvor ebenfalls in den USA durchgeführten Studie von **David Savitz** und Mitarbeitern. Savitz hatte eine Erhöhung der Rate an Hirntumoren um das Zweieinhalbfache gefunden, wenn Kinder während der Schwangerschaft elektromagnetischen Feldern von elektrischen Heizdecken ausgesetzt waren.

# *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  $\mu$ T gingen mit einer signifikanten Krebszunahme um 25 bzw. 50% einher, während niedrige Dosen zu keiner oder nur zu einer nichtsignifikanten Zunahme der Tumorfähigkeit 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  $\mu$ T-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  $\mu$ T. 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 tumorbefallenen Tiere (Tumorinzidenz) um 50% bei Exposition mit 100  $\mu$ T aufgefallen. Bei Exposition mit 0,3 bis 1  $\mu$ T fand sich demgegenüber keine Veränderung gegenüber den scheinexponierten Kontrollen. In einer weiteren Untersuchung mit 10  $\mu$ T 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  $\mu$ T verwendet worden. Hier fand sich eine signifikante Zunahme der Tumorinzidenz, die allerdings geringer ausfiel als bei der früheren Untersuchung mit 100  $\mu$ T.

*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 T, 24 Stunden pro Tag) einen Tumor. Dies entspricht einer Zunahme der Tumorhäufigkeit 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  $\mu$ T ermittelt worden.

**Weitere Befunde:** Eine Senkung der nächtlichen Melatoninkonzentration wurde im Gegensatz zu früheren Untersuchungen bei 50  $\mu$ 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 krebserregenden Effektes von niederfrequenten Magnetfeldern nahelegen ( $p$  in der linearen Regressionsanalyse  $< 0,01$ ).

Die Beobachtung, daß nach achtwöchiger Exposition ein stärkerer Unterschied in der Tumorhäufigkeit 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  $\mu$ 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 Tumorhäufigkeit 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 Melatoninkonzentration 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 Teilungsrates von bestimmten Brustkrebszellen (MCF-7) vermindern kann. Von mehreren Arbeitsgruppen (**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 **Mevisen** 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, spielen 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 **Mevisen** 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. Mevisen, 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.

## 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 T 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  $\mu\text{T}$  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 Netzfreeschalter 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 Netzfreeschalter 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.

## *Elektrosmog Report*

Nr. 12 / 2. Jahrgang Dezember 1996

### Versicherungen

## **Versicherer schließen Haftungsansprüche für EMV-Schäden aus**

**Die deutschen Versicherungsunternehmen haben erkannt, daß durch die Einwirkungen elektromagnetischer Felder beträchtliche Schäden entstehen können. Nun schließen sie diese kurzerhand aus dem Haftungsumfang von Haftpflichtversicherungen aus.**

Hatten die Versicherer erst vor kurzem ausnahmslos den Ausschluß einer Haftung für Schäden durch Umwelteinwirkungen auf Boden, Luft und Wasser in ihre "Allgemeinen Haftpflicht-Bedingungen" aufgenommen, so tritt jetzt zutage, worüber bereits seit einiger Zeit in einschlägigen Kreisen spekuliert wurde: Ohne explizit darauf hinzuweisen, haben einige deutsche Haftpflicht-Versicherer ihr Vertragswerk nun dahingehend geändert, daß Schäden, die durch elektromagnetische Felder (EMF) entstehen, nicht im Versicherungsschutz enthalten sind.

Was ist dabei unter EMF-bedingten Schäden zu verstehen? Zum einen technische Störungen. Wenn z. B. ein HF-emittierendes elektronisches Bauelement eine speicherprogrammierbare Steuerung stört und dadurch ein komplettes Fertigungssystem zum Ausfall bringt, so ist der dadurch entstehende Schaden bei einigen Versicherungen nicht mehr durch die Haftpflichtversicherung gedeckt.

Zum anderen können auch EMV-verursachte Schäden am Menschen aus dem Versicherungsschutz fallen. In einem Fallbeispiel wurde ein Patient aufgrund einer, durch elektromagnetische Beeinflussung bedingten, Fehlfunktion eines Diagnosegerätes falsch behandelt. Ursache war eine auf dem Nachbarhaus installierte Sendeantenne, die einen Produktionsfehler aufwies. Die Herstellerfirma ist nun bei einigen Versicherungen in einem solchen Fall nicht mehr versichert, da der Schaden durch EMF bedingt und somit vom Versicherungsschutz ausgenommen ist.

Schließlich ist ein Funkamateuer, der mit seiner im Garten montierten Sendeanlage den Herzschrittmacher eines vor dem Hause spazierenden Passanten so stark stört, daß dieser zu Tode kommt, durch seine private Haftpflichtversicherung - sofern diese EMF-Ursachen ausschließt - nicht mehr versichert.

Auch Spätschäden infolge andauernder EMF-Einwirkung dürften nach den neuen Haftpflichtbedingungen nicht mehr von den Versicherungen gedeckt werden. Sollten sich Hinweise auf Schädigungen infolge von Hochspannungs- und Bahntrassen oder auch Mobiltelefonieren bestätigen, könnten die Betreiber eventuelle Regreßansprüche nicht mehr an die Versicherungen abgeben.

Versicherungsunternehmen sichern Schäden, für die sie im Rahmen ihrer Versicherungsverträge haften müssen, bei sog. Rückversicherern ab. Diese Rückversicherer tragen das letztendliche Risiko. Wenn ein Versicherungsunternehmen für eine bestimmte Schadensklasse keine Rückversicherung abschließen kann, so wird es höchst ungern und allenfalls in Einzelfällen für diese Schadensart Versicherungsschutz anbieten.

Es scheint, als seien die Rückversicherer in Deutschland entschlossen, durch EMF verursachte Schäden nicht mehr rückzuversichern (z. B. Frankona Rückversicherung und Kölnische Rückversicherung, Elektrosmog-Report 1(6), S. 8, 1995). Daß in der Folge die ersten Haftpflichtversicherer beginnen, ihre Allgemeinen Haftpflichtbedingungen zu ändern, war zu erwarten.

In einer aktuellen Umfrage unter 100 deutschen Versicherungsunternehmen kam die Zeitschrift EMC-Journal zu dem Ergebnis: "Die Tendenz ist dabei klar erkennbar: EMV-Schäden müssen künftig wohl explizit und gegen erhöhten Tarif versichert werden." Von den 100 Unternehmen antworteten 70, von diesen waren 44 "definitive Anbieter von Haftpflicht-Versicherungen". Auf die Frage "Schließen Sie in ihren Haftpflichtverträgen Schäden durch elektromagnetische Felder und elektromagnetische Strahlung aus?" antworten bereits 14

Versicherungen mit Ja. Von den übrigen 30 warten 25 mit ihrer Entscheidung auf eine Empfehlung des Verbandes der Sachversicherer (VdS). Keines der 30 Unternehmen - die Klarheit dieser Aussage zeigt deutlich den Trend - will jedoch, wenn der VdS eine Ausschlußempfehlung gibt, von einer solchen absehen. Und diese Empfehlung wird nicht lange auf sich warten lassen, haben die Rückversicherer sich doch bereits in deutlicher Weise zum Risikopotential von EMF geäußert. Dabei wird von den Rückversicherern insbesondere auch die Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU) ernst genommen.

Quellen:

1. Leistungsbegrenzung bei Haftpflicht-Versicherungen, EMC Journal 3/96.
2. Umfrage bei Haftpflichtversicherern, EMC Journal 4/96.

## Epidemiologie

### **Brustkrebs und EMF**

**Zwei jüngst veröffentlichte epidemiologische Studien deuten auf eine Beziehung zwischen Brustkrebs bei Frauen und elektromagnetischen Feldern (EMF) im hoch- und niederfrequenten Bereich hin. In einer amerikanischen Fall-Kontroll-Studie war das Risiko, an einem Brustkrebs zu erkranken, in der Gruppe mit der angenommenen höchsten EMF-Belastung (60 Hz) um 43% gegenüber der Kontrollgruppe erhöht. In einer norwegischen Studie fand sich eine um 50% erhöhte Brustkrebsrate bei Telegraphistinnen, die auf See arbeiteten. Sie waren in erhöhtem Umfang Radiowellen (405 kHz - 25 MHz) und aufgrund des Schichtdienstes einer potentiellen Lichtexposition bei Nacht ausgesetzt.**

Weltweit nimmt die Häufigkeit von Brustkrebs zu. Mit einem Anteil von etwa 20% stellt er die weltweit weitaus häufigste Krebserkrankung bei Frauen dar. Wenn der Brustkrebs auch vor allem eine Erkrankung von Frauen ist, so fallen doch 0,5-1% der Brustkrebserkrankungen auf Männer. Brustkrebs ist mit bestimmten hormonellen Einflüssen assoziiert. Auch genetische Aspekte spielen eine Rolle. Es gibt familiäre Häufungen. Daneben wird die Aufmerksamkeit in den letzten Jahren auch auf Umwelteinflüsse gerichtet, die für einen Teil des Brustkrebsvorkommens verantwortlich sein können. So rufen verschiedene chemische Substanzen in Tierversuchen bei Nagetieren Brustkrebs hervor, darunter Lösungsmittel, Pestizide und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Es besteht eine Beziehung zwischen Brustkrebs bei Frauen und ionisierender Strahlung (Röntgenstrahlen, nukleare Belastung). Auch der Zeitpunkt der Exposition gegenüber exogenen Faktoren spielt offenbar eine Rolle.

Ob eine Beziehung zwischen nicht-ionisierender Strahlung (elektromagnetische Felder, EMF) und Brustkrebs besteht, ist nicht sicher geklärt. Die Befunde bei verschiedenen epidemiologischen Studien widersprechen sich. Tierexperimentelle Untersuchungen, wie sie von **Löscher** und **Mevisen** in Hannover durchgeführt werden (vgl. Elektromog-Report 2(11), S. 5-6, 1996) legen eine Förderung des Effektes von krebserzeugenden chemischen Substanzen nahe.

#### **Die Studie von Coogan et al. (USA)**

**Patricia Coogan** und Kollegen von der Universität Boston, von der Universität Wisconsin und anderen Institutionen nahmen in ihre Studie alle Frauen mit einem Alter jünger als 74 Jahre aus den US-Bundesstaaten Maine, Wisconsin, Massachusetts und New Hampshire auf, bei denen zwischen April 1988 und Dezember 1991 ein Brustkrebs neu diagnostiziert worden war. Frauen unter 65 wurden randomisiert mit gleichaltrigen Führerscheininhaberinnen verglichen, Frauen zwischen 65 und 74 Jahren wurden mit solchen von Listen der Krankenversicherung für Rentner (Medicare) verglichen. Personen ohne Telefon wurden von der Studie ausgeschlossen.

In die Studie wurden insgesamt 6.888 Fälle (Frauen mit Brustkrebs) und 9.529 Kontrollen aufgenommen. Die Abschätzung der EMF-Belastung bei allen Teilnehmerinnen der Studie erfolgte mittels eines Telefoninterviews, wobei der Schwerpunkt auf der möglichen Arbeitsplatzbelastung lag. Daneben wurden andere Risikofaktoren für Brustkrebs erfragt. Die angenommene erhöhte EMF-Belastung wurde aufgrund definierter berufsorientierter Codes in drei Kategorien eingeteilt, nämlich niedrige, mittlere und hohe Belastung. Alle übrigen Teilnehmer ohne besondere EMF-Belastung wurden der Kategorie "Hintergrundbelastung" zugeordnet.

Die meisten Fälle und Kontrollen wurden in die Kategorie Hintergrundbelastung eingeordnet (siehe Tabelle). Die beiden als "hoch" eingestuften Kollektive waren beide recht klein, allerdings fanden sich vergleichsweise viele Fälle in dieser Kategorie.

Angenommene Belastung	Fälle	Kontrollen	OR*)	95% KI**)
Hintergrund	6.113	8.454	1,00	Referenz
Niedrig	577	813	1,02	0,91-1,15
Mittel	104	143	1,09	0,83-1,42
Hoch	57	65	1,43	0,99-2,09

\*) OR (Odds ratio) angepaßt nach Alter, Staat, gutartige Brusterkrankung, familiäre Belastung mit Brustkrebs, Anzahl der Geburten, Alter bei der ersten Regelblutung, Alter bei der ersten Geburt, Klimakterium, Schulbildung, Alkoholkonsum.

\*\*\*) KI = Konfidenzintervall, mathematischer Vertrauensbereich. Schließt das Konfidenzintervall die 1 ein, so ist die berechnete OR (Odds ratio) statistisch nicht signifikant.

Das geschätzte relative Risiko (OR) betrug in der höchsten Kategorie 1,43. Das Risiko, in einer hoch belasteten elektromagnetischen Umgebung an Brustkrebs zu erkranken, war also um 43% erhöht. Bei den als "mittel" und "niedrig" belastet eingestuften Frauen fand sich kein relevanter Unterschied zwischen Fällen und Kontrollen. Auffällig war, daß das relative Risiko in der als hoch eingestuften Gruppe bei Frauen vor der Menopause (Klimakterium) mit 1,98 (KI: 1,04-3,78) höher war als bei Frauen nach der Menopause mit 1,33 (KI: 0,82-2,17). Dies stimmt mit Beobachtungen über andere äußere Einflüsse (z. B. nukleare Belastung) überein, nach denen vor der Menopause diese Einflüsse stärker auf die Brustkrebsbildung wirken.

Die Schwäche der Studie liegt in der Abschätzung des Expositionsumfangs, in die nach einem recht groben Schema vor allem die ausgeübten Berufe eingingen. Die Autoren der Studie sprechen dieses Thema selbst an und weisen auf die hohe Variabilität der realen Belastungen

innerhalb der gleichen Berufsgruppe hin (vgl. auch: Elektromog-Report 2 (10), S. 6-7, 1996). Zudem habe die Dauer und der Zeitpunkt der Exposition und mögliche außerberufliche Belastungen kaum erfaßt werden können. Daher bleibe unklar, ob die vorgenommene Kategorisierung den realen Belastungsverhältnissen entspreche. Allerdings zeigten Untersuchungen über "nichtdifferentielle Fehlklassifikationen", die hier vermutlich vorgelegen habe, daß hierbei die Risiken eher unter- als überschätzt würden. Insgesamt zeigten die Daten, daß eine "mäßige Assoziation" zwischen der beruflichen Belastung mit elektromagnetischen Feldern und dem Brustkrebsrisiko bei Frauen bestehen könne.

### **Die Studie von Tynes et al. (Norwegen)**

**Tore Tynes** und Kollegen vom norwegischen Krebsregister, der Universität Oslo und anderen Institutionen untersuchten die Krebsraten von 2.619 Frauen der norwegischen Telecom, die zwischen 1920 und 1980 auf See - überwiegend auf Handelsschiffen - als Telegraphistinnen bzw. Telefonistinnen arbeiteten. Die Krebsraten dieser Frauen in den Jahren 1960 und 1991 wurden in Verbindung mit dem norwegischen Krebsregister gebracht und die SIR (standardisiertes Inzidenzverhältnis) bestimmt. Zudem wurden relative Risiken in Abhängigkeit von der Dauer der Beschäftigung und von der Schichtarbeit geschätzt und untersucht, ob sich mit zunehmender Belastung ein Trend für die Entwicklung eines Brustkrebses findet. Weiterhin wurde die Brustkrebshäufigkeit anderer auf See Beschäftigter analysiert (Köchinnen, Küchenhilfen etc.).

Die Abschätzung der Exposition erfolgte anhand von Messungen in den Funkräumen von drei norwegischen Schiffen, die mit alten Übertragungsgeräten arbeiten. Neben der Stärke der Radiowellen wurde auch die Stärke des niederfrequenten Feldes erfaßt.

Insgesamt wurden 140 neue Krebserkrankungen bei den untersuchten Telegraphistinnen beobachtet, 20% mehr als aufgrund des norwegischen Krebsregisters zu erwarten gewesen wäre (Konfidenzintervall = 1,0-1,4). Eine signifikant um 50% erhöhte Rate fand sich für Brustkrebs (SIR = 1,5; KI = 1,1-2,0). Die am stärksten erhöhte Brustkrebsrate trat bei Frauen im Alter zwischen 45 und 54 Jahren auf (SIR = 2,1; KI = 1,4-3,1). Bei den übrigen auf See Beschäftigten fand sich keine signifikante Zunahme der Brustkrebshäufigkeit.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Belastungsstärke errechnete sich bei Frauen unter 50 Jahren kein Trend für die Dauer der Beschäftigung und die Belastung durch Schichtarbeit (Kategorien: keine, niedrig, hoch). Bei Frauen über 50 Jahren wurde dagegen sowohl ein Trend für die Dauer der Beschäftigung ( $p=0,02$ ) als auch für die Frage der Schichtarbeit ( $p=0,01$ ) berechnet. Mit zunehmender Belastungsintensität nahm auch das Brustkrebsrisiko zu. Die Dauer der Beschäftigung war jedoch stark mit der Reise durch Zeitzonen korreliert (Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient  $r=0,98$ ). Nach Berücksichtigung dieser Variable war der Trend bei der Beschäftigungsdauer nicht mehr signifikant.

Die vorgelegte norwegische Studie hat den Vorteil kompletter Daten hinsichtlich der Beschäftigungsdauer der untersuchten Telegraphistinnen und Telefonistinnen sowie hinsichtlich der Krebshäufigkeit auf der Grundlage eines hochqualitativen Krebsregisters. Die Autoren diskutieren die Melatoninhypothese, nach der eine Senkung des nächtlichen Melatoninspiegels die Brustkrebsrate erhöhen könne. Diese Senkung könne sowohl durch Schichtarbeit mit nächtlicher Lichtexposition als auch durch erhöhte elektromagnetische Belastung entstehen und so die beobachteten Befunde erklären. Eine Zunahme der "chronobiologischen Störungen" durch die nächtliche Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern sei ebenfalls eine mögliche Interpretation der Beobachtungen.

Da sich bei den übrigen Berufsgruppen auf See keine Erhöhung des Brustkrebsrisikos fand, schlossen die Untersucher weitgehend aus, daß andere als die untersuchten Variablen für die festgestellte Zunahme des Krebsrisikos verantwortlich seien, wie z. B. Störungen des Erdmagnetfeldes, künstliches Licht, Ernährung.

Die vorgelegten Ergebnisse unterstützen nach Ansicht der Autoren die Annahme einer Beziehung zwischen der Arbeit als Telegraphistin bzw. Telefonistin auf See und der Brustkrebshäufigkeit, vor allem in der Gruppe der über 50jährigen.

### **Diskussion früherer Untersuchungen**

In einer aktuellen Diskussion der Bedeutung des Melatonins für die Brustkrebsentstehung bringen **Richard G. Stevens** und **Scott Davis** die Zusammenhänge auf den Punkt: "Licht beeinflusst Melatonin, EMF beeinflusst Melatonin und Melatonin beeinflusst Brustkrebs." Der stärkste dieser Aspekte sei der Effekt von Licht auf Melatonin. Der Effekt von Melatonin auf den Brustkrebs sei im Tiermodell nachgewiesen, aber die Befunde beim Menschen seien spärlich und schwer zu gewinnen. Der schwächste Aspekt sei aufgrund inkonsistenter Daten die Beziehung zwischen EMF und Melatonin.

Auch in verschiedenen früheren Untersuchungen war bereits eine Zunahme des Krebsrisikos bei erhöhter elektromagnetischer Belastung aufgefallen. Andere Studien fanden dagegen keine Beziehung zwischen EMF und Brustkrebs. So errechneten etwa Wissenschaftler der Universität von New York (**Vena et al., 1994**) keine Beziehung zwischen der Brustkrebshäufigkeit und der Verwendung elektrischer Heizdecken. Allerdings war das Risiko für Frauen, die die Heizdecken regelmäßig die ganze Nacht verwendeten, nichtsignifikant um 43% (OR = 1,43, KI = 0,94-21,7) erhöht. Wie **Stevens** und **Davis** berichteten, habe Vena aufgrund ihrer Anfrage ihre Daten von 1994 zusammen mit den Daten einer ähnlichen Untersuchung von 1991 analysiert. Dabei fand sich dann eine signifikante Zunahme des Brustkrebsrisikos um 45% (KI = 1,08-1,94).

**Tynes** und Kollegen weisen in ihrem jüngsten Beitrag auf eine frühere von ihnen durchgeführte Untersuchung hin, nach der eine erhöhte Brustkrebsrate bei Männern in Elektroberufen auftrat (Tynes et al., 1990). Das höchste Risiko habe für Lokführer bestanden, also bei Personen mit möglicher zusätzlicher Lichtexposition bei Nacht.

Auffällig ist zudem die Übereinstimmung der Ergebnisse von Tynes et al. (1996) mit den Beobachtungen von **Dana P. Loomis** et al. (1994) hinsichtlich des Alters der betroffenen Frauen. Auch die amerikanische Arbeitsgruppe hatte eine leicht erhöhte Brustkrebsrate bei Frauen in Elektroberufen gefunden mit der höchsten Risikozunahme in der gleichen Altersgruppe (45-55 Jahre). Loomis und Kollegen hatten eine Fall-Kontroll-Studie mit Frauen, die an Brustkrebs gestorben waren durchgeführt. Sie ermittelten ein signifikant um 38% erhöhtes Risiko für Frauen in Elektroberufen (OR = 1,38, KI = 1,04-1,82). Ein Jahr später wurden die Daten unter Verwendung anderer Expositionsdefinitionen von einer anderen Arbeitsgruppe erneut ausgewertet. Diese ermittelte keine Beziehung zwischen EMF und Brustkrebs (**Cantor et al. 1995**).

Zur Zeit werden vier epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen Brustkrebs und elektromagnetischen Feldern durchgeführt, davon drei in den USA und eine in Schweden.

**Literatur:**

1. Cantor, K. P., et al.: Re: Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States. J. Natl. Cancer Inst. 87, 227-228 (1995).
2. Female breast cancer linked to EMFs for the third time. Microwave News 16(5), S. 1, 5-6 (1996).
3. Loomis, D. P., Savitz, D. A., Ananth, C. V.: Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States. J. Natl. Cancer Inst. 86, 921-925 (1994).
4. Stevens, R. G., Davis, S.: The melatonin hypothesis: electric power and breast cancer. Environ. Health Perspect. 104 (Suppl. 1), 135-140 (1996).
5. Tynes, T., Andersen, A.: Electromagnetic fields and male breast cancer. Lancet 336, 1596 (1990).
6. Tynes, T., et al. : Incidence of breast cancer in Norwegian female radio and telegraph operators. Cancer Causes Control 7, 197-204 (1996).
7. Vena, J. E., et al. : Risk of premenopausal breast cancer and use of electric blankets. Am. J. Epidemiol. 140, 974-979 (1994).
8. Wolff, M. S., et al. : Breast cancer and environmental risk factors: epidemiological and experimental findings. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 36, 573-596 (1996).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 1 / 3. Jahrgang Januar 1997

### Verbraucherinformation

#### **Belastungen durch elektrische Fußbodenheizungen**

Werner Schaper, Elektrosmogberater der Verbraucherzentrale Hamburg, hat typische elektrische Fußbodenheizungen auf ihre magnetischen Flußdichten hin untersucht. Im Bettbereich traten dabei in der Regel Belastungen von einigen Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) auf. In einem Fall wurden in einem Abstand von 30 cm vom Boden sogar Werte von  $15 \mu\text{T}$  gemessen. Die von kritischen Instituten wie ECOLOG und nova für die nächtliche Ruhephase geforderten maximalen Magnetfeldstärken von ca.  $0,2 \mu\text{T}$  werden meist erst in einer Höhe von 1 bis 2 m über dem Fußboden erreicht bzw. unterschritten.

Da die meisten Wissenschaftler davon ausgehen, daß 50-Hz-Felder erheblich stärkere biologische Effekte ausüben als gleichstarke Gleichfelder, kann der Einbau von Gleichrichteranlagen das mögliche Risiko durch die Felder der elektrischen Fußbodenheizungen deutlich senken. Problematisch sind dabei die Kosten. Für eine Wohnfläche von 100 qm muß für die Gleichrichteranlage laut Schaper mit Kosten von ca. 17.000 DM gerechnet werden. Der Austausch der Heizungsanlage dürfte insgesamt kaum teurer kommen.

Da der Gesamtwirkungsgrad elektrischer Heizungen mit ca. 30 % deutlich geringer ist als z. B. der von Gasheizungen (Brennwertkessel über 95 %), wäre ein solcher Austausch auch unter Umweltgesichtspunkten von Vorteil.

## Stellungnahme

# **BfS zum Zusammenhang zwischen EMF und Krebs**

**In einem Infoblatt des deutschen Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) vom 27. November 1996 erläutert das Amt seinen Standpunkt zum Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern (EMF) und Krebserkrankungen. Ergebnisse verschiedener epidemiologischer Studien seien widersprüchlich und überzeugende Erklärungsmodelle zur Entstehung von Krebs durch EMF gäbe es nicht. Im folgenden eine Dokumentation der wesentlichen Passagen der Stellungnahme "Krebs und Magnetfelder - Zusammenhang nicht erwiesen" mit einigen kommentierenden Anmerkungen in eckigen Klammern und Kursivschrift.**

"In der Bevölkerung werden mögliche Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern auf die Gesundheit kontrovers diskutiert. Epidemiologische Studien, die die Wirkungen solcher Felder an verschiedenen Personengruppen untersuchen, werden dabei häufig als Beweis herangezogen [*Anm.: Mehrheitlich werden solche Studien nicht als Beweis, sondern als begründete Hinweise auf mögliche Gefährdungen unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte gewertet, die zur Vorsorge mahnen.*] Im folgenden verdeutlicht das BfS seinen Standpunkt in dieser Diskussion.

### **Was sind epidemiologische Studien?**

In epidemiologischen Studien wird unter anderem mit statistischen Methoden untersucht, ob sich bestimmte Belastungen oder Umwelteinflüsse auf die Gesundheit verschiedener Personengruppen auswirken können, beispielsweise magnetische Felder von Hochspannungsleitungen auf das Krebsrisiko der Anwohner. (...)

### **Wie werden die Ergebnisse überprüft?**

Prinzipiell lassen sich mit epidemiologischen Studien keine ursächlichen Beziehungen zwischen Einflußfaktoren und Erkrankungshäufigkeiten beweisen. Auch kann eine einzige Studie allein keine allgemeingültige Aussage über die Wirkung eines Umweltfaktors begründen.

Um dennoch die Stichhaltigkeit eines ermittelten Zusammenhangs zu prüfen, sind die Ergebnisse epidemiologischer Studien vor dem Hintergrund folgender Fragen zu bewerten.

- Sind die Ergebnisse reproduzierbar?
- Liegt die Ursache zeitlich vor der Wirkung?
- Sind die Ergebnisse biologisch zu erklären?
- Liegt eine Ursache-Wirkungsbeziehung vor? [*Anm.: Die Umweltmedizin hat oft das Problem, die von der Naturwissenschaft geforderten Ursache-Wirkungsbeziehungen im klassischen Sinne nachzuweisen. Dies gilt insbesondere im Niedrig-Dosisbereich von möglicherweise schädlichen Umwelteinflüssen.*]

### **Aussagen der Studien sind widersprüchlich**

Große Schwierigkeiten ergaben sich häufig bei der Abschätzung der genauen Exposition, besonders über längere Zeiträume.

In einigen Studien wurde ein leicht erhöhtes Erkrankungsrisiko gefunden, insbesondere für Leukämien oder Lymphome bei Kindern - allerdings nur, wenn der Abstand der Wohnungen von Hochspannungsleitungen als Maß für die Exposition herangezogen wurde. Das Erkrankungsrisiko war jedoch kaum oder nur geringfügig erhöht, sobald die Feldstärken das Expositionsmaß bildeten, die tatsächlich in den Wohnungen gemessen wurden. *[Anm.: Die gemessenen Feldstärken geben unter Umständen die tatsächliche Personenbelastung nur sehr ungenau wieder.]* Die errechneten relativen Risikowerte lagen dabei an der Grenze der statistischen Bedeutsamkeit.

Bei Erwachsenen zeigt sich kein einheitliches Bild, obwohl bei bestimmten Berufen die Magnetfeld-Expositionen deutlich höher waren als bei den untersuchten Kindern *[Anm.: Die Datenlage bei beruflich Exponierten ist nicht so unsicher, wie hier dargelegt.]*.

Aussagen einzelner Studien basieren häufig nur auf einer geringen Anzahl von Erkrankungsfällen. Aus diesem Grund wurden die Ergebnisse zahlreicher vergleichbarer Studien in sogenannten Meta-Analysen zusammengefaßt. Solche Meta-Analysen erbrachten aber keine grundlegend neuen Ergebnisse. *[Anm.: Durch Metanalysen wurde die Fallzahl wiederholt so erhöht, daß sich signifikante Ergebnisse fanden. Das verändert die Sachlage. So schreibt etwa die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA im Rahmen einer Metaanalyse von 1994: "Die epidemiologischen Kinderkrebsstudien zeigen für Kinder, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen leben, konsistent wiederholt Befunde einer kleinen Erhöhung des relativen Risikos für Leukämie und Gehirntumore. (...) Es handelt sich dabei um einen echten Zusammenhang, der nicht mit einer ungenügenden epidemiologischen Methodik erklärt werden kann."]*

Ein wichtiges Kriterium, um Zusammenhänge aus den Studienergebnissen abzuleiten, ist das Vorliegen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen. (...) Eine solche Beziehung konnte in epidemiologischen Studien nicht nachgewiesen werden. *[Anm.: Die bisher durchgeführten epidemiologischen Studien waren allerdings auch kaum geeignet, dies nachzuweisen.]* (...)

Biologisch plausible Erklärungen zur Krebsentstehung durch Magnetfelder gibt es nicht. Bisher ist kein grundlegender Wirkungsmechanismus gesichert, der den Einfluß schwacher elektrischer oder magnetischer Felder bei der Krebsentstehung erklären könnte.

Bei den Studien, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen durchgeführt wurden, wurden die Magnetfeldexpositionen mit 0,2 bis 0,5 Mikrottesla) angegeben. Diese Werte sind viel geringer als die Schwellenwerte für gesicherte biologische Wirkungen von 50-Hz-Magnetfeldexpositionen, die durch induzierte Körperströme ausgelöst werden. (...)

### **Zusammenhang mit Krebs nicht erwiesen**

Bisher lieferten die Studien in ihrer Gesamtheit widersprüchliche und damit nicht belastbare Ergebnisse. Häufig erlauben auch unterschiedliche Versuchsbedingungen keine direkten Vergleiche. *[Anm.: Es ist allerdings auffällig, daß sich auch bei unterschiedlichen Versuchsbedingungen bzw. methodischem Herangehen vergleichbare Tendenzen mit leicht erhöhten Risiken bei höheren EMF-Belastungen fanden.]*

Die zahlreich vorliegenden Ergebnisse von Studien und Meta-Analysen wurden von Wissenschaftlern in vielen Ländern bewertet. Weltweit anerkannte Strahlenschutzgremien wie die internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP), das englische Strahlenschutzamt (NRPB) oder die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) kamen zu dem Schluß, daß ein Zusammenhang zwischen einer Exposition durch magnetische Felder, wie sie im Alltag auftritt, mit einem vermehrten auftreten von Krebs nicht erwiesen ist, auch nicht im Fall der Leukämie bei Kindern. *[Anm.: In einem NCRP-Report (Bericht des National Council on Radiation Protection and Measurements, USA) von 1995, der durch eine Indiskretion an die Öffentlichkeit gelangte, wurden Vorsorgewerte für Wohnräume, Schulen und Büros von 1 Mikrottesla (innerhalb von 3 Jahren), 0,5 Mikrottesla (innerhalb 6 Jahren) und 0,2 Mikrottesla (bis in 10 Jahren) genannt. (vgl.: Elektrosmog-Report 1(8), 5-7, 1995). Dieser Bericht ist immer noch nicht veröffentlicht. Das National Research Council der USA legte im Oktober 1996 ebenfalls einen Bericht vor, nachdem es "keine schlüssigen und konsistenten Beweise" für einen Zusammenhang zwischen EMF und gesundheitlichen Beeinträchtigungen, inklusive Krebs, gäbe. Dieser Bericht wurde von der Presse (u.a. dpa-Meldung) aufgenommen. In den Medien wurde der Bericht allerdings weitgehend als Unbedenklichkeitsbescheinigung für Elektrosmog fehlinterpretiert. Mittlerweile sind daher mehrere Vertreter des National Research Council mit dem Hinweis an die Öffentlichkeit getreten, daß EMF keine Unbedenklichkeitsbescheinigung ausgestellt worden sei, sondern nur der wissenschaftliche Forschungsstand wiedergegeben wurde.]*

Übereinstimmend wird jedoch die Notwendigkeit weiterer Forschungsarbeiten unterstrichen - vor allem zur Klärung der biologischen Wirkungsmechanismen. Damit soll die Frage nach möglichen Spätwirkungen endgültig beantwortet werden. Dies ist jedoch keine Begründung dafür, aus dem Einwirken schwacher elektrischer oder magnetischer Felder Gesundheitsgefahren abzuleiten.

### **Erste deutsche Studie in Niedersachsen**

Hervorzuheben sind die Ergebnisse einer 1996 abgeschlossenen Studie zu elektromagnetischen Feldern und Krebserkrankungen im Kindesalter von Professor J. Michaelis aus Mainz. Die Studie basiert auf 219 im Deutschen Kinderkrebsregister erfaßten Leukämieerkrankungen und einer entsprechenden Kontrollgruppe nichterkrankter Kinder. Sie zeichnet sich gegenüber anderen Arbeiten durch bessere Ermittlung der Magnetfeldstärken aus: In insgesamt 710 Wohnungen wurde der 50-Hertz-Magnetfeldverlauf gemessen, außerdem wurde der tageszeitliche Rhythmus der Magnetfeldbelastung mit 24-Stunden-Messungen erfaßt. Übrigens wurden in über 98 Prozent der Wohnungen Magnetfeldstärken unter 0,2 Mikrottesla im Mittel gemessen. (...) Nur bei vier von sieben Leukämieerkrankungen lag der 24 Stunden Mittelwert der Magnetfeldexposition oberhalb von 0,2 Mikrottesla. *[Anm.: Das ist sachlich falsch. Richtig ist: Nur in 3 von 328 Kontrollwohnungen lag der Median der Messungen über 0,2 Mikrottesla, gegenüber 4 von 129 Wohnungen leukämiekranker Kinder. Daraus errechnet sich ein um den Faktor 3,2 erhöhtes Risiko, das wegen der geringen Fallzahl statistisch nicht signifikant war.]* Dieser Gruppenunterschied war jedoch statistisch nicht signifikant. *[Anm.: Trotz fehlender statistischer Absicherung des leicht erhöhten Risikos sehen Michaelis und Mitarbeiter in ihren Beobachtungen einen "weiteren Hinweis darauf, daß ein schwacher Zusammenhang zwischen der häuslichen Exposition durch stärkere elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bestehen könnte."]*

Diese Studie gleicht im Ergebnis zahlreichen anderen Arbeiten: Wenn es überhaupt einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Leukämie bei Kindern und dem Einwirken

schwacher Magnetfelder gibt, so ist dieser äußerst gering. Mit der tatsächlich aufgetretenen sehr kleinen Anzahl der Erkrankungsfälle ließ er sich statistisch nicht nachweisen. (...)

### **Grenzwert von 100 Mikrottesla bestätigt**

Nach gründlicher wissenschaftlicher Prüfung aller vorliegenden Untersuchungen auf diesem Gebiet bestätigte die SSK 1995 erneut eine magnetische Flußdichte von 100 Mikrottesla bei 50 Hertz als Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung bei Dauerbelastung. [*Anm.: Die epidemiologischen Studien, bei denen sich eine leichte Erhöhung des Krebsrisikos fand, wurden im Mikrotteslabereich (0,1 bis 0,5 Mikrottesla) durchgeführt. Das vorliegende Papier liefert keine einzige Begründung, womit ein um ein Vielfaches höherer Grenzwert von 100 Mikrottesla begründet werden könnte. Unter Vorsorgegesichtspunkten erscheint dieses Vorgehen bedenklich.*] 1995 wurde dieser Grenzwert von der Bundesregierung in einer Verordnung über elektromagnetische Felder innerhalb des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) beschlossen.

Soweit die Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz, zu der sich noch vieles anmerken ließe.

Bei ihrer Bewertung ist nicht nur die Frage bemerkenswert, über was geschrieben wurde, sondern auch, über was nicht berichtet wurde. Beispielhaft seien die tierexperimentellen Untersuchungen von Prof. Löscher und Dr. Mevissen von der Universität Hannover erwähnt, die international sicherlich ebensoviel Beachtung gefunden haben wie die epidemiologische Studie von Prof. Michaelis und Mitarbeitern. Löscher und Mevissen ermittelten eine Dosis-Wirkungsbeziehung des krebsfördernden Effektes von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern bei Flußdichten zwischen 1 und 100 Mikrottesla. Je höher die gewählte Bestrahlungsstärke, um so häufiger trat bei mit einem chemischen Krebsauslöser (DMBA) behandelten Ratten innerhalb des Beobachtungszeitraums Brustkrebs auf.

Es ist vernünftig, darauf hinzuwirken, daß das gesundheitliche Risiko durch EMF in der Bevölkerung nicht überbewertet wird. Die hier demonstrierte Art, mit den Sorgen der Menschen umzugehen, ist allerdings nicht geeignet, Mißtrauen gegenüber offiziellen Stellungnahmen und Grenzwertkonzepten abzubauen.

Anmerkungen: Franjo Grotenhermen,  
Redaktion Elektromog-Report

## *Elektromog Report*

Nr. 2 / 3. Jahrgang Februar 1997

### Verbraucherinformation

## **Magnetfeldbelastungen von Kindern**

**Die Meßpraxis des nova-Instituts zeigt immer wieder, daß der kindliche Schlafplatz oftmals zu den am stärksten belasteten Orten in der Wohnung zählt. Dies ist**

**bemerkenswert, da zum einen der Einfluß von Magnetfeldern gerade bei Kindern als problematisch gilt und zum anderen eine deutliche Reduzierung der Belastung in der Regel einfach machbar ist, sofern Kinder und Eltern über die Gegebenheiten informiert sind.**

Ursache für die überdurchschnittlichen Magnetfeldbelastungen am kindlichen Schlafplatz sind in der Regel Transformatoren von Radio- und Cassettenrecordern sowie anderen Musik- und Hifi-Geräten, die auch im abgeschalteten Zustand Felder emittieren, da meistens die Primärseite des Transformators nicht vom Netz getrennt wird. Um Belastungen über 0,2 Mikrotesla ( $\mu\text{T}$ ) zu vermeiden, müssen solche Geräte einen Abstand von ca. 0,5 bis 1 m vom Kindskopf aufweisen, was oft nicht der Fall ist. In unmittelbarer Nähe der Geräte können Feldstärken von teilweise weit über 10  $\mu\text{T}$  gemessen werden. Schalter in den Steckern der Anschluß- und Verlängerungskabel sind eine einfache und billige Möglichkeit (ca. 5 DM), über Nacht sämtliche Felder abzuschalten.

Durch die Presse gingen die Magnetfeldbelastungen von Babyphonen, die in einem Abstand von 10 cm maximale Feldstärken von 9,8  $\mu\text{T}$  und 700 V/m ergaben, Werte, wie sie unmittelbar unter Hochspannungstrassen üblich sind. Auch hier genügt ein Abstand von 0,5 bis 1 m.

Der EMF-Monitor berichtete in seiner neuesten Ausgabe von den Magnetfeldern von Spielzeugeisenbahnen. In der Nähe des Transformators treten danach magnetische Flußdichten von über 10  $\mu\text{T}$  auf. Im üblichen Abstandsbereich der BedienerInnen wurden magnetische Expositionen von etwa 1  $\mu\text{T}$  gemessen. Die Stärke des Magnetfeldes ist dabei praktisch unabhängig vom Fahrzustand der Eisenbahn, ohne Last ist die magnetische Induktion sogar minimal höher. In diesem Zustand hat der Transformator eine Leistungsaufnahme von 4 Watt. In Spielpausen oder zum Ende des Spiels sollte zur Vermeidung unnötiger Magnetfeldexpositionen und zur Energieeinsparung der Transformator vom Netz getrennt werden.

Personendosimetermessungen des ECOLOG-Instituts zeigen die Magnetfeldbelastungen von Erwachsenen und Kindern über einen Zeitraum von 24 Stunden. Deutlich werden die unterschiedlichen Belastungen am Wohn- und Schlafplatz sowie am Arbeitsplatz bzw. in der Schule. Beispielsweise zeigt der Expositionsverlauf für ein siebenjähriges Kind, dessen Wohn- und Spielumgebung als nicht belastet gelten kann, eine Hintergrundfeldstärke von 0,03  $\mu\text{T}$ . Während der Nachtzeit ergibt sich eine konstante Erhöhung auf ca. 0,25  $\mu\text{T}$ , die auf die Felder eines neben dem Bett stehenden Cassettenrecorders zurückgeführt werden kann. Der zweite Zeitraum mit einer erhöhten Exposition ist die Aufenthaltszeit in den Unterrichtsräumen der Schule (Felder zwischen 0,2 und 0,6  $\mu\text{T}$ ). Auffallend sind die niedrigen Belastungen während der Pausen, wo sich die Kinder im Freien aufhielten.

**Quellen:**

1. Zeitschrift Ökotest 10/93.
2. Voigt, H.: Magnetfelder von Kinderspielzeug. EMF-Monitor 4/96, S. 10-11 (1996).
3. Voigt, H.: Messungen der Magnetfeldexposition mit Personendosimetern. EMF-Monitor 4/96, S. 6 (1996)

## **Berufliche Exposition**

### **Elektrische und magnetische Felder an Arbeitsplätzen mit Hochfrequenz-Plastikschweißanlagen**

**Dr. rer. nat. Hauke Brüggemeyer, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, stellte in einer aktuellen Studie erhebliche Mängel in der Erfassung der HF-Belastung und der Einhaltung von Grenzwerten bei industriellen HF-Plastikschweißanlagen fest.**

HF-Plastikschweißmaschinen werden in der Industrie in vielen Bereichen eingesetzt, um z. B. Zelte, Planschbecken, Lastwagenplanen, Büromaterial, Kfz-Innenverkleidungen und viele andere Plastikprodukte zu verschweißen. Verarbeitet wird fast ausschließlich PVC. Vorteil ist vor allem die sehr hohe erzielbare Reißfestigkeit der Schweißnaht. Es gibt HF-Plastikschweißmaschinen als Tischgeräte mit einer HF-Leistung von wenigen Kilowatt bis zu großen Maschinen mit mehr als 100 kW. Die verwendete Frequenz (27,12 MHz) ist eine der ISM-Frequenzen, die für industrielle, medizinische und wissenschaftliche Anwendungen vorgesehen ist.

HF-Plastikschweißmaschinen sind eine der Hauptquellen für berufliche Exposition durch radiofrequente Strahlung. Die Maschinen erzeugen im Nahbereich ein sehr kompliziertes Streufeld, das von einer Vielzahl von Faktoren abhängt wie z. B. den verwendeten Elektroden, der HF-Leistung und den zu schweißenden Folien. In vielen Untersuchungen aus Schweden und Österreich zeigten sich wesentliche Überschreitungen aller bekannten Grenzwertempfehlungen.

### **Ergebnisse**

Dies konnte die niedersächsische Studie bestätigen. Bei dem Vergleich der Auswertung der Untersuchungen und Messungen ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Es wurden 32 Arbeitsplätze an 24 Schweißanlagen in 10 Betrieben untersucht.
- Bei 20 Anlagen waren die Beschäftigten nicht über die Exposition durch elektromagnetische Felder unterrichtet worden.
- Der maximale Wert der gemessenen magnetischen Ersatzfeldstärke an einem Arbeitsplatz betrug 8,2 A/m bzw. 2,73 A/m bei Berücksichtigung des Verhältnisses Schweißzeit/Takt. Das sind 1.516 % des Grenzwertes, der damit etwa um das 15fache überschritten wird.
- Für die elektrische Ersatzfeldstärke ergaben sich entsprechend ein maximaler Wert von 750 V/m bzw. 126 V/m = 221 % des Grenzwertes.
- Die maximalen Werte der gemessenen elektrischen und magnetischen Ersatzfeldstärke an einer Handposition überschritten die Grenzwerte sogar um 1.561 % (1.500 V/m und 7,5 A/m bzw. 563 V/m und 2,81 A/m).
- Bei 5 (7) Plastikschweißanlagen wurden unter den Meßbedingungen auch für den ungünstigsten Fall ("worst case"), daß die Anlage kontinuierlich länger als 6 min strahlt, die Grenzwerte für den Expositionsbereich 2 (1) eingehalten. Unter Berücksichtigung des Taktverhältnisses erhöht sich die Zahl der Anlagen auf 8 (Expositionsbereich 2) bzw. 16 (Expositionsbereich 1).
- Bei 18 Arbeitsplätzen bestand die Gefahr, daß für die Hände die Grenzwerte überschritten werden können.

- Von den 24 Anlagen waren nach den gültigen Grenzwerten nur zwei Anlagen für Träger von Herzschrittmachern geeignet.
- An 21 Anlagen ergaben sich Mängel, nur drei Anlagen waren ohne wesentliche Beanstandungen. Bei 11 Anlagen waren die Mängel so schwerwiegend, daß Nachmessungen für notwendig erachtet wurden.

An einer Anlage konnten einige wenige Untersuchungen zur Effizienz einer Feldreduktion durch eine einfache kapazitive Rückführung durchgeführt werden. Dazu wurde einmal eine Messung ohne Rückführung sowie eine Messung mit einer symmetrischen Rückführung aus zwei Kupferblechstreifen durchgeführt. Die elektrische Feldstärke konnte dadurch um den Faktor 5, die magnetische um den Faktor 3 reduziert werden.

### **Gesundheitliche Auswirkungen**

Über die Auswirkung von Langzeitexpositionen bei 27 MHz liegen zur Zeit wenige Daten vor. Es gibt einige epidemiologische Studien, die eine mögliche negative Beeinflussung der Schwangerschaft und Mißbildungen zum Thema hatten. Die Aussagen sind aber sehr widersprüchlich. Die WHO sieht in diesem Gebiet weiteren Forschungsbedarf. In einer Reihe von Arbeiten wird über Gefühlsstörungen in den Händen und Irritationen der Augen (bei sehr hohen Feldstärken) berichtet.

Im Rahmen der vorgestellten Studie aus Niedersachsen wurde von einigen Arbeitnehmern, deren Hände sich häufiger und über lange Zeit (mehrere Jahre) beim Schweißen in der Nähe der Elektroden befanden, über Probleme mit der Haut an den Händen berichtet. Die Haut war ständig ausgetrocknet und sehr faltig. Bei Messungen an den jeweiligen Handpositionen ergaben sich immer sehr große Feldstärken. Ähnliche Ergebnisse sind in der Literatur beschrieben. Insgesamt ist aber auch hier die Datenlage noch sehr unbefriedigend. Eine größere Untersuchung wird empfohlen.

### **Situation und Konsequenzen**

Für eine umfassende Bewertung von HF-Plastikschweißanlagen liegen in Deutschland sehr wenige Erfahrungen vor und für einige notwendige Messungen auch keine Meßgeräte.

Um die Sicherheit an diesen Anlagen zu verbessern, fehlen Untersuchungen zur Wirksamkeit von Abschirmmaßnahmen oder anderen speziell an das Problem angepaßte Maßnahmen zur Feldreduktion. Dazu müssen noch einige Untersuchungen unter Laborbedingungen durchgeführt werden.

Sowohl Hersteller als auch Anwender der HF-Plastikschweißanlagen sind nach der Erfahrung der niedersächsischen Untersuchung überwiegend kleine bis mittlere Betriebe, die über keine ausreichende eigene Forschungskapazität verfügen. Hierfür sollten Forschungsgelder bereitgestellt werden.

Das Niedersächsische Landesamt für Ökologie schlägt in der Studie ein einheitliches Meßprotokoll für die Bewertung von Arbeitsplätzen an HF-Plastikschweißanlagen vor, das der Komplexität der Messungen Rechnung tragen soll.

Der rechtliche Rahmen für die Bewertung der Exposition von Arbeitnehmern durch elektromagnetische Felder muß dringend verbessert werden. Eine einheitliche Lösung auf EU-Ebene ist anzustreben. Es ist wenig sinnvoll, daß es mehrere teilweise abweichende Grenzwertempfehlungen gibt.

Quelle:

Brüggemeyer, H.: Elektrische und magnetische Felder an Arbeitsplätzen mit Hochfrequenz-Plastikschweißanlagen. Arbeitsschutz, Niedersächsisches Sozialministerium, Landesamt für Ökologie. Hannover 1996.

### HF-Belastung

## **Belastung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung einer leistungsstarken Mittel- und Kurzwellensendeanlage in Oberbayern**

**In den letzten Jahren nahmen in der näheren Umgebung einer im Landkreis Miesbach (Oberbayern) befindlichen Mittel- und Kurzwellensendeanlage die Klagen über gesundheitliche Beeinträchtigungen in der Bevölkerung zu. Eine daraufhin in Auftrag gegebene ausführliche Expositionsanalyse bestätigte zum einen die Überschreitung geltender Herzschrittmachergrenzwerte. Zum anderen muß, in Anlehnung an bereits vorhandene Untersuchungsergebnisse aus vergleichbaren Senderstandorten (Sender Schwarzenburg, Schweiz), eine Bevölkerungsgruppe von ca. 20.000 Personen als überdurchschnittlich exponiert bezeichnet werden.**

**Als Folge dieser Untersuchungsergebnisse beabsichtigen die umliegenden Gemeinden eine Eingabe an den Umweltausschuß des Bayerischen Landtages.**

Seit Anfang der fünfziger Jahre befindet sich ca. zwei Kilometer östlich der Marktgemeinde Holzkirchen, Landkreis Miesbach (Oberbayern), eine leistungsstarke Mittel- und Kurzwellensendeanlage eines US-amerikanischen Betreibers (ehemals "Radio Free Europe").

Mit einer Bestückung von 4 mal 250 kW bei der Kurzwelle und 150 kW bei der Mittelwelle gehört diese Anlage zu den leistungsstärksten Einrichtungen dieser Art in Deutschland. Die Antennen strahlen, insbesondere in den Abend- und Nachtstunden, häufig mehrere Programme gleichzeitig in Richtung Ost- und Südosteuropa ab.

Nachdem seit einigen Jahren die Vermutungen gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Abstrahlungen des Senders in den umliegenden Gemeinden immer lauter ausgesprochen wurden, führte das **Bundesamt für Post und Telekommunikation (BAPT)**, Außenstelle Rosenheim, im Sommer 1995 ausführliche Messungen zur Überprüfung der Einhaltung der derzeit geltenden Grenzwerte für den Personenschutz durch.

Dabei stellte sich heraus, daß in einigen Wohngebieten die Grenzwerte für die Beeinflussung von Herzschrittmachern (gemäß DIN VDE 0848) deutlich überschritten wurden.

Aufgrund dieser Ergebnisse sahen sich die umliegenden Gemeinden unter Federführung des Marktes Holzkirchen veranlaßt, die Größe der Exposition ihrer Einwohner durch Hochfrequenzfelder ausführlich untersuchen zu lassen. Durchgeführt wurden diese Untersuchungen von Wissenschaftlern der **Universität der Bundeswehr München**.

Zusätzlich zur Rundfunksendestation befinden sich im Umkreis von ca. 5 km noch acht Mobilfunksendeanlagen und eine Raketenstellung der Bundeswehr mit verschiedenen Radargeräten.

## Ergebnisse der Messungen

Die Ergebnisse der Expositionsanalyse wurden im Dezember 1996 in einem ausführlichen Bericht den Gemeinden vorgelegt. Im ersten Teil des Berichtes wurden zunächst die für das Abstrahlverhalten des Rundfunksenders wichtigen technischen Daten ausgewertet, so daß eine rein rechnerische Abschätzung der Feldstärken in der Umgebung möglich wurde. Auch für die in der Region vorhandenen Mobilfunk- und Radaranlagen wurden Feldstärkeberechnungen angestellt.

Als Ergänzung wurden umfangreiche Feldstärkemessungen auf dem Gebiet der betroffenen Gemeinden durchgeführt. Sie lieferten ein aussagekräftiges Bild über die Feldstärkewerte in verschiedenen Richtungen und Abständen zur Sendeanlage. Zusätzlich wurden an einigen Meßpunkten auch die Einstrahlungen von in der Nähe befindlichen Mobilfunksendern vermessen.

Das somit zur Verfügung stehende Datenmaterial diente einerseits zur Überprüfung der Einhaltung geltender Grenzwerte, zum anderen konnten dadurch aktuelle Forschungsergebnisse aus gesundheitlichen Untersuchungen an vergleichbaren Anlagen auf die Umgebung der Holzkirchener Sendestation übertragen werden.

Die Auswertung aller Daten und Meßergebnisse ergab für die Region die folgende Expositionssituation:

1. Die Abstrahlungen der Rundfunksendeanlage sind derzeit so stark, daß im Bereich von Wohngebieten die Grenzwerte für die Beeinflussung von Herzschrittmachern (DIN VDE 0848) um bis zum Faktor 3 (300 %) überschritten werden. Hauptverantwortlich für die Grenzwertüberschreitung sind die Abstrahlungen des Mittelwellensenders.

Das Bundesamt für Post- und Telekommunikation hat den Betreiber bereits aufgefordert, Maßnahmen zu ergreifen, um diese Personengefährdung abzustellen.

1. In den am stärksten exponierten Wohngebieten erreicht die gemessene Summenbelastung aus allen Abstrahlungen der Anlage etwa 10 % des Grenzwertes nach DIN VDE 0848 bzw. 20 % der IRPA-Grenzwertempfehlung (entspricht den Werten der neuen Elektromog-Verordnung für Dauerbelastung).

An den allgemein zugänglichen Bereichen in unmittelbarer Nähe der Anlagenumzäunung wurden Felder bis zu 25 % des DIN-Grenzwertes bzw. 50 % der IRPA-Empfehlung registriert.

1. Ein Vergleich der in der Region festgestellten Feldstärkewerte mit den Expositionsdaten aus der von der Universität Bern im Jahr 1995 veröffentlichten Gesundheitsstudie für den Kurzwellensender Schwarzenburg (Schweiz) (vgl. Elektromog-Report 2(4), S. 7-8 (1996)) führte zu einem bemerkenswerten Ergebnis:

In dieser schweizer Studie wurden alle Personen, die im Umkreis von bis zu 1.000 m um die Sendeanlage leben, in die am stärksten exponierte Bevölkerungsguppe ("Gruppe A") eingeordnet. Für diese Gruppe fand die Studie eine signifikante Zunahme sogenannter psychovegetativer Beschwerden (Schlafstörungen, Kopf- und Gliederschmerzen, Nervosität etc.). Da die Stärke der elektromagnetischen Felder in der Umgebung des Schwarzenburger

Senders wegen der speziellen Abstrahlcharakteristik der dortigen Kurzwellenantennen mit wachsender Entfernung sehr schnell abnimmt, war für Entfernungen größer als 1.000 m das übermäßige Auftreten von gesundheitlichen Beeinträchtigungen nur noch schwach ausgeprägt.

In Holzkirchen hingegen werden durch die Bodenwellenabstrahlung der Mittelwellensendeantenne ähnliche Feldstärken wie in der "Zone A" der Schwarzenburgstudie in einem weit größeren Umkreis erzeugt. Die vergleichbare Zone in Holzkirchen besitzt einen Radius von ca. 8 km. In diesem Bereich leben etwa 20.000 Menschen, während die "Zone A" in Schwarzenburg von nur 215 Familien bewohnt wird.

Die große Bevölkerungsdichte in der Umgebung des Holzkirchener Senders bietet somit eine ausreichende Personenzahl für zuverlässige epidemiologische Erhebungen. Auch die Klärung der Frage nach einem gesteigerten Risiko für ernsthafte Erkrankungen, wie z. B. Krebs, erscheint in dieser Region durch die große Zahl der exponierten Personen möglich.

Aus diesem Grund haben die umliegenden Gemeinden beschlossen, über eine Eingabe an den Umweltausschuß des Bayerischen Landtages eine ausführliche Untersuchung der Möglichkeiten einer gesundheitlichen Beeinflussung in der Nähe von leistungsstarken Funksendeanlagen am Beispiel der Sendestation Holzkirchen einzufordern.

Nähere Auskünfte über die Ergebnisse der bisher in der Region Holzkirchen durchgeführten Untersuchungen sind zu erhalten bei der Ingenieurgemeinschaft für Geowissenschaft und Umwelttechnik, Bergstraße 20, 95326 Kulmbach, Tel.: (09221) 83 449.

### **Matthias Wuschek**

Diplom-Ingenieur, Fakultät für Elektrotechnik,

Universität der Bundeswehr München

### **Verbraucher- und Patienteninformation**

#### **EMF von elektrischen Heizdecken und Atemdruckreglern zur Behandlung der Schlaf-Apnoe**

In vielen Fällen können Gelenk- und Muskelkrankheiten mit Wärme behandelt und deren Schmerzen gelindert werden. In der Regel werden hierzu **elektrische Heizdecken** eingesetzt. Der in seiner Stärke einstellbare Stromfluß durch einen Heizdraht führt zur gewünschten Erwärmung. Gleichzeitig werden nicht unerhebliche elektrische und magnetische Felder emittiert. An der Oberfläche handelsüblicher Heizdecken treten magnetische Wechselfelder in der Größenordnung von 1 bis 2  $\mu\text{T}$  auf (Messungen: Werner Schaper 1997). Die elektrischen Felder sind im Nahfeld der Heizdecke (1 cm) mit ca. 4.500 V/m (Katalyse 1994) ungewöhnlich hoch und bleiben bei den meisten Geräten je nach Netzsteckerstellung auch bei ausgeschalteter Heizdecke bestehen.

**Verbrauchertip:** Elektrische Heizdecken nur zeitlich begrenzt einsetzen und während des Schlafes ausschalten und vom Körper entfernen. Als Alternative bieten sich wassergefüllte Wärmflaschen an. Gleichzeitig sollte Druck auf die Hersteller ausgeübt werden, feldminimierte elektrische Heizdecken auf den Markt zu bringen.

Noch höhere Felder treten bei der Verwendung von **medizinischen Therapiegeräten zur Bekämpfung der Schlaf-Apnoe** auf. Bei Menschen, die unter Schlaf-Apnoe leiden, kommt es während der Schlafphase zu einer zeitweisen Verschiebung der Atemwege. Der Körper schlägt automatisch Alarm und der Schlafende schnappt mit einem lauten Schnarchreflex nach Luft. Das "explosionsartige" Schnarchen und die starke Tagesmüdigkeit sind die wichtigsten Anzeichen des Schlaf-Apnoe-Syndroms.

Gefährlich wird die obstruktive Schlaf-Apnoe wenn mehr als 10 Atemstillstände (Apnoen) in einer Schlafphase auftreten und diese länger als 10 Sekunden dauern. Patienten, die unter diesem Syndrom leiden, kann mit einem sogenannten **Atemdruckregler** geholfen werden. Mit diesem Gerät wird der Atemdruck kontrolliert und bei Bedarf durch eine äußere Luftpumpe wieder angehoben.

Für die Versorgung der Überwachungselektronik und der Luftpumpe muß die Netzspannung von 230 V/50 Hz nach den Vorschriften vom VDE auf eine Sicherheitsspannung von ca. 24 Volt reduziert werden. Hierzu wird ein üblicher Transformator verwendet, der im Nahbereich vergleichsweise hohe Magnetfelder emittiert. Erschwerend kommt hinzu, daß das Versorgungsgerät in unmittelbarer Nähe zum Patienten aufgestellt werden muß, da die Luftschläuche aufgrund des Druckverlustes kurz gehalten werden müssen. Werner Schaper, Elektromog-Berater der Verbraucherzentrale Hamburg, hat folgende Werte gemessen:

Tabelle: 50-Hz-Magnetfelder von Atemdruckreglern zur Behandlung von Atemstillständen (Apnoen)

<b>Abstand vom Gerät (cm)</b>	<b>Magnetfeld (<math>\mu\text{T}</math>)</b>
0	150
10	30
20	9
30	3,5
40	2,0

Im Bereich des Kopfkissens wurden in der Regel Werte zwischen 1 und 2  $\mu\text{T}$  gemessen. Nächtlich einwirkende Magnetfelder in dieser Größenordnung stehen in Verdacht, den Melatoninspiegel und hierüber die Schlafqualität ungünstig zu beeinflussen. Dies ist gerade für Personen, deren Schlafphase eh schon gestört ist, bedenklich.

Die Hersteller, in Deutschland gibt es drei Hersteller von Atemdruckreglern, sind dringend aufgefordert, die Feldemissionen ihrer Geräte durch konstruktive Änderungen zu minimieren. Das Minimierungspotential ist dabei beträchtlich.

#### **Quellen:**

1. Messungen von Werner Schaper, Elektromog-Berater der Verbraucherzentrale Hamburg, Januar 1997.
2. Katalyse (Hrsg.): Elektromog. C. F. Müller-Verlag, Heidelberg 1994.

**EMF und Gesundheit**

## **Fallbeispiele ungewöhnlich hoch belasteter Wohnungen und Arbeitsplätze**

**Die Beratungs- und Meßstelle Elektromog beim Wissenschaftsladen Bonn e.V. hat vor zwei Jahren ihre Tätigkeit aufgenommen. Seitdem wurden im Auftrag von Bürgern 150 Messungen vor Ort durchgeführt. In den allermeisten Fällen litten die Auftraggeber der Messungen seit Jahren an diffusen Krankheitssymptomen unbekannter Ursache und wollten klären lassen, ob erhöhte elektromagnetische Belastungen im Wohnbereich vorliegen.**

**In manchen Fällen waren die Auftraggeber schwer erkrankt oder exponierte Personen bereits verstorben. In jedem dieser Fälle wurden in Bereichen, in denen sie sich über längere Zeiträume aufgehalten hatten (Schlafzimmer, Büro, Küche), überdurchschnittlich hohe magnetische Induktionen über 0,3  $\mu$ T (Mikrotesla) gemessen. Bei den betroffenen Erwachsenen lagen zudem stets eine Jahrzehnte andauernde Exposition vor. Auffällig ist, daß fast ausschließlich die mit elektromagnetischen Feldern in Verbindung gebrachten Erkrankungen auftraten.**

**Dagegen zeigten die Anwohner von Trafos und Hochspannungsleitungen, die nur geringen Feldexpositionen ausgesetzt waren, in der Regel keine gesundheitlichen Auffälligkeiten.**

Die Quellen erhöhter Feldbelastungen waren neben Hochspannungsleitungen vor allem Transformatoren, aber auch Dachständerleitungen und Erdungsströme. In höheren Stockwerken von Altbauten (etwa ab 2. Stock) fanden sich gelegentlich stärkere elektrische Felder (bis über 200 V/m (Volt/Meter)). Nachfolgend werden einige der Fälle beschrieben, bei denen schwere Krankheiten aufgetreten sind oder ein Zusammenhang mit den Feldbelastungen vermutet werden konnte. Die gemessenen Mittelwerte der magnetischen Induktionen lagen bei mindestens 0,3  $\mu$ T (Mikrotesla); falls erhöhte elektrische Felder festgestellt wurden, waren deren Feldstärken größer als 150 V/m.

### **Fallbeispiele mit erhöhten Magnetfeldern**

1. Ein Ehepaar schlief 32 Jahre direkt über einem Mittelspannungstransformator (250 kVA), der im Keller des Wohnhauses eingebaut ist. Vor einigen Jahren erkrankte die Frau an einem operablen Gehirntumor. Sie büßte auf einem Auge ihre Sehkraft weitgehend ein. Der Ehemann leidet an extremem Bluthochdruck und ist auf ständige Medikation angewiesen. Im Bett des Paares wurde eine mittlere Induktion von 1  $\mu$ T gemessen, der Spitzenwert lag bei 5  $\mu$ T. Der zuständige Stromversorger war bereit, feldvermindernde Maßnahmen am Trafo kostenlos durchzuführen.
2. Ein Hausmeisterehepaar wohnt seit etwa 20 Jahren in einer Dienstwohnung neben zwei 630-kVA-Trafos. Der Traforaum grenzte unmittelbar an die Küche. Das Ehepaar hielt sich tagsüber fast ausschließlich in der Küche auf. Die Frau war vor 5 Jahren an Brustkrebs erkrankt (erfolgreich operiert) und auf Anraten ihres Arztes aus der Wohnung ausgezogen. Der Mann leidet an Schlaflosigkeit und Erschöpfung und nimmt starke Medikamente, ohne die er seiner Aussage nach seinen Verpflichtungen

als Hausmeister nicht mehr nachkommen kann. Der Mittelwert der Induktion betrug in der Küche  $0,8 \mu\text{T}$ , der Spitzenwert erreichte  $1,2 \mu\text{T}$ .

3. Ein Ehepaar lebte seit 1962 im eigenen Haus. Der Stromversorger hatte damals den Betrieb von zwei Durchlauferhitzern unter der Bedingung genehmigt, daß er über einen Dachständer eine Freileitung verlegen durfte, um die Stromversorgung des Nachbarviertels zu verbessern. Zu diesem Zweck wurde vom Keller des Hauses (das Haus hat Erdanschluß) bis zum Dach ein dickes Niederspannungskabel in der Wand verlegt und über einen Dachständer eine Freileitung (mittlerweile gebündelt) zum etwa 50 Meter entfernten ersten Haus des Nachbarviertels gespannt. Das vom Keller bis zum Dach verlaufende Kabel befindet sich in der Küchenwand genau an der Stelle, an der das Ehepaar am liebsten saß, weil man von hier einen wunderbaren Ausblick in den Garten hat. Der Abstand zum Kabel betrug dann höchstens 50 cm. Hier wurden Induktionsmittelwerte von  $1 \mu\text{T}$  gemessen, unmittelbar auf der Wand waren es  $16 \mu\text{T}$ . Der Mann erkrankte vor drei Jahren an einem Hodgkin-Lymphom, die Frau im selben Jahr an einem Weichteilsarkom im Bein. Das Paar versuchte zunächst vergeblich, das Kabel und die Freileitung durch den Stromversorger entfernen zu lassen. Einige Wochen nach dem Tod des Mannes baute der Stromversorger Dachständer und Freileitung ab mit der Begründung, daß die Leitung zur Versorgung des Nachbarviertels nicht mehr benötigt werde.
4. Ein Mädchen lebte seit seiner Geburt  $3 \frac{1}{2}$  Jahre in einem Haus neben zwei Hochspannungsleitungen von 110 kV (15 Meter entfernt) und 380 kV (75 Meter entfernt). Dann lebte das Kind mit seinen Eltern vier Jahre im Ausland und erkrankte dort an Leukämie. Nach der Rückkehr nach Deutschland hielt es sich nur noch vorübergehend in dem Haus an den Hochspannungsleitungen auf, weil die Eltern einen negativen Einfluß auf den Krankheitsverlauf befürchteten. Mittlerweile ist die Familie in ein anderes Haus umgezogen. Eine Messung im ehemaligen Bett des Kindes ergab einen Induktionsmittelwert von  $0,35 \mu\text{T}$ .
5. Ein Ehepaar wohnt seit 1965 in einem Haus, das knapp 20 Meter neben einer 220 kV-Leitung steht. Die Frau hat bis heute keine gesundheitlichen Probleme, aber der Ehemann erkrankte 1992 an einem Non-Hodgkin-Lymphom. Sein Gesundheitszustand ist nach einer Chemotherapie derzeit stabil. Die Feldmessung ergab im Bett des Mannes eine Induktion von  $0,5 \mu\text{T}$ . Beim Meßtermin erzählte er, daß der Nachbar ebenfalls seit 1965 dort wohnte und im vergangenen Jahr an einem Gehirntumor gestorben sei. Das Haus des Nachbarn steht noch etwas näher an der Leitung. Ein Nachbar auf der gegenüberliegenden Seite der Trasse, dessen Haus ebenfalls nur knapp 20 Meter von der Leitung entfernt steht, war an einer Entartung der Mastzellen des Immunsystems erkrankt, sein Zustand ist durch Medikamente stabil.
6. In einem Bonner Amt arbeiteten drei Ingenieure in einem kleinen Büro neben einem 630 kVA-Trafo, der in das Gebäude eingebaut ist. Sie waren zwischen 50 und 60 Jahre alt und seit Jahrzehnten dort tätig. Vor vier Jahren starb einer der Ingenieure an einem Herzinfarkt und einer an einem Gehirntumor. Daraufhin wurde der Trafo mit Mu-Metall abgeschirmt. Der dritte Ingenieur war zum Zeitpunkt der Feldmessung durch den Wissenschaftsladen Bonn (nach erfolgter Abschirmung) an einer nicht genauer beschriebenen Gehirnkrankheit erkrankt und arbeitsunfähig. Die Meßwerte waren mit  $0,14 \mu\text{T}$  am Schreibtisch und  $1,1 \mu\text{T}$  an der Wand zum Traforaum relativ niedrig, dürften aber vor der Abschirmmaßnahme etwa fünf bis zehn mal so groß gewesen sein. Der Raum wird trotz der Abschirmung mittlerweile nicht mehr als Büro genutzt. Über das weitere Schicksal des dritten Ingenieurs ist nichts näheres bekannt.
7. Ein weiteres Ehepaar wohnt seit 27 Jahren in einer Wohnung neben einem 630-kVA-Trafo. Das Schlafzimmer befindet sich direkt neben dem Traforaum. Die Vermieterin der Wohnung wünschte eine Messung, um Daten über die Feldbelastung zu haben,

weil sie dem Stromversorger den Vertrag (der Trafo steht auf ihrem Grundstück) kündigen wollte. Beim Meßtermin fiel die ungewöhnliche Vitalität der Ehefrau und die Hinfälligkeit ihres Mannes auf. Der Mann war zuckerkrank und hatte vor einiger Zeit einen Schlaganfall erlitten. Das Ergebnis der Messung war überraschend: Auf dem Kopfkissen des Mannes betrug die gemessene Induktion  $1,8 \mu\text{T}$ , auf dem Kopfkissen der Frau dagegen nur  $0,06 \mu\text{T}$ . Zwar gehören Zuckerkrankheit und Schlaganfall nicht zu den Erkrankungen, die man mit der Exposition durch Magnetfelder von Stromversorgungsanlagen in Verbindung bringt, bemerkenswert ist aber, daß der erkrankte Ehemann im Bett starken Induktionen ausgesetzt war, während die kerngesunde Ehefrau magnetisch nur gering belastet wurde.

### **Fallbeispiele mit erhöhten elektrischen Feldern**

Die Aufmerksamkeit der Erforschung gesundheitlicher Wirkungen von Elektromog galt bisher fast ausschließlich den Magnetfeldern, die elektrischen Felder sind dabei weitgehend vernachlässigt worden. Entsprechend empfindliche Personen scheinen aber auf elektrische Wechselfelder zu reagieren, vor allem, wenn deren Stärke deutlich über  $100 \text{ V/m}$  liegt. Hierfür zwei Beispiele aus der Meßpraxis des Wissenschaftsladen Bonn.

1. Ein älterer Herr hatte sich eine zweimanualige elektronische Orgel mit Pedal gekauft, auf der er täglich spielte. Nach drei bis vier Jahren bekam er einen roten Ausschlag im Gesicht, der sich immer mehr ausbreitete. Schließlich stellte sich regelmäßig auch ein Hitzegefühl im Gesicht ein, wenn er länger als eine halbe Stunde auf der Orgel spielte. Nachdem er den Zusammenhang zwischen Orgelspiel und Hitzegefühl erkannt hatte, stellte er das Musizieren völlig ein. Daraufhin verringerte sich auch langsam der Ausschlag im Gesicht. Zu diesem Zeitpunkt beauftragte der Mann den Wissenschaftsladen mit einer Feldmessung an der Orgel. Über den Manualen der Orgel betrug die elektrische Wechselfeldstärke  $270 \text{ V/m}$ , mittels Handelektrode konnte gegen Erde eine Koppelspannung von  $7,7 \text{ V}$  festgestellt werden. Durch Erden der Orgel sank die Feldstärke über den Manualen auf  $9 \text{ V/m}$ , die Koppelspannung betrug nur noch  $0,2 \text{ V}$ . Das Hitzegefühl im Gesicht nach längerem Orgelspiel trat nicht mehr auf und die roten Flecken im Gesicht sind fast ganz abgeheilt.
2. Eine Frau hatte vor 10 Jahren einen Altbau gekauft, renoviert und dabei auch die Elektroinstallation erneuern lassen. Sie selbst bewohnte das zweite Stockwerk. Nach einigen Jahren stellte sich bei ihr ein Tinnitus (Ohrgeräusche) ein, der allen Behandlungsversuchen trotzte. Obwohl sich keine elektrischen Geräte in der Nähe ihres Bettes befanden, betrug dort die elektrische Feldstärke  $161 \text{ V/m}$ , die magnetische Induktion lag bei  $0,02 \mu\text{T}$ . Durch Ausschalten der Schlafräumsicherung ging dieser Wert nicht wesentlich zurück. Eine Überprüfung ergab, daß alle Wohnungen des Hauses über nur eine Phase versorgt wurden. Ein Elektrotechniker führte folgende zum Teil recht aufwendigen Sanierungsmaßnahmen durch:
  - Gleichmäßige Belastung der Phasen, so daß in jedem Stockwerk alle drei Phasen genutzt wurden,
  - Umbau des bestehenden TN-Netzes in ein TT-Netz,
  - Auftrennung von bestehenden Ringleitungen,
  - Verbesserung der Hauserdung und
  - Einbau eines Netzfreischaltes hinter der Schlafräumsicherung

Nach erfolgter Sanierung konnte im Bett der Hausbesitzerin bei ausgeschaltetem Netzfreeschalter nur noch eine elektrische Feldstärke von  $6 \text{ V/m}$  gemessen werden. Im Laufe einiger Monate besserte sich der Tinnitus so weit, daß er nur noch gelegentlich morgens nach

dem Aufwachen auftrat. Gleichzeitig mit der Sanierung der Elektroinstallation ihres Hauses hatte die Frau auch eine Amalgamsanierung durchführen lassen. Möglicherweise lag hier eine Belastung mit Quecksilber durch erhöhte Korrosion der Amalgamplomben infolge von Körperströmen vor. Der Tinnitus wäre dann nur indirekt die Folge der elektrischen Feldbelastung gewesen.

### **Fazit**

Die geschilderten Fälle sind natürlich kein Beweis für die schädigende Wirkung elektromagnetischer Einflüsse auf die menschliche Gesundheit, wenn auch der Zusammenhang manchmal sehr deutlich zu sein scheint. Auffallend ist aber, daß die beobachteten Erkrankungen stets mit einer erhöhten Feldexposition verbunden waren und es sich fast nur um die seit längerem mit elektromagnetischen Feldern in Verbindung gebrachten Krankheiten handelte.

Waren die Auftraggeber dagegen in ihren Wohnungen oder am Schlafplatz mittleren magnetischen Induktionen unter  $0,2 \mu\text{T}$  ausgesetzt oder wohnten sie erst seit kurzem unter erhöhter Feldbelastung, so traten in keinem Fall die entsprechenden Krankheiten auf, obwohl diese Fälle zahlreicher waren, als die oben beschriebenen, höher belasteten Fälle.

### **Dr. Klaus Trost**

Wissenschaftsladen Bonn e.V., Buschstr. 85, 53113 Bonn

### **□Kommentar**

Die geschilderten Fallbeispiele im Bericht von Dr. Klaus Trost vom angesehenen Wissenschaftsladen Bonn können keinen kausalen Zusammenhang zwischen den beobachteten Erkrankungen und elektromagnetischen Feldern beweisen. Dennoch geben sie wertvolle Hinweise auf mögliche Gefahren und legen den Finger in die Wunde des "0,3-100-Mikrotesla-Dilemmas": Nach Meinung vieler Wissenschaftler geht von Belastungen unter  $0,3 \mu\text{T}$  kein relevantes Gesundheitsrisiko aus. Die Grenzwerte für die Allgemeinheit liegen in der seit Januar 1997 gültigen Elektromogverordnung aber bei  $100 \mu\text{T}$  (wenn die Belastung nur zu 5% der Zeit auftritt, sogar bei  $200 \mu\text{T}$ ). Was aber zwischen  $0,3$  und  $100 \mu\text{T}$  passiert, weiß niemand so genau. Tierversuche von Löscher und Mevissen zeigen in diesem Bereich eine Förderung des Brustkebswachstums (vgl. Elektromog-Report 2(11), S. 5-6, 1996). Epidemiologische Studien zur systematischen Erfassung von gesundheitlichen Beschwerden bei vergleichsweise hoher elektromagnetischer Belastung fehlen weltweit nahezu völlig. Es ist nicht einmal bekannt, wieviel Prozent der Bevölkerung solchen deutlich erhöhten Belastungen ausgesetzt ist.

Es besteht dringender Handlungsbedarf:

- Systematische Erfassung von Dauerbelastungen über  $0,5 \mu\text{T}$  - ausgehend von den Quellen der Belastung wie z. B. Transformatoren - und Aufklärung der Betroffenen über mögliche gesundheitliche Gefahren. Oftmals sind durch einfache Maßnahmen wie Verlegung des Schlafplatzes ausreichende Feldreduzierungen möglich.
- Durchführung einer epidemiologischen Studie, die ein Kollektiv mit Dauerbelastungen über  $0,5 \mu\text{T}$  randomisiert mit einem durchschnittlich belasteten Kollektiv vergleicht.

Es ist zu wünschen, daß die internationalen und nationalen Institutionen, die in ihren Namen das wohlklingende Wort "Strahlenschutz" führen, sich dieser sehr konkreten

Strahlenschutzproblematik annehmen würden. Es ist unverantwortlich, diese erhöhten Belastungen und ihre möglichen gesundheitlichen Folgen zu ignorieren und sich hinter dem 0,3-Mikrotesla-Wall zu verstecken, auch wenn bundesweit "nur" einige 10.000 Personen betroffen sein mögen.

Redaktion Elektromog-Report

## Vorsorge

### **Eine Kosten-Nutzen-Analyse für Krebs durch EMF**

**Fünf schwedische Institutionen, die sich staatlicherseits mit den möglichen gesundheitlichen Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern (EMF) befassen, haben in einer Broschüre beispielhafte Kosten-Nutzen-Rechnungen über die Vermeidung von durch EMF verursachte Krebsfälle vorgelegt. In Schweden werden die Kosten für die Vermeidung eines Krebsfalles durch ionisierende Strahlung (z. B. Röntgenstrahlung) auf 2,8 Millionen DM und die Vermeidung eines verkehrsbedingten Todesfalles auf 1,7 Millionen DM geschätzt. Für EMF-bedingte Krebsfälle wurden Abschätzungen unter der Annahme vorgenommen, daß der in der Wissenschaft umstrittene Zusammenhang zwischen EMF und Krebs tatsächlich besteht.**

In der Broschüre, die u. a. vom Gesundheitsministerium, vom Bauministerium und vom Strahlenschutzinstitut herausgegeben wurde, heißt es:

"Im Durchschnitt entwickelt jährlich eines von 25.000 Kindern in Schweden und den meisten anderen Industrieländern eine Leukämie. Obwohl die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen dem Auftreten von kindlicher Leukämie und der Exposition gegenüber magnetischen Feldern nicht als wissenschaftlich etabliert angesehen werden kann, werden die beobachteten Risiken in unserem Beispiel als zutreffend angenommen. In einer schwedischen epidemiologischen Untersuchung wurde für Kinder, die in der Nähe von Hochspannungstrassen leben, ein um den Faktor 2,7 erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Leukämie gefunden, im Vergleich zu Kindern, die weit entfernt von solchen Leitungen lebten. Diese Zahl wurde in den folgenden Beispielen wegen des Fehlens anderer Risikoabschätzungen auch für Umspannstationen und vagabundierende Ströme verwendet.

(...) Die Beispiele zeigen, daß Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition pro statistisch vermiedener kindlicher Leukämie zwischen einigen Millionen und einigen hundert Millionen SK kosten kann [Anm.: 1 Mio. schwedische Kronen (SK) entsprechen etwa 240.000 DM], unter der Annahme, daß die verwendeten Risikoabschätzungen zutreffen. Beachten Sie, daß das Vorsorgeprinzip in Betracht gezogen werden sollte, wenn die Felder stark von dem abweichen, was in der betreffenden Umgebung als normal angesehen werden kann."

In der Studie wurden Abschätzungen vorgenommen für folgende Beispiele

- **Hochspannungstrasse neben Mehrfamilienhäusern:** Eine 220 kV-Hochspannungstrasse führt durch ein Gebiet von Mehrfamilienhäusern mit 300

Kindern, die in einem Einzugsgebiet leben, von dem angenommen wird, daß darin das Leukämierisiko erhöht ist. Die Kosten für die Vermeidung eines statistischen Krebsfalles werden in diesem Fall auf 150 MSK (Millionen schwedische Kronen), entsprechend 36 Mio. DM, geschätzt. Die Kosten resultieren aus den Verlegungskosten für die Leitungen (geschätzte 60 MSK) und dem angenommenen Risiko.

- **Vorschule in der Nähe einer Hochspannungsleitung:** Unter der Annahme, daß eine Vorschule mit 40 Kindern einer erhöhten elektromagnetischen Belastung durch eine Hochspannungstrasse ausgesetzt ist, würde ein Neubau 0,96 Mio. DM und die Vermeidung eines statistischen Krebsfalles 17,8 Mio. DM kosten. Ließen sich jedoch geeignete Abschirmmaßnahmen ergreifen (Kosten: 120.000 DM), so lägen die Kosten bei 2,2 Mio. DM pro vermiedenem Fall.
- **Transformatorstation in einem Schulgebäude:** Eine Transformatorstation führt in drei Klassenräumen zu einer erhöhten elektromagnetische Belastung. Eine Abschirmung mit Metallplatten würde 48.000 DM kosten. Unter der Annahme einer relevanten Dosisreduktion für 75 Kinder ergäben sich Kosten für die Vermeidung eines Krebsfalles von unter 480.000 DM.
- **Vagabundierende Ströme in Einfamilienhäusern:** Treten durch Elektroinstallationen im Haus vagabundierende Ströme auf, die zu einer erhöhten EMF-Belastung führen, welche durch Maßnahmen mit einem Kostenrahmen von 1.200 DM eliminiert werden könnten, so ergeben sich unter der Annahme eines Kindes pro Familie Kosten für die Vermeidung eines statistischen Leukämie-Falles in Höhe von 0,96 Mio. DM.
- **Hochspannungstrasse durch ländliches Gebiet:** Bei der Planung einer 400 kV-Hochspannungsleitung werden strahlungsminimierende Aspekte berücksichtigt. Dennoch ist es notwendig die Hochspannungstrasse über 80 km an 71 verstreuten Besitzungen vorbeizuführen, bei denen von einer erhöhten EMF-Belastung ausgegangen werden muß. Die Kosten für spezielle Stromkreise mit optimierter Abschirmung bzw. Kompensationswirkung für jede Wohnbebauung betragen 120.000 DM, was zu Kosten von 88,8 Mio. DM pro verhindertem Leukämiefall führen würde.
- **Hochspannungsleitung durch Vorstadtgebiet:** Eine 220 kV-Hochspannungsleitung wird für eine Vorstadt geplant. Sie führt durch ein Gebiet mit Mehrfamilienhäusern, in dem 60 Kinder leben, von denen angenommen wird, daß sie einer erhöhten EMF-Belastung ausgesetzt wären. Zur Vermeidung eines erhöhten Risikos ist geplant, einen Leitungsabschnitt mit Aufteilung der Phasenströme auf mehrere unabhängige Leiterseile einzufügen. Die zusätzlichen Kosten werden auf 170.000 DM geschätzt, was 2,2 Mio. DM für einen vermiedenen Leukämiefall entspräche.

Die vorgelegten Kostenrechnungen geben einen Eindruck von den Kosten, die möglicherweise für die Vermeidung eines statistischen Leukämiefalles aufgebracht werden müßten. Sie liegen in den vorliegenden Beispielen unter der Annahme eines erhöhten Krebsrisikos durch EMF um den Faktor 2,7 je nach Aufwand zwischen 480.000 DM und 89 Mio. DM.

Die Broschüre in englischer Sprache "Low -Frequency Electric and Magnetic Fields: The Precautionary Principle for National Authorities" ist erhältlich beim: National Board of Occupational Safety and Health, S-17184 Solna, Schweden, Tel.: 0046-8-730-9000, Fax: 0046-8-730-1967.

# *Elektrosmog Report*

Nr. 4 / 3. Jahrgang April 1997

## Hochfrequenz

### **Leukämie in der Umgebung von Fernsehsendern**

**Zu Anfang der 90er Jahre fiel einem niedergelassenen Arzt bei Birmingham in England eine Häufung von Leukämiefällen in der Umgebung eines Fernseh- und Radiosenders auf. Eine daraufhin durchgeführte Untersuchung bestätigte die Existenz einer Verdopplung des Leukämie-Risikos. Die Studie wurde zunächst unter Verschluss gehalten und erst jetzt veröffentlicht, nachdem eine Folgestudie an verschiedenen Standorten von 20 weiteren Sendern abgeschlossen war. Diese hatte keine bzw. nur eine sehr geringe Erhöhung der Krebsraten nachgewiesen. Eine australische Studie, die ebenfalls eine um das Zweifache erhöhte Leukämierate in der Umgebung von Fernsehsendern in der Nähe der Stadt Sydney nachwies, wurde jetzt ebenfalls in einer wissenschaftlichen Zeitschrift publiziert.**

Bisher liegen erst wenige epidemiologische Studien vor, die einen Zusammenhang zwischen Hochfrequenzstrahlung und Krebs untersuchten. Im allgemeinen fand sich kein oder nur ein unsicherer Zusammenhang. Allerdings existieren auch Untersuchungen mit erhöhten Krebsraten. So fanden **William Morton** und **David Philipps** von der Universität in Oregon im Jahre 1982 eine erhöhte Leukämie- und Brustkrebsrate in der Nähe eines Fernsehsenders in Portland. In einer Studie aus Hawaii aus dem Jahre 1986 war die Gesamtkrebsrate signifikant um 36% erhöht und die Leukämierate nicht signifikant um 56%. In einer 1996 veröffentlichten polnischen Studie war eine um den Faktor 2 erhöhte Krebsrate bei hochfrequenzexponierten Soldaten aufgefallen. Die Leukämieraten waren sogar um das Sechsfache erhöht (vgl. Elektrosmog-Report 1 (5), S. 7-8, 1995).

#### **Die Birmingham-Studie**

Die englische Tageszeitung *The Guardian* berichtete am 30. März 1992 über eine Beobachtung von **Mark Payne** aus Solihull in der Nähe von Birmingham. Ihm war eine erhöhte Rate von Leukämien und Lymphomen bei solchen Personen aufgefallen, die bis zu 1.500 Meter nah am Sutton-Coldfield-Sender, einem von der BBC (British Broadcasting Corporation) betriebenen Fernseh- und Radiosender, wohnten. Von 2.600 Patienten eines niedergelassenen Arztes litten 7 an einer dieser bösartigen Erkrankungen des blutbildenden System. Die statistisch erwartete Häufigkeit lag dagegen bei weniger als einem Leukämiefall. Die Behörden sahen sich aufgrund des öffentlichen Drucks gezwungen, dieser Frage mit einer wissenschaftlichen Studie nachzugehen.

#### **Methode**

Die beauftragten Wissenschaftler schlossen in ihre Studie alle Personen ein, die innerhalb eines Radius von 10 km um den Sender lebten. In diesem Gebiet wohnten etwa 408.000 Menschen. Um der Frage nachgehen zu können, ob die Krebsrate eventuell mit der Entfernung vom Sender abnimmt, wurden zudem weitere 9 engere Kreise innerhalb des 10-km-Kreises gezogen. Die erwarteten Krebsraten wurden berechnet auf der Basis der nationalen Krebshäufigkeiten, die nach Alter, Geschlecht und sozioökonomischen Faktoren stratifiziert wurden. Es wurde das Verhältnis der beobachteten zu den erwarteten Fälle für die

Entfernungen 0-2 km und 0-10 km berechnet sowie eine Maßzahl für die Abnahme der Krebshäufigkeiten mit der Zunahme der Entfernung.

### Ergebnisse

In einer Entfernung von 0-10 km fand sich eine signifikante Zunahme aller Krebsarten um 3%, in einer Entfernung von 0-2 km eine signifikante Zunahme um 9%. Die entsprechenden Zunahmen für Leukämien waren 1% (0-10 km) und 83% (0-2 km). Die Abnahme der Leukämieraten mit der Entfernung war hochsignifikant ( $p = 0,001$ ). Das kumulative Verhältnis von beobachteter zu erwarteter Leukämiehäufigkeit betrug innerhalb eines Radius von 0,5 km um den Fernsehturm 9,09 und nahm dann kontinuierlich mit der Entfernung ab bis zu einer Normalisierung der Krebsraten nach 8 Kilometern (siehe Tabelle). Im engsten Radius (0-0,5 km) betrug die beobachtete Leukämiehäufigkeit also mehr als Neunfache der erwarteten. Die Abnahme der Häufigkeiten mit der Entfernung blieb auch bestehen nach Unterteilung in verschiedene Altersgruppen und nach getrennter Untersuchung für beide Geschlechter. Alte und Junge, Männer und Frauen wiesen eine erhöhte Leukämierate in der Nähe des Senders auf. Auch bei einer getrennten Untersuchung von zwei Zeitperioden, nämlich 1974-1980 und 1981-1986 blieb die Leukämie-Häufung in der Entfernung von 0-2 km und die Abnahme mit der Entfernung bestehen. Das Verhältnis der beobachteten zur erwarteten Leukämiezahl betrug im ersten 6-Jahres-Zeitraum 1,80 und im zweiten Zeitraum 1,85.

Tabelle: Entwicklung der Krebsraten in Abhängigkeit von der Entfernung zum Sender

Entfernung vom Sender (km)	alle Krebsarten		Leukämien	
	B/E-Verhältnis*)	kumul. B/E-Verhältnis	B/E-Verhältnis*)	kumul. B/E-Verhältnis
0-0,5	0,36	0,36	9,09	9,09
0,5-1,0	0,70	0,69	1,84	2,12
1,0-2,0	1,20	1,09	1,74	1,83
2,0-3,0	1,01	1,06	1,62	1,76
3,0-4,9	0,95	1,00	1,24	1,49
4,9-6,3	1,05	1,03	1,29	1,38
6,3-7,4	1,03	1,03	1,03	1,25
7,4-8,3	1,01	1,02	1,04	1,19
8,3-9,2	1,05	1,03	0,70	1,07
9,2-10	1,04	1,03	0,78	1,01

B/E-Verhältnis: Verhältnis von beobachteter zu erwarteter Häufigkeit.

Kumul. B/E-Verhältnis: Kumuliertes B/E-Verhältnis

Die Häufigkeit von bösartigem Gehirnkrebs war in der Entfernung von 0-2 km nicht signifikant um 31% erhöht, die von Hautkrebs (malignes Melanom) nicht signifikant um 43%

und die Häufigkeit von Blasenkrebs signifikant um 52%. Die anderen untersuchten Krebsarten waren unauffällig.

Die Autoren fassen zusammen, daß die Vermutung von Dr. Payne, die Leukämierate in der Umgebung des Sutton-Coldfield-Senders sei statistisch signifikant erhöht, durch die Studie bestätigt wurde. Es könne jedoch dadurch nicht auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Strahlung des Fernsehsenders und den Leukämiefällen geschlossen werden, da es sich nur um eine isolierte Beobachtung handele. Daher wurde eine Folgestudie durchgeführt, bei der die Krebsraten in der Umgebung von 20 weiteren Radio- bzw. Fernsehsendern untersucht wurden.

### **Die Folgestudie**

In der Folgestudie, welche 20 Sender in Schottland, England und Wales berücksichtigte, wurde die gleiche Methodik wie bei der Birmingham-Studie angewendet. Es wurden allerdings nur Leukämien, bösartige Gehirntumoren, Hautkrebs und Blasenkrebs untersucht, also Krebsarten die in der ersten Studie auffällig waren.

Die Untersucher fanden eine signifikant um 3% erhöhte Rate für Leukämien bei Erwachsenen. Dieses gering erhöhte Risiko nahm schwach signifikant mit der Entfernung vom Sender ab ( $p < 0,05$ ). Blasenkrebs waren in einer Entfernung von 0-10 km von den Sendern signifikant um 9% erhöht, allerdings ohne signifikante Abnahme mit der Entfernung. Für die übrigen Krebsarten, inklusive kindliche Leukämien, fanden sich keine Häufungen bzw. Abnahmen mit der Entfernung. Hautkrebs war in der Nähe der Sender sogar um 10% vermindert.

Die Folgestudie konnte die starke Häufung in Birmingham daher nicht bestätigen. Sie stelle allenfalls eine "schwache Unterstützung" für die Funde in der Umgebung des Sutton-Coldfield-Senders dar.

### **Die australische Studie**

Die australische Studie von **Bruce Hocking** und Mitarbeitern (Melbourne/Australien), die bereits beim Kongreß zu gesundheitlichen Effekten von EMF (elektromagnetische Felder) in Palm Springs im November 1995 vorgestellt worden war - wir berichteten über die wesentlichen Ergebnisse im April 1996 (Elektrosmog-Report 2 (4), S. 7, 1996) -, wurde nun ebenfalls veröffentlicht. Er hatte Krebshäufigkeiten bei Personen, die in der Umgebung von 4 Fernsehsendern auf 3 Sendetürmen bei der Stadt Sydney wohnten, untersucht. In einer Entfernung von 0-4 km war die Rate kindlicher Leukämien um 50% erhöht und die Sterblichkeit an kindlichen Leukämien verdoppelt.

### **Gesundheitliche Gefahren durch hochfrequente Strahlung?**

Wie die zwei britischen Studien und frühere Studien deutlich machen, gibt es immer wieder Hinweise auf gesundheitliche Gefährdungen durch HF-Strahlung. Andere Studien können diesen Verdacht jedoch nicht bestätigen. Auch im deutschsprachigen Raum mehren sich die Stimmen, die vor möglichen gesundheitlichen Gefährdungen durch Hochfrequenzsender warnen. Beispiele sind die Untersuchung der Universität Bern über gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg (Elektrosmog-Report 2 (4), S. 5-6, 1996), der Verdacht auf eine erhöhte Rate von Gehirntumoren in der Umgebung einer

Bundeswehr-Radarstellung bei Vollersrode (Elektrosmog-Report 2 (4), S. 6, 1996) oder Klagen über gesundheitliche Beeinträchtigungen in der näheren Umgebung einer im Landkreis Miesbach/Oberbayern befindlichen Mittel- und Kurzwellensendeanlage (Elektrosmog-Report 3 (2), S. 6-7, 1997). Eine systematische Untersuchung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen von Radarstellungen sowie Radio- und Fernsehsendern im deutschsprachigen Raum erscheint überfällig.

#### **Literatur:**

1. Dolk, H., et al.: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter. Am. J. Epidemiol. 145, 1-9 (1997).
2. Dolk, H., et al.: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. Am. J. Epidemiol. 145, 10-17 (1997).
3. Hocking, B., et al.: Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. Med. J. Austr. 165, 601-605 (1996).
4. Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg Elektrosmog-Report 2 (4), S. 5-6 (1996).

### **Niederfrequente EMF-Belastung**

#### **Auswirkungen von Elektrosmog am Arbeitsplatz**

In einer Reihe von epidemiologischen Studien, die sich auf Wohn- oder Arbeitsplatzsituationen bezogen, ergaben sich statistisch signifikante Beziehungen zwischen der Stärke elektromagnetischer Felder (EMF) sowie der Dauer der Exposition und dem Risiko, an bestimmten Krebsarten zu erkranken, darunter insbesondere Leukämien und Hirntumoren.

Seit 1995 gibt es eine außerordentlich gründliche und umfangreiche Gesamtauswertung der Literatur zum Risiko bösartiger Tumoren und der Belastung mit niederfrequenten Feldern anhand von 78 berufsbezogenen Studien aus aller Welt aus dem Zeitraum 1979 bis 1994 (29 davon aus den USA, 20 aus Schweden und nur 2 aus Deutschland). Anhand experimentell-technischer und epidemiologischer Befunde liefert die 105 Seiten umfassende Studie im Rahmen des Programms der Europäischen Organisation zur Vorbeugung gegen Krebs (ECP) einen umfassenden, aktuellen Überblick. Das Autorenteam ist eine Expertengruppe aus Onkologen (Krebsärzten), Toxikologen, Arbeitsmedizinern und einem Strahlenschutzfachmann.

Die Experten gelangten zu der Schlußfolgerung, daß möglicherweise ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von chronisch lymphatischer Leukämie und der berufsbedingten Exposition mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern bestehe. Sie sahen ebenfalls einen möglichen Zusammenhang zwischen dem vermehrten Vorkommen von Brustkrebs, malignem Melanom (schwarzer Hautkrebs), Tumoren des Nervensystems, Non-Hodgkin-Lymphomen, akuter lymphatischer und akuter myeloischer Leukämie und der Tätigkeit in speziellen Berufsfeldern. Genannt wurden z. B.:

- Brustkrebs im Zusammenhang mit Energieanlagen,
- Hautkrebs im Zusammenhang mit elektronischer Industrie,
- Tumoren des zentralen Nervensystems im Zusammenhang mit der Konzeption, Herstellung, Installation und Wartung von Elektronik und elektrischem Gerät und
- akute lymphatische Leukämie bei Energieanlagen, in Produktionsbereichen und der Elektronikbranche.

Es wird gefordert, weitere Untersuchungen mit dem Ziel durchzuführen, den quantitativen Zusammenhang zwischen der Stärke der Belastung und dem Ausmaß der Risikosteigerung herauszufinden sowie den biologischen Mechanismus aufzudecken, der die Wirkungsweise der elektrischen und magnetischen Felder zuverlässig erklären kann. Erst dann habe man eine zuverlässige Basis, um Arbeitsschutzgrenzwerte zur Vermeidung von Langzeitwirkungen festzusetzen.

Literatur:

1. Boikat, U. 1996: Kenntnisse über Auswirkungen von Elektromog am Arbeitsplatz. In: Arbeitskreis für Arbeitssicherheit in Hamburg (Veranstalter): Arbeitssicherheit und Umwelt, Elektromog am Arbeitsplatz. Reader zur Vortragsveranstaltung vom 28.11.1996 im Congress Centrum Hamburg.
2. Hardell, L., et al.: Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and the risk of malignant diseases - an evaluation of epidemiological and experimental findings. European Journal of Cancer Prevention 4 (Supplement 1), 3-107 (1995).

## *Elektromog Report*

Nr. 5 / 3. Jahrgang Mai 1997

### Versicherungen

## **Englische Stromversorger richten Elektromog-Prozeßkasse ein**

Weltweit befürchten Versicherungen, daß im Zusammenhang mit möglichen Elektromog-Gefahren eine Welle von Klagen auf die Energieversorgungsunternehmen zurollen wird. Diese Sorge wird durch aktuelle Entwicklungen in Großbritannien bestärkt.

In Großbritannien wird seit Jahren über die möglichen Gesundheitsrisiken debattiert, die von elektromagnetischen Feldern (EMF) ausgehen. Bisherige Versuche, mutmaßlich EMF-bedingte Gesundheitsschädigungen vor Gericht zu bringen, waren wenig erfolgreich. Dies vor allem wegen der immensen Kosten, die der Nachweis einer Schädigung durch Elektromog mit sich brächte. Die entsprechenden Mittel konnte bislang kein privater Kläger aufbringen. Weder eine Rechtsschutz- noch eine andere Versicherung waren bereit, das hohe Prozeßrisiko auf sich zu nehmen. Noch sind allerdings fünf Gerichtsverfahren in Vorbereitung. In einem Fall zeichnet sich nun ab, daß der Staat die Kosten für die Kläger übernehmen wird.

Dabei handelt es sich um den Fall der Eheleute **Studholme**, die erklären, daß ihr Sohn Simon im Alter von 13 Jahren an Leukämie gestorben sei, weil unmittelbar neben dem Haus, in dem die Familie wohnt, eine Umspannstation von Northern Electricity stehe. Für die Klage gelang

es den Eheleuten sich der britischen Legal Aid zu versichern, die in etwa mit dem deutschen Armenrecht vergleichbar ist.

Die unerwartete Entscheidung der Behörden, in diesem Fall Armenrecht zu gewähren, hat umgehend acht große Stromversorger in Großbritannien dazu veranlaßt, eine gemeinsame Kasse von umgerechnet fast 20 Mio. DM für die Abwehr der Klage einzurichten.

Auf einer internationalen Versicherungskonferenz in London warnte Dieter Kohl, EMF-Experte der Frankona Rückversicherung, vor einer Welle von Prozessen: Obwohl weltweit umstritten sei, ob EMF gesundheitliche Risiken in sich berge, könne die öffentliche Diskussion den jeweiligen Klägern erfolgreich die Tür zum Gerichtsgebäude öffnen. "Auch Versicherungen müssen einen Mittelweg zwischen Panikmache und Vogel-Strauß-Strategie finden".

Speziell in den USA mit ihren strengen Haftungsgesetzen könnten Kosten und Folgen eines Elektromog-Prozesses immens hoch sein, warnte Kohl. Schon mehrfach seien in den USA Unternehmen nur knapp davongekommen. So in zwei Fällen, bei denen Arbeiter gegen Produzenten von Radarwaffen klagten. Noch sei unklar, ob der Einspruch des Berufungsgerichtes im Fall der krebserkrankten **Nancy Jordan** gegen zwei Stromversorger zu einem Präzedenzfall führe.

In Dänemark wurde vom Obersten Gerichtshof bereits ein Stromversorger zu Schadensersatz verurteilt. Die beiden Kläger konnten das Gericht davon überzeugen, daß eine 20 m nahe Hochspannungsleitung ihre Gesundheit beeinträchtigt habe.

Die Furcht vor ähnlichen Urteilen hat bereits einige deutsche Versicherungen dazu veranlaßt, die Haftung für Elektromog in ihren Verträgen auszuschließen (vgl. Elektromog-Report 2(12), S. 5, 1996).

**Quelle:** VDI nachrichten, 3.1.1997.

### Niederfrequenz

## **Hinweise auf Zusammenhang zwischen EMF und Alzheimer**

**Zwei epidemiologische Studien aus den USA und Schweden unterstützen frühere Vermutungen über einen Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern am Arbeitsplatz und der Entstehung der Alzheimer-Krankheit. Nach der amerikanischen Studie wiesen Personen, die an mittel- bis hoch-EMF-belasteten Arbeitsplätzen gearbeitet hatten, ein viermal so großes Risiko für die Entwicklung der Alzheimer-Krankheit auf als eine Kontrollgruppe. In der schwedischen Studie fand sich ein um den Faktor fünf erhöhtes Risiko. Als mögliche Erklärung wird eine vermehrte Produktion des Amyloid-Beta-Proteins durch EMF diskutiert.**

Bereits in einer Veröffentlichung im September 1996 hatten **Paul A. Schulte** und Kollegen vom nationalen Institut für Arbeitsplatzsicherheit und -gesundheit in Cincinnati/Ohio festgestellt, daß bestimmte Berufsgruppen mit einem höheren Risiko behaftet sind, an einer degenerativen Erkrankung des Nervensystems - die häufigsten sind Parkinson- und

Alzheimer-Erkrankung - zu erkranken. In die umfangreiche Analyse gingen etwa 130.000 Personen ein. Berufsgruppen mit einer häufig hohen Belastung durch EMF (elektromagnetische Felder) wie Elektriker und Lokomotivführer waren überproportional häufig mit diesen Erkrankungen vertreten. Die Autoren wiesen auf einen möglichen Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und neurodegenerativen Erkrankungen hin und regten weitere Untersuchungen zur Klärung dieser Frage an.

### **Die US-amerikanische Studie**

**Eugene Sobel** und Mitarbeiter von der südkalifornischen Universität in Los Angeles präsentierten Analysen von insgesamt 326 Alzheimer-Patienten aus zwei großen medizinischen Spezialzentren, die mit einer Kontrollgruppe von 152 Patienten mit anderen Formen von Demenz aus diesen Zentren verglichen wurden. Die Patienten wurden nach einer vermuteten beruflichen niederfrequenten Magnetfeldbelastung an ihrem wichtigsten Arbeitsplatz in drei Gruppen eingeteilt:

- eine mittlere Belastung mit etwa 0,2 bis 1  $\mu\text{T}$  (Mikrotesla) und gelegentlich höheren Belastungen,
- eine hohe Belastung mit etwa 1 bis 10  $\mu\text{T}$  und gelegentlich höheren Belastungen und
- eine niedrige Belastung bei allen anderen beruflichen Expositionen.

Für die statistische Analyse wurden die Patienten mit einer mittleren und hohen Belastung zusammengefaßt.

Es zeigte sich, daß in der Alzheimer-Gruppe 17,4% der Männer und 10,0% der Frauen vermutlich einer mittleren oder hohen EMF-Belastung ausgesetzt waren, während es in der Kontrollgruppe nur 6,6% und 3,9% waren. Wurde das so berechnete erhöhte Risiko in einer multivariaten Analyse unter Berücksichtigung von Geschlecht, Bildungsstand und Alter beim Auftreten der Erkrankung den Unterschieden zwischen Alzheimer-Gruppe und Kontroll-Gruppe angepaßt, so berechnete sich ein erhöhtes Risiko von 3,93 ( $p < 0,01$ , KI: 1,45-10,56), also ein um etwa den Faktor 4 erhöhtes Risiko.

Die Autoren weisen einschränkend daraufhin, daß die Studienanlage es nicht erlaubte, genaue Expositionsmessungen vorzunehmen und damit Dosis-Wirkungsbeziehungen zu ermitteln. Dies sollte in Folgestudien versucht werden.

Sobel und Mitarbeiter hatten bereits 1995 Studienergebnisse veröffentlicht, nach denen eine erhöhte elektromagnetische Belastung mit einem um das Dreifache erhöhten Risiko für die Alzheimer-Krankheit verbunden ist. Dazu hatten sie Alzheimer-Patienten in vier verschiedenen Behandlungszentren untersucht (Universität von Helsinki, Koskela-Hospital in Finnland, Universität von Südkalifornien und Rancho Los Amigos in Los Angeles). Die Risiken in den vier Zentren lagen konsistent zwischen 2,9 und 3,9 bei Fallzahlen zwischen 52 und 316 Patienten.

Die aktuelle Studie bestätigt damit die früheren Ergebnisse.

### **Die schwedische Studie**

Eine jüngere Studie von **Maria Feychting** vom Karolinska Institute in Stockholm mit vergleichbaren Ergebnissen wurde am 21. November 1996 auf einem Meeting in San Antonio präsentiert. Die Wissenschaftler verglichen 55 Patienten, die an der Alzheimer-Krankheit

litten, mit einer Kontrollgruppe von kognitiv normalen Personen. Sie fanden, daß Personen, die bei ihrer letzten Beschäftigung einer EMF-Belastung von durchschnittlich mehr als 0,2  $\mu$ T ausgesetzt waren, ein um den Faktor 2,5 erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Alzheimer-Erkrankung aufwiesen. Dieser Unterschied war wegen der kleinen Fallzahl nicht signifikant. Das Risiko war jedoch für Personen, die bei Diagnosestellung 75 Jahre alt oder jünger waren, statistisch signifikant um das Fünffache erhöht.

Im Gegensatz zu Sobel fanden Feychting und Kollegen bei Betrachtung des hauptsächlichen Arbeitsplatzes während des gesamten Berufslebens keine erhöhte Alzheimer-Rate, sondern nur bei Betrachtung des letzten Arbeitsplatzes. Dies stellt eine wesentliche Inkonsistenz zwischen den beiden Studien dar.

### Erklärungsmodelle

Die Studien aus Schweden und den USA führen zur Frage: Wie kann EMF die Entstehung der Alzheimer-Krankheit begünstigen? Diese Frage ist bisher nicht beantwortet.

**Sobel** und **Davanipour** schlugen jetzt jedoch ein Erklärungsmodell vor. Sie berufen sich auf andere Arbeitsgruppen (z. B. **Selkoe** et al. 1989), die davon ausgehen, daß das Amyloid-Beta-Protein in Blutgefäßen des Gehirns und der Haut vermutlich eine Rolle bei der Entwicklung der Alzheimer-Krankheit spielen könne.

Die vorgeschlagenen Schritte, die von der EMF-Exposition schließlich zur Entwicklung der Alzheimer-Krankheit führt, sieht danach so aus:

1. EMF-Exposition führt zu einer Störung des Kalzium-Stoffwechsels. Diese resultiert in einer Vermehrung freier Kalzium-Ionen in den Zellen.
2. Zumindest einer der Wege, die zur Entstehung von löslichem Amyloid-Beta führen, ist eine erhöhte intrazelluläre Konzentration von freiem Kalzium.
3. Amyloid-Beta wird von den Zellen schnell in den Blutstrom abgegeben. EMF kann daher zu einer vermehrten Sekretion von Amyloid-Beta in den Blutstrom mit einer Erhöhung der Amyloid-Beta-Konzentration im Blut beitragen.
4. Bestimmte Eiweißstoffe (Apolipoproteine E und J) können an Amyloid-Beta binden und dazu beitragen, daß Amyloid-Beta die Blut-Hirn-Schranke überwindet.
5. Mit der Zeit könnten ausreichend hohe Mengen an Amyloid-Beta im Gehirn zu Bildung von nervenschädigenden unlöslichen amyloiden Plaques bzw. Fibrillen und schließlich zur Alzheimer-Krankheit führen.

Zu jedem dieser fünf Einzelschritte gibt es experimentelle Hinweise von verschiedenen Studiengruppen, die in dem Beitrag von Sobel und Davanipour ausführlich vorgestellt werden. Bemerkenswert ist, daß danach eine erhöhte EMF-Belastung in der Peripherie, etwa auf der Haut oder an den Händen, ausreicht, um zu einer Begünstigung der Alzheimer-Entstehung beizutragen. Es gibt noch unbeantwortete Fragen und es handelt sich bisher nur ein Modell. Es ist allerdings insgesamt gut begründet. Sobel und Davanipour wollen demnächst untersuchen, ob eine erhöhte EMF-Belastung tatsächlich zu einer Erhöhung der Konzentration von löslichem Amyloid-Beta-Protein im Blutstrom führt.

Sie gehen davon aus, daß eine erhöhte EMF-Belastung den Zeitpunkt der Entstehung der Alzheimer-Krankheit um einige Jahre - sie sprechen von 5 Jahren - vorverschiebt. Dies wird auch durch die Beobachtung von Maria Feychting unterstützt, nach der ein besonders hohes Risiko in der jüngeren Altersklasse von Alzheimer-Patienten besteht. Bei der Entstehung der

Alzheimer-Krankheit spielen offenbar viele Faktoren, wie z. B. eine genetische Disposition eine Rolle, vermutlich auch Umweltfaktoren. Elektromagnetische Felder könnten einer dieser Faktoren sein.

#### **Quellen:**

1. Stronger evidence for an Alzheimer's - EMF connection. Microwave News 12 (1), S. 1, 6-7 (1997).
2. Sobel, E., et al.: Elevated risk of Alzheimer's disease among workers with likely electromagnetic field exposure. Neurology 47, 1477-1481 (1996)
3. Sobel, E., Davanipour, Z.: Electromagnetic field exposure may cause increased production of amyloid beta and eventually lead to Alzheimer's disease. Neurology 47, 1594-1600 (1996)
4. Selkoe, D. J.: Molecular pathology of amyloidogenic proteins and the role of vascular amyloidosis in Alzheimer's disease. Neurobiol. Aging 102, 387-395, 1989.

#### **Amyotrophische Lateralsklerose (ALS) und EMF**

**Davanipour** und **Sobel** haben neben dem Zusammenhang zwischen der Alzheimer-Erkrankung und elektromagnetischen Feldern (siehe Beitrag zum Thema in diesem Heft) auch den Zusammenhang zwischen der Amyotrophischen Lateralsklerose (ALS) und EMF in einer kleinen Studie untersucht. Die ALS ist wie die Alzheimer-Krankheit eine degenerative Erkrankung des Nervensystems. Sie geht mit einem Untergang der Nervenzellen einher, die die Muskeln versorgen, mit Spastik, Muskelzittern und Verminderung der Muskelmasse. Die ALS führt im allgemeinen innerhalb weniger Jahre zum Tod. Die Ursache der seltenen Erkrankung ist unklar. Möglicherweise spielen genetische, infektiöse und toxische Einflüsse eine Rolle.

Die Forscher verglichen 28 ALS-Patienten mit 32 Kontrollpersonen und schätzten die berufsbedingte EMF-Belastung. Die Untersuchung zeige einen Trend zu einem erhöhten Erkrankungsrisiko bei erhöhter und langzeitiger EMF-Belastung auf. Die Studie sei jedoch klein und müsse mit einer größeren Zahl von Teilnehmern wiederholt werden. Auch frühere Studien ließen bereits die Vermutung zu, daß ein Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und der Amyotrophischen Lateralsklerose bestehen könne.

**Quelle:** Lou Gehrig's disease and EMF's. Microwave News 12 (1), S. 6 (1997).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 6 / 3. Jahrgang Juni 1997

Grundlagenforschung

# Zusammenhang von Melatonin und EMF

**Der Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und dem von der Zirbeldrüse (= Hypophyse) produzierten Hormon Melatonin ist in seiner Bedeutung weiterhin umstritten. In verschiedenen jüngeren Studien wurde ein Abfall der Melatoninkonzentration unter Belastung mit EMF gefunden, ein Effekt, der sich jedoch nicht immer reproduzieren ließ. Die Beeinflussung des Melatoninhaushalts könnte Folgen für die Psyche (Depressionen), den Biorhythmus, die Fortpflanzung und die Krebsentwicklung haben und so verschiedene biologische EMF-Effekte erklären.**

Jüngst erschien ein 776 Seiten umfassendes Buch mit Beiträgen bekannter Autoren zur Hypothese, daß die Wirkungen elektromagnetischer Felder durch Wirkungen auf das Neuro-Hormon Melatonin erklärt werden könnten. Die Zeitschrift Microwave News brachte in ihrer jüngsten Ausgabe (März/April 1997) eine Übersicht zum Thema.

## Klinische Studien

Dr. Jukka Juutilainen und Kollegen von der Universität in Kuopio/Finnland untersuchten 60 Arbeiter einer Kleiderfabrik und fanden eine hochsignifikante Senkung der nächtlichen Melatoninkonzentration in Abhängigkeit von der Höhe der beruflichen EMF-Belastung. Ihre Studie wurde auf einem Kongreß im April 1997 in Trondheim/Norwegen (5<sup>th</sup> Nordic Workshop on Biological Effects of Low Frequency EMFs) vorgestellt. Je nach Arbeitsplatz und der bedienten Maschine wurden die Teilnehmer in zwei Gruppen, eine hoch- und eine niedrigbelastete Gruppe mit einer Arbeitsplatzbelastung von über oder unter 1  $\mu$ T (Mikrottesla), eingeteilt. Diese beiden Kollektive wurden mit einer unbelasteten Gruppe nichtindustrieller Arbeiter verglichen.

Mittels Fragebogen wurden weitere Faktoren, die eventuell das Ergebnis beeinflussen könnten, wie Rauchen, Alkohol- und Kaffeekonsum, bestimmte Medikamente, Lichtexposition sowie die Verwendung elektrischer Geräte (Mobiltelefone, Haushaltsgeräte) erfragt und in einer multivariaten Analyse berücksichtigt. Danach war Rauchen und die Stärke der EMF-Belastung statistisch signifikant mit einer Senkung der nächtlichen Melatoninkonzentration assoziiert.

Interessanterweise fand sich kein Unterschied beim Vergleich des Abfalls in der Nacht vom Dienstag auf den Mittwoch und des Abfalls in der Nacht vom Sonntag auf den Montag. Die Autoren vermuten daher, daß die durch elektromagnetische Felder bewirkte Melatoninabsenkung chronisch sei, mit nur geringer Erholung am Wochenende.

Ende November 1996 präsentierten Dr. John Reif und Dr. James Burch von der staatlichen Universität von Colorado/USA beim jährlichen Meeting der DOE (Department of Energy) zur EMF-Forschung Ergebnisse einer Studie mit 192 Arbeitern von Energieversorgungsunternehmen. Arbeiter an Generatoren und elektrischen Verteilern wurden mit weniger belasteten Kontrollpersonen verglichen. Die Expositionsmessung erfolgte mit EMDEX-Metern, welche die Intensität des Umgebungslichtes als auch die Stärke des Magnetfeldes maßen. Die Untersucher fanden auch unter Berücksichtigung möglicher anderer

Faktoren eine signifikante Assoziation zwischen der Stärke des Magnetfeldes und erniedrigten Melatoninkonzentrationen am zweiten und dritten Tag der Messungen.

Die Autoren nehmen an, daß nicht nur die Intensität, sondern auch der zeitliche Verlauf der Magnetfelder von Bedeutung für den biologischen Effekt sei. Dies könnte erklären, warum bei beruflichen Belastungen, bei denen erhebliche Schwankungen der Magnetfeldintensitäten mit kurzfristigen Belastungsspitzen (Transienten) auftreten, andere Effekte festgestellt werden als bei Untersuchungen unter standardisierten Laborbedingungen mit gleichförmiger Magnetfeldstärke.

### **Studien unter Laborbedingungen**

Dr. Charles Graham und Dr. Antonio Sastre vom MRI (Midwest Research Institute) in Kansas City erklärten gegenüber Microwave News, daß sie eine Studie planen, welche den möglichen Einfluß von Transienten auf den Melatoninspiegel untersuchen soll. Transienten sind Strom- bzw. Schaltspitzen, die aus der plötzlichen Änderung der Stromstärke durch Zu- und Abschalten von Lasten resultieren und mit hohen induzierten Strömen einhergehen.

Graham hatte bereits verschiedene Studien mit freiwilligen Probanden unter Laborbedingungen durchgeführt und fand meistens keinen Einfluß niederfrequenter Felder auf den nächtlichen Melatoninspiegel. In der jüngsten Studie waren Personen während der Nacht einem gleichmäßigen 20 T starken 60-Hz-Magnetfeld ausgesetzt worden. Stündlich wurde Blut zur Bestimmung der Melatoninkonzentration entnommen. Im Vergleich zu scheinexponierten Kontrollpersonen fand sich kein Unterschied. Möglicherweise ist die Gleichmäßigkeit der Magnetfeldbelastung die Ursache für den fehlenden Effekt auf die Melatoninkonzentration.

### **Tierexperimentelle Untersuchungen**

Auch bei tierexperimentellen Untersuchungen werden gleichförmige Magnetfeldintensitäten verwendet. Wie in früheren Ausgaben des Elektromog-Reports berichtet, sind die Ergebnisse von Untersuchungen an Tieren (Elektromog-Report 1(1), 1995; 2(2), 1996; 11(2), 1996) widersprüchlich. Mal wurde ein Zusammenhang zwischen EMF und Melatonin gefunden, dann wieder nicht. Möglicherweise ist auch bei tierexperimentellen Studien zur besseren Simulation der Wirklichkeit eine Berücksichtigung von Intensitätsschwankungen der Magnetfelder erforderlich.

In einer jüngeren Studie mit Ratten, durchgeführt von Dr. Russel Reiter und Mitarbeitern von der Universität von Texas, fand sich unter Magnetfeldbelastungen zwischen 50 und 500 T ein signifikanter Abfall der Melatoninkonzentration bei 10 von 23 Tieren, während die Melatoninproduktion in der Hypophyse jedoch unbeeinflusst blieb. Reiter modifizierte daher seine bisherige These über den Einfluß von EMF auf das Melatonin. War bisher angenommen worden, daß EMF-Exposition zu einer verminderten Produktion von Melatonin führe, so schlägt er nun vor, daß Melatonin unter EMF-Einfluß "schneller vom Gewebe aufgenommen" werde. Dann könne es im Blut nicht mehr in normalem Umfang seine Radikalfängerfunktion ausüben.

**Quelle:** Microwave News 17(2), S. 3-4 (1997).

Das neue Buch zum Thema: Stevens, R., Wilson, B., Anderson, L. (eds.): The Melatonin Hypothesis: Breast Cancer and the Use of Electric Power. Battelle Press, Columbus 1997. Mit

Beiträgen von Blackman, Graham, Lerchl, Liburdy, Löscher, Matt, Reiter und anderen.

## Verbraucherschutz

# Magnetfeldbelastungen der Bundesbahn

Es ist bekannt, daß beim Betrieb elektrischer Eisenbahnen beträchtliche Magnetfelder mit einer Frequenz von 16 2/3 Hz entstehen, die sowohl auf die Fahrgäste als auch auf benachbarte Wohn- und Bürohäuser einwirken.

Die im Fahrgastraum auftretenden Felder sind abhängig vom Abstand zur Oberleitung und von dem Strom, der durch die Oberleitung fließt. Seine Stärke ändert sich ständig in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Zuges (vgl. Tabelle), von Beschleunigung bzw. Bremsung sowie der Fahrtneigung (flache Strecke oder Bergfahrt). Durch Berg- bzw. Talfahrt können die angegebenen Werte um 20 bis 30% schwanken.

Während Beschleunigungsphasen nehmen die magnetischen Wechselfelder Werte von 14 bis 16 T (Mikrotesla) an, als Spitzenwert wurden 22 T gemessen.

Tabelle: Magnetische 16 2/3-Wechselfelder im IC der Deutschen Bahn AG in Abhängigkeit von der Zuggeschwindigkeit

Fahrtgeschwindigkeit in km/h	Magnetfeldstärke in Mikrotesla
50	2,5
90	3,0
150	4,0
180	5,0
200	6,0
210	7,0

(Meßort: Speisewagen in Tischhöhe, ca. 80 cm über dem Wagonboden; Uhrzeit: 9:00; Strecke: Hannover -> Bielefeld; Meßgerät: Testatronics M 16-3D (Firma Merkel); die Messungen wurden durchgeführt von Werner Schaper, Elektromogberater aus Hamburg)

Ähnliche Felder treten auch außerhalb der Züge auf. Maximalwerte von 80 bis 100  $\mu$ T finden sich unmittelbar über den Schienen (Meßebeine 1 m über dem Schienenstrang). Die Felder fallen mit zunehmendem Abstand etwa quadratisch ab. In einem Abstand von 20 m von der Schienenmitte findet man so noch Magnetfeldstärken von ca. 5 bis 6  $\mu$ T und in einem Abstand von 30 m noch von ca. 3 bis 4  $\mu$ T (jeweils bezogen auf einen typischen Bezugsstrom von 1.000 bis 1.200 A).

Die genannten Bahnmagnetfelder machen sich häufig in naheliegenden Büros durch ein Flackern der Bildschirme bemerkbar. Hier hilft nur eine Magnetfeldabschirmung (Mu-Metall) für jeden einzelnen Monitor. Solche Abschirmungen werden z. B. von der Hanauer Vakuumschmelze angeboten und kosten etwa denselben Betrag wie der Bildschirm selbst.

Die gesundheitlichen Auswirkungen der genannten Felder sind schwer abzuschätzen. Ein Vergleich mit üblichen 50-Hz-Magnetfeldern ist nicht ohne weiteres möglich. Geht man davon aus - was durchaus nicht unumstritten ist -, daß die Induktionswirkung der Felder für eventuelle biologische Effekte entscheidend ist, so sind 16 2/3-Hz-Felder um den Faktor 3 unwirksamer als 50-Hz-Felder.

Aber auch dann sind die von der Bahn emittierten Felder im Vergleich mit sonst im Alltag vorkommenden Magnetfeldbelastungen relativ hoch. Mögliche technische Minimierungen der magnetischen Feldstärken wurden von der Deutschen Bahn AG bislang wenig genutzt (z. B. feldminimierende Geometrie der Oberleitungen).

## *Elektrosmog Report*

Nr. 7 / 3. Jahrgang Juli 1997

### Tierexperimentelle Forschung

# **EMF fördern Blutkrebs bei transgenen Mäusen**

**Eine australische Forschergruppe fand in einer Langzeitstudie mit transgenen Mäusen ein deutlich erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Blutkrebs, wenn die Tiere zweimal täglich eine halbe Stunde lang gepulsten hochfrequenten Feldern, wie sie für Mobiltelefone nach dem GSM-Standard typisch sind, ausgesetzt waren. Die verwendeten Mäuse waren genetisch so verändert, daß sie eine Prädisposition für die Entwicklung von Blutkrebs besaßen. Die zusätzlich bestrahlten Mäuse entwickelten im Beobachtungszeitraum von 18 Monaten in 43% der Fälle eine bösartige Erkrankung, während die Mäuse der Kontrollgruppe in nur 22% der Fälle einen Krebs aufwiesen.**

Die Ergebnisse der Forschergruppe aus Adelaide, Sydney und Melbourne unter der Leitung von Michael H. Repacholi führten Anfang Mai 1997, bereits vor der Veröffentlichung in der Fachzeitschrift Radiation Research, zu lebhaften Reaktionen auch in der deutschen Presse. Repacholi ist ein renommierter Forscher im EMF-Bereich, ehemaliger Vorsitzender der ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Internationale Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung) und gegenwärtig Leiter des EMF-Projekts der WHO (Weltgesundheitsorganisation).

### **Methode**

Die in der Studie verwendeten Mäuse wiesen in ihren Lymphozyten (weiße Blutkörperchen) das aktivierte Krebsgen *pim1* auf. Auf diese Weise manipulierte Tiere entwickeln auch ohne äußere Einflüsse innerhalb von 10 Monaten in 5-10% der Fälle Lymphome. Nach 18 Monaten

sei mit einer Krebsrate von etwa 15% zu rechnen. Die Mäuse - 101 in der bestrahlten Gruppe und 100 in der Kontrollgruppe - wurden während der Studie in Gruppen zu 5 Tieren gehalten. Die Studie wurde als Blindstudie durchgeführt, so daß die Pathologen nicht wußten, ob die jeweils untersuchte Maus zur bestrahlten Gruppe oder zur Kontrollgruppe gehörte.

Die verwendete elektromagnetische Strahlung wies eine Frequenz von 900 MHz (Megahertz) auf, die mit einer Frequenz von 217 Hz gepulst wurde bei einer Pulsweite von 0,6 Millisekunden. Dies ist typisch für Mobiltelefone nach dem GSM-Standard (in Deutschland D1- und D2-Netz). Die Käfige wurden so um die EMF-emittierende Antenne gruppiert, daß das Zentrum eines jeden Käfigs 0,65 m von der Antenne entfernt lag. Die Mäuse wurden um 6 Uhr und um 18 Uhr jeweils eine halbe Stunde lang bestrahlt. Die verwendete Strahlungsintensität von 2,6-13 W/m<sup>2</sup> führte zu SAR-Werten (spezifischen Absorptionsraten) für eine einzelne Maus zwischen 0,0078 und 4,2 W/kg. Da sich die Mäuse hauptsächlich in Gruppen aufhielten, sind die SAR-Werte für Gruppen von 5 Mäusen relevanter. Sie wurden geschätzt mit durchschnittlich 0,13-1,4 W/kg. Zum Vergleich: Typische SAR-Werte im Kopfbereich bei der Verwendung von GSM-Mobiltelefonen liegen zwischen 0,2 und 1,0 W/kg.

Die verwendete HF-Frequenz, die Pulsung und die Strahlungsabsorption bewegten sich also in einem Bereich, wie sie für GSM-Mobiltelefone typisch sind.

### Ergebnisse

Innerhalb des 18monatigen Beobachtungszeitraums entwickelten die Mäuse verschiedene Erkrankungen, darunter Nierenerkrankungen, Leberschäden, Erkrankungen des zentralen Nervensystems und andere. Die häufigsten Todesursachen waren jedoch bestimmte bösartige Erkrankungen des blutbildenden Systems, sogenannte Lymphome, darunter lymphoblastische und nicht-lymphoblastische Lymphome. Bei den Lymphomen fand sich im Gegensatz zu den übrigen Erkrankungen ein deutlicher Unterschied zwischen der bestrahlten EMF-Gruppe und der Kontrollgruppe (siehe Tabelle).

Tabelle: Entwicklung von Blutkrebs (Lymphome) in den zwei Untersuchungsgruppen

Gruppe	Anz. Tiere	Lymphome		Gesamt
		Lymphoblastisch	Nicht-lymphoblastisch	
Kontrollgruppe	100	3	19	22
EMF-Gruppe	101	6	37	43

Die Zunahme des Anteils der Mäuse, die unter der hochfrequenten EMF-Exposition ein Lymphom entwickelten, von 22% auf 43% war statistisch hochsignifikant ( $p < 0,001$ ). In einem multivariaten Rechenmodell wurden die Ergebnisse an Unterschiede im Alter und im Körpergewicht der Mäuse angepaßt sowie andere Erkrankungen als konkurrierende Todesursachen berücksichtigt. Danach wies die exponierte Gruppe ein mehr als doppelt so großes Risiko für die Entwicklung eines Blutkrebses auf wie die nichtbelastete Gruppe. Das Risiko war um den Faktor 2,4 erhöht und weiterhin hochsignifikant ( $p = 0,006$ , 95%-KI: 1,3-4,5). Das Signifikanzniveau der Daten besagt: Mit einer Wahrscheinlichkeit von größer 99% besteht ein echter Zusammenhang zwischen der EMF-Exposition und der erhöhten Tumorzahl. Mit einer Wahrscheinlichkeit von größer 99% ist dieses Ergebnis kein Zufall.

## Diskussion

Man geht heute davon aus, daß elektromagnetische Felder (EMF) im nicht-thermischen Intensitätsbereich keinen Krebs verursachen, da die Energie zu gering ist, um Schäden an der Erbsubstanz zu verursachen. Es bestehen jedoch Hinweise auf krebsfördernde Wirkungen. Bestehende Grenzwertkonzepte orientieren sich allerdings nur an thermischen Effekten (=Wärmeeffekten). In verschiedenen früheren Untersuchungen hatte eine niedrigenergetische gepulste Hochfrequenzbestrahlung von Mäusen, die mit einem chemischen Karzinogen vorbehandelt worden waren, hinsichtlich der Krebsförderung zu widersprüchlichen Ergebnissen geführt.

Es lag daher nahe, die Frage nicht-thermischer Effekte mit einem anderen bewährten Modell zu untersuchen. Tiere, die bereits eine Veranlagung für die Entwicklung eines Tumors aufweisen, entwickeln eine wesentlich höhere Tumorrates, wenn sie zusätzlich einer krebsfördernden Substanz bzw. Umgebung ausgesetzt werden. Solche Tiere weisen entweder ein aktiviertes Krebsgen auf oder ihnen fehlt ein Gen, welches die Bildung von Tumoren unterdrückt. Die in dieser Studie verwendeten Mäuse mit dem Krebsgen *pim1* erfüllen dieses Kriterium.

Eine Strahlung, die in Intensität und Frequenz dem digitaler Mobiltelefone nach dem GSM-Standard entspricht, führte unter Verwendung dieses Tiermodells zu einer signifikanten Zunahme bestimmter Blutkrebsarten.

Die Bedeutung dieses Ergebnisses für die menschliche Gesundheit ist unklar. Die Mäuse wurden im Weitfeld bestrahlt, welches den ganzen Körper umfaßte, während beim mobiltelefonierenden Menschen nur ein kleiner Teil des Körpers im Nahfeld relevanten Energien ausgesetzt ist. Beim Menschen wird die HF-Strahlung eines Handys von der Haut, den darunterliegenden Muskeln und vom Auge absorbiert, mit nur geringem Eindringen in tiefere Gewebeschichten. Die Studie ist dennoch bemerkenswert und deutet auf gesundheitlich relevante biologische Effekte im nicht-thermischen Bereich unterhalb der offiziellen Grenzwerte für Mobiltelefone hin. Sie war von der australischen Telefongesellschaft Telstra finanziert worden, sicherlich mit der Vorstellung, daß sie einen gesundheitsgefährdenden Effekt der verwendeten Strahlung ausschließen würde. Das Ergebnis fiel jedoch nun unerwartet aus. Repacholi erklärte dazu in einem Interview: "Wir waren geschockt von dem Ergebnis. Damit hatten wir nicht gerechnet."

## Resonanz in der Öffentlichkeit

Die Medienresonanz, welche die Studie weltweit hervorrief, veranlaßte auch öffentliche Instanzen zur Reaktion. Der australische Minister für Kommunikation und Kunst, Senator Richard Alston, meinte im Parlament, man könne aufgrund der Studie sagen, *"daß Mäuse, die eine genetische Prädisposition für die Entwicklung von Lymphomen aufweisen, gut beraten sind, keine Mobiltelefone zu verwenden ... Das gilt auch für Ratten, würde ich sagen."*

Weniger flapsig reagierten andere. *"Es ist eine interessante Studie. Man kann jedoch keine Schlußfolgerungen hinsichtlich des Risikos für den Menschen daraus ziehen,"* meinte Dr. Mary Elizabeth Jacobs von der amerikanischen FDA (Food and Drug Administration). Dr. George Carlo, Leiter der amerikanischen WTR (Wireless Technology Research), die von der CTIA (Gesellschaft der Telekommunikationsindustrie) gefördert wird, erklärte: *Diese und andere Studien "deuten deutlich daraufhin, daß da eine biologische Wirkung ist. Ich stimme nicht der Idee zu, daß das unmöglich ist."*

Das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz beeilte sich in einer Pressemitteilung vom 9. Mai 1997, darauf hinzuweisen, daß es *"keinen wissenschaftlich begründeten Anlaß [gäbe], die bestehenden Grenzwerte zu ändern."* Die Ergebnisse der Studie seien aus zwei Gründen nicht auf den Menschen übertragbar: *"Das manipulierte Mausgen mit dem Namen pim 1 wurde beim Menschen bisher nicht beobachtet"* und *"Die Expositionsbedingungen und die Art der Absorption der Hochfrequenzstrahlung unterscheiden sich beim Menschen und der Maus sehr."*

Beide Argumente sind jedoch keine Einwände, die Bedenken einer Gesundheitsschädigung durch Mobiltelefone aus dem Wege räumen können.

- Das Krebsgen *pim1* führt nicht allein zur bösartigen Entartung, sondern es müssen weitere Mutationen von Körperzellen hinzukommen, bevor sich ein Lymphom entwickelt. Wie HF-Strahlung eine Erhöhung der Mutationsrate in den Tieren bewirken konnte, ist unbekannt. Die australischen Autoren bieten als Erklärungsmöglichkeit an, daß die Strahlung zu einer vermehrten Zellneubildung geführt habe, welche die Wahrscheinlichkeit für Mutationen in den Zellen steigere. Das grundsätzliche Muster einer Steigerung von Mutationen ist nicht an ein bestimmtes Krebsgen oder an eine bestimmte biologische Umgebung gebunden. Der Hinweis, *pim1* sei beim Menschen bisher nicht beobachtet worden, ist daher ein schwacher Einwand.
- Natürlich weisen Mäuse und Menschen unterschiedliche Expositionsbedingungen auf. Damit ist aber die Annahme nicht entkräftet, daß das, was bei der Maus eine biologische Wirkung hervorruft, dies nicht auch beim Menschen tut. Nur durch eine, wenn auch eingeschränkte, potentielle Übertragbarkeit macht eine tierexperimentelle Forschung, wie sie durchgeführt wurde, überhaupt Sinn. Wäre das Ergebnis anders ausgefallen, hätte man die Studie vermutlich als methodisch hervorragenden Unbedenklichkeitsbeweis für Mobiltelefone angeführt.

Prof. Wolfgang Löscher von der Tiermedizinischen Hochschule in Hannover, der mit Dr. Meike Mevissen mögliche krebsfördernde Effekte von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern untersucht, meinte in einem Interview mit der Süddeutschen Zeitung vom 22. Mai 1997 dann auch: *"Keine Firma auf der Welt entwickelt ein Medikament, das bei Labormäusen Krebs verursacht und sagt, wie die Telefonhersteller, daß das bei Menschen nicht passieren wird."*

Die australischen Forscher regen wie viele andere Wissenschaftler eine Wiederholung der Studie eventuell unter modifizierten Bedingungen an. So könnte etwa ein anderes Krebsgen Verwendung finden und die Versuchsbedingungen könnten so verändert werden, daß die erheblichen Schwankungen der ermittelten spezifischen Absorptionsraten (SAR) vermindert werden.

### **Geheimiskrämerei**

Die Studie war bereits im Jahre 1995 abgeschlossen worden. Am 8. Juli 1996 wurde sie bei der Fachzeitschrift Radiation Research zur Veröffentlichung eingereicht. Zuvor war sie von anderen Zeitschriften (Lancet, Nature und Science) abgelehnt worden, aus *"nicht-wissenschaftlichen Gründen"*, wie Repacholi betont. Wie Zeitungen berichteten, hätten Nature und Science die Publikation abgelehnt, da Sorge bestünde, daß die Resultate Panik verursachen könnten. Man wolle daher bis zu einer Wiederholung der Studie warten, um zu schauen, ob sich die Ergebnisse reproduzieren lassen.

Genau das hätte allerdings bereits geschehen können, wenn die wesentlichen Ergebnisse nicht erst zwei Jahre nach Abschluß der Studie veröffentlicht worden wären. Repacholi weist daraufhin, daß die Geheimhaltung notwendig gewesen sei, um eine sorgfältige Betrachtung der Befunde vornehmen zu können. Tatsächlich hätte jedoch die Möglichkeit bestanden, die Studienresultate auf wissenschaftlichen Kongressen vorzustellen und auch hinsichtlich eventueller Schwachstellen zu diskutieren - ein oft gewähltes Verfahren, bevor Methodik und Ergebnisse in Fachzeitschriften ausführlich vorgestellt werden.

So wird Prof. Niels Kuster von der ETH (Eidgenössisch Technische Hochschule) Zürich in der Schweizer Zeitung Sonntagsblick zitiert: *"Es ist mir unverständlich, daß die Industrie die Studie nicht vor 18 Monaten, als die ersten Ergebnisse bekannt wurden, wiederholt hat. Jetzt werden wir für mindestens zwei Jahre nicht wissen, ob Mobiltelefone tatsächlich die Krebsentwicklung beschleunigen."*

Dies ist eine unverzeihliche Politik der Forschungsverzögerung.

Die Zeitschrift Microwave News kritisiert in ihrer jüngsten Ausgabe scharf die Geheimniskrämerei nicht nur bei dieser von der australischen Telefongesellschaft geförderten Studie. *"Telstra ist nicht allein bei der Unterdrückung des freien Flusses von Informationen. Deutsche Telekom, France Telekom und andere europäische Gesellschaften verhalten sich so, als ob die Ergebnisse von industriegesponserter Forschung Handelsgeheimnisse seien. Anfragen von Journalisten werden grundsätzlich ignoriert."*

Es sind milliardenschwere Interessen im Spiel.

Franjo Grotenhermen, Elektrosmog-Report

#### **Quellen:**

1. Digital mobile phone radiation boosts cancer rate in mice. Microwave News 17 (3), S. 1, 10-12 (1997).
2. Krebs durch Handys? Pressemitteilung des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 9. Mai 1997.
3. Repacholi, M. H., Basten, A., Gebiski, V., Noonan, D., Finnie, J., Harris, A. W.: Lymphomas in E-pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. Radiation Research 147, 637-640 (1997).

#### **Psychologische Forschung**

# **EMF und Risikowahrnehmung**

**In den letzten Jahren hat die Aufmerksamkeit für die Risikopotentiale von elektromagnetischen Feldern (EMF) zugenommen. Das wirft die Frage auf, wie EMF-Risiken in der Öffentlichkeit bewertet werden und von welchen Faktoren diese Bewertungen abhängig sind.**

Unsere Untersuchungen zu diesem Thema beruhen auf verschiedenen, einander ergänzenden methodischen Ansätzen. In einer psychometrischen (d.h. quantitativen) Studie wurde ermittelt, welche Faktoren die Risikowahrnehmung von Produkten beeinflussen, die EMF emittieren. Darüber hinaus wurde ein qualitativer Ansatz verfolgt. Dieser bestand aus zwei Studien. Zum einen wurden sogenannte Fokus-Gruppen durchgeführt, um zu erfahren, wie Betroffene und die allgemeine Öffentlichkeit EMF-Risiken bewerten und wie welche Argumente bei der Diskussion des EMF-Themas die Meinungsbildung beeinflussen. Zum anderen wurden zum Zwecke der Überprüfung der Befunde aus den Fokusgruppen Straßeninterviews durchgeführt.

### Ergebnisse der psychometrischen Studie

Die psychometrische Forschung zur Risikowahrnehmung untersucht, wie Laien Risiken wahrnehmen und bewerten. Im Regelfall bekommen Laien dabei eine Liste von Risikoquellen vorgelegt, die sie hinsichtlich der Riskantheit, aber auch im Hinblick auf eine ganze Reihe anderer Aspekte - wie z.B. Freiwilligkeit, Kontrollierbarkeit, Art der möglichen Schädigung etc. - zu bewerten haben. Solche Risikoquellen können Technologien (u.a. Kernkraft oder Gentechnik), Aktivitäten (z.B. Rauchen, Skifahren) oder Produkte sein (z.B. Handy, Arzneimittel). Im Ergebnis liegt für jede Risikoquelle ein differenziertes Risikoprofil vor.

In unserer Studie wurden - erstmals in Deutschland - Produktrisiken untersucht. Die Ergebnisse zeigen, daß die EMF emittierenden Produkte (Fernseher, Mobiltelefon usw.) nicht als hohes Risiko bewertet werden. Im Vergleich mit anderen Produkten und Konsumgütern findet sich für die meisten EMF-emittierenden Produkte eine niedrigere Risikoeinschätzung. Für **neuere EMF-emittierende Produkte** ergaben sich folgende, weitgehend übereinstimmende Bewertungen im Risikoprofil:

- Die Häufigkeit und die Schwere des möglichen Schadens werden eher niedrig eingestuft.
- Die Risiken werden mit zeitlich "fernen" Schäden in Verbindung gebracht.
- Bei richtigem Gebrauch werden nur geringe Risiken angenommen.
- Die Sicherheitsprüfung (und damit die Vorsorge) wird als eher ausreichend erachtet.

Weiterhin fallen folgende Unterschiede auf: Das Risiko von Mobiltelefon und schnurlosem Telefon wird als 'unbekannter' eingeschätzt. Und es finden sich auffällige Differenzen in Bezug auf den Nutzen. Bei Mobil- und schnurlosem Telefon übersteigt das wahrgenommene Risiko den wahrgenommenen Nutzen.

Im weiteren interessiert, welche der oben aufgeführten qualitativen Urteilsaspekte einen Einfluß darauf haben, ob das **Risiko des Mobiltelefons** eher höher oder eher niedriger eingeschätzt wird. Tabelle 1 gibt die Ergebnisse einer multiplen Regressionsanalyse wieder.

Tabelle: Multiple Regression für persönliche Risikoeinschätzung von Mobilfunktelefonen

Prädiktorvariable	Beta	Signifikanz
Schaden häufig	0,38	p<0,01*)
Sicherheitsprüfung nicht ausreichend	0,19	p<0,01*)
Signalpotential (Frühwarnzeichen)	0,15	p=0,02*)

Risiko auch bei sachgemäßer Nutzung	0,10	p=0,13
schwerer Schaden	0,11	p=0,14
persönlicher Schutz möglich	0,07	p=0,21
Risiko unbekannt	-0,04	p=0,46
Schaden später	-0,02	p=0,70
Schaden begrenzt	0,00	p=0,97

$R^2 = 0,53$ , adjusted  $R^2 = 0,51$ .

\*) Signifikanter Aspekt für die persönliche Risikoeinschätzung von Mobiltelefonen auf einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

Zunächst zeigt sich, daß von den hier betrachteten neun erklärenden Variablen (Prädiktorvariablen) nur drei überhaupt einen statistisch signifikanten, eigenständigen Erklärungsbeitrag leisten: die Schadenshäufigkeit, das Signalpotential, und die Einschätzung, ob die Sicherheitsprüfungen für das Produkt ausreichend sind.

Die multiple Regression läßt erkennen, daß dann eine höhere Risikobewertung vorgenommen wird, wenn:

- die Häufigkeit (Wahrscheinlichkeit des Eintritts) des Schadens höher eingeschätzt wird,
- die bislang bekannten Risiken nur als die "Spitze des Eisbergs" angesehen werden (Signalpotential hoch) und
- angenommen wird, daß der Staat nicht genug tut, um seine Bürger vor dem Risiko zu schützen.

### **Ergebnisse der qualitativen Untersuchung**

Die qualitative Untersuchung beruht auf den Fokusgruppen-Gruppendiskussions-Ansatz. Sie dient der Anreicherung und Vertiefung der Erkenntnisse der psychometrischen Studie. Fokusgruppen vermitteln zwar keine repräsentativen, dafür aber "dichtere" Einsichten, die der Konkretisierung und dem besseren Verständnis der Risikowahrnehmung und -bewertung im EMF-Bereich dienen. Diese Untersuchung konzentrierte sich auf den Mobilfunkbereich.

Es zeigte sich, daß EMF-Risiken für nichtbetroffene Laien kein Thema sind, dem besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht wird. Die Risiken anderer Produkte und Konsumgüter werden als weit höher eingeschätzt. Allerdings sehen die von uns befragten Laien auch kaum einen Nutzen von Mobiltelefonen.

Nur für Personen, die ihre Befindlichkeitsstörungen EMF zuschreiben, und solche, die befürchten, durch eine EMF-Quelle (hier insbesondere Mobilfunksendeanlage) geschädigt zu werden, sind EMF-Risiken wirklich relevant. Diese beiden Gruppen sind sich sicher, daß von EMF hohe Gesundheitsrisiken ausgehen. Dagegen sehen professionelle Nutzer (Feuerwehr, Rotes Kreuz, Taxifahrer etc.), obwohl sie exponiert sind, keine entscheidenden Risiken. Sie betonen den Nutzen und die Notwendigkeit des Einsatzes von Mobilfunk für ihre Arbeit. Private Nutzer von Funktelefonen stehen in ihrer Nutzeinschätzung den professionellen Nutzern nahe. Die Nutzenbewertung ist also deutlich verschieden: Wer kein Mobiltelefon hat,

der sieht keinen oder kaum einen Nutzen. Wer dagegen über ein solches Telefon verfügt, der bewertet den Nutzen höher. In Bezug auf die Risikobewertung unterscheiden sich private und professionelle Nutzer jedoch. Die Risikoeinschätzung der privaten Nutzer ist eher diffus.

Auch die Laien, die sich nicht betroffen fühlen, sind sich im Hinblick auf das Risikopotential von EMF sehr unsicher. Der Diskussionsverlauf in den Laien-Fokusgruppen zeigt, daß die eigene Risikobewertung diffus wird, sobald mit anderen darüber diskutiert wird. **Soziale Einflüsse beeinflussen die Risikobewertung.** Meinungsführerschaften und Rivalitäten in der Fokusgruppe führen zu Instabilität, Orientierungsverlust und Diffusität der Diskussion. Sie prägen die Debatte über EMF-Risiken, die offen - das heißt eben auch unsicher bleibt - und nicht zu einem Abschluß im Sinne einer gemeinsam geteilten Sichtweise kommen kann.

Bei Laien zeigen sich **beträchtliche Kenntnis- und Wissenslücken.** Zwischen hoch- und niederfrequenten EMF werden keine Unterschiede gemacht. Als Quellen von EMF-Risiken werden einige wenige, prototypische Geräte und Anlagen genannt (Mobilfunk, Hochspannungsleitung, Babyphon, Radiowecker). Expositionspfade und Wirkmechanismen sind unbekannt. Schädigungen werden vor allem im Hinblick auf das Auge (generell den Kopf) vermutet.

Trotz der Wissensdefizite ist aber die Risiko- und Gefahrenbewertung von Laien durchaus umfassend. Obwohl in den Einzelheiten falsch oder einseitig, fällt aber insgesamt eine ausdifferenziertes Bezugssystem bei der Bewertung auf: So werden z.B. **Synergieeffekte** mit anderen Umweltbelastungen erwartet, tageszeitliche Schwankungen der eigenen Verletzlichkeit angenommen und besondere "lokale" Wirkungsfenster, die zu einer verstärkten Verletzlichkeit führen (z.B. das Schlafzimmer), befürchtet.

Hinsichtlich der Risikowahrnehmung ist der Produktbereich (Güter für den Endverbraucher) klar von der Bewertung von Sendeanlagen zu unterscheiden. Während bei Gütern individueller Nutzen gegenüber dem Risikopotential "aufgerechnet" wird bzw. werden kann, wird eine solche Abwägung bei Mobilfunksendeanlagen nicht vorgenommen. Generell werden solche Anlagen als Zumutung empfunden, auch von denen, die den Mobilfunk für nützlich erachten.

Die Risikodiskussion über EMF ist auch eine **Experten- sowie Vertrauens- bzw. Glaubwürdigkeitsdiskussion.** Das naturwissenschaftliche Erkenntnismodell wird in Frage gestellt. Für jeden Experten läßt sich ein Gegenexperte finden - so lassen sich die vorhandenen Überzeugungen zusammenfassen. Mißtrauen besteht vor allem gegenüber Grenzwerten. Laien vermuten, daß damit "Gefahren" heruntergespielt werden. Diese Strategie wird vielfach Unternehmen unterstellt.

### **Fazit und Ausblick**

Die neueren EMF-emittierenden Produkte liegen in einem kritischen Bereich. Denn Risiken werden eingegangen oder akzeptiert, wenn sie (a) gering sind oder (b) wenn der Nutzen weit höher als das Risiko ist. Zwar ist die Risikobewertung bei diesen Produkten nicht sonderlich hoch, aber der eingeschätzte Nutzen ist eben auch niedrig. Den Produkten fehlt der **Akzeptanzpuffer "Nutzen"**. Schon eine geringe Verstärkung der Risikowahrnehmung kann deshalb hier Effekte haben und die EMF-Problematik zu einem größeren Reizthema machen.

Die Risikoeinschätzung von EMF-emittierenden Produkten wie dem Mobiltelefon hängt wesentlich von der **Häufigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitseinschätzung** ab. Wer zwar

weiß, daß etwas passieren kann, aber eben davon ausgeht, daß dieser Schadensfall unwahrscheinlich ist, sieht nur ein geringes Risiko. Die Wahrnehmung der Häufigkeit ist bei Laien allerdings meist nicht auf Daten gegründet: Vielmehr spielen kognitive Urteilsheuristiken, wie z.B. die Verfügbarkeitsheuristik (vgl. Tversky & Kahnemann 1973), eine entscheidende Rolle. Je häufiger in der Presse über Risiko-Ereignisse berichtet wird, je dramatischer die Berichterstattung ist und je eindrucksvoller das vermittelte Bild, desto präsenter ist das Ereignis im Gedächtnis fixiert und desto höher wird seine Wahrscheinlichkeit/Häufigkeit eingeschätzt.

Wer dagegen seine Unkenntnis über das Risiko so interpretiert, daß das Risiko nur die Spitze des Eisbergs ist, der wird höhere Risiken annehmen. Der **Umgang mit hypothetischen Risiken** ist also die entscheidende Frage bei der Bewertung von EMF-emittierenden Produkten. In welche Richtung solche hypothetischen Risiken interpretiert werden, hängt eben auch von dem Vertrauen in die soziale Verantwortung der Unternehmen und der staatlichen Kontrollinstanzen ab. Wer glaubt, daß der Staat nicht genug tut, um seine Bürger vor Risiken zu schützen, der setzt ein höheres Risiko an.

Die künftige Entwicklung der EMF-Risikodiskussion ist allerdings noch offen. Die Unsicherheit und Diffusität der Meinungsbildung, wie sie sich insbesondere bei den Fokusgruppen zeigt, unterscheidet die EMF-Risikodiskussion deutlich von anderen technikbezogenen Risikokontroversen. Damit hängt die vergleichsweise noch niedrige Polarisierung der Öffentlichkeit im EMF Bereich zusammen: Gegner und Befürworter stehen sich noch nicht in einem unversöhnlichen Konflikt gegenüber.

Schließlich gilt für den Umgang mit den Risikoängsten: Eine (immer auch nötige) erweiterte Produktinformation kann Unsicherheiten im Hinblick auf Risikopotentiale nicht auflösen. Wichtiger ist es, das Vertrauen in die Risikovorsorge und das Risikomanagement des Staates und der Unternehmen zu verstärken. Hier gilt es, klare Botschaften (und Taten) zu vermitteln. Der Ansatz der "vorsichtigen Vermeidung" von Risikopotentialen, der von Granger Morgan (1992) entwickelt wurde, ist sicherlich hier ein Weg.

**Dr. Peter M. Wiedemann und**

**Dipl.-Päd. Holger Schütz**

Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT)

Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich

#### **Quellen:**

1. Bobis-Seidenschwanz, A. & Wiedemann, P.M. (1993): Gesundheitsrisiken nieder- und hochfrequenter elektromagnetischer Felder. Bestandsaufnahme der öffentlichen Kontroverse. Arbeiten zur Risiko-Kommunikation, Heft 39. Forschungszentrum Jülich.
2. Morgan, M.G. (1992) Prudent Avoidance. Public Utilities Fortnightly, 15.3.1992
3. Tversky, A. & Kahneman, D. (1973): Availability: A heuristic for judging frequency and probability. Cognitive Psychology, 4.
4. Wiedemann, P.M.; Bobis-Seidenschwanz, A. & Schütz, H. (1994): Elektromog - Ein Risiko? Bedeutungskonstitution von Risiken hochfrequenter elektromagnetischer Felder. Arbeiten zur Risiko-Kommunikation, Heft 44. Forschungszentrum Jülich.

5. Wiedemann, P.M. & Schütz, H. (1994): Produktrisiken und Produktimage. Risiko-Report 1/94. Forschungszentrum Jülich.

Verbraucherschutz

**Unnötige Magnetfelder durch billige Transformatoren**

In den meisten elektronischen Geräten wird aus technischen und Sicherheitsgründen (VDE) die Netzspannung von 230 V auf Niederspannung, z.B. 6 oder 12 V, transformiert. Hierzu werden meistens einfache und preiswerte Standardtransformatoren eingesetzt, die vergleichsweise hohe Magnetfelder ausbilden. Die Felder fallen zwar etwa mit dem Quadrat der Entfernung ab, dennoch wird der von verschiedenen Instituten empfohlene Vorsorgewert von 0,2 µT oft erst in einer Entfernung von ca. 50 cm unterschritten. Aus diesem Grund sollten elektronische Geräte wie Radiowecker oder HiFi-Anlagen während des Schlafens nicht in unmittelbarer Kopfnähe platziert werden. Empfohlener Vorsorgeabstand: 50 cm bis 1 m.

Abhilfe schaffen könnte die Verwendung der bis um den Faktor fünf teureren **Ringkern-Transformatoren**. Geometriebedingt emittieren Ringkern-Trafos um etwa den Faktor 30 kleinere Magnetfelder. Bereits in einem Abstand von 10 cm werden die 0,2 µT deutlich unterschritten. Die generelle Verwendung von Ringkern-Trafos in Geräten, die verbrauchernah betrieben werden, ist grundsätzlich zu empfehlen. Immer wird die Verwendung von Ringkern-Trafos allerdings nicht möglich sein, da sie bauartbedingt größen- und leistungsmäßig nach unten limitiert sind. Mit anderen Worten: Ringkern-Trafos gibt es erst ab einer gewissen Größe bzw. Leistung.

Tabelle: Magnetfelder verschiedener Transformatortypen im Leistungsbereich 25 V/A

Abstand	Magnetfelder in Mikrottesla (µT)	
	normaler Trafo	Ringkern-Trafo
in cm		
0	17,5	0,54
2	9,4	0,37
4	6,9	0,25
5	5,4	0,21
10	2,35	0,10
15	1,12	0,06
20	0,7	0,05
25	0,43	0,04
30	0,27	
35	0,2	
40	0,14	
50	0,06	

Die Grundbelastung bei den Messungen lag bei 0,04 µT.

**Dipl.-Ing. Werner Schaper**

## Umwelt

# Ökologische Auswirkungen von Seekabelverbindungen

**Die Zahl von Seekabeln und See-Elektroden zur Stromübertragung nimmt weltweit zu, obwohl die Auswirkungen auf das marine Ökosystem weitgehend unbekannt sind. Anlässlich des neuen Seekabels zwischen Lübeck und Malmö (Schweden), des "Baltic Cable", trugen zwei Studien den aktuellen Kenntnisstand zusammen.**

Zunächst stellen beide Studien den ungenügenden Kenntnisstand fest. So schreibt die Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung: "Auswirkungen durch den Betrieb von Seekabeln und See-Elektroden auf marine Ökosysteme sind bisher nicht intensiver untersucht worden. ... In der einschlägigen Literatur sind Untersuchungen über die Wechselwirkungen derartiger Anlagen mit dem Ökosystem kaum zu finden. Es besteht also erheblicher Forschungsbedarf in verschiedene Richtungen."

Auch die im Auftrag der BALTIC CABLE AB, Malmö, durchgeführte Untersuchung des Instituts für Gewässerschutz und Umgebungsüberwachung (IGU) Dr. Biernath-Wüpping GmbH" kommt zu diesem Ergebnis: "Es gibt offensichtlich weltweit keine oder nur sehr bruchstückhafte Untersuchungen oder Ergebnisse, die aus der systematischen Bearbeitung zum Thema Gleichstrom-Elektrode und marine Umwelt abgeleitet werden können. Eindeutige Aussagen zur Umweltbeeinträchtigung im marinen Ökosystem lassen sich nicht ableiten."

## Technik

Zwischen Deutschland (Lübeck) und Schweden (Malmö) liegt eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsverbindung (HGÜ) mit einer Länge von 250 km in der Ostsee. Das Kabel wurde ohne zusätzliche Maßnahmen in Tiefen zwischen 10 und 30 m außerhalb des Hauptschiffahrtweges verlegt. Das Seekabel als spannungsführender Leiter hat eine Übertragungskapazität bis zu 600 MW und eine Übertragungsspannung von 450 kV. Bei maximaler Auslastung fließt ein Strom von 1.330 A. Es ist daher stark isoliert und weist einen Durchmesser von 13 cm auf. An den Enden des Seekabels an Land stehen Stromrichterstationen, die die landseitige Drehstromhochspannung in Gleichstrom für den Transport im Seekabel umwandelt.

Aus Kostengründen ist die HGÜ-Verbindung einpolig ausgeführt. Als Rückleiter wird das elektisch leitfähige Ostseewasser genutzt. Daher muß jeweils ein Pol der Stromrichterstation als Elektrode aus den Stationen in die Ostsee herausgeführt werden. Dabei findet sich die Anode auf schwedischer Seite und die Kathode auf deutscher Seite.

Die Kathode liegt vor Klützhöved etwa 1,5 km von der Küste entfernt in Tiefen von 12 bis 15 m. Um den Strom im Elektrodenende stark herabzusetzen, wird die Leiteroberfläche erheblich vergrößert. Dies wird durch die Ausführung als Kupferring (300 mm<sup>2</sup> Querschnitt) mit einem Durchmesser von etwa 1 km und zwei Querverbindungen von je ca. 900 m Länge erreicht.

Damit ergibt sich eine Gesamtlänge der Kathode von etwa 5 km und bei maximalem Betriebsstrom eine Stromstärke von 0,5 mA pro cm<sup>2</sup> Ringelektrodenoberfläche.

Das Seekabel erzeugt im wesentlichen ein magnetisches Gleichfeld, das in seiner Stärke mit dem natürlichen Erdmagnetfeld vergleichbar ist. Unmittelbar über dem Kabel kann die Stärke des Gleichfeldes 250 µT erreichen, in sechs Meter Abstand entspricht das Feld mit ca. 50 µT bereits dem Erdmagnetfeld. Magnetische Wechselfelder können dort auftreten, wo Seekabel und Elektrodenkabel parallel verlegt sind. Selbst bei hoher Übertragungsleistung bleibt das Wechselfeld selbst in unmittelbarer Nähe unter 13 µT. Im Abstand von 5 m vom Kabel beträgt die Magnetfeldstärke nur noch 1 µT.

Für die marine Umwelt von größerer Bedeutung ist die Wechselwirkung der Elektroden mit dem Meerwasser und mögliche Beeinträchtigungen mariner Organismen im Bereich der Elektroden in Abhängigkeit von den hydrographischen Bedingungen.

### **Ökologische Folgen der See-Elektroden**

- PH-Wert Erhöhung im Bereich der Kathode, durch die Bildung von Hydroxid-Ionen (OH) und Natronlauge (17,4 t Natronlauge/Jahr). Die Erhöhung scheint bei realistischer Betrachtung von Strömungsverhältnissen kaum meßbar zu sein.
- Im Nahbereich von einigen hundert Metern um die Elektrode muß mit einer gegenüber den natürlichen Verhältnissen erheblich angereicherten Wasserstoffkonzentration gerechnet werden (430 kg Wasserstoff/Jahr). Ob dies das Ökosystem in irgendeiner Form beeinflusst, ist unbekannt.
- Im Bereich der Anode kann es zur Anreicherung der Chlorionen-Konzentration und zur Bildung von elementarem Chlorgas kommen.
- Infolge von Korrosion wird Kupfer abgegeben. Unter realistischen Annahmen in Bezug auf das Strömungsverhalten scheinen die Kupferkonzentrationszunahmen im Vergleich zur Vorbelastung der Ostsee sehr gering zu sein.

Die bisher genannten Effekte würden bei einer zweipoligen Ausführung des Übertragungskabels entfallen.

- Es ist nicht auszuschließen, daß die elektrischen und magnetischen Felder Einfluß auf das Verhalten von Fischen haben, ob es z. B. bei Heringsschwärmen zu Scheueffekten oder bei Aalen zu Einfangeffekten kommt. Schwache elektrische Felder können dabei noch bis zu etwa 10 km Entfernung von der Elektrode gemessen werden.
- Das magnetische Feld des Seekabels birgt erhebliche Risiken für Schiffe mit Magnetkompaßanlagen.

Das IGU schließt sein Gutachten ab mit: "Die durchgeführten Erhebungen und Betrachtungen denkbar ungünstiger Gegebenheiten lassen den Schluß zu, daß Einflüsse auf das Ökosystem bei ordnungsgemäßem Betrieb der Kathode unbedeutend sind und raumbedeutsame Auswirkungen nicht entstehen." Dagegen schreibt die Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung: "Selbst wenn die Auswirkungen der Seekabelverbindung Deutschland-Schweden auf die marine Umwelt geringfügig sein sollten, muß aber in zunehmendem Maße ein Summationseffekt berücksichtigt werden, denn das Zusammenwirken der vielen "geringfügigen" Eingriffe kann größere Beeinträchtigungen mit sich bringen. In diesem Sinne könnte eine "Seeverkabelung" zu einer Belastung der Meeresumwelt werden."

#### Quellen:

- Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung, Arbeitsgruppe Seekabel Deutschland-Schweden: Ökologische Auswirkungen und technische Aspekte der Seekabelverbindung Deutschland Schweden, 1995.
- IGU - Institut für Gewässerschutz und Umgebungsüberwachung Dr. Biernath-Wüpping GmbH: Baltic Cable - HVDC Project: Gewässerkundliches Gutachten, Kiel 1992.

## *Elektrosmog Report*

Nr. 9 / 3. Jahrgang September 1997

### Epidemiologie

## **Die Berlin-Studie zu Kinderleukämie**

**Im Februar 1996 wurden der Öffentlichkeit die Ergebnisse der ersten in Deutschland durchgeführten Studie zu erhöhten häuslichen magnetischen Feldern und Krebserkrankungen im Kindesalter vorgestellt, die Teil einer umfassenden Fallkontrollstudie in Niedersachsen war (vgl. Elektrosmog-Report, März 1996). Die Magnetfeldmessungen wurden bereits 1995 auf Berlin ausgedehnt und Anfang dieses Jahres abgeschlossen.**

Beide Studien wurden in einer Zusammenarbeit des Deutschen Kinderkrebsregisters am Institut für medizinische Statistik und Dokumentation der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und des Forschungsverbundes "Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer System" an der technischen Universität Braunschweig mit vergleichbarer Methodik mit dem Ziel der Zusammenfassung der Studien durchgeführt.

Zur Bestimmung der magnetischen Feldstärke in den Wohnungen wurden zwei verschiedene Meßmethoden angewendet. Bei der Langzeitmessung über 24 Stunden (24h-Messung) erhält man Aufschluß über den tageszeitlichen Rhythmus des Magnetfeldes. Die 24h-Messungen wurden in der vom Kind vor Diagnosestellung am längsten bewohnten Wohnung durchgeführt. Die Bestimmung des örtlichen Feldverlaufs innerhalb der Wohnungen erfolgte mit Hilfe eines Meßrades, welches Meßwerte in Abhängigkeit des Weges aufnimmt. Auf diese Weise wurden Meßwerte in allen Räumen der Wohnung aufgezeichnet (Kurzzeitmessung). Darüber hinaus erlaubten kurzzeitige Messungen außerhalb der Wohnung und entlang der Straße eine Beurteilung außerhäuslicher Quellen, falls in der Wohnung erhöhte Magnetfelder festgestellt wurden. In Anlehnung an vorausgegangene internationale epidemiologische Studien wurde eine Feldstärke von 0,2  $\mu$ T (Mikrotesla) zur Unterteilung von höher und niedrig Exponierten festgelegt.

Insgesamt wurden 590 Messungen über 24 Stunden in Wohnungen leukämiekranker und nicht erkrankter Kinder durchgeführt, davon 457 in Niedersachsen und 133 in Berlin. Bei nur 17 Familien wurden mittlere Magnetfelder über 0,2  $\mu$ T gemessen (Median der 24h-Messung im Kinderzimmer). Dies entspricht einem Anteil von 2,9% der an der Studie teilnehmenden Familien. Hierbei wurden in Ost-Berlin häufiger höhere Magnetfelder gemessen (5 Wohnungen, entspricht 11,5%) als in West-Berlin (5 Wohnungen, entspricht 4,9%) oder Niedersachsen (7 Wohnungen, entspricht 1,5%). Der Anteil Kinder, für die im Sinne der

Studienfragestellung erhöhte Magnetfelder gemessen wurde, ist somit relativ gering und liegt beispielsweise deutlich niedriger als in den USA.

Die zusammengefaßten Analysen beruhen auf mittleren Magnetfeldern über 0,2 µT bei 9 von 176 leukämiekranken Kindern (5,1%) und 8 von 414 nicht erkrankten Kindern (1,9%). Daraus errechnet sich ein zirka um den Faktor 2 erhöhtes Risiko, das aufgrund der kleinen Fallzahlen noch im Bereich des Zufalls liegt und somit statistisch nicht auffällig ist (Odds Ratio 2,3; 95%-Konfidenzintervall 0,8-6,7). Dieses Ergebnis ist vornehmlich geprägt durch die Niedersachsen-Studie. Hier ergab sich ein statistisch nicht signifikanter Risikoschätzer von 3,2, der durch ein unauffälliges Risiko von 1,2 aus der Berlin-Studie nicht bestätigt werden konnte.

Stärkere Assoziationen wurden konsistent in beiden Studien für Kinder unter 5 Jahren und für Kinder, bei denen höherer Magnetfelder während der Nacht gemessen wurden, beobachtet. Dies ist unseres Erachtens plausibel, da bei jüngeren Kindern häusliche Einflüsse dominieren und daher eine häusliche Messung für einen individuellen Schätzwert geeigneter erscheint als für ältere Kinder. Eine nächtliche Messung wird zu einer Tageszeit ausgeführt, zu der sich das Kind am Ort der Messung aufhält. Bezüglich der Kurzzeitmessungen ergab sich aus den zusammengefaßten Analysen ein relatives Risiko unterhalb der Eins.

Nur bei 3 von 17 Wohnungen mit erhöhten Feldwerten war die Erhöhung auf eine nahegelegene Hochspannungsleitung zurückzuführen. Häufigster Grund für stärkere häusliche Magnetfelder waren hausinterne Feldquellen im Niederspannungsbereich. Bei keiner Wohnung mit Hochspannungsleitungen in einem Abstand von mehr als 50 Metern wurde ein von einer Hochspannungsleitung ausgehendes mittleres Feld über 0,2 µT gemessen.

Alles in allem können unsere Ergebnisse als Hinweis auf eine schwache Assoziation zwischen magnetischen Feldern und dem Auftreten von Leukämien im Kindesalter gewertet werden. Falls diese Assoziation existiert, wäre der Effekt klein und höchstens 2-3% aller Leukämien bei Kindern wären erhöhten Magnetfeldern zuzuschreiben. Um diese Befunde auf eine breitere Basis stellen zu können, ist eine Ausdehnung der Feldmessungen auf eine deutschlandweite Studie des Deutschen Kinderkrebsregisters in Vorbereitung.

Details zu einer sehr aufwendigen Expositionserhebung, die Ergebnisse der Fallkontrollstudie zu magnetischen Feldern und Leukämien im Kindesalter in Berlin sowie Ergebnisse der zusammengefaßten Analysen werden am 30. September diesen Jahres auf einer Pressekonferenz in Berlin der deutschen Öffentlichkeit vorgestellt.

**Dr. rer. physiol. Joachim Schüz**

Tumorzentrum Rheinland-Pfalz e. V.

Am Pulverturm 13, 55101 Mainz

**Literatur:**

1. Michaelis, J., Schüz, J., Meinert, R., Menger, M., Grigat, J. P., Kaatsch, P., Kaletsch, U., Miesner, A., Stamm, A., Brinkmann, K., Kärner, H.: Elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen im Kindesalter: Ergebnisse einer Fallkontrollstudie in Niedersachsen. Pressemitteilung des Instituts für medizinische Statistik und Dokumentation, Universität Mainz, Februar 1996.

2. Michaelis, J., Schüz, J., Meinert, R., Menger, M., Grigat, J. P., Kaatsch, P., Kaletsch, U., Miesner, A., Stamm, A., Brinkmann, K., Kärner, H.: Childhood leukemia and electromagnetic fields: results of a population-based case-control study. *Cancer Causes Control* 8, 167-174 (1997).
3. Michaelis, J., Schüz, J., Meinert, R., Zemann, E., Grigat, J. P., Kaatsch, P., Kaletsch, U., Miesner, A., Brinkmann, K., Kalkner, W., Kärner, H.: Combined risk estimates for two german population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiology* (erscheint im November 1997).
4. Kaatsch, P., Kaletsch, U., Krummenauer, F., Meinert, R., Miesner, A., Haaf, G., Michaelis, J.: Case control study on childhood leukemia in Lower Saxony, Germany. *Klin. Pädiatr.* 208, 179-185 (1996).

## Epidemiologie

### **Summierung beruflicher und häuslicher EMF-Effekte**

**Schwedische Forscher haben erstmals eine Studie vorgelegt, bei der der gemeinsame Effekt einer häuslich und einer beruflich erhöhten EMF-Exposition auf die Entwicklung von Leukämien untersucht wurde. Das Risiko der Entwicklung einer Leukämie bei einer erhöhten beruflichen Belastung war signifikant um den Faktor 1,7 erhöht, bei einer erhöhten Belastung in der Wohnumgebung nicht signifikant um den Faktor 1,3. Bei jenen, die sowohl beruflich als auch häuslich erhöht exponiert waren, ergab sich ein signifikant um den Faktor 3,7 erhöhtes Risiko.**

Bisher sind in einer Anzahl europäischer und US-amerikanischer Studien entweder berufliche oder häusliche Belastungen mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern in ihrer Auswirkung auf die Entwicklung verschiedener bösartiger Erkrankungen untersucht worden. Maria Feychting und Ulla Forssén vom Karolinska Institut in Stockholm und Birgitta Floderus vom Nationalen Institut für das Arbeitsleben in Solna präsentierten in der Juli-Ausgabe der Zeitschrift *Epidemiology* erstmals die Ergebnisse einer Fallkontrollstudie, die sowohl den Einzelbeitrag als auch den gemeinsamen Effekt einer beruflichen und häuslichen EMF-Exposition untersuchte.

### **Methode**

Die Studie basierte auf einer Untersuchung von Personen, die mindestens 16 Jahre alt waren und im Zeitraum zwischen 1960 und 1985 mindestens ein Jahr lang in einem Haus lebten, das maximal 300 Meter von Hochspannungsleitungen entfernt war. Insgesamt konnten etwa 400.000 Personen in die Untersuchung einbezogen werden.

Die Expositionsabschätzung in der häuslichen Umgebung erfolgte computergestützt unter Berücksichtigung der Höhe der Hochspannungsleitungen, ihrer Entfernung zueinander und zum untersuchten Haus, der Phasenbelegung und anderen Faktoren. Die Basis für die Abschätzung der beruflichen Belastung waren fünfjährig in Schweden durchgeführte Erhebungen über die Berufstätigkeit sowie Arbeitsplatzmessungen für eine Vielzahl von Berufen, welche bereits im Rahmen einer früheren Studie durchgeführt worden waren.

### **Ergebnisse**

Eine berufliche Belastung zwischen 0,13 und 0,19  $\mu$ T (Mikrottesla) führte zu einer Erhöhung des Risikos für die Entwicklung einer Leukämie um den Faktor 1,4 (95%-Konfidenzintervall):

1,0-2,2) gegenüber geringer Belasteten. Bei einer beruflichen Belastung von 0,2  $\mu\text{T}$  und mehr wurde ein relatives Risiko von 1,7 (95%-KI: 1,1-2,7) ermittelt. Eine häusliche Belastung zwischen 0,1 und 0,19  $\mu\text{T}$  erhöhte das Risiko für die Entwicklung einer Leukämie gegenüber niedriger Belasteten nicht, während eine Belastung von 0,2  $\mu\text{T}$  das Risiko nichtsignifikant um 30% erhöhte (RR: 1,3; 95%-KI: 0,8-2,2).

Wurden nur die Fälle betrachtet, bei denen sowohl eine häusliche als auch eine berufliche Belastung von mehr als 0,2  $\mu\text{T}$  geschätzt worden war, so ergab sich ein signifikant um den Faktor 3,7 erhöhtes relatives Risiko (95%-KI: 1,5-9,4). Dies deutet auf einen summierenden Effekt einer erhöhten beruflichen und gleichzeitig erhöhten häuslichen EMF-Belastung für die Entwicklung einer Erwachsenenleukämie hin.

Die Autoren geben zu bedenken, daß nur eine kleine Anzahl von Leukämieerkrankten untersucht wurde. Insbesondere waren nur sehr wenige Leukämieerkrankte sowohl einer erhöhten beruflichen als auch einer erhöhten häuslichen EMF-Belastung ausgesetzt, nämlich 9 Fälle. Die Anzahl der häuslich erhöht exponierten Leukämiefälle betrug 26, die der beruflich erhöht exponierten 62.

In der Studie war nach der gleichen Methodik auch der EMF-Effekt auf die Entwicklung von Gehirntumoren untersucht worden. Es ergaben sich hierbei keine Hinweise auf ein erhöhtes Risiko bei erhöhten EMF-Belastungen.

**Quelle:** Feychting, M., Forssén, U., Floderus, B.: Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors. *Epidemiology* 8, 384-389 (1997).

### Elektromagnetische Verträglichkeit

## **Hersteller von Herzschrittmachern sollen Filter gegen EMF einbauen**

**In einer amerikanischen Studie wurden umfangreiche Untersuchungen zur Beeinflussung von Herzschrittmachern durch Mobiltelefone durchgeführt. In etwa 20% der Tests waren Wechselwirkungen feststellbar. In 1,7% der Tests traten deutliche klinische Interferenzen auf, allerdings nur wenn das Mobiltelefon unmittelbar über dem Schrittmacher getragen wurde. Es wurde keine einzige Ohnmacht beobachtet.**

**In einem Editorial des New England Journal of Medicine regen zwei Mitarbeiter eines medizinischen Zentrums in New York an, Hersteller von Herzschrittmachern "sollten ermutigt werden, geeignete Filter" gegen die Einflüsse von elektromagnetischen Feldern in neue Schrittmachersysteme einzubauen.**

1994 wurden die ersten Untersuchungen zu möglichen Wechselwirkungen zwischen dem elektromagnetischen Feld von Mobiltelefonen und den elektrischen Impulsen von Herzschrittmachern veröffentlicht. Im Frühjahr 1995 warnte das deutsche Bundesgesundheitsministerium vor Gefahren für Patienten, da Mobiltelefone die Funktion

elektrisch gesteuerter Medizingeräte beeinträchtigen könnten (Elektrosmog-Report, Mai 1995). Mobiltelefone sollten nicht am Körper getragen werden.

## **Art der Störung von Herzschrittmachern durch EMF**

Externe elektromagnetische Signale durch Mobiltelefone können bei Herzschrittmachern vor allem zu zwei Arten von Funktionsstörungen führen:

1. Der Herzschrittmacher sendet keinen Impuls an das Herz, obwohl dieser notwendig gewesen wäre, und das Herz schlägt für eine bestimmte Zeit nicht. Es besteht die Gefahr einer Ohnmacht (Synkope). Die Störung ist im allgemeinen allerdings so kurz, daß eine tatsächliche Ohnmacht nicht auftritt.
2. Der Herzschrittmacher sendet einen oder mehrere Impulse an das Herz, obwohl das Herz einen normalen Eigenrhythmus hat und es werden zusätzliche Herzschläge provoziert. Es besteht die Gefahr, daß diese Herzrhythmusstörungen ebenfalls zu sekundären relevanten klinischen Symptomen führen.

Diese Störungen beruhen auf folgenden technischen und physiologischen Grundlagen:

Sogenannte "**Demand**"-Schrittmacher geben nur in dem Fall einen elektrischen Impuls an den Herzmuskel ab, wenn das körpereigene Herzreizleitungssystem nicht selbst ein Signal an den Herzmuskel abgibt. Der Herzschrittmacher "spürt" die Depolarisierung des Herzreizleitungssystems und springt nur ein, wenn diese Depolarisierung ausbleibt. Ein externes Feld kann vom Herzschrittmacher eventuell als diese normale Depolarisation "mißverstanden" werden. Er gibt - obwohl notwendig - keinen Impuls an das Herz ab. Dieses schlägt für eine Weile nicht und es besteht die Gefahr einer Ohnmacht, da das Gehirn nicht ausreichend durchblutet wird. Die Gefahr eines solchen Ereignisses ist um so größer je stärker der Herzschlag vom künstlichen Schrittmacher abhängt. Viele Patienten haben nur selten "Aussetzer", in denen dann der künstliche Herzschrittmacher einspringt und den Herzmuskel zur Kontraktion anregt. Bei anderen Patienten ist der Herzschrittmacher quasi dauernd gefordert, weil das Herzreizleitungssystem eine zu geringe Eigenfrequenz erzeugt. In diesem letzten Fall würde die oben genannte Störung zu einem Ausfall des Herzschlages führen, während im ersten Fall die Funktionsstörung des Herzschrittmachers im allgemeinen nicht bemerkt würde.

Die zweite Gruppe von Störungen betrifft sogenannte **Zweikammer-Schrittmacher**, die die Reizleitung in den zwei Kammern des Herzens simulieren. Wie beim natürlichen Herzen sollen zuerst die Vorhöfe einen elektrischen Impuls zur Kontraktion erhalten und kurze Zeit später die Kammern. Externe elektromagnetische Signale können eventuell als Vorhofsignale mißverstanden werden und entsprechende Signale in der Kammer triggern, so daß es zu, im allgemeinen klinisch nicht bedeutsamen, zusätzlichen Herzkammerkontraktionen kommt, die als Herzklopfen bzw. Herzustolpern (Palpitation) wahrgenommen werden. Solche Störungen können eventuell zu länger anhaltenden Veränderungen des normalen Herzrhythmus führen mit der Entwicklung relevanter klinischer Symptome.

## **Die Studie aus den USA**

In einer umfangreichen multizentrischen Studie von David L. Hayes und Kollegen wurden frühere Beobachtungen, daß im allgemeinen nur ein sehr naher Kontakt zwischen Mobiltelefon und Herzschrittmacher zu klinisch relevanten Beeinträchtigungen führt, bestätigt. 980 Herzschrittmacherträger wurden in das Untersuchungskollektiv aufgenommen.

Es wurden jeweils zwei Tests mit fünf oder sechs Telefonen durchgeführt. Darunter befand sich ein analoges Telefon, die übrigen waren digitale Telefone US-amerikanischer Hersteller. Einmal wurde das Telefon am Ohr auf der Schrittmacherseite gehalten. Beim zweiten Test wurde die Antennenspitze des Telefons, der Ort der maximalen elektromagnetischen Emission, etwa 1 bis 2 cm über dem Herzschrittmacher plaziert.

Bei den insgesamt 5533 Tests traten in 20% der Fälle Wechselwirkungen auf. Die Häufigkeit der wahrgenommenen Symptome lag bei 7,2%. Am häufigsten - in 4,5% - wurde Herzstolpern beobachtet. Schwindelgefühl trat in 1,2% der Fälle, ein Gefühl von nahender Ohnmacht (Präsynkope) in 0,2% der Fälle auf. Bei Patienten, die vollständig abhängig vom Schrittmacherimpuls waren, betrug die Häufigkeit von nahender Ohnmacht 0,4%. Eine tatsächliche Ohnmacht (Synkope) trat in keinem Fall auf. Es gab keine klinisch relevante Wechselwirkung bei einer Mobiltelefonposition am Ohr. Die Gesamtheit deutlicher klinischer Wechselwirkungen (Ohnmacht, Schwindel, Präsynkope, Unterbrechung des Herzschlages von mehr als 3 Sekunden etc.) betrug 1,7%. Sie traten nur in der Telefonposition unmittelbar über dem Herzschrittmacher auf.

Es gab eine deutliche Abhängigkeit der Wechselwirkungen vom Telefontyp und von der Art des Herzschrittmachers. Das analoge Telefon führte wesentlich seltener zu Wechselwirkungen als die digitalen Apparate (2,5% gegenüber 23,7%). Bei Einkammer-Schrittmachern traten seltener Störungen auf als bei Zweikammer-Schrittmachern (6,8% gegenüber 25,3%). Die Häufigkeit von Interferenzen war häufiger bei Patienten, die dauernd oder intermittierend vom Schrittmacherimpuls abhängig waren (20,9% und 21,5%), als bei jenen, die nicht davon abhängig waren (15,2%). Besonders große Unterschiede fanden sich in Abhängigkeit von der Abschirmung der Herzschrittmacher vor EMF-Beeinflussungen durch sogenannte "Feed-through"-Filter. Bei Herzschrittmachern ohne Filter traten in 28,9% aller Tests Störungen auf, während bei solchen mit Feed-through-Filtern nur in 0,4% Störungen auftraten.

## Folgerungen

In ihrem Editorial in der Mai-Ausgabe des New England Journal of Medicine fordern Marc Roelke und Alan D. Bernstein vom Newark Beth Israel Medical Center in New York, einen marktwirtschaftlichen Druck auf die Hersteller von Herzschrittmachern auszuüben, geeignete vor externen EMF schützende Filter in neue Geräte einzubauen, um der wachsenden Verbreitung von Mobiltelefonen Rechnung zu tragen. Herzschrittmacher sollten so programmiert werden, daß die Schwelle für externe elektromagnetische Einflüsse möglichst hoch liegt. Schrittmacherabhängige Patienten oder solche, die bereits Symptome im Zusammenhang mit der Verwendung von Mobiltelefonen erlebt haben, sollten einer sorgfältigen individuellen Untersuchung der Wechselwirkung von Mobiltelefon und Herzschrittmacher ("worst-case-testing") unter EKG-Kontrolle unterzogen werden. Obwohl aufgrund bisher durchgeführter Studien bestimmte allgemeine Schlußfolgerungen hinsichtlich möglicher gefährdender Konstellationen gezogen werden könnten, gäbe es keinen Ersatz für eine individuelle Untersuchung.

### Quellen:

1. Hayes, D. L., et al.: Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones. N. Engl. J. Med. 336, 1473-1479 (1997).
2. Roelke, M., Bernstein, A. D.: Cardiac pacemakers and cellular telephones [Editorial]. N. Engl. J. Med. 336, 1518-1519 (1997).

# *Elektrosmog-Report*

3. Jahrgang / Nr. 10 Oktober 1997

## Medizintechnik

### **BfS zur Störung von Herzschrittmachern**

**In einem Infoblatt gibt das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz Hinweise zur Vermeidung von Störbeeinflussungen von Herzschrittmachern durch elektromagnetische Felder. Dabei wird nicht nur auf die mögliche Beeinflussung durch Mobiltelefone hingewiesen, sondern auch auf andere mögliche Störquellen: elektrische Geräte wie Mikrowellenherde und Bohrmaschinen, Sendeanlagen von Rundfunk und Fernsehen, Trafoanlagen, Magnete, medizinische Diagnostik- und Therapiegeräte. Die Cetecom in Essen hat bei einer Untersuchung eine Verbesserung der Störfestigkeit von Herzschrittmachern in den letzten Jahren festgestellt.**

Eine Störung des Herzschrittmachers muß nicht in jedem Fall ernste Folgen haben. Verschiedene Studien haben gezeigt, daß die meisten Störungen durch EMF (elektromagnetische Felder) nicht bemerkt werden, gelegentlich wird ein Herzstolpern wahrgenommen. Ernsthafte Auswirkungen kommen eher selten vor (vgl. Elektrosmog-Report, September 1997). Insbesondere Patienten, die permanent auf die Stimulation ihres Herzens durch einen Schrittmacher angewiesen sind, sind bei andauernder Störung einem erhöhten Risiko ausgesetzt. Das Bundesamt weist daraufhin, daß auch starke statische Magnetfelder Störungen hervorrufen können, indem auf direktem Weg die magnetischen Schalter von Herzschrittmachern geschaltet werden.

Die Empfehlungen des Bundesamtes für Strahlenschutz lauten im Einzelnen:

#### **Störbeeinflussung im Alltag**

- Der Abstand zwischen Herzschrittmacher und elektrischen Geräten (Fön, Elektrorasierer etc.) sollte 30 cm betragen.
- Keine Bohrmaschinen benutzen!
- Der Abstand zu Induktionskochherden sollte 50 cm betragen.
- Ein Abstand zu Handys von 20 cm wird empfohlen. Kein Handy empfangsbereit über dem Herzschrittmacher tragen! Die Antennen von Mobiltelefonen größerer Leistung - sogenannte Portables - sollten mindestens einen Abstand von 50 cm zum Schrittmacher aufweisen.
- Der Abstand zu Sendeanlagen im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich sollte 1 km betragen. Im Auto oder Flugzeug werden die Felder von solchen Sendern oder Radaranlagen abgeschirmt.
- Keine großen metallischen Gegenstände berühren, die sich in elektromagnetischen Feldern befinden, wie z. B. direkt in der Nähe von Hochspannungsleitungen. Keine elektrischen Weidenzäune anfassen oder sich nahe daran aufhalten!
- Magnetische Halterungen von Modeschmuck oder Namensschildern nicht direkt über dem Herzschrittmacher tragen! Vorsicht auch bei anderen Magneten, etwa zur Werkstofftrennung!
- Von Magneten in Lautsprechern sollten mindestens 20 cm Abstand gehalten werden.

- Kein Aufenthalt direkt an der Wand von Traföhäuschen und unter Hochspannungsleitungen hoher Spannung! Deren Einflußbereich zügig verlassen. Ein Unterfahren im Auto ist ungefährlich.
- Warnsicherungsanlagen, etwa in Kaufhäusern, sollten rasch durchquert werden.

### **Störbeeinflussung im Berufsleben**

Herzschrittmacherträger sollten sich durch das Implantationszentrum ausführlich über mögliche Auswirkungen auf die Schrittmacherfunktion durch berufliche Störquellen beraten lassen.

- Eine Beeinflussung bis zu mehreren Metern ist durch folgende Arbeitsmittel möglich: Elektroschweißgeräte und Schutzgasschweißgeräte, große Permanentmagnete (z. B. Hubmagnet) oder Magnetfelder von Spulen, Schaltanlagen, z. B. von Hochspannungs-Betriebsanlagen, Induktionsöfen, Elektrolyseanlagen, hochfrequenzbetriebenen Klebevorrichtungen und Elektromotoren.
- Kein Aufenthalt auf dem Gelände von Sendeanlagen für Rundfunk und Fernsehen oder auf militärischem Gelände!

### **Störbeeinflussung bei medizinischer Diagnostik und Therapie**

Bestimmte medizinische Anwendungen sollten nur mit besonderer Überwachung und Beratung durch den Arzt erfolgen. Dazu zählen:

- Kernspintomographie: Bei bestimmten Kernspintomographen mit Magnetflußdichten von mehr als 1 Tesla kann der Beeinflussungsradius bis zu 15 m betragen. Dies kann sogar das Personal oder Begleitpersonen gefährden, soweit diese Schrittmacher tragen.
- Physiotherapie: z. B. Niederfrequenztherapie (z. B. Diodynamik) und Hochfrequenztherapie (z. B. Kurzwellentherapie).
- Bestimmte Heimanwendungen: z. B. Muskelstimulatoren und TENS-Geräte (transkutane elektrische Nervenstimulation).
- Ergometer, soweit ihre Leistung mit elektrischen Wirbelstrombremsen oder Permanentmagneten gesteuert wird.
- Bestimmte chirurgische Eingriffe, z. B. durch Elektrokoagulation oder Ablation mit Hochfrequenzfeldern. In der Zahnheilkunde weisen Zahn-Vitalitätsprüfungen und Elektrochirurgie ein gewisses Gefährdungspotential auf.

"Das BfS empfiehlt den Herstellern von Herzschrittmachern, ihre Produkte möglichst störsicher zu gestalten. Eine entsprechende Nachfrage der Implantationszentren kann die Auswahl dabei durchaus steuern. An die Hersteller möglicher Störquellen wird appelliert, solche Technologien weiterzuentwickeln, die ein möglichst geringes Störpotential aufweisen, zumindest aber auf die Möglichkeit der Störung von Herzschrittmachern hinweisen."

Eine im emc-Journal vorgestellte Untersuchung zur Störfestigkeit von Herzschrittmachern von Mitarbeitern der **Cetecom in Essen** kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Die Störfestigkeit verschiedener Herzschrittmacher-Typen variiert sehr stark (bis > 40 dB).
- Gegenüber einer 1989 durchgeführten Studie hat sich die Störfestigkeit verbessert.

- Ein hoher Prozentsatz der Herzschrittmachertypen verhält sich in Störfeldern völlig unproblematisch. In jedem Frequenzbereich zwischen 30 kHz und 2,5 GHz gibt es einige Typen, bei denen Beeinflussungen auftreten können.
- Anforderungen an die Störfestigkeit von Herzschrittmachern sind bezüglich ihrer technischen Darstellung nicht verbindlich definiert. Es gibt nur die grundlegende Anforderung auf der Basis einer EU-Richtlinie.
- Bei entsprechenden verbindlichen Anforderungen an Herzschrittmacher kann mittelfristig auf Warnhinweise verzichtet werden. Zur Zeit wird ein Abstand von 20 cm von Mobiltelefonen empfohlen.

### **Fazit:**

Die Störfestigkeit von Herzschrittmachern wurde in den letzten Jahren verbessert und wird vermutlich durch einen entsprechenden Druck auf die Hersteller weiter verbessert werden. Die etwa 200.000 Träger von Herzschrittmachern in Deutschland sollten jedoch zunächst in der Handhabung elektrischer Geräte weiterhin eine gewisse Vorsicht walten lassen, insbesondere jene, die permanent von ihrem Herzschrittmacher abhängig sind.

Das Problem der technischen elektromagnetischen Verträglichkeit im Falle der Herzschrittmacher könnte durch den Druck zur Entwicklung strahlungsminimierter Elektrogeräte vielleicht dazu beitragen, die elektromagnetische Belastung der Umwelt insgesamt zu reduzieren.

### **Quellen:**

- Wie sind Störungen von Herzschrittmachern durch elektrische und magnetische Felder zu vermeiden. Infoblatt des BfS vom 5. August 1997.
- Meckelburg, H. M., Jahre, K., Matkey, K.: Störfestigkeit von Herzschrittmachern unter besonderer Berücksichtigung des digitalen Mobilfunks. emc Journal Nr. 3, 1997, S. 76-80.

### **Forschung**

## **Repacholi zu den Ergebnissen seiner Mäusestudie**

In der Juli-Ausgabe des Elektrosmog-Reports berichteten wir von den Ergebnissen der australischen Forschergruppe um Michael Repacholi, die Mäuse GSM-Mobiltelefonstrahlung ausgesetzt hatte. In einem aktuellen Interview mit dem FGF-NEWS letter bezieht Repacholi Stellung zu seinen Ergebnissen. Auf die Frage nach den Ergebnissen antwortet er: "Erstens gibt es einen signifikanten nicht-thermischen Effekt, und zweitens tritt ein epigenetischer Effekt auf. Mit anderen Worten: Die Radiowellen wirken nicht direkt auf die DNS, sondern verursachen das Wachstum der Krebszellen indirekt. Bisher verstehen wir noch nicht genau, was passiert."

*Ist das Ergebnis auf den Menschen übertragbar?* "Das wissen wir nicht. Lymphgewebe-Krebs ist eine seltene Krankheit. Der Großteil der Strahlung eines Mobiltelefons geht in den Kopf, nicht in den gesamten Körper. Wir können nicht sagen, daß es überhaupt keine Zusammenhänge gibt. Aber wir verstehen noch nicht, welche Zusammenhänge das sind.

Darum benötigen wir nachfolgende Untersuchungen, die noch sehr viele Fragen beantworten müssen."

*Welche Fragen sind das?* "Erstens muß ein unabhängiges Forschungsinstitut die Ergebnisse reproduzieren. Zweitens wollen wir herausfinden, ob es eine Grenze bei der Strahlungsenergie gibt, unterhalb welcher der Effekt nicht auftritt. Drittens müssen wir mehrere verschiedene Tiermodelle untersuchen, um zu sehen, ob der Effekt dort auftritt. Erst dann können die Ergebnisse verallgemeinert werden. Viertens müssen wir untersuchen, welche Strahlungsfrequenzen den Lymphgewebe-Krebs bei den Tieren beschleunigen und welcher nicht-thermische Mechanismus ein solches Ergebnis verursacht. Schließlich müssen wir herausfinden, ob dieser Mechanismus wirklich auf den Menschen übertragen werden kann."

*Werden Sie diese Forschung bei der WHO fortsetzen?* "Das ist zur Zeit noch in der Diskussion."

**Quelle:** Sturm im Wasserglas? FGF-NEWS letter, 5. Jhrg. Nr. 3, S. 15-16, 09/97.

#### Tagungsbericht

## Melatonin und Krebs

**Vom 2.-5. Oktober 1997 fand an der Universität Tübingen die dritte internationale Konferenz über die Zirbeldrüse und Krebs statt. Der Nachmittag des vierten Konferenztages widmete sich den Einflüssen elektromagnetischer Felder auf das von an der Gehirnbasis gelegenen Zirbeldrüse (Epiphyse) produzierte Neurohormon Melatonin. Es wird ein Zusammenhang zwischen Melatonin und verschiedenen Krebsarten angenommen.**

Die "Third International Conference on Pineal Gland and Cancer, an interaction Involving Neuroendocrine and Neuroimmune Mechanisms" war nach 1977 und 1987 die dritte Konferenz dieser Art. Wieder konnten bekannte Referenten wie **Russel J. Reiter** von der Universität von Texas, **R. P. Liburdy** von der Universität von Kalifornien und **Wolfgang Löscher** von der Tierärztlichen Hochschule Hannover gewonnen werden.

Melatonin stellt einen biologischen Marker des Tag-Nacht-Rhythmus dar. In verschiedenen Studien konnte nachgewiesen werden, daß Melatonin ein wirksamer Fänger freier Radikaler, die wegen ihrer Reaktionsfreudigkeit Zellmembranen und die Erbsubstanz DNS schädigen können, ist (vgl. Elektrosmog-Report, Februar 1996). Auf der Konferenz wurde unter anderem der Einfluß einer verminderten Melatonin-Konzentration auf die Krebsentstehung und der mögliche Einsatz von Melatonin bzw. von potenten Melatonin-Agonisten in der Krebstherapie diskutiert.

In verschiedenen Studien fand sich in der Vergangenheit eine Verminderung des physiologisch starken nächtlichen Melatoninanstiegs beim Tier und beim Menschen in der

Folge einer Exposition mit niederfrequenten Feldern. Dieser Effekt konnte allerdings nicht immer reproduziert werden.

Prof. Löscher stellte auf der Tagung die Ergebnisse seiner tierexperimentellen Studien zu 50-Hz-Magnetfeldern in einem Brustkrebsmodell vor. Zwischen der Intensität der EMF-Exposition und der Zunahme des Tumorbefalls bei weiblichen Ratten nach Gabe des chemischen Karzinogens DMBA bestand eine Dosis-Wirkungs-Beziehung im Bereich zwischen 1 und 100 Mikrottesla (vgl. ausführlich dazu: Elektrosmog-Report, April 1995 und November 1996).

Es wurden zwei neue Studien zum Einfluß von gepulster Hochfrequenzstrahlung vorgestellt. **Joachim Röschke** und Kollegen von der psychiatrischen Klinik der Universität Mainz fanden keinen Einfluß eines elektromagnetischen 900-MHz-Feldes, das mit 217 Hz niederfrequent gepulst war ( $0,02 \text{ mW/cm}^2$ ), auf die nächtlichen Hormonprofile von Cortisol, Wachstumshormon, luteinisierendem Hormon und Melatonin. Die 24 gesunden männlichen Probanden im Alter zwischen 18 und 37 Jahren wurden in einer Nacht acht Stunden lang der Strahlung eines Mobiltelefons, das in 40 cm Entfernung vom Kopf entfernt plaziert war, ausgesetzt und in einer weiteren Nacht scheinexponiert. In 20-minütigen Abständen wurde über eine Verweilkanüle Blut abgenommen. Die Hormonprofile, wie etwa der zeitliche Verlauf der Hormon-Plasmakonzentration und die maximale Hormonkonzentration, befanden sich unter beiden Bedingungen in einem Bereich, wie sie üblicherweise bei gesunden jungen Menschen gefunden werden. Für keines der untersuchten Hormone fand sich ein relevanter Unterschied zwischen Exposition und Scheinexposition. Es fand sich ebenfalls kein Einfluß auf die Gehirnströme während des Schlafes (Vgl. auch Untersuchungen zur Beeinflussung der Schlafqualität durch gepulste HF-Strahlung durch die gleiche Arbeitsgruppe, Elektrosmog-Report, August 1996).

Forscher der umweltmedizinischen Institute der Universitäten Mainz und Hamburg sowie dem anatomischen Institut der Universität Mainz (**D. Jung** et al.) fanden unter der gleichen Strahlungsfrequenz und einer Exposition, "gut vergleichbar der einer durch tragbare Telephone produzierten" EMF-Intensität, keinen Einfluß auf hormonelle und einen Immunparameter. Acht männliche Probanden im Alter zwischen 20 und 30 Jahren wurden jeweils 4 Stunden am Tag (12-16 Uhr) und 4 Stunden in der Nacht (22-2 Uhr) exponiert bzw. scheinexponiert. Vor, während und bis zu 30 Stunden nach der Exposition wurden Speichelproben zur Analyse der Konzentrationen von Melatonin, Cortisol, Neopterin und Speichel-IgA entnommen. Es fanden sich keine Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition. Weitere Experimente dieser Arbeitsgruppe mit höheren Strahlungsintensitäten, mit Personen verschiedenen Alters und Geschlechts sowie mit Elektrosensiblen befinden sich in Vorbereitung.

#### **Quellen:**

- Jung, D., Rose, D.-M., Radon, K., Parera, D., Konietzko, J., Vollrath, L.: Lack of acute effects of high frequency (900 MHz), low frequency pulsed (217 Hz) electromagnetic fields (EMF) on pineal melatonin secretion in man. Tagungsband. Röschke, J., Hiemke, C., Mann, K., Wagner, P.: Effects of digital mobile radio telephone on nocturnal hormones and human EEG. Tagungsband.

# *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 1 Januar 1998

## Epidemiologie und Technik

### **Magnetfelder der Bahn und Krebs**

**Bahnpersonal und Anwohner von Bahnanlagen sind im Vergleich zur Normalbevölkerung einer erhöhten Belastung durch niederfrequente elektromagnetische Felder ausgesetzt. In Abweichung von der sonst üblichen Frequenz von 50 Hz für die Versorgung mit elektrischer Energie wird zum Betrieb der Eisenbahn in Deutschland und einigen anderen Ländern Strom mit einer Frequenz von  $16^{2/3}$  Hz verwendet. Es liegen bisher vier spezifische Untersuchungen an Bahnpersonal aus der Schweiz, Norwegen und Schweden vor, die in ihrer Gesamtheit als Hinweis auf eine mögliche Krebsgefährdung durch elektromagnetische Felder, wie sie in der Bahn und in der Umgebung von Bahnanlagen auftreten, zu werten sind.**

Zur Untersuchung gesundheitlicher Risiken durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder (EMF) wurden eine Anzahl von Studien in der Allgemeinbevölkerung und einige Arbeitsplatzstudien mit Berufstätigen, die einer vergleichsweise hohen elektromagnetischen Belastung ausgesetzt sind, durchgeführt. Es ergaben sich dabei Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der EMF-Stärke und der Häufigkeit verschiedener Erkrankungen. Dazu zählen bösartige Tumore wie Leukämien und Hirntumore, neurodegenerative Erkrankungen wie Morbus Alzheimer sowie unspezifische vegetative Beschwerden wie Schlafstörungen. Wenn tatsächlich eine Verbindung zwischen EMF im Frequenzbereich der gebräuchlichen Elektroenergieversorgung von 50 Hertz (Europa) bzw. 60 Hertz (USA) und gesundheitlichen Beeinträchtigungen bestehen sollte, so ist dies auch für  $16^{2/3}$ -Hz-Felder, wie sie bei der Deutschen Bundesbahn Verwendung finden, zu erwarten.

#### **Besonderheiten der Bahnfelder**

Die deutsche Bundesbahn verwendet für ihre Oberleitungen Wechselspannungen von 15 und 25 kV mit einer Frequenz von  $16^{2/3}$  Hz. Bei einem Laststrom von 2 kA beträgt das Magnetfeld typischerweise 18 Mikrottesla. Ähnliche Werte finden sich auch unter Hochspannungsleitungen, dort allerdings bei den 50 Hz der öffentlichen Stromversorgung.

Die Bahnstromversorgung arbeitet nach dem Zwei-Leiter-Prinzip, bei der es für den elektrischen Strom nur einen Hin- und einen Rückleiter gibt (Phase und Null-Leiter), während die öffentliche Stromversorgung im 50-Hz-Bereich (bzw. 60 Hz in den USA) mit drei Phasen arbeitet. Der Abstand zwischen der stromführenden Oberleitung und den stromführenden Schienen ist wesentlich größer als bei den sonst üblichen Arten der Leitungsverlegung im Mittelspannungsbereich (König und Folkerts 1997). Daher sind die Magnetfelder der Bahn in ihrer Stärke am ehesten mit den Feldern von Hochspannungstrassen zu vergleichen (110 bis 380 kV).

Eine besondere Problematik bei der Bahnstromversorgung ergibt sich durch die sogenannten vagabundierenden Ströme. Die als Tragkörper der stromführenden Schienen dienenden Schwellen gewährleisten keine gute Isolation gegenüber dem Erdboden. So können z. B. 20 % des Rückstroms als "vagabundierende Ströme" durch das Erdreich, Wasserleitungen oder angrenzende Häuser zum Einspeisepunkt zurückfließen. Der elektrische Strom sucht sich stets dort seinen Weg, wo die größte Leitfähigkeit, also in erster Linie Feuchtigkeit, vorhanden ist.

So können abseits vom Schienenstrang durch vagabundierende, unkompenzierte Ströme lokal unerwartet hohe Magnetfelder auftreten.

Eine weitere Problematik des Eisenbahnstromnetzes ist der hohe Gehalt an Oberwellen (50,  $83\frac{1}{3}$  und  $116\frac{2}{3}$  Hz usw.). Diese resultieren aus der häufig zur Geschwindigkeitssteuerung von E-Loks angewandten Phasenanschnittsteuerung (Neitzke 1994).

### **Beeinflussung von Monitoren**

Bekannt sind Bildschirmstörungen infolge von Bundesbahn-Magnetfeldern. So heißt es in einem aktuellen Artikel mit dem Titel "Schirmung niederfrequenter Magnetfelder" (Albert 1997): "Erschreckend ist, daß bei der Planung von Neubauten allzu selten die Nähe z. B. einer elektrifizierten Eisenbahnstrecke berücksichtigt wird. Die Monitorbeeinflussung durch  $16\frac{2}{3}$  Hz-Wechselstrombahnen tritt anteilmäßig am häufigsten auf ... Insbesondere in der Nähe von einspeisenden Unterwerken, an Bahnhofsausfahrgleisen oder an Steigungen, kündigt das Zittern einen Zug schon mehrere Minuten vorher an. ... In einer süddeutschen Großstadt wurde in 100 m Entfernung zu einer Bahnstrecke noch eine Feldstärke von über 1 Mikrottesla (ab 0,3 Mikrottesla flimmert ein großer Bildschirm) im Erdgeschoß eines Bürogebäudes gemessen." Hier liegt die Vermutung nahe, "daß der Erdrückstrom sich über Wasser- oder Gasrohre den Weg des geringsten Widerstands sucht und letztendlich in einer parallel zum betroffenen Gebäude verlaufenden Verrohrung dieses beachtliche Magnetfeld erzeugt".

### **Biologische Wirksamkeit von $16\frac{2}{3}$ -Hz-Feldern**

Über die biologische Wirksamkeit von  $16\frac{2}{3}$ -Hz-Wechselfeldern im Vergleich zu den üblich 50-Hz-Feldern gibt es nur wenig fundierte Aussagen. Die nationalen und internationalen Strahlenschutzorganisationen (BfS, SSK, ICNIRP, WHO) verwenden bis heute bei der Festlegung und Begründung von Grenzwerten das Körperstromdichte-Modell. Nach diesem Modell sind die im Körper induzierten Wechselströme das Maß für mögliche biologische Wirkungen. Solange die Wirkmechanismen zwischen EMF und dem Organismus weitgehend unbekannt sind, stellt dieses Modell lediglich eine Hypothese dar, die von vielen Wissenschaftlern nicht geteilt wird, da sie z. B. jegliche nicht-thermischen Effekte vernachlässigt.

$16\frac{2}{3}$ -Hz-Felder induzieren nur dreimal so geringe Körperströme wie 50-Hz-Felder, da die Induktion proportional von der Frequenz abhängt. Nach dem Körperstromdichte-Modell wären demnach  $16\frac{2}{3}$ -Hz-Felder um den Faktor 3 geringer biologisch wirksam als 50-Hz-Felder. Die oben erwähnten Oberwellen wären dafür biologisch um so wirksamer.

*Diagramme: Verlauf der magnetischen Flußdichte in verschiedenen Abständen von einer Bahntrasse der Deutschen Bundesbahn (Köln-Bonn) über von 15 Minuten (Darstellung nach Messungen von Dr. Klaus Trost, Wissenschaftsladen Bonn, Sept. 1997).*

Zudem zeigen wissenschaftliche Versuche, daß  $16\frac{2}{3}$ -Hz-Felder sogar biologisch wirksamer sein könnten als 50-Hz-Felder: Verschiedene Studien wiesen nach, daß der Kalziumionentransport durch Zellmembranen durch EMF beeinflusst wird und am größten ist, wenn ein alternierendes Feld im Bereich von 14 bis 16 Hz über ein statisches Magnetfeld gelegt wird (Blackman 1985, Blackman 1988). Es handelt sich also um einen Frequenzbereich, der nahe dem hier interessierenden von  $16\frac{2}{3}$ -Hz liegt. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Veränderungen zellulärer Kalziumionenkonzentrationen und gesundheitlichen Störungen weiterhin spekulativ.

## Stärke der Felder

Zahlreiche Messungen in den letzten Jahren haben gezeigt, daß im Zugabteil und am Bahnsteig in der Praxis Mittelwerte des magnetischen Feldes zwischen 1 und 10 Mikrottesla und Spitzenwerte bis zu 22 Mikrottesla auftreten (vgl. z. B. Elektrosmog-Report, Juni 1997). Aktuelle Feldmessungen nach DIN/VDE 0848 im September 1997 bestätigen dies. Die Messungen während Zugfahrten auf einer Hauptstrecke der Deutschen Bundesbahn ergaben eine mittlere Induktion von 6,1 Mikrottesla, auf einer Nebenstrecke eine mittlere Induktion von 2,2 Mikrottesla (siehe Tabelle). Es handelt sich also um Größenordnungen, wie sie von der beruflichen Belastung von Elektroarbeitern bekannt sind. Vor allem beim Anfahren, Beschleunigen (z. B. auch an Steigungen) und Abbremsen der Züge entstehen für kurze Zeit sehr hohe Magnetfeldspitzen (ca. 20 Mikrottesla und mehr).

Neue Züge führen eher zu höheren als zu niedrigeren Magnetfeldbelastungen der Fahrgäste - Feldminimierungen scheinen für die Deutsche Bundesbahn bislang kein Thema zu sein. Die neue ICE-Generation (ICE 3) wird keinen eigentlichen Triebwagen mehr haben, vielmehr sind die Motoren über den ganzen Zug verteilt. Sicher gibt es hierdurch fahrtechnische Vorteile. Aber: Die Magnetfeldbelastung der Fahrgäste steigt an, vielmehr Menschen werden sich in der Nähe starker Elektromotoren aufhalten.

In der Umgebung der Bahntrassen wurden vom Wissenschaftsladen Bonn folgende Werte gemessen: Im Abstand von 5 Metern von einer Bahntrasse lag die magnetische Flußdichte im Mittel bei 2,2 Mikrottesla (siehe Diagramme). Sie betrug im Abstand von 50 Metern 0,3 Mikrottesla und lag damit immer noch höher als der bei vielen epidemiologischen Studien gewählte Schwellenwert von 0,2 Mikrottesla zur Einteilung in geringe und erhöhte Belastung.

*Tabelle: Magnetische Induktion im Zugabteil und in der Nähe von Bahntrassen der Deutschen Bundesbahn (Messungen: Dr. Klaus Trost, Wissenschaftsladen Bonn, September 1997)*

Expositionsart	Magnetische Induktion in Mikrottesla		
	Min	Max	Mittel
Zugabteil auf DB-Hauptstrecke (Bonn-Köln)	1,4	22,8	6,1
Zugabteil auf DB-Nebenstrecke (Siegburg-Eitorf)	0,3	7,3	2,2
5 m Abstand von DB-Bahntrasse (Bonn-Koblenz)	0,6	5,0	2,2
25 m Abstand von DB-Bahntrasse (Bonn-Koblenz)	0,2	1,2	0,5
50 m Abstand von DB-Bahntrasse (Bonn-Koblenz)	0,07	0,9	0,3

Für den Bahnreisenden sind diese Felder wegen der geringen Expositionsdauer gesundheitlich vermutlich von relativ geringer Bedeutung. Anders könnte der Fall bei Bahnpersonal wie Lokomotivführern und Eisenbahnschaffnern liegen sowie bei Personen, die in unmittelbar an Bahntrassen grenzenden Häusern leben und damit langfristig diesen Expositionen ausgesetzt sind.

Die Magnetfeldbelastung in der Fahrerkabine des Lokomotivführers liegen noch besonders hoch. Mit typischen Werten von 50 Millitesla (=50.000 Mikrottesla) liegt der Führerstand von Elektrolokomotiven zusammen mit Arbeitsplätzen an Induktionsöfen (25 bis 70 Millitesla) (vgl. Elektrosmog-Report, Februar 1997) an der Spitze aller EMF-belasteten Arbeitsplätze.

### **Epidemiologische Studien**

Erst in den letzten Jahren wurde eine Anzahl von Studien zur Auswirkung von EMF bei einer Frequenz von  $16^{2/3}$ -Hz auf die Krebshäufigkeit veröffentlicht. Diese Frequenz findet nur in einigen Ländern beim Bahnverkehr Verwendung. Neben Deutschland sind dies beispielsweise die Schweiz und die skandinavischen Länder, nicht jedoch die USA.

Insgesamt wurden vier Studien durchgeführt, die spezifisch die Krebshäufigkeit bei Bahnpersonal untersuchten. Eine Studie stammt von einer Arbeitsgruppe der Universität Bern (Balli-Antunes 1990), eine weitere von Tore Tynes und Kollegen von verschiedenen Institutionen in Oslo/Norwegen (Tynes 1994). Zwei Studien wurden in Schweden durchgeführt, eine von Birgitta Floderus und Kollegen vom schwedischen Nationalen Institut für das Arbeitsleben in Solna/Schweden (Floderus 1994), die zweite von Lars Alfredsson und Kollegen vom Karolinska Institut in Stockholm (Alfredsson 1996).

Auch eine Studie aus Dänemark, die eine Vielzahl von Berufen mit erhöhter elektromagnetischer Belastung, darunter auch Bahnpersonal, untersuchte, kann herangezogen werden (Guenel 1993). Hier fand sich eine erhöhte Leukämie-Rate bei kontinuierlich EMF-Exponierten wie Elektroinstallateuren und Gießereiarbeitern. Das Bahnpersonal war in diesem Zusammenhang allerdings nicht auffällig betroffen. Der Vollständigkeit halber soll auch eine italienische Studie erwähnt werden (Baroncelli 1986). Es wurde die allgemeine Gesundheit von Eisenbahnern untersucht. Es fand sich kein Unterschied zu einer Kontrollgruppe.

### **Schweiz**

In der Fall-Kontroll-Studie von Balli-Antunes und Kollegen wurde die Sterblichkeit von Lokführern an Blutkrebs (Leukämien, Lymphome etc.) nach dem schweizerischen Sterberegister der Jahre 1969 bis 1983 analysiert. Als Kontrollen dienten Berufe aus der Metallkonstruktion und dem Maschinenbau (Kontrollgruppe 1) sowie technisches Personal (Kontrollgruppe 2).

Die Lokführer zeigten im Vergleich zu Kontrollgruppe 2 ein signifikant um den Faktor 1,7, also um 70 % erhöhtes standardisiertes Mortalitäts-Verhältnis (95%-Konfidenzintervall: 1,1-2,6) und im Vergleich zur Kontrollgruppe 1 eine leichte nichtsignifikante Erhöhung um 10 % (KI: 0,7 - 1,6).

Die Studie könne nach Ansicht der Autoren durch die strenge gesundheitliche Überwachung der Lokführer mit einem systematischen Fehler behaftet sein. Die gesundheitliche

Überwachung ließe einen relativ großen Anteil an besonders gesunden Personen im Kollektiv der Lokführer erwarten. Dies werde unterstützt durch die geringe Sterberate im Alter von unter 60 Jahren im Vergleich mit beiden Kontrollgruppen.

Um so bemerkenswerter sei die erhöhte Rate von Todesfällen durch Blutkrebs, die nicht zu erwarten gewesen sei. Andere mögliche Ursachen für die Erhöhung der Blutkrebsrate als die erhöhte elektromagnetische Belastung spielten vermutlich keine relevante Rolle.

### Norwegen

In die norwegische Studie wurden alle männlichen Eisenbahner - insgesamt 13.030 - unterschiedlicher Berufsgruppen (Bahnarbeiter, Eisenbahnelektriker, Stationsarbeiter) aufgenommen, die im Jahre 1958 auf elektrischen oder nicht-elektrischen Eisenbahnen gearbeitet hatten. Die Fälle wurden dem norwegischen Krebsregister der Jahre 1958 bis 1990 entnommen. Insgesamt fanden sich 39 Männer mit Gehirntumor und 52 Männer mit Leukämie. Jedem Fall wurden vier oder fünf Kontrollen gleichen Alters zugeordnet. Die elektromagnetische Belastung wurde anhand von Expositionsmessungen und historischen Daten geschätzt. Es wurde versucht, eventuelle zusätzliche Faktoren, die zur Auslösung eines Krebses beigetragen haben könnten wie Lösungsmittel, Herbizide und Rauchen, zu erfassen und zu berücksichtigen.

Die Autoren fanden ein geschätztes relatives Risiko (Odds Ratio) für die Entwicklung einer Leukämie von 0,7 und für die Entwicklung eines Hirntumors von 0,9. Es fand sich kein signifikanter Trend in Abhängigkeit von der EMF-Belastung. Die Autoren sehen daher keine Unterstützung für die Annahme einer Beziehung zwischen einer Exposition gegenüber 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-EMF und der Entwicklung bösartiger Erkrankungen.

### Schweden

In die Studie von Floderus et al. aus dem Jahre 1994 wurden alle schwedischen Lokführer, Schaffner und Bahnarbeiter, die 1960 beschäftigt und 20 bis 64 Jahre alt waren, eingeschlossen (Floderus 1994). Sie wurden unter Zuhilfenahme des staatlichen Krebsregisters hinsichtlich des Auftretens von Leukämien und Lymphomen sowie von Tumoren des Gehirns, der Brust und der Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) in den Jahren 1961 bis 1979 analysiert.

In einer früheren Untersuchung war aufgefallen, daß der Anteil von Beschäftigten an hoch elektromagnetisch belasteten Arbeitsplätzen in den siebziger Jahren für diese Berufsgruppen zurückgegangen war. Daher seien die beiden Dekaden 1961-69 und 1970-79 getrennt ausgewertet worden. Die "strukturelle Änderung" bei der Bahn könne nämlich dazu geführt haben, daß ein "hoher Anteil der Personen in den Expositionsgruppen nur in der ersten Periode einem hohen EMF-Niveau ausgesetzt war".

Tatsächlich war das relative Risiko in der ersten 10-Jahresperiode für Lokführer und Schaffner, an Leukämie zu erkranken, nicht-signifikant um den Faktor 1,9, also um 90 % erhöht (KI: 0,9-4,0). Das Risiko, an einem Gehirntumor zu erkranken, war nicht-signifikant um 20 % erhöht (KI: 0,8-1,9). Allerdings war das Risiko für Personen unter 30 Jahren, einen Hirntumor zu entwickeln signifikant um den Faktor 12,2 (KI: 2,8-52,5) erhöht. Basierend auf einer Zahl von 3 Brustkrebsen und 9 Hypophysentumoren waren auch die relativen Risiken für die Entwicklung dieser Tumore signifikant erhöht. In der zweiten Dekade fanden sich keine derartigen Auffälligkeiten.

Die Autoren folgern, daß die Ergebnisse "einige Unterstützung für die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen EMF und einigen Krebsarten" geben. Die erhöhte Rate der Hypophysentumore lege eine "hormonelle Verbindung" nahe.

Eine weitere Studie wurde 1996 von Lars Alfredsson und Kollegen veröffentlicht. Sie umfaßte alle Lokführer (n=7.466) und alle Schaffner (n=2.272), die jemals zwischen 1976 und 1990 bei der staatlichen schwedischen Eisenbahn beschäftigt waren. Die Untersuchungsgruppe überschneidet sich in etwa 20 % mit der von Floderus et al. aus dem Jahre 1994. In eine engere Analyse wurden nur Personen im Alter zwischen 20 und 64 Jahren aufgenommen.

Insgesamt fanden sich in der engeren Analyse 209 Tumoren bei den Lokführern und 70 Tumore bei den Schaffnern. Die Gesamtrate aller Krebse bei den Lokführern lag 20 % unter der der schwedischen Allgemeinbevölkerung. Dies unterstreicht erneut den bereits erwähnten positiven Effekt einer intensiven Gesundheitsvorsorge bei den Lokführern. Die Rate bei den Schaffnern entsprach der in der Allgemeinbevölkerung.

Auffällig war ein signifikant erhöhtes relatives Risiko für die Entwicklung einer lymphozytischen Leukämie um den Faktor 2,3 (KI: 1,3-3,2) für Lokführer und Schaffner zusammen, also eine Erhöhung um 130 %. In beiden Subkollektiven war die Zunahme des Risikos für diese Leukämieform gleich groß. Alle Leukämien zusammen war nicht-signifikant um den Faktor 1,7 erhöht (KI: 0,9-2,9). Tumore der Hypophyse waren auf der Grundlage von drei Fällen ebenfalls nicht-signifikant um 60 % erhöht (KI: 0,3-4,8).

### **Melatoninhypothese**

Eine jüngere Studie aus der Schweiz unterstützt die Melatoninhypothese auch für Eisenbahnarbeiter, nach der vergleichsweise starke Magnetfelder zu einer verminderten Produktion und Sekretion des Neurohormons Melatonin führen. Die Melatoninhypothese besagt weiter, daß diese Beeinflussung des Melatoninstoffwechsels einen krebsfördernden Effekt habe (vgl. Elektrosmog-Report, Februar 1996). Tierexperimentelle Studien legen nahe, daß die Epiphyse (Zirbeldrüse) und das von ihr produzierte Hormon Melatonin empfindlich auf magnetische Felder reagiert.

Die Studie von Pfluger und Kollegen basiert auf der Analyse der Konzentration eines Abbauprodukts des Melatonins, dem 6-Hydroxy-Melatonin-Sulfat (6-OHMS), im Morgen- und Abendurin von 108 Eisenbahnern während der Arbeitszeit und während der Freizeit (Pfluger 1996). Es wurden 66 stark magnetisch belastete Personen und 42 geringer belastete Personen untersucht.

Die abendlichen 6-OHMS-Werte waren bei den stark belasteten Personen an den Arbeitstagen im Vergleich zu den freien Tagen um 20 % erniedrigt (KI: 0,7-0,9). Diese Erniedrigung war nicht auf bestimmte Arten von Schichtarbeit beschränkt, wie etwa Früh- oder Spätschicht. Die morgendlichen 6-OHMS-Werte waren nicht auffällig.

Nach Ansicht der Autoren unterstützen diese Ergebnisse die Hypothese, daß die 6-Hydroxy-Melatonin-Sulfat-Ausscheidung beim Menschen durch magnetische Felder, wie sie beim Bahnbetrieb auftreten, beeinflußt wird.

### **Zusammenfassung und Schlußfolgerung**

Die hier vorgestellten epidemiologischen Studien weisen methodische Unterschiede hinsichtlich der untersuchten Erkrankungen (sämtliche Blutkrebsarten, verschiedene Leukämien, Hirntumore, Hypophysentumore) hinsichtlich der verglichenen Variablen (Tod, Erkrankung) und hinsichtlich der eingeschlossenen Fälle (Bahnpersonal, nur Lokführer, Lokführer und Schaffner) auf. Die Studien deuten dennoch mit einer Ausnahme in die gleiche Richtung.

Mit Ausnahme der Studie von Tynes et al. aus Norwegen fanden sich in den drei übrigen Studien Hinweise auf erhöhte Krebsraten, vor allem des blutbildenden Systems (Leukämien, Lymphome). Die beobachtete Zunahme war im allgemeinen gering, erreichte jedoch mehrmals statistische Signifikanz.

Bisher liegen keine Untersuchungen über den Einfluß elektromagnetischer Felder in der Umgebung von Bahnanlagen auf die Gesundheit der Anwohner vor. Angesichts der gemessenen Werte der elektromagnetischen Felder einer Frequenz von  $16^{2/3}$  Hz sind sie möglicherweise einer leicht erhöhten Gefährdung für die Entwicklung bestimmter Krebsarten ausgesetzt, so wie dies für eine häuslich erhöhte elektromagnetische Belastung für den Bereich von 50 und 60 Hz z. B. durch Hochspannungstrassen vermutet wird. Besonders betroffen sind die unmittelbaren Anwohner von Bahntrassen im städtischen Bereich (vgl. Elektromog-Report, März 1996).

Franjo Grotenhermen, Michael Karus

Redaktion Elektromog-Report

### Literatur:

1. Albert, S.: Schirmung niederfrequenter Magnetfelder. *emc journal* 3/97.
2. Alfredsson, L., Hammar, N., Karlehagen, S.: Cancer incidence among male railway engine-drivers and conductors in Sweden, 1976-90. *Cancer Causes Control* 7, 377-381 (1996).
3. Baroncelli, P., Battisti, S., Checcucci, A., Comba, P., Grandolfo, M., Serio, A., Vecchia, P.: A health examination of railway high-voltage substation workers exposed to ELF electromagnetic fields. *Am. J. Ind. Med.* 10, 45-55 (1986).
4. Blackman, C. F., Benane, S. G., Elliot, D. J., House, D. E., Pollock, M. M.: Influence of electromagnetic fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro: a three-model analysis consistent with the frequency response up to 510 Hz. *Bioelectromagnetics* 9, 215-227 (1988).
5. Blackman, C. F., Benane, S. G., House, D. E., Joines, W. T.: Effects of ELF (1-120 Hz) and modulated (50 Hz) RF fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro. *Bioelectromagnetics* 6, 1-11 (1985).
6. Floderus, B., Tornqvist, S., Stenlund, C.: Incidence of selected cancers in Swedish railway workers, 1961-79. *Cancer Causes Control* 5, 189-194 (1994).
7. Guenel, P., Raskmark, P., Andersen, J. B., Lynge, E.: Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark. *Br. J. Ind. Med.* 50, 758-764 (1993)
8. König, H. L., Folkerts, E.: Elektrischer Strom als Umweltfaktor. Pflaum Verlag, 2. Auflage, München 1997.
9. Neitzke, H.-P. et al.: Risiko Elektromog, Birkhäuser Verlag, Basel 1994.
10. Pfluger, D. H., Minder, C. E.: Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers. *J. Pineal. Res.* 21, 91-100 (1996).
11. Tynes, T., Jynge, H., Vistnes, A. I.: Leukemia and brain tumors in Norwegian railway workers, a nested case-control study. *Am. J. Epidemiol.* 139, 645-653 (1994).

# *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 2 Februar 1998

Verbraucherinformation & Meßtechnik

## **Elektrische und magnetische 50-Hz-Felder an Schlafplätzen**

- Vergleich der induzierten Körperströme -

**In nahezu allen bisher durchgeführten epidemiologischen Studien zum Thema Krebsrisiko durch niederfrequente elektromagnetische Felder konzentrierte man sich auf die Belastung durch die magnetische Feldkomponente. In der im Folgenden beschriebenen Reihenuntersuchung wurde auch die elektrische Feldkomponente (mit Hilfe eines neuartigen Meßverfahrens) bestimmt und die durch elektrische Felder induzierten Körperströme mit denen verglichen, die durch Magnetfelder erzeugt werden. Ergebnis: An Schlafplätzen dominiert die Belastung durch elektrische Felder.**

### **Meßmethode**

Während die Bestimmung der Belastung durch Magnetfelder mit Hilfe einer Messung der magnetischen Flußdichte (z. B. mit Induktionsspulen) unproblematisch ist, bereitete bisher die Erfassung der Belastung durch (inhomogene) elektrische Felder, wie sie an Schlafplätzen auftreten, große Schwierigkeiten. Die für inhomogene elektrische Felder nach DIN VDE 0848 empfohlene Messung des Gesamtkörperableitstromes ist für Schlafplatzmessungen ungeeignet, da die, im Bett liegenden, Probanden sich in der Regel nicht auf Erdpotential befinden, was die Voraussetzung für die Messung des Körperableitstromes ist. Eine Anordnung, bei der die Personen auf Erdpotential gelegt werden, z. B. indem sie sich auf eine geerdete Matte legen, bringt auch keine Abhilfe, da hierdurch die Feldsituation im Schlafbereich erheblich verändert würde.

Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, wurde eine von ZEISEL 1993 vorgeschlagene Methode zur Messung der Stromdichte an der Körperoberfläche eingesetzt, bei der die Feldsituation durch die Meßanordnung nur unwesentlich verändert wird, und die gleichzeitig eine direkte Messung der in diesem Zusammenhang als relevant angenommenen Belastungsgröße, nämlich der elektrischen Stromdichte, gestattet. Die Meßanordnung bestand dabei aus einer Sonde, aufgebaut aus zwei gegeneinander elektrisch isolierten Platten mit einer Fläche von je 250 cm<sup>2</sup> und einem Strommeßgerät, das den (Kurzschluß-)Strom zwischen diesen Platten - im Frequenzbereich 5 Hz - 2 kHz oder schmalbandig bei 16,7 oder 50 Hz - maß. Dieser Strom, dividiert durch die Plattenfläche, wurde vom Meßgerät als Strom pro Fläche, also als Stromdichte (in A/m<sup>2</sup>) angezeigt. Die Empfindlichkeit der Meßanordnung betrug 1 nA/m<sup>2</sup>. Eine ausführliche Beschreibung der Meßapparatur ist in GRALLA 1997 gegeben.

Zur Messung wurde die Sonde an verschiedene Körperstellen der auf ihrem Bett liegenden Probanden angelegt (vgl. Abb. 1); die festgestellten Stromdichtewerte wurden protokolliert.

Für die Ermittlung der Belastung durch Magnetfelder wurden Kurzzeitmessungen mit Induktionsspulen (dreidimensional) jeweils in Bettmitte durchgeführt. Der während einer kurzen Beobachtungszeit von ca. 1 Minute aufgetretene Maximalwert wurde protokolliert.

Die Messungen wurden an insgesamt 343 Schlafplätzen durchgeführt.

### **Ergebnisse**

In Abb. 2 sind die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefaßt. Dargestellt sind im logarithmischen Maßstab die Häufigkeitsverteilungen der induzierten Stromdichten, die durch elektrische, magnetische bzw. die Überlagerung aus elektrischen und magnetischen Feldern im Körper erzeugt wurden. Es sind dabei nur die Meßwerte im Frequenzbereich um 50 Hz in die Auswertung einbezogen, da andere Frequenzen nur in wenigen Fällen auftraten. Für die Ermittlung der Belastung durch elektrische Felder wurde der jeweils an einer Person festgestellte Maximalwert der gemessenen Stromdichte verwendet. Die durch Magnetfelder induzierten

Stromdichten wurden nach der in IRPA 1990 angegebenen Formel  $S = k \cdot f \cdot B$  ( $k = 0,04 \text{ A/V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ) berechnet. Für den Vergleich der Belastungen wurden die so ermittelten Stromdichten normiert, und zwar mit dem Wert  $S_0 = 0,4 \mu\text{A/m}^2$ , was im Magnetfeld einem Flußdichtewert von  $200 \text{ nT}$  ( $= 0,2 \text{ Mikrottesla}$ ) entspricht. Der Belastungswert 1 entspricht also einer im elektrischen Feld induzierten Stromdichte von  $S = 0,4 \mu\text{A/m}^2$  und im Magnetfeld einer Flußdichte von  $B = 200 \text{ nT}$ . Die Werte der y-Achse geben in allen Abbildungen an, an wieviel Prozent der untersuchten Schlafplätze die Belastung unterhalb des zugehörigen Meß- bzw. Rechenwertes lag.

Abb. 2: Häufigkeitsverteilung von induzierten Körperstromdichten bzw. Magnetfeldern im Schlafbereich (vgl. Text)

Als wesentliches Ergebnis der Untersuchung ist festzuhalten: Die Belastung durch elektrische Felder überwiegt an den allermeisten Schlafplätzen. So wurde z. B. in nur 4 % der Fälle eine magnetische Flußdichte von über  $200 \text{ nT}$  festgestellt, aber in 32 % eine durch elektrische Felder induzierte Stromdichte  $S$  von über  $0,4 \mu\text{A/m}^2$  (beide Werte entsprechen hier einem Belastungswert von 1). Der Kurvenverlauf von  $B/B_0$  liegt in seiner Gesamtheit deutlich über dem von  $S/S_0$ , was bedeutet, daß im Mittel für alle Belastungswerte die elektrische Feldkomponente dominierte. Betrachtet man die Summe aus elektrisch und magnetisch induzierter Stromdichte, so wird der Belastungswert 1 ( $0,4 \mu\text{A/m}^2$ ) in 38 % der Fälle überschritten.

## Diskussion

Zwei Unsicherheitsfaktoren sind bei der vorliegenden Untersuchung zu erwähnen:

Erstens ist die Umrechnung der gemessenen magnetischen Flußdichte in Körperstromdichte abhängig von der Leitfähigkeit der betrachteten Körperstelle. Die Angabe eines mittleren Wertes, wie dies in der verwendeten Umrechnungsformel geschehen ist, ist auf jeden Fall problematisch (für eine Übersicht und Diskussion verschiedener  $k$ -Werte siehe BUWAL 1993). Tatsächlich werden sowohl höhere als auch niedrigere Werte auftreten.

Zweitens wurde die an der Körperoberfläche, durch elektrische Felder induzierte, gemessene Stromdichte verglichen mit einer im Inneren des Körpers auftretenden (berechneten) Stromdichte, hervorgerufen durch magnetische Felder. Inwieweit dies zulässig ist, d. h. inwieweit der an der Oberfläche gemessene maximale Stromdichtewert tatsächlich auch im Inneren des Körpers als Maximalwert auftritt, kann nur eine theoretische Analyse des Stromdichteverlaufes im menschlichen Körper zeigen, die im Rahmen dieser Untersuchung nicht durchgeführt werden konnte. Es ist anzunehmen, daß die im Körper tatsächlich auftretenden Stromdichten höher sind als die hier gemessenen, nicht nur aufgrund lokal erhöhter Leitfähigkeiten im Körpergewebe, sondern auch deshalb, weil mit der verwendeten Meßapparatur die Stromdichte über die relativ große Fläche von  $250 \text{ cm}^2$  gemittelt wurde.

Aufgrund der erwähnten Unsicherheiten sind die hier vorliegenden Ergebnisse als vorläufig zu betrachten.

Dessen ungeachtet zeigen sie, daß die elektrische Feldkomponente bei zukünftigen epidemiologischen Untersuchungen auf jeden Fall berücksichtigt werden sollte. Es ist nicht auszuschließen, daß ein wesentlicher Belastungsfaktor bei diesen Studien bislang unberücksichtigt blieb.

**Dr.-Ing. Gisbert Gralla**

Ing.-Büro Dr. Gralla

Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Buchenweg 12, D-83093 Bad Endorf, Tel. + Fax: 8053/209851

## Literatur:

1. Zeisel, L.: Ein Meßverfahren zur Bestimmung der Körperbelastung durch das elektrische Wechselfeld bei tiefen Frequenzen. *Wohnung und Gesundheit* 69:20 (1993).
2. Gralla, G.: Estimation of 50-Hz electrically vs. magnetically generated body currents in sleeping subjects. *Electro- and Magnetobiology* 16(3), 235-241 (1997).
3. IRPA: Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields. *Health Phys.* 58:113 (1990).

4. BUWAL: Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 1993.

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 3 März 1998

### Epidemiologie

## **Melatoninspiegel und häusliche Magnetfelder**

**Nach einer amerikanischen Studie, die auf einem Workshop im November 1997 vorgestellt wurde, können schwache elektromagnetische Felder in der normalen Wohnumgebung dosisabhängig die nächtliche Freisetzung von Melatonin bei Frauen beeinträchtigen. Diese Melatoninabsenkung steht im Verdacht, die Krebsentstehung zu begünstigen. Nach einer kleinen schwedischen Studie weisen junge Frauen unter erhöhter häuslicher elektromagnetischer Belastung tendenziell eine höhere Rate an Östrogenrezeptor-positivem Brustkrebs auf.**

"Es ist das erste Mal, daß wir Hinweise auf einen möglichen Zusammenhang zwischen vergleichsweise kleinen Änderungen magnetischer Felder und einer Abnahme der Melatoninkonzentration in der gleichen Nacht bei Menschen in einer normalen Umgebung finden," erläuterte Dr. Scott Davis vom Fred Hutchinson Krebsforschungsinstitut in Seattle/USA die Ergebnisse seiner Studie in einem Interview mit der Zeitschrift Microwave News. Dr. Richard Stevens, der zusammen mit Davis an der Studie gearbeitet hatte, meinte, daß die Ergebnisse eine Schlüsselthese der Melatoninhypothese unterstützen.

Die Studie wurde von Davis beim Workshop über den Zusammenhang von elektromagnetischen Feldern, Licht bei Nacht und Brustkrebs ("Workshop on Electromagnetic Fields, Light-at-Night and Human Breast Cancer") vom 18-19. November 1997 in Washington vorgestellt.

### **Die Studie von Davis und Stevens**

Davis und Stevens hatten bei 200 Frauen an drei aufeinanderfolgenden Nächten den Einfluß von magnetischen Feldern und Licht bei Nacht auf die nächtliche Sekretion des Melatonin-Abbauproduktes 6-Hydroxy-Melatonin-Sulfat (6-OHMS) in den Urin untersucht.

Eine Anzahl von Faktoren, die die Melatoninproduktion beeinflussen, wie verschiedene Medikamente, darunter Beta-Blocker, Kalzium-Antagonisten und Psychopharmaka, Alter, Alkoholkonsum, Körpergewicht und Dunkelheit in der Nacht wurden in der Auswertung berücksichtigt.

Es fand sich eine signifikante Reduktion der 6-OHMS-Konzentration bei gleichzeitiger Exposition gegenüber magnetischen Feldern und Einnahme Melatonin-vermindernder Medikamente. Eine Verdopplung der nächtlichen Magnetfeldexposition führte zu einer Verminderung der 6-OHMS-Konzentration um 8%; eine Verdreifachung und Vervierfachung führte zu einer Verminderung um 12% und 15%. Dieser Einfluß der Magnetfelder wurde auch in Subgruppen beobachtet, die wegen anderer Faktoren eine Verminderung der Melatoninkonzentration erwarten ließen. Es gab einen schwachen nicht-signifikanten Effekt auf die 6-OHMS-Konzentration im Urin bei Frauen, die keine Medikamente nahmen.

Die Messung des 6-Hydroxy-Melatonin-Sulfats im Urin ist eine bewährte Methode, um auf die Melatoninkonzentration im Blut zu schließen. So fanden beispielsweise Pfluger et al. (1996) aus der Schweiz eine signifikante Verminderung der abendlichen 6-OHMS-Werte um 20% bei beruflich stark elektromagnetisch belasteten Bahnarbeitern an den Arbeitstagen im Vergleich zu den freien Tagen.

### **Die Studie vom Maria Feychting**

Bei dem gleichen Workshop berichtete Maria Feychting vom Karolinska Institut in Stockholm von einer nicht-signifikanten Erhöhung der Brustkrebsrate um 80% bei Frauen unter 50 Jahren mit einer Magnetfeldbelastung von mehr als 0,2 Mikrottesla im Vergleich zu Frauen mit einer Belastung von weniger als 0,1 Mikrottesla. Das Ergebnis basiert auf 15 Fällen und 9 Kontrollen. Bei Frauen über 50 fand sich kein Hinweis auf eine erhöhte Brustkrebsrate bei magnetfeldbelasteten Frauen. Wurde die Analyse auf Frauen unter 50 mit einem Östrogenrezeptor-positiven Krebs beschränkt, so erhöhte sich das relative Risiko auf 7,4. Das Ergebnis war von grenzwertiger Signifikanz und basierte auf 6 Fällen und einer Kontrolle.

"Es gibt einen Hinweis auf ein erhöhtes Risiko bei jüngeren Frauen, besonders bei solchen mit Östrogenrezeptor-positivem Krebs," wird Feychting zitiert. "Allerdings macht die kleine Zahl das Ergebnis unzuverlässig und kann möglicherweise Zufall sein." "Wir brauchen weitere Studien, um unsere Ergebnisse zu bestätigen oder zu widerlegen."

Frühere Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen elektromagnetischen Feldern und Brustkrebs führten zu widersprüchlichen Ergebnissen. In der Elektrosmog-Report-Ausgabe vom Dezember 1996 hatten wir eine Studie von Patricia Coogan und Kollegen von mehreren amerikanischen Institutionen vorgestellt. In dieser Studie war das Risiko, an einem Brustkrebs zu erkranken, in der Gruppe mit der angenommenen höchsten EMF-Belastung (60 Hz) um 43% gegenüber der Kontrollgruppe erhöht. In einer norwegischen Studie von Tore Tynes und Kollegen aus dem Jahre 1994 fand sich eine um 50% erhöhte Brustkrebsrate bei Telegraphistinnen, die auf See arbeiteten. Die am stärksten erhöhte Brustkrebsrate trat bei Frauen im Alter zwischen 45 und 54 Jahren auf. Auch Dana P. Loomis et al. (1994) hatte eine um 38% erhöhte Brustkrebsrate bei Frauen in Elektroberufen gefunden mit der höchsten Risikozunahme in der gleichen Altersgruppe (45-55 Jahre) wie Tynes. Ein Jahr später wurden die Daten der Loomis-Studie unter Verwendung anderer Expositionsdefinitionen von einer anderen Arbeitsgruppe erneut ausgewertet. Diese ermittelte keine Beziehung zwischen EMF und Brustkrebs.

### **Die Melatonin-Hypothese**

Die Produktion und Sekretion des in der Zirbeldrüse produzierten Neurohormons wird durch Lichteinfluß vermindert, die Melatoninkonzentration ist während des Schlafes besonders hoch. Auch elektromagnetische Felder scheinen die Melatoninkonzentration zu vermindern. In experimentellen Studien zeigte das Hormon Radikalfängereigenschaften - freie Radikale schädigen Zellstrukturen - und vor Krebs schützende Wirkungen (vgl. Elektrosmog-Report, Februar 1996).

In einer Publikation aus dem Jahre 1996 faßten Stevens und Davis die Melatonin-Hypothese für den Brustkrebs in einem Satz zusammen: "Licht beeinflusst Melatonin, EMF beeinflusst Melatonin und Melatonin beeinflusst Brustkrebs." Dabei sei der stärkste dieser Effekte die Wirkung von Licht auf Melatonin, etwa von nächtlichem Kunstlicht. Die Hemmung der Brustkrebsentstehung durch Melatonin ist im Tierversuch nachgewiesen. Elektromagnetische Felder waren in der Lage, die zellteilungshemmende Wirkung von Melatonin auf Brustkrebszellen aufzuheben.

#### **Literatur:**

1. Brustkrebs und EMF. Elektrosmog-Report 2 (12), S. 5-7 (1996).
2. Grotenhermen, F.: Melatonin. Elektrosmog-Report 2 (2), S. 5-6 (1996).
3. Pfluger, D. H., Minder, C. E.: Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers. J. Pineal. Res. 21, 91-100 (1996).
4. Weak residential magnetic fields affect melatonin in humans. Microwave News 17(6), S. 1, 4 (1997).

## Radarstrahlung

# Häufung von Hirntumoren in Vollersode bestätigt

**In Vollersode und Wallhöfen im Landkreis Osterholz-Scharmbeck, nördlich von Bremen, hatte Egbert Kutz, ein örtlicher Arzt für Allgemeinmedizin, zwischen 1981 und 1994 eine Häufung von Hirntumoren festgestellt. 1997 wurden die Ergebnisse einer Befragung des Niedersächsischen Landesgesundheitsamtes veröffentlicht, nach denen der Verdacht einer Verursachung durch Radarstrahlung fortbesteht.**

Kutz hatte im genannten Zeitraum alle Gehirntumore in der Gemeinde Hambergen registriert, in der eine deutliche Häufung der Hirntumorfälle in Vollersode und Wallhöfen aufgefallen war (vgl. Elektrosmog-Report, April 1996). Mit 15 Hirntumorfällen war die statistische Durchschnittswahrscheinlichkeit um das Fünffache überschritten worden. Die Häufung war auch vom Robert-Koch-Institut in Berlin bestätigt worden.

Als Ursache vermuten Kutz und besorgte Bürger, die sich in einer Bürgerinitiative zusammengeschlossen hatten, die Radaranlage der Bundeswehr-Raketenstellung und den Fernmeldefunkturm der Telekom. Zeichnet man um beide Sendeanlagen einen Kreis von dreieinhalb Kilometer, so liegen die meisten Hirntumorfälle in dem Bereich, wo sich beide Kreise überlappen.

Der Radarexperte Prof. Dr. Heinrich Hönerloh vermutete als Ursache für die erhöhte Anzahl der Tumoren die Radarstrahlen aus den Hochleistungsgeräten der Raketenstellung. Die Exposition könne durch Reflexionen z. B. am Funkturm erhöht werden. Demgegenüber seien die Emissionen des Telekomfunkturms vernachlässigbar.

Messungen zeigten, daß die zeitlich gemittelte Dauerleistung für die Radaranlage (Hwak-Raketenstellung mit Rundumsicht- und Zielmarkierungsradar) um ein Mehrfaches über der der Funksendeanlage liegt. Die - umstrittenen - gesetzlichen Grenzwerte werden jedoch heute nicht überschritten. Werte für die Vergangenheit waren nicht zu erhalten.

Um die Ursache für die Tumorhäufung zu klären, wurde vom Niedersächsischen Landesgesundheitsamt eine Befragung der erkrankten Bewohner bzw. bei Verstorbenen eine Befragung der Angehörigen hinsichtlich des Vorliegens weiterer möglicher Risikofaktoren für die Entwicklung eines Hirntumors durchgeführt. Neben der Sicherung der Diagnose interessierte das Vorliegen von Schädel-Hirn-Verletzungen, vergangene Strahlenanwendungen (Röntgen etc.), eine besonders starke Pestizid-, Holzschutzmittel- und Lösungsmittelexposition, Nikotin- und Alkoholkonsum, Medikamenteneinnahme und die Verwendung elektrischer Geräte.

## **Ergebnisse der Befragung**

- Von den 15 Patienten mit Hirntumoren hatten 14 ihren Wohnort in Vollersode. Von diesen haben sechs Fälle immer dort gelebt, weitere sechs haben länger als 16 Jahre und zwei weitere länger als 9 Jahre vor der Diagnose dort gewohnt. Der fünfzehnte Patient war zwei Jahre vor der Diagnose verzogen, hatte aber vorher sehr lange in Vollersode gewohnt und wurde daher berücksichtigt.
- Die Altersverteilung bei den bösartigen Tumoren war im Vergleich zum Krebsregister des Saarlandes deutlich nach unten verschoben. Der Median (Zentralwert) in Vollersode lag bei 40 Jahren gegenüber 55 bis 60 Jahren im Krebsregister.
- In vier Fällen bestanden Vorerkrankungen im Schädel-/Hirnbereich (zwei Fälle von Gehirnerschütterung, ein Fall von Hirnhautentzündung und ein Fall von Schlaganfall).
- Auffälligkeiten hinsichtlich weiterer möglicher Risikofaktoren, die auf eine besondere Belastung des untersuchten Kollektivs durch chemische Substanzen (Medikamente, Alkohol, Pestizide etc.) oder durch ionisierende und nicht-ionisierende Strahlung (Röntgen, niederfrequente elektromagnetische Felder) schließen lassen, bestanden nicht.

## **Schlußfolgerungen**

Aufgrund der Befragung bleibt festzuhalten:

- Es gibt eine auffällige Häufung von Hirntumoren, was einen Hinweis auf einen besonderen äußeren Auslöser gibt.
- Das Erkrankungsalter ist auffällig niedrig, was ebenfalls ein Hinweis auf eine Auslösung durch einen äußeren Faktor ist.
- Außer der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung durch die Radaranlage und die Funksendeanlage gibt es weiterhin keinen anderen Hinweis auf einen auslösenden äußeren Faktor.

Möchte man sich nicht damit zufrieden geben, daß es sich um eine zufällige Häufung handelt oder daß ein bisher unbekannter Faktor für die Häufung der Hirntumoren verantwortlich ist, so steht die Radar-Strahlung weiterhin im Verdacht, Ursache für die Häufung der Hirntumore in Vollersode und Wallhöfen zu sein.

**Quelle:** Erhöhtes Hirntumor-Risiko durch Radarstrahlung. EMF-Monitor 3 (3), S. 1-2 (1997).

## Verbraucherschutz & Technik

### **Aktive Magnetfeldkompensation zur Reduktion niederfrequenter Magnetfelder in Wohnhäusern**

Häuser und Wohnungen in der Nähe von Hochspannungsleitungen und Bahntrassen sind häufig erhöhten Magnetfeldern ausgesetzt. Eine Abschirmung der Magnetfelder mit Hilfe von MU-Metallen ist in der Regel weder technisch noch ökonomisch durchführbar. Erstmals werden nun "Aktive Magnetfeld-Kompensationsanlagen" angeboten, die innerhalb von Räumen oder ganzen Gebäuden niederfrequente Magnetfelder wirkungsvoll reduzieren sollen. Gisbert Gralla vom **Ing.-Büro Dr. Gralla Elektromagnetische Umweltverträglichkeit** hat eine solche Anlage in einem Wohnhaus in der Nähe von Bozen/Südtirol fertiggestellt. Das Haus steht in der unmittelbaren Nähe einer 220-kV-Leitung. Die Feldreduktion liegt im Bereich der Sonde (s. u.) bei 99% und im räumlichen Mittel bei etwa 65%.

Das physikalische Prinzip der aktiven Magnetfeldkompensation ist leicht erklärt: Magnetfelder sind sog. Vektorfelder, die durch gleich starke, aber entgegengerichtete Magnetfelder kompensiert werden können. Sind nun die Feldstärken zweier Magnetfelder an jeder Stelle im Raum und zu jedem Zeitpunkt dem Betrag nach gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet, so ist das resultierende Feld an jeder Stelle und zu jedem Zeitpunkt Null. Dieses Prinzip nutzt die aktive Kompensation: Man mißt mit Meßsonden das externe Feld, erzeugt mit stromdurchflossenen Spulen ein gleich großes, aber entgegengesetzt gerichtetes Kompensationsfeld und erhält so einen feldfreien Raum.

Da Magnetfelder in der Regel zeitlich nicht konstant sind, muß das kompensierende Feld ständig dem ursprünglichen Feld angepaßt werden, d. h. ständig nachgeregelt werden. Handelt es sich bei dem externen Feld um ein 50-Hz-Wechselfeld (Periodendauer 20 ms), so muß das kompensierende Feld in Stärke und Richtung innerhalb weniger Millisekunden dem ursprünglichen Feld in Stärke und Richtung folgen, um eine befriedigende Kompensation zu bewirken.

Die praktische Umsetzung durch das Ing.-Büro Dr. Gralla sieht wie folgt aus: Das Magnetfeld wird mit einer Meßsonde an einer Stelle des Hauses gemessen und mit dem Meßsignal wird ein Gegenfeld so gesteuert, daß das Feld an der Meßstelle nahezu Null wird. Das Gegenfeld wird dabei mit Hilfe großer Spulen (Leiterschleifen) erzeugt, die z. B. im Speicher und im Keller des Hauses plaziert werden. Der Strom in diesen Spulen erzeugt das Gegenfeld.

Da in der Regel das externe Feld von weit entfernten Quellen erzeugt wird, ist es im Haus weitgehend homogen. Das Gegenfeld aber ist inhomogen, es ist in der Nähe der stromführenden Leiter stärker als in der Mitte. Aus diesem Grund kann die Feldkompensation nicht im ganzen Haus gleichmäßig sein. Messungen zeigen, daß im

gesamten nutzbaren Raum des Hauses eine effektive Feldreduktion erreicht werden kann. Im Kern des Hauses beträgt die Reduktion 80 bis 100%, zu den Wänden hin nimmt die Reduktionswirkung ab und beträgt dort stellenweise nur noch 20%, teilweise tritt auch keine Reduktion mehr auf.

Gralla weist darauf hin, daß die Reduktionswirkung abhängig ist von den jeweils speziellen Gegebenheiten wie Art des störenden Magnetfeldes, Größe und Form des Hauses etc. Die Reduktionswirkung kann und sollte unbedingt im voraus berechnet werden. Zu den Kosten: "Als Richtwert können für ein Einfamilienhaus Kosten zwischen etwa 14.000 und 20.000 DM angenommen werden, in Einzelfällen können diese aber auch noch darüber liegen."

Die "Aktive Magnetfeld-Kompensation" stellt sicherlich eine Bereicherung der möglichen Feldminimierungsmaßnahmen dar. Erstmals ist es technisch und ökonomisch möglich, externe Magnetfelder auch in größeren Objekten wie Wohnräumen oder ganzen Häusern zu minimieren. Die ersten verfügbaren Kompensationsanlagen stellen erst den Beginn einer technischen Entwicklung dar. Durch mehrere, im Haus verteilte Sensoren und ebenfalls mehrere, verteilte Spulen läßt sich die Kompensation des externen Magnetfeldes weiter optimieren. Es ist auch darauf zu achten, daß nicht durch die aktive Kompensation aus einem stärkeren, homogenen Magnetfeld schwächere, aber dafür stark inhomogene Felder entstehen. Es ist auf heutigem Wissensstand nicht auszuschließen, daß gerade Feldinhomogenitäten für biologische Effekte verantwortlich sind. Wichtig ist ebenso, darauf weist auch Gralla explizit hin, eine zusätzliche Magnetfeldbelastung von Nachbarwohnungen oder -häusern durch die Kompensationsfelder zu vermeiden.

Die "Aktive Magnetfeld-Kompensation" ist daher kein "Allheilmittel" gegen die steigende Belastung durch Magnetfelder. Auf der anderen Seite sind eine Reihe von Belastungssituationen bekannt, in denen eine Feldkompensation zu einer drastischen Feldreduktion führen kann. Man denke nur an Büros oder Schlafräume, die unmittelbar neben Transformatoren liegen und dauerhaft mit mehr als 0,5 Mikrottesla belastet sind (vgl. Elektromog-Report, März 1997).

#### Quellen:

- Gralla, G.: Aktive Magnetfeldkompensation. Biologisch Bauen, Institut für Baubiologie, Rosenheim, Mai 1997.
- Gralla, G.: Persönliche Mitteilungen, Januar 1998.

## *Elektromog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 5 Mai 1998

### Verbraucherschutz

#### **Erstes feldarmes elektrisches Wärmeunterbett**

In den Ausgaben Februar 1997 und insbesondere Februar 1998 berichteten wir über die elektrischen und magnetischen Felder, die von elektrischen Heizdecken und Heizkissen sowie Wärmeunterbetten ausgehen. Im Betrieb sind Magnetfelder von über 4 Mikrottesla in Körpernähe keine Seltenheit; die elektrischen Felder können selbst im ausgeschalteten Zustand bis zu 3.500 V/m erreichen.

Die als Alternative vorgeschlagene gute, alte Thermoflasche ist für viele Fälle ausreichend, nicht jedoch für Patienten, die über einen längeren Zeitraum eine konstante Wärmezufuhr benötigen. Da die technischen Möglichkeiten zur Feldminimierung bisher nicht ansatzweise ausgeschöpft wurden, nannte Werner Schaper als wichtigstes Ziel, "mit den Herstellern in Bezug auf Feldminimierung ins Gespräch zu kommen".

Nun stellt die Firma Beurer GmbH erstmals ein feldarmes elektrisches Wärmeunterbett vor. Der elektrische Strom wird durch eine spezielle Wicklung des Heizkabels kompensiert, so daß nur ein sehr schwaches, kaum noch meßbares Magnetfeld (< 0,2 Mikrottesla) entsteht. Das Heizkabel wird zweipolig abgeschaltet, so daß im ausgeschalteten Zustand kein elektrisches Feld mehr abgegeben wird. So tritt lediglich ein elektrisches Feld während des Betriebs der Heizdecke auf. Werner Schaper, Elektromogberater aus Hamburg, empfiehlt für den

Dauerbetrieb eine zusätzliche (geerdete) elektrische Abschirmung bzw. für Nicht-Dauerbetrieb eine vorgeschaltete Zeituhr, die die Heizdecke nach einer vorgegebenen Zeit vom Stromnetz trennt.

Ein erster Schritt ist getan. Es bleibt zu wünschen, daß andere Hersteller folgen werden und ihre elektrischen Wärmeunterbetten, Heizkissen und -decken entsprechend umkonstruieren.

**Kontakt:** Firma Beurer GmbH & Co, Ulm, Telefon: 0731-3989-0, Fax: 0731-3989-145.

## Zellexperimente

# Magnetfelder hemmen Anti-Krebswirkung von Tamoxifen und Melatonin

**Die Magnetfeldkomponente in einem niederfrequenten elektromagnetischen Feld ist nach einer Studie von der Universität von Kalifornien für die Hemmung der Wirkung von Melatonin und Tamoxifen auf Brustkrebszellen verantwortlich. Brustkrebszellen vermehren sich schnell mit einer Verdoppelung der Zellzahlen innerhalb weniger Tage. Die Wachstumsgeschwindigkeit kann durch Tamoxifen und Melatonin verringert werden. In der vorgelegten Studie wurde das Wachstum durch das Medikament Tamoxifen um 40% abgeschwächt. Wirkte jedoch gleichzeitig ein magnetisches Feld von 1,2 Mikrottesla auf die Zellen ein, so reduzierte sich die Abschwächung signifikant auf 17%.**

## Einleitung

Melatonin zeigte in tierexperimentellen Untersuchungen vor Brustkrebs schützende Eigenschaften. Zusammen mit der Beobachtung, daß die Melatonin-Produktion in der Zirbeldrüse oder die Melatonin-Sekretion in die Blutbahn durch elektromagnetische Felder (EMF) vermindert werden kann, führte dies vor etwa 5 Jahren zur These, daß EMF das Brustkrebsrisiko erhöhen können (Stevens 1992). In einer tierexperimentellen Untersuchung führten EMF zu einem beschleunigten Wachstum von Brustkrebs bei Ratten, die mit einem chemischen Karzinogen vorbehandelt worden waren (Mevissen 1996). Gleichzeitig wurden erniedrigte Melatoninspiegel bei den EMF-exponierten Ratten beobachtet.

In einer früheren Studie hatten Liburdy und Kollegen gezeigt, daß 60-Hz-EMF die krebshemmende Wirkung von Melatonin bei Östrogenrezeptor-positivem Brustkrebszellen blockieren können (Liburdy 1993). Hier kommt also ein Effekt zum Tragen, der nicht auf der Verminderung der Melatonin-Konzentration beruht. War Melatonin abwesend, so hatten EMF von 1,2  $\mu$  T (Mikrottesla) keinen Effekt auf das Wachstum bestimmter Brustkrebszellen (MCF-7-Zelllinie). Melatonin allein konnte das Wachstum um 18-27% abschwächen. Wurde gleichzeitig eine Bestrahlung mit einem magnetischen Feld von 1,2  $\mu$  T vorgenommen, so wurde der wachstumshemmende Effekt des Melatonins blockiert. Die Autoren vermuteten eine Schwelle für diese Wirkung zwischen 0,2 und 1,2  $\mu$  T. Unklar war, ob das magnetische Feld selbst oder das induzierte elektrische Feld für den beobachteten Effekt verantwortlich war. Unklar war auch der Mechanismus der Wirkung. Die neue Studie von Joan D. Harland und Robert P. Liburdy von der Universität von Kalifornien in Berkeley sollte hier weitere Klarheit geben.

## Die aktuelle Studie

Es wurden die gleichen Brustkrebszelltypen wie bei früheren Studien verwendet (MCF-7-Zelllinie). Unter verschiedenen Bedingungen wurde ihr Wachstum beobachtet, zum einen ohne äußere Einflüsse, zum anderen unter Zusatz von Tamoxifen verschiedener Konzentrationen ( $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  und  $10^{-8}$  Mol) bei gleichzeitiger EMF-Bestrahlung von 0,2 oder 1,2  $\mu$  T. (Tamoxifen ist ein hormonähnliches Medikament, ein sogenanntes Antiöstrogen. Es bindet an Östrogenrezeptoren und blockiert diese für die Wirkung der Östrogene.)

Bei 0,2  $\mu$  T führte Tamoxifen am siebten Tag zu einer dosisabhängigen Hemmung des Krebswachstums um 1%, 40% bzw. 68% bei den drei verwendeten Konzentrationen. Bei 1,2  $\mu$  T wurde dieser wachstumshemmende Effekt bei der mittleren Konzentration ( $10^{-7}$  Mol) stark blockiert, so daß eine Hemmung des Krebswachstum um 0%, 17% bzw. 66% resultierte. Interessanterweise wurde bei der höchsten Tamoxifenkonzentration von  $10^{-8}$  Mol also keine relevante Blockierung durch EMF (66 versus 68) registriert. Die Autoren vermuten einen Schwellenwert für die Tamoxifenkonzentration, die von der Toxizität von Tamoxifen auf die Krebszellen abhängt.

Ähnliche Beobachtungen einer Blockierung der Hormonwirkung durch EMF machten die Autoren für Melatonin. Durch eine Konzentration von  $10^{-9}$  Mol Melatonin wurde das Krebswachstum am siebten Tag um 33% vermindert. Ein 1,2 Mikrottesla starkes Feld blockierte diesen Melatonin-Effekt, so daß - je nach Ausrichtung des Magnetfeldes - nur noch eine Wachstumshemmung von 2% bzw. 9% resultierte.

Durch besondere Versuchsanordnungen konnten die Autoren nachweisen, daß das magnetische Feld und nicht das induzierte elektrische Feld für die beobachtete Wirkung auf das Neurohormon Melatonin und das in der Brustkrebstherapie verwendete Tamoxifen verantwortlich war.

### Erklärungsmodelle

Ein Erklärungsansatz für die Wirkung von EMF geht von einer verminderten Produktion oder Sekretion von Melatonin aus. In den hier skizzierten Versuchen wird aber nicht die Melatonin-Konzentration vermindert, sondern seine Wirkung direkt beeinträchtigt.

Es stellt sich sogleich die Frage nach dem biologischen Mechanismus, mit dem Magnetfelder die Wirkung von Melatonin und Tamoxifen blockieren können. Harland und Liburdy bieten dazu mehrere Erklärungsmodelle an, die es zu überprüfen gelte:

- Magnetfelder könnten das Eindringen von Melatonin und Tamoxifen in die Zelle hemmen. Die Autoren halten diese These jedoch eher für unwahrscheinlich.
- Alternativ könnten Magnetfelder bestimmte Wirkungen von Tamoxifen und Melatonin beeinflussen.
- Eine dritte Möglichkeit seien unspezifische Wirkungen des Magnetfeldes, etwa eine Beeinflussung des Kalziumtransports durch die Zellmembran.

### Schlußfolgerung

Vielfach wird die Meinung vertreten, Magnetfelder könnten im niedrigen Mikrottesla-Bereich keine biologische Wirkung entfalten. Dabei wird in der Regel davon ausgegangen, daß die biophysikalische Wechselwirkung über induzierte elektrische Felder bzw. induzierte Körperströme erfolgt. So heißt es beispielsweise in den jüngsten Richtlinien der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung: "Die physikalische Interaktion zeitlich variierender Magnetfelder mit dem menschlichen Körper resultiert aus der Induktion von elektrischen Feldern und zirkulierenden elektrischen Strömen" (ICNIRP 1998). Die hemmende Wirkung auf Melatonin und Tamoxifen scheint in den hier vorgestellten Studien jedoch durch eine direkte Magnetfeldwirkung verursacht zu sein. Damit würde ein Paradigma ins Wanken geraten, auf dem die offizielle Grenzwertfestlegung beruht.

Weitere Untersuchungen sind notwendig, um den Angriffspunkt der biophysikalischen Wechselwirkung zu identifizieren und die wesentlichen Parameter für eine mögliche direkte Magnetfeldwirkung zu definieren, wie z.B. Frequenz, Feldverlauf, Schwellenwert für die Stärke des Feldes oder Expositionsdauer.

### Literatur

1. Harland, J. D., Liburdy, R. P.: Environmental magnetic fields inhibit the antiproliferative action of tamoxifen and melatonin in a human breast cancer cell line. *Bioelectromagnetics* 18, 555-562 (1997).
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics*, April 1998.
3. Liburdy, R. P., Sloma, T. R., Sokolic, R., Yaswen, P.: ELF magnetic fields, breast cancer, and melatonin: 60 Hz fields block melatonin's oncostatic action on ER+ breast cancer cell proliferation. *J. Pineal. Res.* 14, 89-97 (1993).

4. 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).
5. Stevens, R. G., Davis, S., Thomas, D. B., Anderson, L. E., Wilson, B. W.: Electric power, pineal function, and the risk of breast cancer. *FASEB J.* 6, 853-860 (1992).

### Brief an die Redaktion

## Melatonin und Krebs

**Im Elektrosmog-Report vom November 1997 berichteten wir von der dritten internationalen Konferenz über die Zirbeldrüse und Krebs, die im Oktober 1997 in Blaubeuren stattfand. Dabei stellten wir Ergebnisse einer Untersuchung von Dr. D. Jung und Kollegen der Universitäten Mainz und Hamburg über den Einfluß einer gepulsten Hochfrequenzstrahlung, wie sie von Mobiltelefonen abgegeben wird, auf den Menschen vor. Bei acht gesunden männlichen Probanden fanden sich nach 4stündiger Exposition bei Tag und 4stündiger Exposition bei Nacht keine relevanten Einflüsse auf das Hormon- und das Immunsystem. Im Februar veröffentlichten wir dazu einen Diskussionsbeitrag von Prof. R. Frentzel-Beyme vom Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS), in dem er sich kritisch mit der Methodik der Studie auseinandersetzte. Im Folgenden nun eine Replik der Autoren (die Red.).**

(...) Über das Interesse, mit dem Herr Frentzel-Beyme (F.-B.) unseren Vortrag in Blaubeuren verfolgt hat, freuen wir uns. Wir verstehen seinen Brief als Aufforderung zur Diskussion und kommen dem gerne nach. Einige Details des Vortrags und der nachfolgenden Diskussion, die F.-B. offensichtlich entgangen sind, geben wir hier noch einmal zusammen mit den Zitaten aus F.-B.s Brief wieder:

(1) *"Anstatt ... eine Abbildung der Allgemeinbevölkerung anzustreben, ..."*

Bereits im Vortrag wurde darauf hingewiesen, daß weitere Untersuchungen mit 40-50jährigen, 60-70jährigen und mit elektrosensiblen Personen beiderlei Geschlechts geplant sind (s.a. Elektrosmog-Report vom 6. November 1997: Tagungsbericht Melatonin und Krebs). Diese Untersuchungen haben mittlerweile begonnen.

(2) *"wurden ... Probanden ... in besonderen Kammern gegenüber D-Netz-Frequenzen exponiert (wie es heißt, "gut vergleichbar der einer durch tragbare Telefone produzierten" EMF-Intensität)"*

Was auch immer F.-B. mit dieser Formulierung suggerieren will; die EMF sind, kontrolliert mit verschiedenen Meßverfahren, vergleichbar.

(3) *"Im Vortrag wurde die Frequenz von 900 MHz genannt"*

Die Frequenz lag bei 900 MHz, im übrigen, wie ausgeführt, gepulst mit 217 Hz.

(4) *"... dieses Experiment mit dem erfreulichen Ergebnis (für wen?) ..."*

Beim jetzigen Kenntnisstand über die Wirkung von EMF auf den Menschen und über die differenzierten hormonellen Regulationsmechanismen hüten wir uns, unsere Ergebnisse mit Attributen wie "erfreulich" oder "nicht erfreulich" zu etikettieren. Wir bleiben lieber bei den Daten (s.u.).

(5) *"Von den Anwesenden wurde der Versuchsansatz ... nicht plausibel gefunden."*

Von den Anwesenden wurde der Versuchsansatz diskutiert, keinesfalls aber, wie F.-B. schreibt, für irrelevant oder nicht plausibel gehalten.

F.-B. hat in seinem Brief weitere grundsätzliche Anmerkungen zu dieser Diskussion beigetragen, leider erst jetzt und nicht schon in Blaubeuren.

- a. Er weist darauf hin, daß "... eine jede experimentelle Situation einen erhöhten Spiegel solcher Hormone und Regulationen mit sich bringen kann, die eher eine Anregung verkörpern als einen täglichen echten Stress (Distress). ..."
- b. Des weiteren geht er von der Annahme aus, daß das durch den experimentellen Ansatz bedingte Fehlen weiterer Stressoren wie Arbeitsbelastung, Sorgen und Konflikte im Sinne von mit dem EMF synergistischen Faktoren die Ursache dafür ist, daß Auswirkungen der Befeldung auf das Hormon- und Immunsystem nicht gefunden wurden.

**ad a)** Es geht nicht darum, ob eine experimentelle Situation einen erhöhten Spiegel von Stresshormonen mit sich bringen kann, sondern darum, ob die gegebene experimentelle Situation solches tatsächlich verursacht hat. Im Vortrag waren Daten einer Vorstudie ohne Exposition in einer Jugendherberge über die 24h-Rhythmik von Melatonin und Cortisol vorgestellt worden, die als Ausgangswerte für die später erhobenen Befunde in der Expositionskammer dienten. An insgesamt fünf 24h-Tagen bestand die Aufgabe der Probanden in der regelmäßigen Abgabe von Speichelproben. Diese Probanden waren sicher weder "*angeregt noch voller Spannung*". Als nächstes wurden die Probanden im Wissen, daß keine Befeldung stattfand, zur Gewöhnung in die Kammer gesetzt (Befunde nicht in Blaubeuren vorgestellt). Bei den darauf folgenden insgesamt 20 Untersuchungszeitpunkten mit oder ohne Befeldung (doppelblind) in der Kammer kann man wiederum realistischerweise höchstens von gelangweilten Probanden ausgehen. Unterteilt man nun noch eine mögliche Vorspannung in den Kammerversuchen aufgrund der Möglichkeit der Exposition selbst, so hätte sich das in einem Unterschied zwischen Werten der Jugendherberge, denen bei Gewöhnung an die Kammer und denen in der Kammer mit möglicher Exposition bemerkbar machen müssen. Dieser bestand aber auch unabhängig von einer tatsächlichen Befeldung nicht.

**ad b)** Der Forderung von F.-B. nach der Untersuchung von beruflich oder in der Freizeit gegenüber EMF exponierten Personen stimmen wir selbstverständlich zu. Solche Untersuchungen sind notwendig und unseres Wissens auch in Planung. Deswegen aber die Relevanz unseres experimentellen Untersuchungsansatzes generell in Frage zu stellen, halten wir für völlig überzogen. Um das mögliche Ausmaß der Auswirkungen seiner Kritik darzustellen, weisen wir darauf hin, daß dieselbe Argumentation sämtliche Phase II-Studien (Untersuchungen von Wirkungen und Nebenwirkungen von Medikamenten bei gesunden Probanden) in der Entwicklung von Pharmaka für irrelevant erklärt. Wenn F.-B. vorschlägt, "*unter möglichst alltäglichen Bedingungen vor und nach Einwirkungen der üblichen Frequenzen zu messen*", so stellt er sich das Problem doch etwas zu einfach vor. Die Probleme der Sensitivität einer solchen Studie mit sehr inhomogenem Kollektiv (unterschiedliche Sorgen, Konflikte, Arbeitsbelastung usw.) und - verglichen mit unserer Expositionsdauer - niedriger Belastung sollte er als Epidemiologe selbst am besten kennen. Er übersieht zudem, daß für eine zielgerichtete und ökonomisch vertretbare Studie dieser Art Erkenntnisse über die Qualität des zu erwartenden Effektes, den möglichen Zeitpunkt seines Auftretens und die benötigte Dosis fehlen. Um diese Wissenslücken zu füllen, führen wir unsere Studien durch. Sie können Hinweise darauf geben, ob EMF in vergleichbarer Stärke und Frequenz der von Handies produzierten EMF kurzfristige Auswirkungen auf das Hormon- und Immunsystem haben. (...)

Dr. D. Jung, Dr. D.-M. Rose, K. Radon,

Prof. Dr. J. Konietzko, Prof. Dr. L. Vollrath

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 6 Juni 1998

### Interview

## Wiederholung der Löscher-Studie in den USA

**Die Redaktion des Elektromog-Reports führte aus aktuellem Anlaß ein Interview mit Dr. Wolfgang Löscher, Professor an der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Institut für Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie (Bünteweg 17, 30559 Hannover).**

**Elektromog-Report:** *Die von Ihnen und Ihren Mitarbeitern in den letzten Jahren durchgeführten Tierversuche haben international Aufsehen erregt, da sie erstmalig eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Magnetfeldstärke und der Promotion von Brustkrebs bei weiblichen Ratten zeigten. Die Versuche wurden nun in den USA vom Battelle-Institut wiederholt und konnten nicht reproduziert werden. Wie sahen die Ergebnisse genau aus?*

**Löscher:** Eine Arbeitsgruppe des Battelle-Instituts wiederholte im Auftrag des Bundesgesundheitsamtes (NIH) der USA einen unserer Versuche mit 100 Mikrottesla (50 Hertz). Wir hatten bei dieser Flußdichte in zwei unabhängigen Versuchen bei 13wöchiger Exposition eine signifikante Zunahme der Anzahl bei der Sektion sichtbarer Brusttumoren in einem Brustkrebsmodell an Ratten gefunden.

In der amerikanischen Studie wurde zunächst versucht, unseren Versuch so genau wie möglich zu wiederholen. Da nicht die von uns verwendeten Ratten, sondern Ratten eines amerikanischen Züchters verwendet wurden, ergab aber die Dosis des chemischen Karzinogens (20 mg DMBA pro Ratte), die zur Auslösung von Brustkrebs verwendet wurde, sehr viel mehr Tiere mit Tumoren, als in unseren Versuchen, d.h., die amerikanischen Ratten waren empfindlicher. Damit ließ der Versuch keine Beurteilung zu, ob die Magnetfeldexposition zu mehr Brusttumoren führte. In einer weiterführenden Untersuchung verwendeten die Amerikaner dann niedrigere Dosen von DMBA. Die Brustkrebsinzidenz bei den Kontrolltieren war dadurch niedriger; zusätzliche Magnetfeldexposition hatte keinen Effekt. In einem dritten Versuch wurde die Expositionsdauer von 13 auf 26 Wochen erhöht. Wiederum ergab sich kein Magnetfeldeffekt.

**Elektromog-Report:** *Wie ist die Arbeit vom Battelle-Institut wissenschaftlich zu bewerten? Wie war Ihre Zusammenarbeit mit Battelle?*

**Löscher:** Die Untersuchungen von Battelle wurden von erfahrenen Wissenschaftlern durchgeführt. Unsere Zusammenarbeit mit Battelle war gut. Man gab sich Mühe, unsere Versuche zu reproduzieren. Allerdings gab es zahlreiche Schwierigkeiten mit der finanzierenden Behörde, die sich laut Aussage wenig flexibel zeigte, so daß unsere Versuche nicht annähernd so genau wiederholt werden konnten, wie es für eine Replikationsstudie notwendig gewesen wäre.

**Elektromog-Report:** *Wie erklären Sie sich die unterschiedlichen Ergebnisse?*

**Löscher:** Wie bereits angesprochen, wurden von Battelle Ratten eines anderen Züchters verwendet, die sehr viel empfindlicher auf DMBA ansprachen, d.h., die Ratten waren genetisch unterschiedlich zu unseren Tieren. Das ist die wahrscheinlichste Erklärung für die Unterschiede in den Ergebnissen mit Magnetfeldexposition. Es gab aber zahlreiche weitere Unterschiede zwischen den Versuchen, die für die unterschiedlichen Ergebnisse eine Rolle spielen könnten. So war das Futter der Tiere unterschiedlich, die Expositionsdauer pro Tag war in den amerikanischen Versuchen kürzer (insgesamt 500 Stunden in 13 Wochen!), die Kontrolltiere waren in einem anderen Raum als die exponierten Tiere (bei uns waren beide Gruppen im gleichen Raum) etc. Das heißt, es handelte sich nicht um eine Wiederholung unserer Versuche, sondern lediglich um ähnliche Versuche.

**Elektromog-Report:** *Eine weitere Battelle-Studie an Mäusen und Ratten fand in der Magnetfeld-belasteten Gruppe verstärkt Schilddrüsentumore. Können Sie uns hierzu Näheres mitteilen?*

**Löscher:** Es handelte sich hierbei um sogenannte Lebenszeitstudien, in denen Ratten und Mäuse für den größten Teil ihres Lebens, d.h. für zwei Jahre in Magnetfeldern unterschiedlicher Flußdichten exponiert wurden. Der einzige Unterschied zu Kontrollen war das gehäufte Auftreten von Schilddrüsenkrebs in einigen der exponierten Gruppen. Dies wurde von Pathologen als eher zufällig und nicht magnetfeldbedingt angesehen, da es keinen klaren Zusammenhang zwischen Flußdichtenhöhe und dem vermehrten Auftreten von Schilddrüsenkrebs gab.

**Elektromog-Report:** *In den USA fanden in den letzten Wochen verschiedene wissenschaftliche Meetings statt, die das Thema EMF & Tierversuche diskutierten. Sie waren selbst zu einem solchen Meeting eingeladen. Wie sieht der aktuelle wissenschaftliche Diskussionsstand hinsichtlich krebspromovierender und krebsinitiierender Eigenschaften von EMF aus? Wie beurteilen die Experten die unterschiedlichen Ergebnisse?*

**Löscher:** Die umfangreichste Diskussion gab es zu unseren Untersuchungen im DMBA-Brustkrebsmodell, da man diesen Untersuchungen besondere Bedeutung beimaß. Da die Battelle-Studien nicht als Replikationsversuche bewertet wurden, sondern nur als ähnliche Versuche, war man der Meinung, daß weitere Untersuchungen zur möglichen Brustkrebspromotion durch Magnetfeldexposition notwendig sind. Insgesamt wird viel vom Ausgang mehrerer prospektiver epidemiologischer Brustkrebsstudien an amerikanischen Frauen mit beruflicher oder häuslicher Magnetfeldexposition abhängen. Zwischenergebnisse einer dieser Untersuchungen an Frauen mit erhöhter häuslicher Exposition zeigten erstmals eine signifikante Senkung des Hormons Melatonin bei exponierten Frauen. Da Melatonin eine Rolle beim Brustkrebswachstum zugeschrieben wird, ist dies der erste Hinweis, daß die "Melatoninhypothese" von Magnetfeldeffekten auf das Brustkrebswachstum auch beim Menschen relevant sein könnte. Weitere experimentelle Hinweise für einen Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Krebswachstum ergeben sich aus Daten zu Hautkrebsmodellen an der Maus. Für alle weiteren bisher experimentell untersuchten Krebstypen (z.B. Leukämien und Hirntumoren) gibt es nach Meinung der Experten keine Hinweise auf Magnetfeldeffekte.

**Elektrosmog-Report:** *Wie geht es nun weiter? Welche Fragen müssen als Nächstes geklärt werden? Werden Ihre Versuche in den USA noch mal wiederholt? Werden Sie selbst in Hannover neue Tierversuche durchführen?*

**Löscher:** Wir haben gerade eine weitere Untersuchung abgeschlossen, in der wir mit Unterstützung der amerikanischen Bundesregierung Versuche mit 26wöchiger Magnetfeldexposition im DMBA-Brustkrebsmodell durchführten. Dabei ergab sich wiederum eine signifikante Zunahme der Brustkrebsinzidenz. Mit Unterstützung des deutschen Bundesumweltministeriums führen wie umfangreiche Untersuchungen zu den möglichen Mechanismen der Magnetfeldeffekte in Krebsmodellen durch. Ob unsere Versuche in den USA wiederholt werden, hängt von der finanziellen Unterstützung solcher Versuche ab. Zur Zeit scheint die Drittmittelsituation für solche Versuche in den USA deutlich schlechter zu werden. Allerdings haben mir japanische Wissenschaftler mitgeteilt, daß unsere Versuche in Japan mit umfangreichen Mitteln der japanischen Regierung wiederholt werden.

**Elektrosmog-Report:** *Vielen Dank für das Interview!*

## EMF im Überblick

### Übersichten über aktuelle Forschungsergebnisse

Im Rahmen ihrer jährlich stattfindenden Klausurtagung hat sich die deutsche **Strahlenschutzkommission (SSK)** am 15. und 16. Mai 1997 auf der Reissensburg/Ulm mit dem Thema "**Funkanwendungen - Technische Perspektiven, biologische Wirkungen und Schutzmaßnahmen**" befaßt. Die Ergebnisse der Tagung stehen nun Interessierten im Internet unter "<http://www.ssk.de>", Unterpunkt "Schwerpunkte 1997" zur Verfügung. Behandelt werden die Themen: Stand der Technik und zukünftige Entwicklungen, Erkenntnisse über biologische Wirkungen, Beeinflussung von Implantaten und Medizingeräten durch Mobilfunkeinrichtungen, epidemiologische Untersuchungen, Dosimetrie, Umsetzung in Grenzwerte und in technische Standards, Stand der Forschung und Forschungsprogramme und internationale Forschungsprogramme (z. B. das Projekt über gesundheitliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMF-Projekt) der Weltgesundheitsorganisation (WHO), vgl. Elektrosmog-Report, Februar 1998).

Zusammenfassend heißt es: "Die SSK stellt fest, daß durch die bisher durchgeführten Untersuchungen an biologischen Systemen bei Exposition im Bereich der gegenwärtigen Grenzwerte kein gesundheitliches Gefährdungspotential für den Menschen nachgewiesen ist. Die beschriebenen biologischen Wirkungen für den Menschen bedürfen einer Bestätigung oder einer weiteren Untersuchung (Forschungsbedarf).

Nach Feststellung der Strahlenschutzkommission liegt bisher kein überzeugender Beweis vor, daß Expositionen mit Hochfrequenz-Feldern, wie sie in unserer Umgebung vorkommen, zu teratogenen Effekten oder zu einer erhöhten Krebsinzidenz führen. Auch nach internationaler Einschätzung geben die derzeitigen epidemiologischen Befunde weder den Anlaß noch die Möglichkeit, Grenzwerte an ihnen auszurichten."

Die Stellungnahme der SSK sowie die Vortragsmanuskripte der Tagung erscheinen im Frühjahr 1998 als Band 38 der Reihe Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission.

Der **Forschungsverbund Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme** (TU Braunschweig) hat seinen aktuellen Jahresbericht vorgelegt. Hier finden sich Übersichtsartikel zu verschiedenen aktuellen Forschungsvorhaben und Laboruntersuchungen an der TU Braunschweig. Zu den vorgestellten Forschungsvorhaben gehören Magnetfelder und Krebsentstehung im Kindesalter, Biologische Wirkungen von HF- und Mikrowellen und Einfluß von EMF von schienengebundener Verkehrstechnik auf biologische Systeme. Die Laboruntersuchungen befassen sich u. a. mit Mutationen in Chromosomen und Genen, Veränderungen des Zellwachstums, Reaktionen des Nervensystems und Einfluß des Hormons Melatonin. Schließlich werden die technischen Versuchseinrichtungen der TU Braunschweig vorgestellt.

Der Jahresbericht kann kostenfrei angefordert werden bei: Dipl.-Ing. H. Eisenbrandt, TU Braunschweig, Postfach 3329, 38023 Braunschweig, Tel: 0531-391-7738, Fax: 0531-391-8200.

### Verbraucherschutz

## **Kopftuch gegen Mobiltelefon-Strahlung**

Die Bewohner der Vereinigten Arabischen Emirate und anderer öreicher Golf-Staaten zählen zu den eifrigsten Mobiltelefonierern der Welt. Allein in den Emiraten kommt etwa ein Handy auf acht Einwohner.

Der sudanesische Elektroingenieur Ali Halib Mohammed entwickelte zwei Produkte, die elektromagnetische Strahlung, insbesondere von Handies, vom Kopf fernhalten sollen. So behandelte er die traditionelle arabische Kopfbedeckung mit einer elektrisch leitenden Chemikalie. Ohne das Aussehen zu verändern, wird das Kopftuch so zur Abschirmung gegen Hochfrequenz. Das andere Produkt ist ein kleines elektronisches Gerät, daß die Feldstrahlung der Handy-Antenne verändert und vom Kopf fernhält. Beide Entwicklungen sind bereits patentiert, die Produkte werden jedoch zunächst nur in der Golfregion vertrieben.

**Quelle:** Dörte Saße, NandoNet, AFP 04.03.1998.

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 7 Juli 1998

### Mobiltelefone

## **Müdigkeit, Kopfschmerzen und Hautbrennen durch Mobiltelefonieren**

**Obwohl bereits Millionen von Menschen Mobiltelefone benutzen, fehlten bislang epidemiologische Studien über mögliche Befindlichkeitsstörungen und Gesundheitsschäden. Diese unbefriedigende Situation ändert sich nun. In verschiedenen Ländern wurden und werden Studien durchgeführt, einige bereits abgeschlossen und publiziert. Eine umfangreiche, aktuelle Untersuchung mit über 17.000 Teilnehmern stammt aus Norwegen und Schweden. Die Studie zeigt eine signifikante Erhöhung verschiedener Symptome in Abhängigkeit von der Gesprächsdauer mit analogen und digitalen Mobiltelefonen.**

Im Jahr 1995 berichteten viele Menschen über Symptome, die sie auf ihr Mobiltelefonieren zurückführten. Hierzu zählten Kopfschmerzen, Unwohlsein, Wärmegefühle hinter und an den Ohren sowie Konzentrationsschwierigkeiten. Diese Berichte waren Anlaß für das schwedische Arbeitslivsinstitutet (Institut für Sicherheit und Gesundheit im Arbeitsleben) und das norwegische Institut SINTEF Unimed, eine großangelegte Studie durchzuführen. Im Mittelpunkt stand die Überprüfung der Hypothese, daß der digitale GSM-Mobilfunk mehr Symptome verursachen würde als die ältere Analogtechnik ("NMT900"). Beide Institute entwickelten zunächst einen umfassenden Fragebogen der folgende Aspekte umfaßte:

- Mobilfunksystem, Telefonmodell,
- Gesprächzeiten, Zahl der Anrufe pro Tag und
- Ko-Faktoren wie Geschlecht, Alter, Beruf, Wohnort, psychosoziale Faktoren und Bildschirmarbeit.

Mit Hilfe dieser Fragebögen wurden in Schweden 6.379 GSM-Benutzer und 5.613 NMT-Benutzer sowie in Norwegen jeweils 2.500 Benutzer befragt. Der Rücklauf betrug in Schweden 76% und in Norwegen 64%.

## Ergebnisse

Entgegen der aufgestellten Hypothese traten bei den analogen Mobiltelefonen mehr Symptome auf als bei den digitalen GSM-Telefonen.

Noch interessanter ist aber: Egal ob analog oder digital, beim Mobiltelefonieren treten in Abhängigkeit von der Länge der Gesprächszeiten eine Reihe von Symptomen und psycho-vegetativen Störungen signifikant erhöht auf (vgl. Tabelle). In Schweden hatten 13% und in Norwegen sogar 30% der antwortenden Mobiltelefonbenutzer mindestens ein Symptom erlebt. Auf häufigsten genannt wurden: Wärmegefühle hinter und am Ohr, Hautbrennen, Kopfschmerzen und Müdigkeit. 3% (Norwegen) bzw. 5% (Schweden) berichteten von "anderen Symptomen" wie Problemen mit Augen, Ohren und Nacken sowie Gesichtssymptome wie Kribbeln oder Spannungsgefühle.

Tabellen: Symptome bei Benutzern von analogen (NMT900) und digitalen Mobiltelefonen (GSM) bei verschiedenen Gesprächszeiten. (Angepaßtes geschätztes relatives Risiko (adjusted OR), fett: signifikante Ergebnisse ( $p < 0,05$ ). Referenzgruppe: Benutzer mit Gesprächszeiten unter 2 Minuten pro Tag)

### Norwegen (5.000 erfaßte Mobiltelefonierer)

	Analog (min/Tag)			Digital (min/Tag)		
	2-15	15-60	>60	2-15	15-60	>60
Müdigkeit	1,14	1,59	<b>2,47</b>	1,10	1,55	<b>4,14</b>
Kopfschmerzen	1,81	<b>3,31</b>	<b>6,36</b>	1,94	<b>2,69</b>	<b>6,31</b>
Wärmegefühl hinterm Ohr	<b>2,42</b>	<b>4,29</b>	<b>18,1</b>	<b>1,68</b>	<b>2,93</b>	<b>16,0</b>
Wärmegefühl am Ohr	<b>2,65</b>	<b>5,30</b>	<b>12,4</b>	1,65	<b>3,94</b>	<b>8,37</b>
Hautbrennen	1,44	<b>4,29</b>	<b>11,8</b>	1,56	<b>3,48</b>	<b>8,42</b>

### Schweden (knapp 12.000 erfaßte Mobiltelefonierer)

	Analog (min/Tag)	Digital (min/Tag)

	2-15	15-60	>60	2-15	15-60	>60
Müdigkeit	1,33	<b>2,26</b>	<b>2,32</b>	1,25	<b>1,80</b>	1,40
Kopfschmerzen	<b>1,81</b>	<b>3,24</b>	<b>3,40</b>	<b>1,49</b>	<b>2,50</b>	<b>2,83</b>
Wärmegefühl hinterm Ohr	<b>4,28</b>	<b>10,7</b>	<b>30,3</b>	<b>2,63</b>	<b>9,00</b>	<b>21,9</b>
Wärmegefühl am Ohr	<b>6,18</b>	<b>15,3</b>	<b>47,8</b>	<b>2,73</b>	<b>10,2</b>	<b>22,4</b>
Hautbrennen	1,05	<b>2,12</b>	<b>4,17</b>	1,06	<b>2,34</b>	<b>2,77</b>

So berichteten beispielsweise die norwegischen GSM-Benutzer, die ihr Telefon 60 Minuten und länger benutzten, mehr als doppelt so oft über Kopfschmerzen als die Gruppe, die sich mit 15 bis 60 Minuten täglich begnügt (vgl. Tabelle).

Die Wärmegefühle hinter und am Ohr scheinen ein Indikator für weitere Effekte zu sein: Das Risiko, vegetative Symptome zu bekommen, war in der Gruppe mit den Ohr-Wärme-gefühlen um den Faktor 2 bis 4 erhöht. Auffallend an den Ergebnissen ist ihre hohe Signifikanz. So liegt z. B. in der schwedischen Untersuchung das relative Risiko für ein Wärmegefühl am Ohr in der Gruppe der Vieltelefonierer (mehr als 60 Minuten am Tag) bei 47,8 (analog) bzw. 22,4 (digital) im Vergleich zu Wenigtelefonierern (< 2 min/Tag); die dazugehörigen Konfidenzintervalle reichen von 18,9 - 121 bzw. 9,10 - 55,0.

Man kann nach diesen Untersuchungen also davon ausgehen, daß mobile Vieltelefonierer hohen Risiken ausgesetzt sind, Wärmegefühle im Ohrbereich und Hautbrennen zu erleben und geringeren, aber im Vergleich zu anderen Elektro-smog-Effekten immer noch erheblichen Risiken bzgl. Kopfschmerzen und Müdigkeit. Die Risiken sind dabei bei analogen Geräten durchweg höher als bei digitalen (Anm. d. Red.: was hier gegen die besondere Wirkung von gepulster Strahlung spricht).

### Ursachen

Auch wenn es naheliegt, so bleibt es doch offen, ob die Hochfrequenzfelder der Mobiltelefone tatsächlich die Ursache für die Symptome darstellen. Die Autoren diskutieren die Ursachenproblematik ohne Voreingenommenheit. Der Internet-news-ticker der Fachzeitschrift c't schreibt dazu am 28.05.98: "Die Autoren legen sich in ihrer Studie nicht auf eine konkrete Ursache wie Abstrahlung, Wärmeentwicklung oder Ergonomie fest. Für gewöhnlich verläuft der Alltag eines Vieltelefonierers streßvoll und könnte daher selbst schon Kopfschmerz und Müdigkeit verursachen. Auch die mangelnde Verständlichkeit und Sprachqualität während der Funkgespräche kann strapazieren. Jeder, der schon mal in lauter Umgebung ein Handy ans Ohr pressen mußte, wird das bestätigen."

Die ersten Fakten liegen nun auf dem Tisch. Bis wir wirklich wissen, welche Gefahr von den Millionen Mobiltelefonen ausgeht, werden noch etliche Untersuchungen vonnöten sein.

**Quelle:** Mild, K. H., Oftedal, G., Sandström, M., Wilen, J., Tynes, T., Haugsdal, B., Hauger, E. (1998): Comparison of analogue and digital phone users and symptoms. A Swedish-Norwegian epidemiological study. <http://www.miwl.se/fakta/summary.pdf>

# EMF und Versicherung

**Die Versicherungswirtschaft sieht sich bei der EMF-Problematik einem hohen unkal-kulierbaren Eigenrisiko gegenüber und hat in den letzten Jahren ver-schiedene Strategien zur Bewältigung entwickelt. Der vorliegende Text faßt die Ergebnisse einer im Januar 1998 abgeschlossenen Diplomarbeit zu diesem Thema zusammen.**

Elektromagnetische Felder (EMF) stehen im Verdacht, Krebs und andere Krankheiten zu verursachen oder zu begün-stigen. Aus dem bislang fehlenden naturwissenschaftlichen Kausalbeweis für eine generell gesundheitsschädigende Wir-kung von EMF den Schluß zu ziehen, die Elektroindustrie und Elektrizitätswirtschaft - und letztendlich die Erst- und Rück-versicherer - könnten nicht haftbar gemacht werden, erweist sich bei genauerem Hinsehen als ein Trugschluß: Allein in den USA kommt es seit Anfang der 90er Jahre jährlich zu 30 bis 40 neuen Rechtsstreitigkeiten wegen EMF-bedingter Wertminde-rung von Immobilien. Die Zahl der Prozesse um durch EMF hervorgerufene Berufserkrankungen und Gesundheitsschäden für die allgemeine Bevölkerung nimmt zu. In den EMF-bezogenen gerichtlichen Auseinandersetzungen ist Klägern vereinzelt Schadensersatz zugesprochen worden. Infolge dieser Entwicklungen haben die Erst- und Rückversicherer im Laufe der letzten Jahre einen "Sinn" für das EMF-Risiko entwickelt. So lohnt es sich, einen Blick auf den Umgang der Versicherungen mit dem EMF-Risiko zu werfen. Es wird sich zeigen, daß von einer generellen Unversicherbarkeit des EMF-Risikos nicht gesprochen werden kann. Durch einen neuartigen Zuschnitt der Haftpflichtversicherungspolizen wird auf reaktivem Wege eine reduzierte Versicherbarkeit gewährleistet. Zudem verfolgen Versicherungen spezifische EMF-Risiko-Management-Strate-gien, um durch dieses aktive Unsicherheitsbewußtsein Fragen der Versicherbarkeit abschätzen zu können und gleichzeitig vorwiegend haftungsbezogene Präventivfunktionen zu erfüllen.

## Empirische Datenbasis

Für die Analyse des versicherungsinternen Umgangs mit der EMF-Risikoproblematik wurde das empirische Datenmaterial aus den folgenden Bereichen zusammengetragen:

- Publikationen in naturwissenschaftlichen als auch interdis-ziplinär ausgerichteten Fach-zeitschriften, naturwissen-schaftliche Fachbücher zu EMF bedingten Gesundheitsrisi-ken, sowie Textmaterialien wissenschaftlicher Forschungs-zusammenhänge;
- Stellungnahmen verschiedener außerwissenschaftlicher Institutionen, darunter auch Materialien aus dem politisch-administrativen Bereich;
- thematische Beiträge aus der Sozial-, wie auch der Rechts-wissenschaft;
- Veröffentlichungen in nationalen wie internationalen Fach-zeitschriften der Versiche-rungsbranche; Tagungsreader, sowie Schriftenreihen einzelner Versicherungsunterneh-men;
- insgesamt zehn Interviews mit Experten aus den kaufmän-nischen und Umweltrisiko-Management-Abteilungen gro-ßer deutscher Unternehmen der Versicherungsbranche

## Die EMF-Haftungsabschätzung der Versicherungen

Viele Versicherungsunternehmen sehen im Zusammen-hang mit dem EMF-Risiko, für sich die Gefahr heraufziehen, - ähnlich wie bei den Asbestose-Schäden in den USA - von einer Reihe unabsehbarer, plötzlicher und zusammenhängender Schadensfälle überrascht zu werden. Wenn aufgrund neuer wissenschaftlicher Forschungsergebnisse Kausalität zwischen EMF und Gesundheitsschäden nachgewiesen werden sollte und keine haftungsverneinenden "Ausreden" möglich sind, dann werden die Versicherungsnehmer und ihre Versicherer einer erheblichen Anzahl von Ansprüchen gesundheitsgeschädigter Kläger ausgesetzt sein. Innerhalb der Versicherungsbranche herrscht bezüglich des EMF-Haftungsrisikos Furcht davor, daß das bisher eher gering einzuschätzende Haftungsrisiko durch weitgehende gesetzgeberische Beweiserleichterungen be-trächt-lich ansteigen könnte. Wie bereits angedeutet, ist das juristische Umfeld der USA besonders anfällig für gerichtlich angeordnete EMF-Schadensersatzzahlungen. Infolgedessen kündigt sich ein über die Grenzen der USA hinausreichendes EMF-Haftungsri-siko an, da die europäischen Gerichte und Gesetzgeber im EMF-Bereich bisher mit einiger Verzögerung dem amerikani-schen Rechtssprechungstrend gefolgt sind.

## Gesellschaftspolitisches Änderungsrisiko

Die Versicherungswirtschaft sieht sich bei der EMF-Problematik einem hohen unkalkulierbaren Eigenrisiko gegenüber. Die aufsehenerregenden Haftungsprozesse im Umweltbereich allgemein und im Zusammenhang mit elektromagnetischen Phänomenen im besonderen deuten aus Sicht der Versicherungen auf einen stufenweisen Übergang von der Verschuldens- über die Gefährdungs- zur „Vermutungs- oder Verdachtshaftung“ (Schweizer Rück 1996) hin. Zu dem klassischen technologischen Entwicklungsrisiko - bezogen auf EMF bezeichnet dies die Möglichkeit, daß die alltägliche und dem Stand der Technik entsprechende Nutzung elektrischer Geräte und Anlagen aufgrund neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als gesundheitsschädigend eingestuft wird - tritt das Phänomen, daß gleichartige wissenschaftliche Erkenntnisse aufgrund veränderter gesellschaftlicher Werte subjektiv anders beurteilt werden als bisher. Das von den Versicherungen gefürchtete EMF-Änderungsrisiko setzt sich folglich aus dem klassischen Entwicklungsrisiko und einem „gesellschaftspolitischen Änderungsrisiko“ (a.a.O.) zusammen. Laut Aussagen der Versicherungen liegt die besondere Brisanz der EMF-Problematik in der Hauptsache nicht in den nur schwer beweis- und quantifizierbaren Gesundheitsrisiken, sondern in dem unkalkulierbar großen gesellschaftspolitischen Änderungsrisiko. Die „Schweizer Rückversicherung“ bezeichnet das EMF-Thema als typisches Beispiel für ein „Phantomrisiko“ (a.a.O.), bei dem die Größe denkbarer Gesundheitsrisiken wissenschaftlich nicht zu bemessen ist und gleichzeitig eine öffentliche Angstwirkung provoziert wird. Aufgrund der angedeuteten gesellschaftlichen Einflüsse fürchtet die Versicherungsbranche ein unkalkulierbar großes EMF-Haftungsrisiko.

### **Eingeschränkter EMF-Versicherungsschutz**

Die im Industriegeschäft tätigen Haftpflichtversicherungen zeigen spezifische Reaktionen auf das EMF-Risiko: Um insbesondere die steigenden EMF-Schadensabwehr- und Verteidigungskosten in einem vertretbaren Rahmen zu halten, handeln die Versicherer bei der Zeichnung entsprechender Haftpflichtversicherungspolicen äußerst besonnen. Einzelne Versicherungen haben auf reaktivem Wege 'EMF-angemessene' Deckungskonzepte ausgearbeitet, um so eine begrenzte Versicherbarkeit zu gewährleisten.

Falls entsprechend angehobene Prämienätze für das (wenn überhaupt) nur schwer kalkulierbare EMF-Risiko nicht durchsetzbar oder berechenbar sind, so ist der Deckungsausschluß als Radikallösung ein möglicher Ausweg. EMF-bedingte Immobilienwertverluste sind mittlerweile aus den US-Standard-Haftpflichtversicherungsverträgen ausdrücklich ausgeschlossen. Infolge der Unwägbarkeiten werden mögliche EMF-Schäden teilweise auch von der deutschen Versicherungsbranche nicht mehr unter Deckung genommen. Ein sich über die gesamte internationale Haftpflichtversicherungsbranche erstreckender genereller EMF-Deckungsausschluß ist in der Praxis des Versicherungsgeschäfts jedoch nicht zu erwarten. Da es die Absicht der Versicherer ist, sich vor unüberschaubaren finanziellen Belastungen zu schützen, hat sich mittels "risikogerechter" Vertragsgestaltungen in der Praxis der Haftpflichtversicherung eine begrenzte Versicherbarkeit des EMF-Risikos bewährt.

### **Der aktive Umgang mit dem EMF-Risiko**

Die EMF-Problematik bewirkt neben den beschriebenen reaktiven auch aktive Methoden des versicherungsinternen Umgangs mit der damit zusammenhängenden Unsicherheit. Das komplexe EMF-Risiko ist zu einem Gegenstand des umwelttechnischen Aufgabenfelds der Versicherungen geworden. Um die weitreichende EMF-Unsicherheit handhaben zu können, hat sich der Umgang der Versicherungen mit dem EMF-Risiko von statistischen Wahrscheinlichkeitserwägungen hin zu einer mehr aktiven Risikobetrachtung gewandelt. Mit Hilfe der Analyse der komplexen Ursachen und Auswirkungen des 'undurchsichtigen' EMF-Risikos beschreiten die Versicherungen neue Wege in Richtung eines EMF-Risiko-Managements.

Um nicht in ein völlig unabwägbares Risiko hineinzugeraten, versuchen die Erstversicherer in Zusammenarbeit mit den Rückversicherern, EMF-Risiko-Management-Praktiken auszu-arbeiten. Innerhalb eines aktiven Umgangs mit dem EMF-Risiko sind die Versicherungen darum bemüht, sich selbst so-wie ihren Industriekunden den neusten Stand von Wissenschaft und Technik kontinuierlich zu vergegenwärtigen. Innerhalb der noch jungen interdisziplinär ausgerichteten Umweltrisikobewertung der Erst- und Rückversicherer, die der Unterstützung der kaufmännischen Underwriting-Fachabteilungen und des Versicherungskunden dienen soll, entfaltet sich so etwas wie ein spezifisches EMF-Risiko-Management.

Die Versicherungsbranche wartet nicht ab, bis sich die potentielle Verbindung zwischen EMF und Gesundheitsschäden beim Menschen aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse möglicherweise als reales Gesundheitsrisiko herausstellt. Besonders der amerikanische Haftpflichtversicherungsmarkt ist im Bereich der EMF-Haftungsrisiko-verniedrigenden Maßnahmen innovativ: So haben einzelne Versicherungen innerhalb ihrer Kundenverträge verbindliche Richtlinien einer Strategie des 'prudent avoidance' entwickelt. Unter den

Umständen hoher Unsicherheit betreiben einzelne amerikanische Versicherungen in Zusammenarbeit mit ihren Kunden durch eine wirtschaftlich vertretbare und zugleich weitgehende Minimierung der EMF-Exposition (sog. Politik des 'ALARA': as low as reasonably achievable) eine im Kern haftungsbezogene Prävention. Hierbei verfolgt man das Ziel, das potentielle EMF-Gesundheits- und damit zusammenhängende Haftungsrisiko durch eine umsichtiger Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie zu begrenzen.

### **Fazit**

EMF-Gesundheitsschäden bleiben das Entwicklungsrisiko eines störungsfreien und behördlich genehmigten Normalbetriebs von Anlagen oder Geräten. Erst im Zuge sich in Zukunft weiterentwickelnder wissenschaftlicher Beobachtungen wird sich das EMF-Risiko möglicherweise näher bestimmen lassen. Dem Umstand des momentanen Nichtwissens des EMF-Risikopotentials versuchen die Versicherungen mit Präventionsstrategien entgegenzuwirken, jedoch bleibt unklar, wohin genau Prävention betrieben wird (vgl. Hapke 1998). Obwohl die Versicherungsbranche sensibel mit der EMF-Problematik umgeht, sind einer gezielten EMF-Risikoprävention in der Versicherungspraxis somit enge Grenzen gesetzt. Um diese eng begrenzten Möglichkeiten zur aktiven Bearbeitung des EMF-Risikos zumindest teilweise zu erweitern, sollten die Versicherer verstärkt Expertenwissen der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung in ihre Risikobetrachtungen miteinbeziehen.

Dipl.-Soz. Martin Johantoberens  
Institut für Wissenschafts- und Technikforschung (IWT)  
Universität Bielefeld, Universitätsstr. 25,  
D - 33615 Bielefeld

Der Text beruht auf der im Januar 1998 an der Fakultät für Soziologie der Universität Bielefeld eingereichten Diplomarbeit von Martin Johantoberens unter dem Titel: "Risiko und Versicherung: Zum Umgang der Versicherungen mit neuen technologischen Risiken - Das Beispiel elektromagnetischer Felder". Die Arbeit wurde von Prof. Dr. Peter Weingart und Prof. Dr. Klaus Peter Japp betreut. Der soziologische Hintergrund der Überlegungen wurde in diesem Artikel so weit als möglich ausgeklammert.

### **Literatur:**

- Hapke, U. (1998): Umwelthaftung, Versicherung und Prävention: Möglichkeiten und Grenzen haftungsinduzierter Prävention unter den Bedingungen von Wissen und Nicht-wissen. Bielefeld: Ms. S. 24ff.
- Schweizer Rück (1996): Elektrosmog - ein Phantomrisiko. Zürich.

## **Mobiltelefone**

# **Blutdruckerhöhung durch Mobiltelefone**

**Nach einer Studie aus der Neurologischen Klinik der Universität Freiburg führten hochfrequente elektromagnetische Felder (EMF) von Mobiltelefonen zu einer signifikanten Erhöhung des Blutdrucks um 5 bis 10 mm Hg. Ursächlich war der Tonus der Blutkapillaren erhöht, ein Hinweis auf eine erhöhte sympathische Aktivität.**

Dr. Stephan Braune und Kollegen testeten sieben gesunde Männer und drei gesunde Frauen im Alter zwischen 26 und 36 Jahren in einem einfachblinden plazebokontrollierten Versuch hinsichtlich des Einflusses von EMF von Mobiltelefonen (GSM 900 MHz, gepulst mit 217 Hz, 2 Watt) auf Blutdruck, Herzfrequenz, Durchblutung der Blutkapillaren (Haargefäße) und subjektives Befinden. Die Studie wurde technisch und finanziell von der Deutschen Telekom AG unterstützt.

### **Methode**

Der Blutdruck, der Puls und die Kapillardurchblutung wurden kontinuierlich gemessen. Das Befinden wurde vor und nach einer Untersuchungsphase mittels einer visuellen Ana-logskala erfaßt.

Das Handy wurde in typischer Telefonierposition an der rechten Kopfseite fixiert. Die Probanden wußten nicht, ob es EMF aussendet oder nicht. Die einzelnen Untersuchungsphasen - eine Plazebo- und eine EMF-Phase - dauerten jeweils 35 Minuten. Um intraindividuelle Schwankungen zu reduzieren, wurden die Versuche fünfmal an fünf verschiedenen Tagen wiederholt.

Nach 35 Minuten in liegender Ruheposition folgten einige Messungen unter Belastungsbedingungen (Stehen für 60 Sekunden, sechsmaliges tiefes Ein- und Ausatmen, Valsalva-Versuch). Beim Stehen steigt der Blutdruck normalerweise etwas an und die verschiedenen getesteten Belastungssituationen führen ebenfalls zu charakteristischen Blutdruckveränderungen, die beispielsweise Aufschluß über die Funktion des vegetativen Nervensystems geben.

Ergebnisse und Interpretation

Während der EMF-Exposition im Liegen war der systolische und diastolische Blutdruck im Vergleich zur Plazebo-Situation signifikant um 5 bis 10 mm Hg erhöht (diastolisch:  $p < 0,01$ , systolisch:  $p < 0,0001$ ). Unter den körperlichen Belastungssituationen wurden keine Auffälligkeiten durch EMF-Einfluß registriert. Die Durchblutung der Blutkapillaren war unter EMF durchgängig vermindert ( $p < 0,01$ ). Sie waren also etwas stärker kontrahiert bzw. zusammengezogen. Die Herzfrequenz war sowohl in Ruhe als auch unter Belastung leicht vermindert ( $p < 0,05$ ).

Die Ergebnisse wurden von den Untersuchern mit einer verstärkten Aktivität des sympathischen Teils des vegetativen Nervensystems durch die 35minütige EMF-Handy-Belastung erklärt. Dies habe zu einem verstärkten Zusammenziehen der Blutgefäße geführt mit nachfolgendem Blutdruckanstieg. Eine verstärkte Sympathikusaktivität kann als Ausdruck einer Belastungssituation gewertet werden. In zur Zeit laufenden Folge-studien sollen die Ergebnisse repliziert und den Ursachen für die erhöhte sympathische Aktivität nachgegangen werden.

#### Quellen:

- Braune, S., Wrocklage, C., Raczek, J., Gailus, T., Lücking, C. H.: Resting blood pressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field. Lancet 351, 1857-1858 (1998).
- Braune, S.: persönliche Mitteilung, Juni 1998.

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 08 August 1998

### Epidemiologie

## **Epidemiologische Studien in Deutschland zu magnetischen Feldern und Leukämien im Kindesalter**

1996 wurden Ergebnisse einer Studie zu häuslichen magnetischen Feldern und Krebserkrankungen im Kindesalter in Niedersachsen vorgestellt (vgl. Elektrosmog-Report, März 1996). Es handelte sich um die erste dieser Art in Deutschland. Die Magnetfeldmessungen wurden bereits 1995 auf Berlin ausgedehnt und Anfang 1997 abgeschlossen. Anfang Dezember 1997 wurde damit begonnen, eine bundesweit durchgeführte Fallkontrollstudie des Deutschen

**Kinderkrebsregisters um Magnetfeldmessungen zu ergänzen. Diese soll Ende 1999 abgeschlossen werden.**

## **Einleitung**

Seit 1979 wurden zahlreiche epidemiologische Untersuchungen durchgeführt mit dem Ziel zu ermitteln, ob ein Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und Krebserkrankungen beim Menschen besteht. Ein Schwerpunkt der Forschung war die Frage, ob Kinder häufiger an Krebs erkranken, wenn sie über lange Zeit dem Einfluß schwacher Magnetfelder ausgesetzt sind. Eine zusammenfassende Bewertung dieser Studien ist jedoch noch immer schwierig, wozu besonders drei Gründe beitragen. Erstens ist bis heute kein biologischer Wirkungsmechanismus bekannt, der einen Einfluß der in den Studien betrachteten Feldgrößen um  $0,2 \mu\text{T}$  (Mikrotesla) auf eine Krebsentstehung erklären könnte. Zweitens sind die Ergebnisse dieser Studien nur bedingt vergleichbar und bieten somit ein sehr heterogenes Bild, was vor allem in der unterschiedlichen Methodik der Magnetfelderfassung, teils als Schätzung über die Distanz der nächstgelegenen Hochspannungsleitung, teils als Vorortmessung, begründet liegt. Drittens sind die Fallzahlen der Erkrankungen gering und folglich ist die statistische Unsicherheit groß. Dennoch zeigten sich in der Mehrheit dieser Studien Hinweise auf eine schwache Assoziation zwischen stärkeren Magnetfeldern und Leukämien im Kindesalter.

Im Februar 1996 wurden der Öffentlichkeit die Ergebnisse der ersten in Deutschland durchgeführten Studie zu stärkeren häuslichen elektromagnetischen Feldern und Krebserkrankungen im Kindesalter vorgestellt [1], die Teil einer umfassenden Fallkontrollstudie des Deutschen Kinderkrebsregisters in Niedersachsen war [2]. Hierbei zeigte sich vor allem, daß ein nur sehr geringer Anteil Kinder gegenüber stärkeren Magnetfeldern exponiert war (lediglich acht Kinder bzw. 1,4 % aller Studienteilnehmer). Nominell ergaben sich erhöhte Odds Ratios (Schätzer des sogenannten "relativen Risikos") für krebserkrankte Kinder auf der Basis von vier leukämiekranken und drei nicht erkrankten Kindern, die statistisch allerdings nicht signifikant waren. Bei weiterführenden Analysen zeigten sich jedoch stärkere Effekte für sowohl jüngere Kinder als auch stärkere Magnetfelder während der Nacht. Bei jüngeren Kindern ist der Einfluß einer außerhäuslichen Exposition gegenüber stärkeren Magnetfeldern kleiner als bei älteren Kindern und somit könnte für diese Altersgruppe eine häusliche Messung einer individuellen Exposition besser entsprechen [3]. Eine Bestimmung der Magnetfeldintensität während der Nacht hat den Vorteil, daß sich das Kind während des Meßzeitraums auch am Ort der Messung aufhält, was tagsüber nicht unbedingt gegeben sein muß. Die Ergebnisse der Studie wurden unter Einbeziehung der Resultate vorangegangener internationaler Studien und Meta-Analysen [4] als schwacher Hinweis auf eine Assoziation zwischen stärkeren magnetischen Feldern und Leukämieerkrankungen im Kindesalter gewertet.

Aufgrund der in Niedersachsen beobachteten Seltenheit höherer häuslicher Magnetfelder wurde parallel mit einer Ausweitung der Studie auf Berlin begonnen. Bei der Ausweitung der Studie auf Berlin, das bereits Teil einer bundesweiten Fallkontrollstudie des Deutschen Kinderkrebsregisters war, wurde mit dem gleichen Partner für die technische Durchführung der Studie (Forschungsverbund: Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme) nach vergleichbarem Verfahren und mit identischer Meßmethodik gearbeitet, so daß zusammengefaßte Auswertungen der EMF-Studien in Niedersachsen und Berlin möglich waren. Nach der Publikation der Studien in einer englischsprachigen internationalen Fachzeitschrift sollen sie hier nochmals in deutscher Sprache dargestellt werden [5].

## **Methoden**

Basis für die Identifizierung der leukämiekranken Kinder war das Deutsche Kinderkrebsregister am Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz. Einschlusskriterien der Fälle für die Fallkontrollstudie waren ein Diagnosedatum zwischen dem 1. Januar 1991 und 30. September 1994, ein Alter bei Diagnosestellung unter 15 Jahren und Berlin als Wohnort zum Zeitpunkt der Diagnosestellung. Die Rekrutierung nicht erkrankter Kinder erfolgte über das Einwohnermeldeamt Berlin. Das Meldeamt wurde zu jedem Fall um die Zusendung von vier Adressen alters- und geschlechtsgleicher Kinder aus dem gleichen Wohnbezirk gebeten. Eine aus diesen vier Familien wurde zufällig bestimmt und es wurde ihr der Elternfragebogen zugesandt. Falls die Eltern nicht antworteten, folgten insgesamt zwei schriftliche und eine telefonische Erinnerung. Wollte die Familie nicht an der Studie teilnehmen, wurde aus der Liste eine weitere Familie ausgewählt und das Anschreibeverfahren wiederholt.

Bei den Messungen wurden zwei verschiedene Meßverfahren eingesetzt. Der tageszeitliche Verlauf des Magnetfeldes wurde mit je einem stationären Meßgerät über 24 Stunden im Kinderzimmer und im Wohnzimmer der betreffenden Wohnung aufgezeichnet (24h-Messung). Der räumliche Verlauf des Magnetfeldes wurde während einer Begehung der gesamten Wohnung mit einem Meßrad ermittelt (Kurzzeitmessung), so daß auch

der Einfluß lokaler Feldquellen innerhalb der Wohnung auf die Intensität des häuslichen Magnetfeldes beurteilt werden konnte. Bei einer Umgehung des Hauses mit dem Meßrad wurde das Magnetfeld in der Umgebung aufgezeichnet, was die Detektion der Feldquelle bei erhöhten Meßwerten unterstützte. Das für die Messungen eingesetzte Meßgerät, EMDEX II, mißt innerhalb einer Frequenzbandbreite von 40 bis 800 Hz und wurde auf 50 Hz kalibriert. Bei den stationären Messungen wurden alle 15 Sekunden Meßwerte erhoben, bei der Messung mit dem Meßrad wurden ungefähr 3 Meßwerte pro Meter aufgezeichnet. Die Meßtechniker aus Braunschweig und Berlin kontrollierten die Meßprotokolle auf Vergleichbarkeit der Methodik.

Im Vordergrund der Beurteilung der Meßergebnisse stand der Median der 24h-Messung im Kinderzimmer in der vor der Diagnosestellung am längsten bewohnten Wohnung. Der Median bietet den Vorteil einer stabilen Charakterisierung der im Tagesverlauf im Mittel aufgetretenen Magnetfeldintensität. Als "höher exponiert" wurde in Anlehnung an internationale Studien und das Vorgehen bei der Niedersachsenstudie die Erfassung von Magnetfeldern mit einer Flußdichte von über  $0,2\mu\text{T}$  festgelegt. Wie bei den Auswertungen der Niedersachsenstudie, wurden auch der sogenannte Nachtwert, der dem medianen Magnetfeld im Kinderzimmer zwischen 22 und 6 Uhr entspricht, der Mittelwert aus den Medianen der 24h-Messungen im Kinderzimmer und Wohnzimmer und der Wert der Kurzzeitmessung betrachtet.

### Ergebnisse (Berlin)

Von den 67 Familien mit leukämiekranken Kindern, die an der bundesweiten Fallkontrollstudie partizipierten, konnten für 47 Messungen des Magnetfelds vorgenommen werden (70%). 147 Familien mit nicht erkrankten Kindern kooperierten in Berlin, für 86 konnte eine Messung durchgeführt werden (59%). Hauptgründe für die zusätzlichen Ausfälle waren, daß die inzwischen in der zu messenden Wohnung lebenden Nachmieter des Studienteilnehmers ihr Einverständnis zur Messung nicht erteilten, daß die relevante Wohnung weit außerhalb Berlins lag oder die relevante Wohnung nicht mehr existierte. Die geringere Teilnehmerate von Familien nicht erkrankter Kinder in Ostberlin führte dazu, daß unter den leukämiekranken Kindern 49% am längsten in einer Ostberliner Wohnung lebten, unter den nicht erkrankten Kindern aber lediglich 34%. In allen Auswertungen wurde deshalb der Faktor West-Ost als Einflußgröße berücksichtigt.

Bei den Messungen wurde nur in 10 Wohnungen ein medianes Magnetfeld von über  $0,2\mu\text{T}$  gemessen. Dies entspricht einem Anteil von Wohnungen mit stärkeren Magnetfeldern von 7,5%, der im Ostteil der Stadt mit 11,5% höher lag als im Westteil mit 4,9%. Der Mittelwert aller Messungen lag in Berlin mit  $0,08\mu\text{T}$  höher als der in Niedersachsen mit  $0,04\mu\text{T}$ . Dieser höhere Mittelwert wurde aufgrund des höheren Anteils von Mehrfamilienhäusern und der dichteren energietechnischen Infrastruktur in Berlin erwartet und ist auch vergleichbar mit Ergebnissen aus Hannover und Braunschweig. Auf der Basis der von der Berliner Senatsverwaltung für Gesundheit charakterisierten Sozialstruktur für Berliner Bezirke [6] wurde eine mögliche Beziehung der häuslichen Magnetfelder zum Sozialindex des Bezirkes analysiert. Im Schnitt lagen etwas stärkere Magnetfelder in Bezirken mit ungünstigeren Sozialindizes vor (jeweils  $0,08\mu\text{T}$  gegenüber  $0,07\mu\text{T}$ ), allerdings war das Auftreten von medianen Magnetfeldern über  $0,2\mu\text{T}$  mit 8,8% bei der höchsten Sozialindexstufe etwas höher als für die mittlere (7,4%) und die niedrigste Stufe (6,5%).

Bei einem Cutpoint von  $0,2\mu\text{T}$  für den Median der 24h-Messung im Kinderzimmer waren jeweils fünf leukämiekranken Kinder und nicht erkrankte Kinder höher exponiert. Dies entspricht einem Anteil von 10,6% höher exponierten Fällen und 5,8% höher exponierten Kontrollen. Daraus errechnete sich ohne Berücksichtigung von Einflußfaktoren ein "rohes" Odds Ratio von 1,9. Jedoch muß der Ungleichverteilung von Alter, Geschlecht und vor allem dem Stadtteil zwischen erkrankten und nicht erkrankten Kindern Rechnung getragen werden. Unter Berücksichtigung der Matchkriterien Alter (Einjahresaltersklassen), Geschlecht und Stadtteil (Ost/West) und der Adjustierung nach dem Sozialstatus der Familie (weniger hoch/hoch) ergab sich ein Odds Ratio von 1,2. Damit ergab sich im Sinne der zu Studienbeginn formulierten Hauptfragestellung ein eher unauffälliger Befund.

Für den Nachtwert errechnete sich auf der Basis von 4 höher exponierten leukämiekranken und 2 nicht erkrankten Kinder ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Odds Ratio von 1,9. Für die Untergruppe der 0 bis 4jährigen ergaben sich nominell höhere Odds Ratios von 4,6 für den Median der 24h-Messung im Kinderzimmer und 3,4 für den Nachtwert. Beide Ergebnisse sind statistisch nicht signifikant. Die Berlin-Studie liefert somit insgesamt keinen deutlichen Hinweis auf eine Assoziation zwischen stärkeren häuslichen Magnetfeldern und dem Auftreten von Leukämien im Kindesalter. Jedoch zeigten sich im Ansatz die auch schon in Niedersachsen gefundenen Trends mit höheren Odds Ratios für jüngere Kinder und für stärkere Magnetfelder während der Nacht.

### Ergebnisse (Niedersachsen und Berlin)

Insgesamt standen für eine gemeinsame Auswertung der EMF-Studien in Niedersachsen und Berlin 176 an Leukämie erkrankte Kinder und 414 nicht erkrankte Kinder zu Verfügung. Die beiden Studiengruppen wurden stratifiziert nach Alter, Geschlecht und Ost-/Westdeutschland, zusätzlich wurde in allen Analysen der Urbanisierungsgrad der Region (städtisch, gemischt städtisch-ländlich, ländlich) und der Sozialstatus (üblich, höher) berücksichtigt.

Für den Median der 24h-Messung im Kinderzimmer der vor Diagnosestellung am längsten bewohnten Wohnung ergibt sich ein statistisch nicht auffälliges Odds Ratio von 2,3. Für den Nachtwert ergibt sich ein statistisch auffälliges Odds Ratio von 3,8. Ebenfalls auffällig ist das Ergebnis, wenn der Mittelwert der Mediane der 24h-Messungen in Kinder- und Wohnzimmer betrachtet wird. Für die zweite Methode der Expositionserfassung, die Kurzzeitmessung, ergibt sich ein statistisch nicht signifikant erniedrigtes Odds Ratio von 0,7.

Betrachtet man lediglich die Untergruppe der 0 bis 4jährigen, so liegen sowohl für den Median der 24h-Messung im Kinderzimmer als auch den Nachtwert die Odds Ratios über 7 und somit deutlich höher als für Kinder aller Altersgruppen. Weil die Berechnungen allerdings nun nur noch auf 307 Studienteilnehmern basieren, sind die Risikoschätzer sehr ungenau und vermutlich zu hoch. Beide Vertrauensbereiche schließen jedoch die Eins nicht ein und sind somit statistisch signifikant.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse präsentiert Tabelle 1. Tabelle 2 gibt eine Übersicht für die 0 bis 4jährigen Kinder.

Tabelle 1: Auswertungen der zusammengefaßten Studien (alle Altersgruppen)

	Exponiert			OR	95%-KI *		
	n	n	%				
<b>Median 24h- Kinderzimmer</b> Leukämien vs Kontrollen	176	9	5,1	2,3	0,8	-	6,7
	414	8	1,9				
<b>Nachtwert</b> Leukämien vs Kontrollen	176	9	5,1	3,8	1,2	-	11,9
	414	5	1,2				
<b>Mittelwert der Mediane</b> Leukämien vs Kontrollen	176	9	5,1	3,1	1,0	-	9,3
	414	7	1,7				
<b>Kurzzeitmessung</b> Leukämien vs Kontrollen	176	6	3,4	0,7	0,3	-	1,8
	414	16	3,9				

\* Odds Ratio (OR) und 95%-Konfidenzintervall adjustiert nach Alter, Geschlecht, Ost/West-Deutschland, dem Sozialstatus und dem Gebiet (städtisch, gemischt städtisch-ländlich, ländlich)

Tabelle 2: Auswertungen der zusammengefaßten Studien (nur 0 bis 4jährige)

	Exponiert		OR	95%-KI *		
	n	n		%		
<b><u>Nur 0 bis 4jährige:</u></b>						
<b>Median 24h-Kinderzimmer</b>	96	7	7,3	7,1	1,4	- 37,2
Leukämien vs Kontrollen	211	2	0,9			
<b>Nachtwert</b>				7,4	1,4	- 38,4
Leukämien vs Kontrollen	96	7	7,3			
	211	2	0,9			

\* Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall adjustiert nach Alter, Geschlecht, Ost/West-Deutschland, dem Sozialstatus und dem Gebiet (städtisch, gemischt städtisch-ländlich, ländlich)

## Diskussion

Die Erweiterung der EMF-Studie auf Berlin konnte die Globaltendenz der Niedersachsenstudie und damit die a priori definierte Hypothese nicht bestätigen. Im Vorfeld der Studie wurde der Median der 24h-Messung im Kinderzimmer als Parameter definiert, der am geeignetsten eine individuelle Exposition durch Magnetfelder schätzt. Das adjustierte Odds Ratio lag für dieses Expositionsmaß für einen Cutpoint von  $0,2\mu\text{T}$  bei 1,2. Explorativ in Niedersachsen beobachtete Assoziationen wurden in Berlin tendenziell bestätigt: Assoziationen zeigten sich sowohl für jüngere Kinder als auch für die Exposition gegenüber stärkeren Magnetfeldern während der Nacht.

Der einheitliche epidemiologische Studienansatz und die Standardisierung der Meßmethodik erlaubte die Zusammenfassung der beiden Studien. Von dann insgesamt 590 für die Auswertungen relevanten Wohnungen wurde in 17 ein Median der 24h-Messung im Kinderzimmer von mehr als  $0,2\mu\text{T}$  gemessen. Dies entspricht einem Anteil höher Exponierter von 2,9%, der deutlich niedriger liegt als bei Studien in den USA.

Für die leukämiekranken Kinder ergibt sich im Sinne der a priori formulierten Hypothese ein Odds Ratio von 2,3, das allerdings statistisch nicht signifikant erhöht ist. Bei zusätzlichen Analysen wurden für einen weiteren Parameter, den Nachtwert, und jüngere Kinder konsistent über beide Studien Assoziationen gefunden, die bei zusammengefaßten Analysen statistisch auffällig erhöhte Odds Ratios ergeben. Bei der Zusammenfassung der Daten muß allerdings berücksichtigt werden, daß diese Ergebnisse stark durch den explorativen Charakter der Auswertungen der Niedersachsen-Studie geprägt sind.

Die EMF-Studien in Niedersachsen und Berlin geben damit einige Hinweise auf eine mögliche Assoziation zwischen niederfrequenten magnetischen Feldern und dem Auftreten von Leukämien im Kindesalter. Zwar ergab sich für den a priori gewählten Expositionsparameter keine statistische Signifikanz, allerdings war auch die Fallzahl zu gering, um ein, wenn überhaupt existierendes, dann vermutlich nur geringes relatives Risiko epidemiologisch nachweisen zu können. Die auffällig erhöhten Risikoschätzer für die jüngeren Kinder und die Exposition gegenüber stärkeren magnetischen Feldern während der Nacht sind jedoch nach unserer Auffassung beachtenswert. Sie werden tendenziell auch durch die große amerikanische Studie des National Cancer Institute bestätigt (M. Linet, persönliche Mitteilung). Bezüglich ihrer Hauptfragestellung beobachtete diese Studie auf der Basis von mehr als 1.200 Kindern eine statistisch nicht signifikante relativ schwache Risikoerhöhung [7]. Zwei vorangegangene Studien mit 24h-Messungen in den USA mit kleineren Fallzahlen ergaben unauffällige Ergebnisse [8, 9]. Die Ergebnisse für die zweite Meßmethode, die Kurzzeitmessung, sind konsistent mit vorangegangenen internationalen Studien, bei denen mit Messungen über kurze Zeiträume erniedrigte oder nur schwach erhöhte Risikoschätzer errechnet wurden [10-12].

Die Hauptursachen für erhöhte Magnetfelder in der Wohnung waren hausinterne und -externe Feldquellen im Niederspannungsbereich. Nur bei drei Wohnungen in Niedersachsen, darunter zwei Wohnungen von Familien nicht erkrankter Kinder, und bei keiner einzigen Wohnung in Berlin wurde das stärkere Magnetfeld durch eine nahegelegene Hochspannungsleitung verursacht. In manchen Wohnungen bildete ein in Hausnähe verlegtes unterirdisches Niederspannungskabel ein Magnetfeld aus, das noch innerhalb der Wohnung nachgewiesen werden konnte. In allen Wohnungen, die in 50 bis 200 Metern Nähe zu Hochspannungsleitungen lagen, wurden keine erhöhten Magnetfelder nachgewiesen. Diese Beobachtungen zeigen, daß es nicht sinnvoll gewesen wäre, sich bei der Expositionserfassung vorrangig an Hochspannungsleitungen zu orientieren, wie dies oft in vorangegangenen Studien praktiziert wurde.

### **Aussichten**

Bereits Anfang Dezember 1997 wurde damit begonnen, eine bundesweit durchgeführte Fallkontrollstudie des Deutschen Kinderkrebsregisters um Magnetfeldmessungen zu ergänzen. Die Studie wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Bundesamt für Strahlenschutz finanziert und wird Ende 1999 abgeschlossen werden. Für diese Studie stehen mehr als 2.500 Adressen von Familien mit leukämiekranken und nicht erkrankten Kindern zur Verfügung. Die bei den Studien in Niedersachsen und Berlin bewährte Meßmethodik der Magnetfelder der Energieversorgung wird um die Messung magnetischer Felder des Bahnstromes (16 Hz) erweitert.

Die Studien aus Niedersachsen und Berlin fließen auch in eine von Professor Ahlbom (Schweden) geleitete europäische Verbundstudie ein (EMFCA-Projekt), in der die Daten bereits abgeschlossener Studien nochmals gemeinsam ausgewertet werden.

#### **Dr. rer. physiol. Joachim Schüz**

Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation,  
Universität Mainz  
Langenbeckstr. 1  
55101 Mainz

#### **Dipl.-Ing. Jan-Peter Grigat**

Forschungsverbund EMV biolog. Systeme  
Techn. Universität Braunschweig  
Postfach 33 29  
38023 Braunschweig

### **Literatur:**

1. Michaelis, J, Schüz, J, Meinert, R, Menger, M, Grigat, JP, Kaatsch, P, Kaletsch, U, Miesner, A, Stamm, A, Brinkmann, K, Kärner, H: Childhood leukemia and electromagnetic fields: results of a population-based case-control study. *Cancer Causes Control* 8, 167-174 (1997).
2. Kaatsch, P, Kaletsch, U, Krummenauer, F, Meinert, R, Miesner, A, Haaf, G, Michaelis, J: Case Control Study on Childhood Leukemia in Lower Saxony, Germany. *Klin. Pädiatr.* 208, 179-185 (1996).
3. Friedman, DR, et al: Childhood Exposure to Magnetic Fields: Residential Area Measurements Compared to Personal Dosimetry. *Epidemiology* 7, 151-155 (1996).
4. Michaelis, J, Meinert, R: Elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen im Kindesalter: Eine Zusammenfassung epidemiologischer Studien. *Deutsches Ärzteblatt* 38, 1995.
5. Michaelis, J, Schüz, J, Meinert, R, Zemann, E, Grigat, JP, Kaatsch, P, Kaletsch, U, Miesner, A, Brinkmann, K, Kalkner, W, Kärner, H: Combined risk estimates for two german population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiology* 9, 92-94 (1998).
6. Senatsverwaltung für Gesundheit: Jahresgesundheitsbericht 1994.
7. Linet, MS, et al: Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. *N Engl J Med* 337:1-7, 1997.
8. London, SJ, et al: Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am. J. Epidemiol.* 134, 923-937 (1991).
9. Preston-Martin, S, et al: Los Angeles Study of residential magnetic fields and childhood brain tumors. *Am. J. Epidemiol.* 143, 105-119 (1996).

10. Tomenius, L: 50-Hz Electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm county. Bioelectromagnetics 7, 191-207 (1986).
11. Savitz, DA, et al: Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. Am. J. Epidemiol. 128, 21-38 (1988).
12. Feychting, M, Ahlbom, A: Magnetic fields and cancer in people residing near Swedish high-voltage power lines. Am. J. Epidemiol. 138, 467-481 (1993).

## Technik

# Erdung von Abschirmungen in Anlehnung an bestehende DIN VDE-Normen

**Um unerwünschte niederfrequente elektrische Felder in ihrer Ausbreitung zu begrenzen oder zu verhindern, werden in der Bau- und Elektrobiologie bestimmte elektrisch leitfähige Materialien eingesetzt, wie z.B.: Kabel, Vliese, Textilien, Folien, Gitter, Kleber, Putze und Tapeten.**

Eine Abschirmwirkung kann nur erzielt werden, wenn diese Materialien geerdet werden. Das heißt nichts anderes, als Einbeziehen in den Potentialausgleich bzw. in die Schutzmaßnahme der Elektroanlage. Somit gelten Abschirmmaterialien als elektrische Betriebsmittel.

Die Erdung dieser Materialien muß in Anlehnung an und unter Berücksichtigung bestehender DIN VDE-Normen ausgeführt werden, wie:

- Schutz gegen elektrischen Schlag - DIN VDE 0100, Teil 410
- Erdung und Potentialausgleich nach DIN VDE 0100, Teil 410 + 540
- Sicht- und Prüfkontrolle nach DIN VDE 0100, Teil 610, Abschnitt 4 +5
- EMV nach VDE 0100
- Blitzschutzanlagen nach DIN 57185/VDE 0185
- Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0100, Teil 510/01.97

Die am Wesentlichsten zu beachtenden Punkte sollen hier in einer Kurzform dargelegt werden.

Grundsätzlich dürfen Erdungsmaßnahmen nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden, s. VDE 0105, Teil 1. Nach heutigen Erkenntnissen sind Schirmungsmaßnahmen nur in Gebäuden mit einer Elektroinstallation nach den Grundsätzen des TN-S-Systems oder des TT/IT-Systems möglich. Im TT/IT-System aber nur, wenn alle Erder (gemeinsam) durch einen Schutzleiter oder PA-Leiter verbunden sind und keine Ableitströme zu den/dem Erder fließen (IEC64/929/CDV). Beim TT-System besteht das Risiko, daß der örtliche Erder nicht ausreichend ist, die Ableitströme von Geräten in das Erdreich in Richtung Stromquelle zu leiten.

Beim TN-C- und TN-C-S-System besteht infolge von Streu/Leckströmen oder Ableitströmen die Gefahr der Elektrisierung, die Gefahr von Bränden (übermäßig hohe Ströme) und die Störung der EMV. Ausführlicheres Informationsmaterial zur EMV bietet der VDE-Verlag, wie z.B. die VDE Schriftenreihe Band 66 ("EMV nach VDE 0100").

Durch Schirmungsmaßnahmen dürfen Schutzmaßnahmen nicht aufgehoben oder negativ beeinflusst werden. Auch durch Fehler, wie unbeabsichtigte Verbindungen (z. B. Nägel/Schrauben in der Wand) zwischen Abschirmungen und elektrischen Anlageteilen, dürfen Menschen und Sachwerte nicht gefährdet werden.

Es können Spannungen auftreten, die die zulässige Berührungsspannung von z.B. AC 25V oder 50V und DC 120V weit überschreiten, ohne daß das vorgeschaltete Überstromschutzorgan zum Auslösen kommt. In Bezug auf Personen- und Brandschutz sollte beim Einsatz von Abschirmmaterialien generell als zusätzlich ergänzende

Schutzmaßnahme die Fehlerstromschutzschaltung (RCD mit einem Nennfehlerstrom von 30 mA) zum Überstromschutz eingesetzt werden.

### **An welchen Systemen darf bzw. sollte nicht geerdet werden?**

Nicht geerdet werden darf an Rohrleitungen für Gas und brennbaren Flüssigkeiten. Auch Rohrsysteme für Kalt- oder Warmwasser genügen diesen Anforderungen in der Regel nicht. Ihre durchgehende elektrische Verbindung müßte sichergestellt werden. Wer überwacht und trifft Vorkehrungen beim Ausbau von Teilen oder Teilstrecken, z. B. bei Reparaturen? Leitfähigkeit und Querschnitt müssen dem eines Potentialausgleichsleiters entsprechen. Gefahr durch Streuströme!

Am PEN-Leiter im TN-C-System und am PEN/PE-Leiter im TN-C-S-System sollte aus den bereits genannten Gründen ebenfalls nicht geerdet werden.

### **An welchen Systemen kann geerdet werden?**

Geerdet werden kann am PE-Leiter im reinen TN-S-System, IT/TT-System (IT/TT-System s. Vorbemerkungen) und an einer Potentialausgleichschiene.

Der bewegliche, steckbare Anschluß sollte generell über eine Potentialausgleich-Steckdose und möglichst nicht über eine Schukosteckdose mittels Schuko Stecker erfolgen. Festverlegte Anschlußleiter von Abschirmungen sollten an einer Potentialausgleichschiene oder an einer PE-Schiene im Haupt- oder Unterverteiler vorgenommen werden. Anschlüsse, z. B. am PE-Leiter einer Geräte- oder Schukosteckdose sollten nicht erfolgen. Sie sind in der Praxis ungewöhnlich. Es besteht die Gefahr, daß nicht nur der elektrotechnische Laie, sondern auch die Elektrofachkraft, z. B. beim Stilllegen von Anlageteilen, unbewußt die Abschirmung außer Betrieb setzt.

Metallene Abschirmungen, z. B. Alufolien in Verbindung mit einer Isolierung unter der Dachhaut, werden gerne als Abschirmung gegen elektrische Wechselfelder genutzt. Bei einer vorhandenen Blitzschutzanlage ist die Näherung zu beachten, s. DIN VDE 0185. Abstand ist auch zu Masten von Antennen und Dachständern (EVU) zu halten. Bei zu geringem Abstand zur Abschirmung kann es sonst bei Blitzeinwirkung zum Über- oder Durchschlag kommen. Erhebliche Schäden in technischen Anlagen, sowie Brände können die Folgen sein.

Metallene Abschirmungen, wie Metallfolie, -gitter, -netze etc. sind beim Einbeziehen in die Schutzmaßnahme der Elektroanlage oder in den Potentialausgleich so zu handhaben wie metallene Gebäudeoberflächen, s. DIN VDE 0100, Teil 410 Abschnitt 413.1.2.2 bzw. 413.1.6 sowie Teil 540 Abschnitt 547.1.2.

### **Querschnitte und Farben von Anschlußleitern**

Anschlußleiter an Abschirmungen sind nichts anderes als Potentialausgleichsleiter und sind somit nach DIN VDE 0100, Teil 540, Abschnitt 5.1 9.1 zu bestimmen.

Herstellerempfehlungen, wie Auftackern einer Litze auf der Abschirmung oder den geerdeten Halterahmen einer Steckdose, der dann auf der darunterliegenden Abschirmung aufliegt, als Anschlußpunkt zu verwenden, entsprechen in keiner Weise den Anforderungen eines Anschlußleiters oder Anschlusses nach DIN VDE.

Isolierte Anschlußleiter (Potentialausgleichsleiter), sofern sie nach DIN VDE, Teil 510: 1995-11 ausgeführt sind, müssen in ihrem gesamten Verlauf grün/gelb gekennzeichnet sein.

### **Haftung**

Aus Haftungsgründen sollten die auf dem Markt befindlichen Produkte eingesetzt und auf selbst hergestellte Abschirmungen verzichtet werden. Auch sollte man beim Hersteller auf eine ausführliche Betriebs-/Montageanleitung bestehen. Die Elektrofachkraft, die die Erdung der Abschirmung vornehmen muß, kennt in der Regel die Abschirmeigenschaften der Abschirmmaterialien nicht, weil sie bis heute kaum damit konfrontiert wurde.

Die Betriebs/Montageleitung sollte mindestens beinhalten:

- Produktinformation (Beschreibung der zugesicherten Eigenschaften)
- Wo soll geerdet werden: am Schutzleiter der Elektroanlage oder Potentialausgleichschiene?
- Welches Netzsystem muß vorliegen?
- Welche Schutzmaßnahme in welchem Umfang: z.B. Überstromschutz, Überstromschutz mit Fehlerstrom-Schutzschaltung, etc.?
- Wie groß darf die max. Abschirmfläche bei nur einem Erdleiteranschluß sein?
- Genaue Montageanleitung für Abschirmung und Anschluß.

### **Schirmung von Leitungen bzw. Kabeln**

Feldarme Elektroinstallationen werden mit speziellen geschirmten Leitungen/Kabeln ausgeführt. Die Schirmung der Leitungen/Kabel darf nur einseitig aufgelegt werden. Der bei der Schirmung mitgeführte Beidraht von PVC-Mantelleitungen wird bei der Elektroinstallation in der Regel an der Schutzleiterschiene in der Haupt- oder Unterverteilung aufgelegt und im Laufe der weiterführenden Leitungen in Verteiler- und Schalterdosen mit den anderen abzweigenden geschirmten (Beidraht) Leitungen verbunden. Eine Verbindung unterwegs oder am Ende der Leitungsführung mit dem Schutzleiter oder einem anderen mit Erdpotential verbundenen System sollte unbedingt unterbleiben, um Leiterschleifen (Brummschleifen) zu vermeiden, da dies elektrische und magnetische Felder zur Folge haben kann.

### **Allgemein**

Zwischen der Elektroinstallation nach EMV-Kriterien und nach bau- oder elektrobiologischen Gesichtspunkten besteht kaum ein Unterschied.

In allen Fällen geht es darum, elektrische und magnetische Felder zu vermeiden, wo sie eventuell störend einwirken können, allerdings mit unterschiedlicher Zielsetzung.

Die Leitungsführung der Elektroinstallation, ob Einzelleitung oder gemeinsame Trasse, sowie die Anbringung von Stromkreisverteilern, Meß- und Übergabeeinrichtungen der EVU@s, sollten dementsprechend angebracht oder verlegt werden.

Hierzu ist es sehr wichtig, die spätere Nutzungsart der Räume zu kennen. In der Fachliteratur wird dringend empfohlen, daß alle Gewerke, angefangen beim Architekten, bereits in der Rohbauplanung wegen der EMV zusammenarbeiten. Hier sollten auch die Empfehlungen zur Vermeidung/Reduzierung elektrischer und magnetischer Felder nach bau- oder elektrobiologischen Gesichtspunkten miteinfließen.

Nach heutigen Erkenntnissen besteht durchaus die Möglichkeit, durch spezielle Trassenführung von Versorgungsleitungen, Erdungsmaßnahmen, Vermeidung von Ringleitungen, Einsatz abgeschirmter Leitungen und entsprechende Platzierung von Verteiler- und Übergabeeinrichtungen, Störfelder weitgehendst zu vermeiden oder zu begrenzen. Der VDE-Verlag bietet in Sachen EMV hier einiges an Fachliteratur, auch mit Beispielen aus der Praxis.

**Gerd Welsch**, Aidlingen

### **Politik**

### **NIH: EMF ist eine mögliche Ursache für Krebs**

Ein Expertenkomitee, welches vom NIH (National Institutes of Health), einer wichtigen Behörde im US-amerikanischen Gesundheitswesen, einberufen worden war, stellte in einem am 24. Juni vorgestellten Bericht fest, daß elektrische und magnetische Felder z. B. in der Nähe von Hochspannungsleitungen als mögliche Ursachen für die Krebsentstehung betrachtet werden sollten. "Dieser Bericht sagt nicht, daß das Risiko hoch ist," erklärte Prof. Michael Gallo, Vorsitzender der Expertengruppe. Das Risiko sei "vermutlich recht klein im Vergleich zu anderen Risiken für die öffentliche Gesundheit."

Die Gruppe beendete eine 10tägige Diskussion zum Thema in Brooklyn Park, Minnesota, und stimmte mit 19 zu 9 für die Position, daß elektromagnetische Felder als "mögliches menschliches Karzinogen\* betrachtet werden sollten. Acht Mitglieder sagten, daß sie wegen widersprüchlicher Befunde nicht sagen könnten, ob EMF eine mögliche Ursache für Krebs seien. Ein Mitglied sagte, daß sie es vermutlich nicht seien.

Nach der NIH-Expertengruppe zeigten Studien eine leichte Zunahme von Kinderleukämien bei Kindern, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen lebten und eine Zunahme von chronischen Leukämien bei Erwachsenen, die beruflich einer erhöhten elektromagnetischen Belastung ausgesetzt seien. Es bestehe kein ausreichender Hinweis auf eine Verbindung zwischen einer häuslichen EMF-Belastung und Erwachsenenkrebs, zwischen EMF und Erkrankungen wie Morbus Alzheimer, Depression und Geburtsfehlern sowie zwischen Bildschirmexposition und Fehlgeburten.

**Quellen:** AP vom 25. Juni 1998, Dow Jones vom 25. Juni 1998, UPI vom 28. Juni 1998. ●

## Hochfrequenz

### **Kontroverse in Norwegen über Marine-Bericht zu Geburtsfehlern**

Die norwegische Marine hat im Februar 1998 einen Bericht über Geburtsfehler bei Kindern, deren Väter auf dem Torpedo-Boot KVIKK gearbeitet haben, veröffentlicht und damit eine heftige Kontroverse in den Medien ausgelöst. 1996 war zufällig eine Häufung von Geburtsfehlern, wie etwa Klumpfuß, bekannt geworden, die Anlaß zu einer systematischen Untersuchung gab. Die KVIKK ist ein Boot zur elektronischen Kriegführung, und die genetischen Defekte könnten daher möglicherweise auf eine erhöhte hochfrequente elektromagnetische Strahlung zurückzuführen sein.

Die Studie unter der Leitung von Dr. Jan Helge Halleraker fand nun keine Verbindung zwischen der Arbeit auf der KVIKK und Geburtsfehlern. Admiral Hans Kristian Svensholt, Inspektions-Marinegeneral, wird in der Zeitung Aftenposten vom 3. März zitiert: "Die Zahl der Neugeborenen mit Geburtsdefekten von Diensthabenden an Bord der KVIKK während dieser Zeit ist höher als normal, aber die Zahl ist nicht so hoch, daß eine statistische Beziehung zu Radiowellen und Radarstrahlen aufgetreten sei." Nach dem Bericht wiesen von 85 Kindern 11 Kinder Geburtsfehler auf.

Einige Offiziere, die vom norwegischen Offiziersbund unterstützt werden, werfen den Verfassern des Berichts vor, nicht alle geschädigten Kinder in die Studie aufgenommen zu haben. Die Daten seien manipuliert. Diese Kritik wird von den Verantwortlichen zurückgewiesen.

In einem Interview mit Aftenposten vom 8. März erklärte Admiral Svensholt zu der öffentlichen Kritik: "Der Bericht sagt nicht, daß diese Strahlung nicht gefährlich ist. Er sagt, daß die Beziehung nicht bewiesen werden kann. Diese Schlußfolgerung enthält eine Unsicherheit."

**Quelle:** Microwave News 18 (3), S. 6 (1998).

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 9 September 1998

### Tiermedizinische Beobachtungen

# Hochfrequente Felder als Stressoren für Rinder?

**Seit dem Herbst 1995 bemerkte ein bayerischer Landwirt erhebliche Verhaltensänderungen, Gesundheitsbeeinträchtigungen mit zum Teil tödlichem Verlauf und Minderungen der Milchleistung seiner Kühe. Ein staatlicher Veterinär des zuständigen Veterinäramtes vermutete als Ursache für diese Befunde in einem Bericht vom April 1997 am ehesten die elektromagnetische Hochfrequenzstrahlung nahegelegener Fernseh- und Mobilfunksendetürme. Die bayerische Landesregierung will nun mit einer Studie die möglichen Zusammenhänge zwischen EMF und Gesundheitsbeeinträchtigungen bei Rindern näher untersuchen lassen.**

Zunächst wurde jedoch abgewiegelt. In der Pressemitteilung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 29. Juni 1998 wird festgestellt, daß "alle gemessenen Immissionswerte zusammen aufaddiert im Bereich von etwa 0,5 bis 3 Promille des zulässigen Grenzwertes liegen. Der Grenzwert wird also mindestens um das 300fache unterschritten." Das Bundesamt für Strahlenschutz schließt daraus, daß "nach heutigem Kenntnisstand nur gefolgert werden, daß keinerlei gesundheitliche Einflüsse auf die auf dem Anwesen Obernhof 4 gemessenen elektromagnetischen Felder zurückgeführt werden können."

Es gehört schon eine erhebliche Ignoranz dazu, die Problematik mit dem Hinweis auf die Einhaltung bestehender Grenzwerte zu beantworten. Vom unvoreingenommenen Untersucher sollte zumindest die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß die bestehenden Grenzwerte für den Gesundheitsschutz nicht ausreichen und einer Überprüfung bedürfen.

## Die Beobachtungen des Landwirts

Josef Altenweger aus Schnaitsee hatte seit dem Herbst 1995 beobachtet, daß in seinem Rindviehbestand vermehrt Fehlgeburten - fünf Fälle in 15 Monaten - auftraten oder daß die Tiere erst gar nicht trächtig wurden. Einige Kühe magerten stark ab, mehrere litten unter Entzündungen der Augen. Es traten einige Todesfälle auf. Während seine Kühe jahrelang sowohl quantitativ und qualitativ überdurchschnittlich gute Milchleistungen aufgewiesen hatten, nahmen jetzt sowohl die Milchleistung als auch die Milchqualität, gemessen als ihr Fettgehalt, deutlich ab. Zudem zeigten einige Kühe Verhaltensauffälligkeiten wie unruhiges Hin- und Hertrippeln und ständiges Hin- und Herbewegen des Kopfes.

## Die Hochfrequenz-Sendeanlagen

In 300 m Entfernung vom Anwesens Altenweger befindet sich ein Fernsehturm und in 500 m Entfernung ein Mobilfunkmast. Auf den Türmen sind mehrere Fernseh-, Richtfunk- und Mobilfunksendeanlagen installiert (siehe Tabelle 1). Der Beginn der Vorkommnisse fällt zusammen mit der Aufnahme des Mobilfunksendebetriebs im Jahre 1995.

Tabelle: Sendeanlagen in der Nähe es Anwesens Altenweger.

Sendeanlage	Frequenz	Leistung (Mittelwert)
Richtfunkstrahler (39 Stück)	2,2-18,7 GHz	124 W
C-Netz	461 MHz	34 W
D-Netz	935 MHz	25 W
B-Netz	160 MHz	20 W
Cityruf	460 MHz	50 W

Eurosignal	87,361 MHz	2 kW
TV-Programm 2	510 MHz	20 kW
TV-Programm 3	734 MHz	20 kW
Modacom	427 MHz	15 kW

(nach: Löscher 1998)

Messungen der elektromagnetischen Felder durch das Bundesamt für Post und Telekommunikation und durch die Abteilung für Elektronik und Radar der Universität der Bundeswehr München (Prof. Günter Käs) ergaben für die Frequenzen der TV-Sender im Dachgeschoß des Wohnhauses eine Feldbelastung zwischen 0,35 und 2,6 mW/m<sup>2</sup> (Milliwatt pro Quadratmeter) und für die Mobilfunkfrequenzen Werte zwischen 0,0003 bis 0,00051 mW/m<sup>2</sup>. Des Weiteren wurde an verschiedenen Standorten in der Umgebung und im Stall vorwiegend bei einer Frequenz von 512 MHz (TV-2) gemessen. Es ergaben sich im Stall Werte zwischen 0,02 und 0,8 mW/m<sup>2</sup>, an vier Stellen um den Stall herum Werte zwischen 0,04 und 3,5 mW/m<sup>2</sup> und an verschiedenen Stellen in der Umgebung Feldbelastungen zwischen 0,6 und 7,0 mW/m<sup>2</sup>.

## Der Bericht des Tierarztes

Im November 1996 bat Herr Altenweger das Veterinäramt um Hilfe. Am 15. April 1997 verfaßte der Tierarzt des zuständigen Landratsamtes Traunstein, Dr. Jürgen Schmidt, eine vierseitige Aktennotiz. "Es konnten bei den Ortsterminen in Obernhof die von Herrn Altenweger festgestellten Verhaltensauffälligkeiten bestätigt und weitgehend per Videoaufnahmen dokumentiert werden," heißt es dort.

Es wurden vom Veterinäramt eine Anzahl von Untersuchungen veranlaßt. So besuchte Prof. Klee von der Rinderklinik der Universität München den Hof und vermutete ursächlich Erkrankungen aufgrund von Fütterungs- und Haltungsproblemen. Die daraus resultierenden Klauenveränderungen könnten zu dem ständigen Trippeln führen. Untersuchungen des Futters und der Futtermenge ergaben jedoch keine Auffälligkeiten. "Ein primär ursächlicher Fütterungsfehler ist damit ausgeschlossen" (Schmidt 1997). Auch die vorübergehende Umsiedlung (siehe unten) demonstrierte, daß für das Trippeln, welches bei der Kuh "Gundi" besonders ausgeprägt war, keine Klauenveränderungen verantwortlich waren.

Die Hoftierärzte des Bauern fanden in Blutuntersuchungen ein Ungleichgewicht der Mineralstoffe, "wobei die festgestellten erniedrigten Kalzium-Werte nicht erklärbar waren, da Herr Altenweger ein sehr kalziumreiches Mineralstofffutter verwendet."

## Die vorübergehende Umsiedlung zweier Tiere

Eine vom Veterinäramt veranlaßte Umstallung zweier Kühe führte zu einer Besserung bzw. zu einem Verschwinden der Symptome. Schmidt: "Zwei auffällige Tiere wurden in einen ca. 25 km entfernten Stall in der Gemeinde Trostberg verbracht... Der Versuch ergab, daß sich bei einem Tier (Gundi), das unter auffälligen Verhaltensänderungen litt, diese Verhaltensänderungen im Gaststall schon sehr bald besserten und nach 5 Tagen völlig verschwunden waren." Die zweite Kuh bekam kurz nach der Umstallung eine Euterentzündung, so daß die Beurteilung einer Veränderung nur eingeschränkt möglich war. Dennoch waren auch hier deutliche Verbesserungen feststellbar. "Bei beiden Tieren war nach dem Zurückverbringen in den Bestand Altenweger wieder eine Verschlechterung im Sinne des Wiederauftretens der bereits vorher festgestellten Verhaltensauffälligkeiten festzustellen."

Zusammenfassend stellte der Tierarzt fest, daß keine "eindeutige Ursache" für die gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Rinder gefunden werden konnten. Die Ergebnisse der Umstallung erscheinen jedoch "als eindeutiger Hinweis darauf, daß die auf dem Anwesen gemessenen elektromagnetischen Felder in der Lage sind, die beschriebenen Verhaltensänderungen und Stoffwechselstörungen mit z. T. tödlichem Verlauf zu verursachen." Mit Hinweis auf die erheblichen Schmerzen und Leiden der Tiere im Sinne des Tierschutzgesetzes "muß für eine Abhilfe gesorgt werden".

## Der Streit um die Veröffentlichung der Befunde

Als Schmidt die Ergebnisse seiner Beobachtungen und Maßnahmen zusammen mit Prof. Wolfgang Löscher von der Tierärztlichen Hochschule in Hannover in einer tierärztlichen Fachzeitschrift veröffentlichen wollte, wurde ihm dies durch die bayerische Landesregierung untersagt. Auch Löscher allein wurde seitens der Landesregierung verboten, die Ergebnisse für eine Publikation zu verwenden. Zwischenzeitlich begannen sich die Medien für das Thema zu interessieren. Löscher beschwerte sich beim Ministerium, es möge doch darauf hinwirken, daß die Veröffentlichung "nicht weiter verhindert" werde. Nach dem Hinweis, er werde sonst an die Presse gehen, erhielt er die Genehmigung zur Publikation mit der Auflage, daß der Bauernhof nicht als bayerisches Anwesen erkennbar ist.

Löscher und Käs werten einen Teil der Befunde, wie etwa die vermehrte Fehlgeburtenrate und den Abfall der Milchleistung, als Streßsymptome (Löscher 1998). Es ist bekannt, daß hochgezüchtete Milchkühe besonders empfindlich auf Veränderungen und schädliche Einflüsse ihrer Umwelt reagieren. Bei der Untersuchung möglicher Einflüsse von elektromagnetischen Feldern auf biologische Systeme werden immer wieder Befunde erhoben, die als unspezifische Streßsymptome gewertet werden können.

Die bayerische Landesregierung weist den Vorwurf des Maulkorbs zurück, man habe "Schmidt gebeten, seine Publikation zurückzustellen." Man wolle nur die Ergebnisse einer Untersuchung der bayerischen Landesregierung abwarten. Diese Untersuchung bestand in einer erneuten Messung der EMF durch die Firma Elekluft GmbH, die die oben genannten Werte weitgehend bestätigte, und einer strahlenbiologischen Bewertung durch Dipl.-Ing. Rüdiger Matthes vom Bundesamt für Strahlenschutz. Matthes schloß elektromagnetische Felder als Ursache für die Vorkommnisse aus. "Da die im Viehbestand des Bauern Altenweiger aufgetretenen Anomalien nicht auf die Exposition durch hochfrequente Felder zurückgeführt werden können, muß nach anderen Ursachen gesucht werden," heißt es in seiner Bewertung vom Juni 1998 (StMLU 1998).

## Die Brisanz der Beobachtungen

Vielfach werden nicht EMF sondern psychosomatische Einflüsse für unspezifische, schwer objektivierbare vegetative Störungen beim Menschen verantwortlich gemacht. Solche Einwände lassen sich schwerer beim vorliegenden Fall anführen. Verminderte Milchleistung, verminderter Fettgehalt der Milch und verringerte Fruchtbarkeit sind objektive Parameter, die sich zudem unmittelbar auf das Einkommen des Landwirts niederschlagen. Die Hinweise der Landesregierung, daß die beobachteten Effekte auch Ausdruck eines Fütterungs- oder Haltungsproblems sein könnten, wirken nicht wirklich überzeugend. "Ich führe diesen Betrieb seit über 20 Jahren. Ich hatte überdurchschnittliche Milchleistungen mit der höchsten Qualität. Nun muß ich mir anhören, daß ich zu dumm bin, Kühe zu halten und sie zu melken," klagte der Landwirt im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt.

Die Brisanz der Vorkommnisse liegt in verschiedenen Bereichen:

- Welcher Bauer wird sich in Zukunft noch mit der Aufstellung eines Mobilfunksenders bereit erklären, wenn ihm deutliche Einkommensverluste drohen? Diese und weitere Konsequenzen kämen der Telekommunikationsindustrie sehr ungelegen mit Folgen, die weit über Bayern hinausreichen.
- Wenn Kühe stark auf elektromagnetische Felder deutlich unterhalb der bestehenden Grenzwerte reagieren, warum nicht auch Menschen? Dies wäre ein Hinweis darauf, daß verschiedene unspezifische Beschwerden und andere Langzeiteffekte zumindest zum Teil auf EMF-Effekte zurückgeführt werden könnten. Das EMF-Grenzwertkonzept der ICNIRP, welches nur akute Wärmewirkungen berücksichtigt, wäre nicht länger haltbar.
- Die Prüfung des Vorliegens einer Elektrosensibilität berücksichtigt bisher kaum Langzeiteffekte. Die Kühe benötigten mehrere Tage bis zu einer Normalisierung. Von Menschen, die sich für elektrosensibel halten, wird dagegen erwartet, daß sie innerhalb von Minuten oder Stunden beurteilen können, ob sie einem EMF-Feld ausgesetzt sind oder nicht.
- Die staatlichen Stellen stehen vor einem erheblichen Glaubwürdigkeitsproblem. Die Maßnahmen und Äußerungen der bayerischen Landesregierung und des Bundesamtes für Strahlenschutz lassen nicht die gebotene Zurückhaltung in der Bewertung der Problematik erkennen. Die Forschungsgemeinschaft Funk beschränkt sich auf die kritiklose Wiedergabe dieser Positionen (FGF-Newsletter 1998).

## Das weitere Vorgehen

Das bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen stellt zwar fest: "Die aufgetretenen Krankheitsbilder und Verhaltensanomalien beim Viehbestand des Anwesens Altenweger können nicht auf die vorhandene Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder zurückgeführt werden" (Pressemitteilung vom 29. Juni 1998).

Der bayerische Umweltminister Dr. Thomas Goppel habe "dennoch" angeordnet, "daß den Fragen weiter nachgegangen und eine Untersuchung zum Einfluß elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Rinder durchgeführt wird. Ziel der Studie ist, fachübergreifend in ca. 30 Rinderhaltungen innerhalb und außerhalb Bayerns intensiv zu erforschen, ob sich in mobilfunknahen Bauernhöfen vermehrt Tumorerkrankungen, Fehlgeburten, Mißbildungen oder Leistungsminderungen nachweisen lassen." Diese Untersuchung werde zwei Jahre dauern und etwa 650.000 DM kosten.

Es ist zu begrüßen, daß - wenn auch erst nach erheblichem Druck seitens der interessierten Öffentlichkeit - eine entsprechende Untersuchung durchgeführt werden soll. Aufgrund der offensichtlich bereits feststehenden Position der bayerischen Landesregierung und des Bundesamtes für Strahlenschutz ist jedoch hinsichtlich der Objektivität der Studie Skepsis angezeigt.

Solange keine endgültige Klärung der Ursache für die Vorkommnisse herbeigeführt wurde, stünde es den Beteiligten gut zu Gesicht, mit der notwendigen Unvoreingenommenheit und wirklichem Bemühen zu einer Klärung beizutragen. Es besteht kein Anlaß für eine Elektrosmog-Hysterie, aber auch nicht für institutionelle Selbstgefälligkeit. Insbesondere darf vom Bundesamt für Strahlenschutz mehr erwartet werden als die Verteidigung der eigenen Grenzwerte, will sie nicht weiter in den Verdacht des Industrielobbyismus geraten. Matthes ist gleichzeitig wissenschaftlicher Sekretär der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP), deren etwa ein Dutzend Mitglieder international ein weitgehendes Monopol für Grenzwertfragen besitzen. Von dieser Institution ist eine anhaltende wissenschaftliche Neugier und eine Bereitschaft, die selbst als "gesichert" eingestuften Erkenntnisse immer wieder in Frage zu stellen, zu fordern.

Mittlerweile haben sich andere Landwirte und Tierärzte mit ähnlichen Beobachtungen bei den Medien und den beteiligten Forschern gemeldet. Zudem zeigen verschiedene Wissenschaftler Interesse an den Vorkommnissen, die mittlerweile international Wellen schlagen. So will der Physiker Dr. Theodore Litovitz von der katholischen Universität in Washington die biologische Wirksamkeit der Kombination der emittierten Frequenzen untersuchen. Es wäre denkbar, daß hier ein Schlüssel für die beobachteten Effekte liegt.

**Franjo Grotenhermen, Michael Karus**

nova-Institut, Redaktion Elektrosmog-Report

## **Quellen:**

1. Aktenvermerk Dr. Schmidt, Veterinäramt des Landsratsamtes Traunstein, vom 16.4.1998 zur Tierhaltung Altenweger in Schnaitsee.
2. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU): Untersuchung zu Verhaltensauffälligkeiten und Gesundheitsschäden bei der Rinderhaltung in Schnaitsee. Materialien 137, Juni 1988.
3. Cityweb - Nachrichten: In strahlender Idylle werden Kühe verrückt. 28.3.1998.
4. Kranke Kühe durch Elektrosmog? FGF-Newsletter 2/1998, S.6.
5. Löscher, W., Käs, G: Auffällige Verhaltensstörungen bei Rindern im Bereich von Sendeanlagen. Der praktische Tierarzt 79, 437-444 (April 1998).
6. Pressemitteilung des bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 29. Juni 1998, PM-Nr. 476/98.
7. Verschiedene Presseberichte.

## **Hochfrequenz**

# Kurzwellensender Schwarzenburg abgeschaltet

**Am 29. März 1998 wurde der Kurzwellensender Schwarzenburg vom Schweizer-Radio-International endgültig abgeschaltet. Er ist damit weltweit der erste Rundfunksender, der auf Druck der Anwohner geschlossen wurde. Die Abbrucharbeiten haben Anfang Mai begonnen und sollen bis zum Spätherbst 1998 abgeschlossen sein.**

Der Kurzwellensender Schwarzenburg lag auf einem etwa 1,5 Quadratkilometer grossen Hochplateau auf 800 m über dem Meeresspiegel und war auf drei Seiten von einer voralpinen Hügellandschaft umschlossen. Die Hügellandschaft erreichte in 8 km Distanz Höhen bis zu 1.600 m über dem Meeresspiegel.

Die Sendungen waren vorwiegend für Überseegebiete bestimmt. Die elektromagnetische Strahlung wurde in stark gebündelter Form über diverse Richtantennen zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten in fünf verschiedene Hauptrichtungen (Fernost, Nahost, Afrika, Südamerika und Nordamerika) abgestrahlt. Die Richtantennen bestanden aus drei bis zu 120 m hohen und bis zu 350 m langen "Zäunen". Die Sendeleistungen ohne Antennengewinn lagen, je nach Anzahl der benutzten Sender, zwischen 150 und 550 kW pro Richtung. Gesendet wurde rund um die Uhr. Die Sendezeiten betragen zwischen 1,5 und 12 Stunden pro Tag und pro Richtung.

Kurzwellenstrahlung benutzt die äußerst verlustreiche Ionosphären-Reflektion. Die Ionosphäre ist eine elektrisch leitende Schicht in 250 bis 400 km Erdentfernung. Das Strahlenbündel wird ähnlich dem Scheinwerferlicht möglichst waagrecht abgestrahlt. Es folgt nicht der Erdkrümmung, wird dann von der Ionosphäre auf die Erde zurückgeworfen und von der Erde wieder an die Ionosphäre usw. So werden in mehreren "Hüpfen" 3.000 bis 6.000 km entfernte Kontinente erreicht. Damit in den Empfängerländern überhaupt noch ein Bruchteil eines Bruchteils ankommt, muß die Kurzwellenstrahlung in einer Intensität abgestrahlt werden, die man sonst in der Telekommunikation nicht antrifft.

Der in Schwarzenburg praktizierte Steigwinkel der Strahlenbündel lag zwischen 6 und 17 Grad und reichte bei Weitem nicht aus, um die umgebende Landschaft zu übersteigen. Etwa 40% der abgegebenen Leistung wurde in der bergigen Landschaft absorbiert.

Die so bestrahlte Bevölkerung klagte seit Jahrzehnten über massive Gesundheitsbeschwerden, und der Wald weist dort, wo die Strahlenbündel auf das ansteigende Gelände aufprallten, mehrere Hektar große Löcher auf. Bis Ende der 80er Jahre wurden im Schwarzenburgerland Berichte über Gesundheitsschäden infolge EM-Bestrahlung als sowjetische Propaganda abgetan. Mahner und Forscher wurden vom Schweizer Staatsschutz als Sowjetagenten verfolgt und so bei der Bevölkerung in Mißkredit gebracht. Anfang der 90er Jahre flog der Skandal auf und die Bundesregierung verbot den Staatsschützern ausdrücklich jegliche Aktivitäten im Umweltschutzsektor.

Sodann verlangten die Senderanwohner in einer Petition an die Regierung eine wissenschaftliche Untersuchung, welche in der Folge dann auch bewilligt wurde. Der zuständige Bundesminister Ogi war allerdings überzeugt, daß es keinen Zusammenhang zwischen dem Sender und den Gesundheitsbeschwerden gebe. Es dauerte fünf Jahre, bis die Untersuchungsergebnisse im August 1995 vorlagen.

Untersucht wurden ca. 200 Personen in den bestrahlten Gebieten (Zone A und Zone B) und ca. 200 Personen in der unbestrahlten Zone C. Schwerpunkt der Studie waren psychovegetative Störungen. Lebenserwartung und Todesursachen waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Die Ergebnisse der Studie wurden ausführlich im Elektrosmog-Report, April 1996, vorgestellt.

Tabelle: Verhältnis der Gesundheitsbeschwerden in Zone A und B zu Zone C (vgl. Text)

Symptom	Verhältnis
Schwere Schlafstörungen	5:1
Depressionen	4:1
Krebs (alle Arten)	3:1

zusammengefasst)	
Diabetes	2:1

(Anm. zur Tabelle: Die Zahlen stammen aus "Study on Health Effects of the Shortwave Transmitter Station of Schwarzenburg, Switzerland", Major Report, Aug.1995. Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern. Die deutschsprachige Zusammenfassung, herausgegeben von den Sendebetreibern und dem Bundesamt für Energiewirtschaft BEW, entspricht nur teilweise dem Inhalt der englischen Originalpublikation.)

Hochinteressant ist die Tatsache, daß die genannten gesundheitlichen Störungen in Gebieten mit Feldstärken zwischen 0,4 und 4 V/m oder 1 und 10 mA/m festgestellt wurden, das heißt bei Feldstärken die 7 bis 70 mal unter den Grenzwerten der ICNIRP und des Schweizer Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft lagen. Insbesondere für die Schlafstörungen ergaben sich signifikante Ergebnisse, die in einer Nachfolgeuntersuchung der Universität Bern 1996 noch einmal bestätigt wurden.

Im November 1995 gründete sich die Vereinigung "SchoK" (Schwarzenburg ohne Kurzwellensender). Der beispielhaften Aufklärungsarbeit dieses Vereins ist es zu verdanken, daß es 1997 im Schwarzenburgerland zu einem kleinen "Volksaufstand" kam, als die Telecom ihr Projekt präsentierte, die Sendeanlagen zu modernisieren und um den Faktor 6 zu verstärken (unter Einhaltung der offiziellen Grenzwerte). Die bestehenden Sendeanlagen stammten aus den 50er Jahren und hätten dringend ersetzt werden müssen. Gegen den lokalen Widerstand war dies jedoch nicht mehr durchzusetzen. Am 28. Oktober 97 gab die Bundesregierung den Beschluß des ersatzlosen Abbruchs der Sendeanlagen aus "wirtschaftlichen Gründen" bekannt.

Die Universität Bern hat mit ihren Untersuchungen zu einer veränderten Melatoninausschüttung eine Woche vor und eine Woche nach Abschaltung des Senders ihre dritten Studie durchgeführt. Die Untersuchung wurde von den Senderbetreibern massiv gestört, indem diese die Sendeleistung in der Woche vor der Abschaltung bereits um 50% reduzierten. Die entsprechenden Meßdaten sind beim Verfasser erhältlich.

Beim Autor sind Dutzende von Rückmeldungen aus der Bevölkerung eingegangen, die besagen, daß sich die Schlafqualität bereits eine Woche nach Abschaltung frappant verbessert habe. Außerdem wurde über einen Rückgang der Hyperaktivität bei Kindern berichtet sowie über ein Verschwinden von Gelenk- und Gliederschmerzen. Psychisch Erkrankte sprechen von einer glücklichen Zeit, die sie momentan erleben dürften. Interessant sind auch die Rückmeldungen über einen verbesserten Schlaf bis auf Distanzen von 10 km zum Sender.

**Hans-Ulrich Jakob**

Flühli 17, CH-3150 Schwarzenburg

E-mail: prevotec@bluewin.ch

Der Autor, Geschäftsführer eines kleinen Ingenieurbüros für Steuerungs- und Regelungstechnik, ist seit Jahren aktiv im Widerstand gegen den Kurzwellensender Schwarzenburg. Er verfügt über Tausende von selbsterworbenen Meßdaten bis 10 km rund um den Sender und hat Hunderte von Gesprächen mit betroffenen Menschen geführt.

## Flugsicherheit

### **Ballonabsturz durch Radiosender**

Starke Kurzwellensender stellen in ihrer Nahumgebung eine Gefahr für den Flugverkehr dar. Im Oktober 1997 ist in Sachsen ein Gasballon abgestürzt. Die vier Insassen kamen ums Leben. Ursache für den Absturz war der Kurzwellensender Nauen. In die Nylonfäden des Netzes, das den Ballon hält, sind hochfeine Stahlfäden eingewirkt, die elektrostatische Aufladungen durch z. B. Blitze, schnell auf die ganze Hülle verteilen sollen. Als der Ballon sich den Antennen des Senders auf 100 m näherte, induzierten die starken, pulsierenden elektromagnetischen Felder einen Stromfluß in den Stahlfäden, und die sie umgebenden Nylonseile schmolzen. Damit war der Korb vom Ballon getrennt und raste ohne Halt zu Boden.

Auch Flugzeuge werden von den Sendern gestört. Es kommt vor, daß die Zündung kleiner Flugzeuge ausfällt. Mitte der 80er Jahre stürzte ein Tornado über dem Sender Holzkirchen in Süddeutschland ab, weil das starke Sendefeld den Tiefflugradar lahmgelegt hatte. Seit Anfang der 90er Jahre die sog. Fly-by-wire-Systeme Einzug in die Cockpits hielten, steigt die elektromagnetische Anfälligkeit der Flugzeuge. Ballonfahrer und Piloten fordern, daß starke Sendeanlagen in die Luftfahrtskarten aufgenommen werden.

**Quelle: Schwarzburger, H.: Ende einer Ballonfahrt, Elektromagnetische Induktion: Die unsichtbare Gefahr. VDI nachrichten, 08.05.1998, S. 3.**

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 10 Oktober 1998

### Epidemiologie

## **Details zur Studie über EMF und Gesundheit von Rindern**

**Wie im letzten Elektrosmog-Report berichtet, plant die bayerische Staatsregierung eine Untersuchung zu einem möglichen Zusammenhang zwischen der elektromagnetischen Strahlung von Mobilfunksendern und der Gesundheit von Rindern. Diese wurde angeregt durch die Diskussionen um gesundheitliche Beeinträchtigungen von Kühen eines Landwirtes im bayerischen Schnaitsee.**

In einer Pressemitteilung vom 8. September 1998 des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen wurden nun weitere Details der "weltweit größten Studie zum möglichen Einfluß des Mobilfunks auf die Gesundheit und das Verhalten von Rindern" bekannt gegeben. Danach soll in einer auf zwei Jahre angelegten Studie von Wissenschaftlern der Justus-Liebig-Universität Gießen und der Ludwig-Maximilians-Universität München Rinder in rund 30 mobilfunknahen bzw. mobilfunkfernen Tierhaltungen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten untersucht werden.

"Dabei werden Erkrankungen der jeweiligen Herde, Milchleistung, Geburten, Mißbildungen, Fruchtbarkeitsstörungen und Abgänge erfaßt. Genetische Risikofaktoren eingeschlossen. Außerdem wird die Konzentration des Zirbeldrüsenhormons Melatonin und des Streßhormons ACTH in der Milch bestimmt. Zusätzlich werden bei ausgewählten Tieren regelmäßig der Gesundheitsstatus und das Verhalten kontrolliert, ergänzt durch spezielle zuchthygienische Untersuchungen und haltungsspezifische Parameter, wie das Futter, das Stallklima sowie Schadstoffkonzentrationen in Luft und Wasser, als auch bakteriologische und mykologische Tests zum Aspekt der Stallhygiene. Die elektromagnetische Feldbelastung der Höfe wird von der Ingenieurgemeinschaft für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH, München, gemessen."

An dem knapp 700.000 DM teuren Projekt beteiligen sich auf Wunsch des bayerischen Landtags nach dem Verursacherprinzip die vier in Bayern tätigen Mobilfunkbetreiber DeTeMobil Deutsche Telekom MobilNet GmbH, VIAG Interkom GmbH & Co., E-Plus Mobilfunk GmbH und Mannesmann Mobilfunk GmbH mit jeweils 100.000 DM, ohne Einfluß auf das wissenschaftliche Programm nehmen zu können.

Das Umweltministerium sei daran interessiert alle bayerischen Rinderhaltungen in das Vorhaben einzubeziehen, "von denen bekannt ist oder behauptet wird, daß dort ähnliche Verhaltensanomalien oder Gesundheitsschäden bei Rindern wie in Schnaitsee aufgetreten sind." Daher habe man den Dachverband der Bürgerinitiativen zum Schutz vor Elektrosmog und die Bayerische Bürgerwelle e.V. um Mitwirkung gebeten. "Diesem Wunsch kam der Verband trotz dreimaliger Aufforderung bedauerlicherweise nicht nach. Darüber hinaus nahm der Dachverband auch nicht das Angebot des Ministeriums an, eigene Untersuchungsziele vorzuschlagen."

Nach dem zunächst wenig überzeugenden Umgang mit der Problematik seitens der Landesregierung und des Bundesamtes für Strahlenschutz (siehe Elektrosmog-Report, September 1998) ist nun ein deutliches Bemühen erkennbar, den Sachverhalt mit einem klaren Konzept zu klären.

**Quelle:** Pressemitteilung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 8. September 1998.

## Epidemiologie

# Spontane Fehlgeburten und elektrische Heizdecken

**Nach einer Studie der Yale-Universität wird die Rate spontaner Fehlgeburten durch die Verwendung elektrischer Heizdecken zur Zeit der Empfängnis leicht vergrößert. Die Verwendung einer elektrischen Heizdecke im späteren Verlauf der Schwangerschaft oder die Benutzung eines geheizten Wasserbettes waren jedoch nicht mit einer Zunahme der Fehlgeburten verbunden.**

Kathleen Belanger und Kollegen hatten 2.967 Frauen in die Studie aufgenommen, die sich zwischen 1988 und 1991 vor der 16. Schwangerschaftswoche zur Beobachtung des Schwangerschaftsverlaufes im Yale New Haven-Krankenhaus begaben (Belanger 1998). Als spontaner Abort wurde die unfreiwillige Unterbrechung der Schwangerschaft vor der 28. Schwangerschaftswoche definiert. Insgesamt traten zwischen der 7. und 25. Schwangerschaftswoche 135 spontane Fehlgeburten auf. Das ist eine Fehlgeburtenrate von 4,6%. Mit einer Erhöhung dieser Rate waren folgende Gegebenheiten verbunden: unverheiratet sein, Alter über 35 Jahre, mehr als eine vorausgegangene Schwangerschaft, ein verstärkter Koffeinkonsum sowie eine Verwendung eines elektrischen Heizkissens während der Empfängnis.

Bei den 153 Frauen, die während der Empfängnis eine elektrische Heizdecke verwendeten, trat in 9,15% der Fälle ein spontaner Abort auf. Das ist ein etwa um den Faktor 1,8 signifikant erhöhtes Risiko (95%-KI: 1,1-3,1). Nach Berücksichtigung möglicher weiterer Einflußfaktoren sank das erhöhte Risiko leicht auf 1,7 (KI: 0,96-3,2). Die Verwendung einer elektrischen Heizdecke im späteren Schwangerschaftsverlauf, die Verwendung eines geheizten Wasserbettes und auch die Stärke der elektromagnetischen Felder nach dem Verkabelungs-Code (wire code) waren nicht mit einer erhöhten Abortrate verbunden.

## Diskussion

Die Autoren vermuten, daß die höhere Rate spontaner Aborte bei der Empfängnis in der Gruppe der Benutzerinnen elektrischer Heizdecken zum Teil auf das durchschnittlich etwas höhere Alter in dieser Gruppe zurückgeführt werden könne. Etwa 30% der Benutzerinnen elektrischer Heizdecken war älter als 35 Jahre.

Eine Schwachstelle der Studie bestehe in der mangelhaften Erfassung früher Fehlgeburten. Nur 14,1% des Gesamtkollektivs war vor der 10. Schwangerschaftswoche befragt worden. Die meisten Schwangerschaftsverluste geschehen jedoch vor der 10. Schwangerschaftswoche, oft noch bevor die Schwangerschaft überhaupt bemerkt wird. Solche Frühaborte seien in dieser Studie daher nicht erfaßt worden, so daß auch nichts zur Wirkung von EMF auf frühe Aborte ausgesagt werden könne. Dieses Problem kann nur überwunden werden, wenn alle Frauen, die schwanger werden, erfaßt werden.

## Frühere Studien

Jukka Juutilainen von der Universität Kuopio/Finnland haben dieses Problem berücksichtigt und tatsächlich von einer erhöhten Zahl von frühen Schwangerschaftsverlusten bei erhöhter elektromagnetischer häuslicher Belastung berichtet (Juutilainen 1993). Eine Gruppe von Frauen, die versuchten, schwanger zu werden, wurden sechs Monate lang beobachtet. Mit Hilfe von Hormonbestimmungen wurden sowohl Schwangerschaften als auch Frühaborte diagnostiziert. In der Gruppe der Frühaborte von 98 Frauen wurde im Vergleich zur Kontrollgruppe von 102 Frauen etwa 5 mal häufiger eine vergleichsweise hohe häusliche elektromagnetische Belastung von mehr als 0,25 Mikrottesla gemessen. Allerdings war die Gesamtzahl der Frauen, die einer erhöhten Belastung ausgesetzt waren, sehr klein (7 Fälle, 2 Kontrollen) mit einem großen Konfidenzintervall (95%-KI: 1-25), so daß die Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden sollten.

Daneben wurden eine Anzahl von Untersuchungen zu Fehlgeburten bei Arbeiterinnen an Bildschirmarbeitsplätzen durchgeführt. Zwei frühe Untersuchungen zeigten erhöhte Risiken (Ericson 1986, Goldhaber 1988), während in fünf späteren Untersuchungen aus den Jahren 1989 bis 1992 keine erhöhten Risiken gefunden wurden (Bryant 1989, Nielsen 1990, Windham 1990, Schnorr 1991, Lindbohm 1992). Die möglichen Auswirkungen von Bildschirmfeldern auf den Schwangerschaftsverlauf waren wesentliche Gründe für die Entwicklung strenger EMF-Standards für Monitore.

Nancy Wertheimer und Ed Leeper diskutierten als mögliche Risikofaktoren für eine erhöhte Rate spontaner Aborte elektrisch geheizte Betten und andere elektrische Heizsysteme (Wertheimer 1989). Untersucht wurde ein saisonaler Unterschied der Abortrate. Da angenommen werden kann, daß diese elektrischen Geräte in der kalten Jahreszeit vermehrt verwendet werden, so wäre bei einem Einfluß elektromagnetischer Felder auf die Fehlgeburtenrate eine höhere Rate in den Wintermonaten zu erwarten. Tatsächlich wurde diese Annahme auch bestätigt. Kritiker haben den Autoren allerdings vorgehalten, daß die verglichenen Monate - Oktober bis Januar gegenüber Februar bis Mai - nicht die Heizsaison gegenüber der Nicht-Heizsaison repräsentierten (Kalvenberg 1991).

## Schlußfolgerung

Die Frage, ob elektromagnetische Felder zu einer erhöhten Rate von Fehlgeburten führen, kann bisher nicht sicher beantwortet werden. Wenn es einen Effekt gibt, dann ist er sicher klein, da der Einfluß sonst durchgängiger aufgefallen wäre. Möglicherweise besteht ein erhöhtes Risiko in den ersten Wochen nach der Empfängnis, so daß in dieser Zeit auf eine langzeitige körpernahe Verwendung elektrischer Geräte wie Heizdecken verzichtet werden sollte. Ein Zusammenhang von Fehlgeburten und der Arbeit an Computermonitoren, wie er nach den ersten beiden Untersuchungen Mitte der achtziger Jahre vermutet wurde, erscheint nicht wahrscheinlich.

## Literatur:

1. Belanger, B., Leaderer, B., Hellenbrand, K., et al.: Spontaneous abortion and exposure to electric blankets and heated water beds. *Epidemiology* 9, 36-42 (1998).
2. Bryant, H. E., Love, E. F.: Video display terminal use and sponatneous abortion risk. *Int. J. Epidemiol.* 18, 132-138 (1989).
3. Ericson, A., Kallen, B.: An epidemiologic study of work with video screens and pregnancy outcome. II. A case-control study. *Am. J. Ind. Med.* 9, 450-475 (1986).
4. Goldhaber, M. K., Polen, M. R., Hiatt, R. A.: The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy. *Am. J. Ind. Med.* 13, 695-706 (1988).
5. Juutilainen, J., Matilainen, P., Saarikoski, S., Laara, E., Suonio, S.: Early pregnancy loss and exposure to 50-Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 14, 229-236 (1993).
6. Klavenberg, B. J.: Re: "Fetal loss associated with two seasonal sources of electromagnetic field exposure." *Am. J. Epidemiol.* 234, 913-914 (1991).
7. Lindbohm, M.-L., Hietanen, M., Kyrrönen, P., et al.: Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion. *Am. J. Epidemiol.* 136, 1041-1051 (1992).
8. Nielsen, C. V., Vrandt, L. P. A.: Spontaneous abortion among women using video display terminals. *Scand. J. Work Environ. Health* 16, 323-328 (1990).
9. Schnorr, T. M., Grajewski, B. A., Hornung, R. W., et al.: Video display terminals and the risk of sptaneous abortion. *N. Engl. J. Med.* 324, 727-733 (1991).

10. Wertheimer, N., Leeper, E.: Fetal loss associated with two seasonal sources of electromagnetic field exposure. *Am. J. Epidemiol.* 129, 220-224 (1989).
11. Windham, G. C., Fenster, L., Swan, S. H., Neutra, R. R.: Use of video terminals during pregnancy and the risk of spontaneous abortion, low birth weight or intrauterine growth retardation. *Am. J. Ind. Med.* 18, 675-688 (1990).

## Monitorkompensator

Es ist bekannt, daß die Magnetfelder der Oberleitungen der Bahn Computerbildschirme stören können. Einzige Abhilfe war bislang die Verwendung von Abschirmblechen aus Mu-Metall. Auf der EMV '98 im Februar 1998 in Düsseldorf wurde der aktive "Monitor-Kompensator" der Firma *Bavaria Elektronik Rosenheim* präsentiert (vgl. *Elektrosmog-Report*, März 1998). Der würfelförmige Monitor-Kompensator mißt die externen Magnetfelder und kompensiert diese durch ein Gegenfeld. In den Aluminiumröhren des Würfels stecken drei Helmholtzspulen-Paare, die das externe magnetische Feld kompensieren sollen. Das Gerät besitzt für jede Raumachse einen Sensor, der die Störfeldstärke mißt und an eine Steuereinheit weiterleitet. Im Gegensatz zu passiven Abschirmungen erzielt der Kompensator hierdurch einen Rundumschutz des Monitors.

Die renommierte Fachzeitschrift *c't* (computertechnik) hat nun dieses Gerät getestet: Im Praxistest konnte sich das Gerät bewähren. Nach einer Einmeßzeit von 15 - 20 Sekunden war das vorher flimmernde Monitorbild stabil. Infolge der Bahnfelder wurden im Bereich des Monitors 0,4 bis 0,9 Mikrottesla gemessen. Der Kompensator konnte dieses Feld auf 0,02 Mikrottesla reduzieren. Selbst in 5 m Abstand vom Bahndamm konnten Feldstärken von 3 Mikrottesla auf 0,4 Mikrottesla gesenkt werden. *c't* schreibt: "Damit sollte der Monitorkompensator jeder Störung Herr werden."

Für den Bildschirmarbeiter treten infolge der Kompensation nur geringe Feldänderungen auf: "Außerhalb des Würfels stieg das magnetische Feld durch den Kompensator um circa 1-2%."

Der Monitorkompensator stellt damit eine gute Alternative zu Mu-Metall-Abschirmungen dar. Mit einem Preis von 2.360 DM (15-17") bzw. 2.560 DM (19-21") ist der Kompensator allerdings nur wenig preiswerter als moderne LCD-Flachmonitore, die gegen magnetische Störungen von Natur aus unempfindlicher sind.

**Kontakt:** Bavaria Elektronik Rosenheim, Tel.: 08031-24 60-0.

**Quelle:** *c't*, Nr. 16, 1998.

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 11 November 1998

### Niederfrequenz

## EMF beeinflussen die Herzfrequenzvariabilität

Die normale Variabilität der Herzfrequenz bei gesunden jungen Männern wird durch intermittierende niederfrequente elektromagnetische Felder von 20 Mikrottesla vermindert. Das wiesen amerikanische Forscher vom Midwest Forschungsinstitut in Kansas City in einer Studienfolge nach. Es ist bekannt, dass eine verminderte Herzfrequenzvariabilität mit einem erhöhten Risiko für schwere Herzrhythmusstörungen und den plötzlichen Herztod assoziiert ist. Die Ergebnisse haben über diesen speziellen Gesichtspunkt hinaus Bedeutung, da es sich um einen Befund handelt, der durch sonst meistens nur schwer quantifizierbare Veränderungen im Bereich des vegetativen Nervensystems bedingt ist.

Ein Metronom schlägt völlig gleichmäßig. Ein gesundes Herz macht das nicht, auch nicht in völliger Ruhe, sondern die Frequenz des Herzschlages fluktuiert ein wenig um eine mittlere Frequenz. Sowohl die Herzfrequenz - der Puls - als auch die Variabilität der Herzfrequenz werden durch das Wechselspiel von Sympathikus und Parasympathikus, den beiden Gegenspielern des vegetativen Nervensystems, beeinflusst. Die Herzfrequenz wird durch den Einfluss des Sympathikus beschleunigt und durch den Parasympathikus verlangsamt.

## Ein erst seit wenigen Jahren beachtetes Phänomen

Ende der siebziger Jahre wurde nachgewiesen, dass eine verminderte Variabilität der Herzfrequenz bei Patienten, die einen Herzinfarkt erlitten hatten, mit einer erhöhten Sterblichkeit verbunden ist (Wolf 1978). Wer eine vergleichsweise geringe Frequenzvariabilität, d. h. eine Frequenzstarre, aufweist, stirbt nach überlebtem Herzinfarkt im Durchschnitt früher. Heute ist bekannt, dass das vegetative Nervensystem bei der Entstehung lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen eine zentrale Rolle spielt. Immer deutlicher erkannten Mediziner in den letzten zwanzig Jahren die Bedeutung der Herzfrequenzvariabilität für das Überleben. So wurde beispielsweise in der umfangreichen Framingham-Herzstudie, in der viele tausend Menschen über Jahrzehnte regelmäßig untersucht wurden, die Herzfrequenzvariabilität als ein unabhängiger prognostischer Faktor für das Sterblichkeitsrisiko bei älteren Menschen ermittelt (Tsuji 1994).

## Physiologie der Herzfrequenzvariabilität (HRV)

Periodische Schwankungen der sympathisch-parasympathischen Aktivität verursachen eine Fluktuation des Herzrhythmus. Kontrollmechanismen des Herzkreislaufsystems führen zu dauernden Frequenzkorrekturen, die eine periodische geringfügige Beschleunigung bzw. Verlangsamung des Herzschlages bewirken. Sie werden nicht bewußt wahrgenommen. Diese periodischen Veränderungen lassen sich grob drei Frequenzbereichen bzw. Frequenzbändern zuordnen (Kleiger 1993, Ori 1992):

1. Ein schneller Rhythmus von 15 bis 25 pro Minute im Rhythmus der Atmung (Hochfrequenzband von 0,25-0,4 Hz). Bei der Ausatmung nimmt die Herzfrequenz ein wenig ab, bei der Einatmung zu.
2. Ein mittlerer Rhythmus von etwa 6 pro Minute im Rhythmus der Blutdruckregulation (Mittelfrequenzband von 0,1-0,15 Hz). Der sogenannte 10-Sekunden-Rhythmus entsteht durch Schwankungen der Aktivität von Blutdruck-Rezeptoren in der Wand der Hauptschlagader und der Halsschlagader. Eine Blutdruckerhöhung führt zur Dehnung der Blutgefäßwände mit einer Aktivierung dieser Rezeptoren und nachfolgender Blutdruckerniedrigung und Herzfrequenzverminderung.
3. Langsame Rhythmen mit Frequenzen von weniger als 6 pro Minute, die beispielsweise auf vegetativen Schwankungen der Wärmeregulation des Körpers beruhen (Niederfrequenzband von < 0,1 Hz). Zudem gibt es noch wesentlich langsamere Rhythmen bis zu einem 24-Stunden-Rhythmus, die langzeitige Schwankungen in der Balance des vegetativen Nervensystems repräsentieren.

In ihrer Gesamtheit machen diese Fluktuationen die mit verschiedenen Messgrößen beschreibbare Herzfrequenzvariabilität (HRV) aus. Moderne Analysemethoden lassen Quantifizierungen der HRV und ihre grafische Darstellung in den verschiedenen Frequenzbändern zu.

## Störungen der Herzfrequenzvariabilität

Störungen im Bereich des vegetativen Nervensystems führen zu Störungen der HRV. So konnte in verschiedenen Studien eine Überstimulation des Sympathikus bzw. eine Unterstimulation des Parasympathikus als Ursache des HRV-Abfalls bei verschiedenen Herzerkrankungen wie Herzinfarkt, koronarer Herzkrankheit und Bluthochdruck nachgewiesen werden. Die Verschiebung der vegetativen Balance zugunsten der Aktivität des Sympathikus vergrößert die Gefahr lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen. Auch einige Medikamente können zu Beeinflussungen der Herzfrequenzvariabilität führen. Nun üben möglicherweise auch elektromagnetische Felder hier einen Einfluss aus. Das legen die jüngst in der Zeitschrift *Bioelectromagnetics* veröffentlichten Untersuchungsergebnisse einer amerikanischen Arbeitsgruppe nahe.

## Die Studie von Sastre und Kollegen

Antonio Sastre, Mary Cook und Charles Graham vom Midwest Forschungsinstitut in Kansas City/USA untersuchten in drei aufeinanderfolgenden Studien den nächtlichen Einfluss elektromagnetischer niederfrequenter Felder (60 Hz) auf gesunde Freiwillige im Alter zwischen 18 und 35 Jahren. Die Teilnehmer erreichten abends um 22 Uhr das Untersuchungslabor. Die Untersuchungen selbst fanden während des Schlafes zwischen 23 abends und 7 Uhr morgens statt. Sie wurden an drei verschiedenen Kollektiven durchgeführt.

1. In der ersten Studie wurden 33 Probanden entweder einem  $20 \mu\text{T}$  (Mikrotesla) starken Feld, einem  $1 \mu\text{T}$  starken Feld oder einer Scheinexposition ohne elektromagnetische Belastung ausgesetzt. Dabei waren in den beiden EMF-belasteten Gruppen die Felder nicht kontinuierlich eingeschaltet, sondern im Wechsel von einer Stunde vollständig ausgeschaltet. In den "Ein"-Stunden wurden die Felder zudem alle 15 Sekunden ein- und ausgeschaltet. Dieses Vorgehen einer intermittierenden Exposition soll realistische Bedingungen wechselnder Feldstärken simulieren. Von 29 der 33 Probanden lagen komplette Daten zur Auswertung vor.
2. In der zweiten Studie diente jeder der 40 Teilnehmer doppelblind als seine eigene Kontrolle. Jeder Proband erhielt in einer Nacht eine Scheinexposition und in einer weiteren Nacht eine Exposition mit  $20 \mu\text{T}$  in der intermittierenden Art und Weise wie in Studie 1. Von 22 Probanden lagen nach beiden Nächten komplette Daten vor.
3. In der dritten Studie wurde wie in Studie 2 vorgegangen, jedoch wurde kein intermittierendes Feld ausgesendet, sondern das  $20 \mu\text{T}$ -Feld wurde um 23 Uhr ein und um 7 Uhr ausgeschaltet. Von 26 der hierbei teilnehmenden 40 Probanden lagen komplette Daten vor.

## Ergebnisse der nächtlichen Untersuchungen

In den Studien 1 und 2 fiel eine deutliche Verminderung der Herzfrequenzvariabilität im Niederfrequenzband (0,0-0,1 Hz) unter der intermittierenden Exposition mit einem 60-Hz-Feld von  $20 \mu\text{T}$  Stärke auf (Abbildungen 1 und 3). Die Herzfrequenzvariabilität im Hochfrequenzband (0,15-0,40) war in den Stunden mit EMF-Belastung dagegen gesteigert (Abbildung 2). Im Verlauf der Nacht fanden sich unter EMF-Belastung Änderungen der natürlichen Verläufe der Herzfrequenzvariabilität in den verschiedenen Frequenzbändern (Abbildungen 3 und 4).

Eine geringere magnetische Feldstärke von  $1 \mu\text{T}$  verursachte keine messbaren Effekte (Abbildung 1). Auch bei kontinuierlicher Exposition, wie sie in Studie 3 vorgenommen worden war, wurde keine Beeinflussung der Herzfrequenzvariabilität ermittelt (nicht bildlich dargestellt).

## Diskussion der Befunde

Die natürliche Fluktuation der Herzfrequenz, die sogenannte HRV (Herzfrequenzvariabilität) wurde durch niederfrequente Wechselfelder signifikant beeinflusst. Im Niederfrequenzband der HRV ( $< 0,1 \text{ Hz}$ ), das die langsamen vegetativen Rhythmen des Körpers wie etwa die Wärmeregulation widerspiegelt, wurde eine Verminderung der Variabilität gefunden. Im Hochfrequenzband der HRV (0,15-0,4), das die schnelleren vegetativen Rhythmen widerspiegelt, wurde dagegen eine Zunahme gemessen. Wie sind diese Beobachtungen zu bewerten?

1. Zunächst ist festzuhalten, dass in zwei verschiedenen Kollektiven - in den Studien 1 und 2 - gleichartige Einflüsse durch ein intermittierend ein- und ausgeschaltetes 60-Hz-Wechselfeld von  $20 \mu\text{T}$  gemessen wurden. Das lässt - mit der nötigen Zurückhaltung - auf ein reproduzierbares Phänomen bzw. auf einen wirklichen Effekt schließen.

2. Die fehlende Beeinflussung durch eine Dauereexposition mit EMF in Studie 3 ist ein Hinweis darauf, dass das Ein- und Ausschalten der Exposition ein wichtiger Faktor für die biologische Wirkung niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Herzaktion sein könnte.

3. In nahezu allen klinischen Studien zur Untersuchung der HRV für Herzkreislaufisrisiken wurde berichtet, dass ein höheres Risiko vor allem mit einer Verminderung der Fluktuation im Niederfrequenzband verbunden ist (Bigger 1992). Auch in der oben erwähnten Framingham-Herzstudie war nur die Verminderung im Niederfrequenzband ein unabhängiger Risikofaktor für die Mortalität (Tsuji 1994). Genau in diesem Bereich wurde in der Studie von Sastre und Kollegen eine Verminderung durch periodische EMF-Exposition gefunden. Danach stehen niederfrequente Magnetfelder im Verdacht, Herzrhythmusstörungen und plötzlichen Herztod zu begünstigen.

Psychologische Spannung, Stress und mentaler Zustand (z. B. Schlafentiefe), die ihrerseits Auswirkungen auf das Vegetativum haben, haben damit auch mittelbar Auswirkungen auf die Herzfrequenzvariabilität (Malik 1993). Eine verminderte HRV muß daher nicht auf einer unmittelbaren Wirkung auf die autonome Aktivität des vegetativen Nervensystems beruhen, sondern kann ein indirekter Effekt sein.

Dennoch sind die Befunde über die konkrete Beobachtung hinaus bemerkenswert, da sie Wirkungen elektromagnetischer Felder objektivieren, an denen das autonome Nervensystem maßgeblich beteiligt ist. Erinnert werden soll in diesem Zusammenhang auch an eine Studie aus der Neurologischen Klinik der Universität Freiburg, nach der elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen in der Lage waren, den Blutdruck zu erhöhen (vgl. Elektrosmog-Report, Juli 1998). Meistens sind beobachtete vegetative Veränderungen im Zusammenhang mit EMF jedoch sehr unspezifisch - Kopfschmerzen, Schlafstörungen etc. - und können leicht als psychosomatisch oder nicht mit den Feldern ursächlich in Verbindung stehend angesehen werden. Parameter, die eine Quantifizierung solcher Einflüsse ermöglichen, sind daher von großem Wert.

## Ungeklärte Fragen

Wie kommt die nächtliche Beeinflussung der HRV im konkreten Fall zustande? Neben einer unmittelbaren Wirkung durch EMF ist auch eine mittelbare Wirkung denkbar, beispielsweise durch eine Beeinflussung der Schlafentiefe, die ebenfalls die HRV beeinflussen würde. Wirkungen von EMF auf die Schlafentiefe wurden bereits früher beschrieben (vgl. Elektrosmog-Report, August 1996). Um diese Frage zu klären, wären simultane Messungen der Hirnströme mittels Elektroenzephalogramm notwendig gewesen. Auch Messungen der Atemfrequenz sind von Interesse, um den genauen Angriffspunkt für die beobachtete Wirkung zu ermitteln. Zudem ist unbekannt, wie lange die Wirkungen auf die HRV nach der EMF-Exposition anhalten. Sastre und Kollegen planen zur Zeit Studien, in denen diesen Fragen nachgegangen werden soll.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob es Personen gibt, die auch bei niedrigeren Feldstärken mit vegetativen Veränderungen reagieren. In der vorliegenden Studie wurden junge gesunde Männer untersucht, die bei einer Magnetfeldstärke charakteristische Veränderungen zeigten, die zwar deutlich unter den internationalen Grenzwerten von  $100 \mu\text{T}$ , jedoch wesentlich über der durchschnittlichen Wohnraumbelastung von  $0,05$  bis  $0,1 \mu\text{T}$  liegt. Wie verhält es sich mit anderen Altersgruppen, mit chronisch Kranken, mit psychovegetativ stark belasteten Personen? Gibt es möglicherweise besonders empfindlich reagierende bzw. elektrosensible Personen? Welche Auswirkungen haben die Ergebnisse für die Arbeitswelt, in der in einigen Branchen Feldstärken von mehreren Mikrotesla auftreten können?

## Erste epidemiologische Daten

Die hier vorgestellten experimentellen Befunde veranlassten David Savitz von der Universität von North Carolina, Daten früherer Studien an 140.000 Arbeitern von Energieversorgungsunternehmen erneut auszuwerten. Danach bestand in der höchsten Expositions-kategorie eine Verdoppelung des Risikos für Todesursachen, die im Zusammenhang mit Herzrhythmusstörungen stehen. Es bestand sowohl eine Beziehung zur Stärke als auch zur Dauer der EMF-Exposition. Frühere epidemiologische Studien hatten Herzkreislaufkrankungen bisher nur in ihrer Gesamtheit betrachtet und keine erhöhten Risiken bei EMF-Exposition gefunden. Die neuen epidemiologischen Daten von Savitz sollen in naher Zukunft im American Journal of Epidemiologie veröffentlicht werden.

Sastre weist darauf hin, dass trotz aller Hinweise die Hypothese, elektromagnetische Felder beeinflussten die Herzfrequenzvariabilität und erhöhten damit das Risiko für lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen, bisher

nicht bewiesen sei. Das schöne sei jedoch, "dass wir wissen, wie wir die Daten bekommen können, um sie entweder zu bestätigen oder zu verwerfen."

**Franjo Grotenhermen**

nova-Institut, Redaktion Elektromog-Report

### **Literatur:**

1. Bigger, J. T., Fleiss, J. L., Steinmann, R. C., Rolnitzky, L. M., Kleiger, R. E., Rottman, N.: Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. *Circulation* 85, 164-171 (1992).
2. EMFs shown to change human cardiac rhythms: predicted rise in heart disease supported by EPI Study. *Microwave News* 18(4), 2-3 (1998).
3. Kleiger, R. E., Bosner, M. S., Rottman, J. N., Stein, P. K.: Time-domain measurements of heart rate variability. *J. Amb. Monit.* 6, 1-18 (1993).
4. Malik, M., Camm, A. J.: Heart rate variability: from facts to fancies. *J. Am. Coll. Cardiol.* 22, 566-568 (1993).
5. Ori, Z., Monir, G., Weiss, J., Sayhouni, X., Singer, D. H.: Heart rate variability. Frequency domain analysis. *Cardiol. Clin.* 10, 499-537 (1992).
6. Sastre, A., Cook, M.R., Graham, C.: Nocturnal exposure to intermittent 60 Hz magnetic fields alters human cardiac rhythm. *Bioelectromagnetics* 19, 98-106 (1998).
7. Tsuji, H., Venditti, F. J., Manders, E. S., Evans, J. C., Larson, M. G., Feldman, C. L., Levy, D.: Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort: The Framingham heart study. *Circulation* 90, 878-883 (1994).
8. Wolf, M. W., Varigos, G. A., Hunt, D., Sloman, J. G.: Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. *Med. J. Austral.* 2, 52 (1978).

### **Versicherungen**

## **Risiko EMF - Die zivilrechtliche Haftungssituation in Deutschland**

"Während das Thema elektromagnetische Felder (EMF) seit geraumer Zeit die Verwaltungsgerichte beschäftigt und in der öffentlichen Literatur rege diskutiert wird, steht eine umfassende zivilrechtliche Untersuchung der damit verbundenen Haftungsrisiken offensichtlich noch aus." Mit dieser Aussage leiten die Rechtsreferendare Sasche Halbe (Kanzlei Knoke, Sallawitz, v. Bismarck in Hannover) und Frank Quante (Kanzlei Rinsche und Speckmann in Potsdam) ihre umfassende Bestandsaufnahme und Analyse der zivilrechtlichen EMF-Haftungssituation ein. Ihr 19seitiger Text befaßt sich mit der Kausalitätsfrage, nachbarrechtlichen Ansprüchen (§§ 1004, 906 BGB), Schadensersatzansprüchen (§ 1 ProdHaftG und § 823 BGB), Erkenntnisfortschritten und Haftungsrisiken sowie vertraglichen Ansprüchen (§§ 459 und 535 ff. BGB).

Zum Thema "Erkenntnisfortschritte und Haftungsrisiken" schreiben die Autoren, "daß es gerade Produzenten von Geräten mit erheblichen Feldstärken (...) keinesfalls leichtfallen dürfte, den Beweis dafür zu erbringen, daß mögliche Gesundheitsgefahren zum Zeitpunkt der Inverkehrgabe unbekannt waren. Als Ursache für die gegenwärtige Unmöglichkeit, verlässliche Aussagen über den Grad der Gesundheitsgefährdungen durch elektromagnetische Felder zu machen, kommt die mangelnde Bereitschaft, Erkenntnisse zu gewinnen, in Betracht. (...) Den Hersteller trifft zudem die Pflicht, seine Produkte nach der Inverkehrgabe auf bis dato noch unbekannt gebliebene schädliche Eigenschaften hin zu beobachten. Für den Fall des Bekanntwerdens einer schädlichen Eigenschaft eines bereits in Verkehr gebrachten Produktes, hat er in geeigneter Weise zu warnen und wenn erforderlich eine Rückrufaktion durchzuführen. Zu solchen Aktionen sähen sich auch die Hersteller elektrischer und elektronischer Geräte verpflichtet, wenn sich der Verdacht genereller Gesundheitsschädlichkeit bestätigte."

Zusammenfassend schreiben die Autoren: "Der derzeitige Forschungsstand zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder schließt eine zivilrechtliche Haftung nicht aus. Der naturwissenschaftliche Kausalzusammenhang ist rechtlich nicht unabdingbar. Überschreiten die Feldwerte die Grenzwerte der 26. BImSchV, bestehen Unterlassungs- und Schadensersatzansprüche gem. §§ 1004, 906 BGB bzw. § 823 BGB. Sind dagegen die Werte eingehalten, verbleiben die in der Kausalitätsfrage verorteten prozeßtaktischen Aspekte zur Durchsetzung der Ansprüche. Für die nicht der 26. BImSchV unterstehenden Bereiche konnten Beispiele aus der Rechtsprechung Ansatzpunkte für Schadensersatzansprüche aufzeigen. Im Hinblick auf mögliche Erkenntnisfortschritte zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder können Haftungsrisiken im Zusammenhang mit den heute in Gebrauch befindlichen emittierenden Geräten und dem Betrieb entsprechender Anlagen nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere im Vertragsrecht ist aber auch die derzeitige Zurückhaltung der Rechtsprechung, bei unklarem Forschungsstand Gewährleistungsrechte aufgrund subjektiver Ängste zu begründen, deutlich geworden.

Die Gerichte bleiben auch nach Erlass der 26. BImSchV vor die höchst schwierige Aufgabe gestellt, Prognosen über den hinreichenden Grad der Wahrscheinlichkeit einer Gesundheitsgefährdung von elektromagnetischen Strahlen zu stellen. Die Thematik ist daher von ungebrochener Aktualität und begründet weiteren naturwissenschaftlichen und juristischen Forschungsbedarf."

**Quelle:** Halbe, S., Quante, F.: Risiko EMF - Die zivilrechtliche Haftungssituation in Deutschland (Teil 1 und 2). PHi - Produkt- und Umwelthaftpflicht international 2/98 und 3/98.

Die Fachzeitschrift kann bezogen werden bei: Die Kölnische Rück, Theodor-Heuss-Ring 11, 50668 Köln, Fax: (0221) 97 38-16 52, E-Mail: [rlorain@colognere.com](mailto:rlorain@colognere.com).

## Verbraucherschutz

### **Handies gefährlicher als offiziell zugegeben? - Neue Konzepte zur Strahlungsminimierung in Sicht**

Laut einer Meldung im *Independent* (24./25.10.98) haben sechs führende Hersteller von Handies - von Ericsson über Alcatel bis Hitachi - in letzter Zeit Patente eingereicht, die "Gesundheitsgefahren reduzieren" oder "sichere Abstände zwischen Nutzern und strahlenden Systemen" schaffen sollen. Laut Anwalt Tom Jones hat die Handy-Industrie mit diesen "verräterischen" Patenten indirekt zugegeben, dass sich Hersteller der Gesundheitsrisiken ihrer Geräte bewußt sind. Die Juristen vertreten Mandanten, die Handy-Hersteller und -verkäufer verklagt haben, weil sie Tumore, Schäden am Immunsystem oder Gedächtnisverlust auf die Nutzung der Handies zurückführen. Die Hersteller dementieren dies entschieden und erklärten, die neuen Patente seien lediglich ein Vorgriff auf zu erwartende schärfere Grenzwerte.

Der im allgemeinen gut unterrichtete "Chaos Computer Club" teilte bereits am 22.09.1998 über "ServiceWatch" Details dieser Neuentwicklungen mit, die aus internen Quellen der beiden "nordischen GSM-Hersteller" stammen. Den Informationen zufolge werden sogenannte Headsets zukünftig wesentlich stärker in den Mittelpunkt der Entwicklung gerückt: "Mit einem Headset kann das Telefon in ungefährlicher Entfernung vom Kopf positioniert werden. Die Pläne, von denen uns berichtet wurde, sehen u.a. Telefone mit Hörertaste am Headset, Wahl bei Spracheingabe und akustischer Ansage des anrufenden Teilnehmers vor. Die konventionellen Bedienelemente sollen zumindest bei einigen Modellen bis zum absoluten Minimum reduziert werden."

Ein anderer Aspekt der herstellerseitigen Vorsorge für den Fall des Nachweises der Gefährlichkeit derzeitiger Funktelefone ist die Investition in neue Übertragungstechniken. Als unter Umständen problematisch werden die Zeitslotlängen bzw. die Pulsung des GSM-Signals betrachtet, deren Frequenz mit 217 Hz "recht nahe an hirninternen Kommunikationsfrequenzen im 100-Hz-Bereich liege". In diesem Zusammenhang ist interessant, daß sowohl bei UMTS als auch bei Nokias neuer 58-GHz-Technologie andere Zeitslotlängen vorliegen sollen.

Rechtsanwälte in den angelsächsischen Ländern sehen eine Welle von Schadensersatzprozessen auf die Elektronikkonzerne zurollen - ähnlich wie bei der Tabakindustrie, die inzwischen Milliardensummen für die Beilegung der Rechtsstreitigkeiten angeboten hat. In diesem Zusammenhang werden immer wieder die Untersuchungen von Repacholi ins Feld geführt, die bei Mäusen einen Zusammenhang zwischen GSM-Handy-Strahlung und einem erhöhten Blutkrebsrisiko gefunden hatten (vgl. Elektrosmog-Report, Juli 1997 und November 1997). Aktuelle Untersuchungen an der Universitätsklinik in Bristol haben zudem erstmalig "deutliche Änderungen bei den Gehirnfunktionen" des Menschen als Folge von GSM-Handy-Strahlung nachweisen können. Es traten kurzfristige Gedächtnisstörungen auf, Konzentration und Reaktionsvermögen wurden erschwert und das Raumgefühl in Mitleidenschaft gezogen. Forschungsleiter Dr. Alan Preece teilte mit, daß die Auswertung der Resultate noch nicht abgeschlossen sei, die Ergebnisse aber noch dieses Jahr in der Fachpresse veröffentlicht werden sollten.

Der Biologe und Strahlenforscher Roger Coghill aus Wales hat die Handy-Hersteller diesen Sommer verklagt und will den Aufdruck eines Warnhinweises erzwingen ähnlich dem "Rauchen gefährdet ..." auf Zigarettenschachteln. Coghill fordert eine Empfehlung, nicht mehr als 20 Minuten am Tag mobil zu telefonieren.

### **Quellen:**

- taz vom 26.10.1998
- Chaos Computer Club (<http://www.ccc.de/ServiceWatch>)
- Hamburger Abendblatt vom 22.09.1998.

## **Elektromagnetische Verträglichkeit**

### **Herzschrittmacher und Diebstahlsicherungen**

Metalldetektoren und Diebstahlsicherungen in Warenhäusern und Flughäfen können gelegentlich die Funktion von Herzschrittmachern und anderen implantierten Systemen wie Defibrillatoren und Rückenmarksstimulatoren beeinflussen. Die FDA, US-amerikanische Behörde für die Kontrolle von Medikamenten und Medizintechnik, wies jedoch darauf hin, dass Patienten nicht übertrieben beunruhigt sein bräuchten. Mehr als 1 Millionen Amerikaner trügen solche Implantate, der FDA lägen jedoch nur 44 Berichte über Reaktionen innerhalb der letzten 10 Jahre vor.

In einem Brief an Herzspezialisten und Neurologen vom 7. Oktober 1998 schrieb die Behörde, dass man Patienten jedoch warnen solle, wenn sie von Symptomen berichten. Man arbeite mit beiden Industrien zusammen, um die verschiedenen Anwendungen kompatibler zu machen. Elizabeth Jacobson, die wissenschaftliche Direktorin der FDA für Medizingeräte erklärte: "Wir sehen nicht, dass es ein grosses Problem der öffentlichen Gesundheit ist. Sehr viele Leute gehen jeden Tag durch solche Systeme, und wir haben sehr wenige Berichte" über Wechselwirkungen.

Die FDA drängt die beiden Industrien - die Hersteller von Medizingeräten und die von Diebstahlsicherungen - jedoch, das Problem zu untersuchen. Eine noch bessere Technik könne nach Ansicht der FDA jedes Risiko einer Wechselwirkung ausschliessen.

Das Thema begann vor einigen Jahren mit Beobachtungen von Wechselwirkungen zwischen Mobiltelefonen und Herzschrittmachern. Nun hat sich der Fokus auf die weit verbreiteten Diebstahlsicherungen verlagert.

Seit 1988 erhielt FDA 18 Meldungen über Wechselwirkungen mit Herzschrittmachern, von denen einer potentiell schwerwiegend und die anderen leicht waren. 9 Berichte bezogen sich auf Defibrillatoren, die im Fall eines Herzstillstandes einen elektrischen Schock auslösen sollen. Bei zwei Patienten wurde solch ein Schock ausgelöst, als sie sich gegen eine Diebstahlsicherung lehnten bzw. mit einem Metalldetektor untersucht wurden. 17 Wechselwirkungen bezogen sich auf Rückenmarks-Stimulatoren, die bei nicht behandelbaren Schmerzzuständen eingesetzt werden. Die Betroffenen berichteten von Schmerzen oder Schocks.

Die FDA empfiehlt Trägern solcher Implantate, sich nicht gegen Diebstahlsicherungen oder Metalldetektoren zu lehnen.

Quelle: AP vom 7.10.1998.

### Verbraucherinformationen

## Abgeschirmte Steckdosenleisten

Die *Firma Wilhelm Tempel*, Fachversand für strahlungsarme Netzkabel, Dieburg, bietet abgeschirmte Steckdosenleisten und Verlängerungskabel an ("Nonray-Serie"). Die Steckdosenleisten bestehen vollständig aus Metall und werden über flexible, abgeschirmte Netzzuleitungen mit Strom versorgt. Es werden Modelle mit 3 bis 17 Steckdosen angeboten. Die Preise liegen bei 100 bis 300 DM, die Garantiezeit beträgt 2 Jahre.

**Kontakt:** Wilhelm Tempel, Fachversand für strahlungsarme Netzkabel, Henri-Dunant-Str. 3a, Tel. und Fax: 06151-788 761.

Layout: Datadiwan 1998 eMail:[webmaster@datadiwan.de](mailto:webmaster@datadiwan.de)

## *Elektrosmog-Report*

4. Jahrgang / Nr. 12 Dezember 1998

### Hochfrequenz

## Übersicht über Grenz- und Vorsorgewerte im HF-Bereich

**Die meisten Länder der Welt orientieren sich bei ihren Grenzwertfestsetzungen im Hochfrequenzbereich an den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung (ICNIRP). So auch Deutschland. Verschiedene Institutionen fordern wegen der unsicheren wissenschaftlichen Datenlage mit Hinweisen auf biologische Wirkungen unterhalb der ICNIRP-Werte Vorsorgewerte unterschiedlicher Strenge unterhalb der Grenzwerte.**

Die aktuellen Empfehlungen der ICNIRP wurden im April 1998 veröffentlicht und unterscheiden sich nur unwesentlich von älteren Empfehlungen der IRPA bzw. ICNIRP. Eine umfangreiche Diskussion der Empfehlungen findet sich im Elektrosmog-Report, April 1998. Dort heißt es: "Die Grenzwertkonzeption der ICNIRP geht ausschließlich von akuten, thermischen Effekten aus, die erst bei extrem hohen Feldern, wie sie nur bei sehr seltenen Unfällen in der Industrie vorkommen, auftreten und bereits seit Jahrzehnten bekannt und

unumstritten sind. Die Forschungsergebnisse der letzten 10 Jahre hinsichtlich Langzeiteffekten bleiben vollkommen unberücksichtigt; sie werden nicht einmal für Vorsorgewerte herangezogen."

Dennoch orientieren sich fast alle Länder an diesen Grenzwertempfehlungen; so auch Deutschland (26. BImSchV) und zukünftig die Europäische Union (Elektrosmog-Report, Oktober 1998).

Es wundert daher nicht, dass kritische, unabhängige Institute und Verbände seit Jahren Vorsorgewerte festlegen, die in der Regel weit unter den ICNIRP-Grenzwertempfehlungen liegen. Solche Vorsorgewerte sollen dem unsicheren Kenntnisstand hinsichtlich athermischer Effekte und möglicher Langzeitschäden Rechnung tragen und den Bürger vor möglichen bzw. vermuteten Gefahren und Beeinträchtigungen bewahren.

Es ist nicht Ziel dieses Beitrags, verschiedene Vorsorgekonzepte miteinander zu vergleichen und ihre naturwissenschaftliche und politische Basis zu diskutieren. Vielmehr soll mit der folgenden Tabelle ein Überblick über die wichtigsten Vorsorgewerte, die in den letzten Jahren in Deutschland präsentiert wurden, für die Frequenzen der wichtigsten Mobiltelefonnetze gegeben werden.

### Osteuropäische Grenzwerte

Die Grenzwerte in den Ländern des ehemaligen Ostblocks bzw. der ehemaligen UdSSR folgten einer anderen Philosophie als die in den Ländern der westlichen Welt. So gaben medizinische Wirkungen schwacher HF-Strahlung Anhaltspunkte für die Grenzwerte. In einer, vom damaligen Bundesamt für Post und Telekommunikation in Auftrag gegebenen, umfangreichen Literaturstudie der osteuropäischen Quellen aus den Jahren 1960 und 1992 wurde festgestellt, dass die Grenzwerte deutlich unter den heutigen Empfehlungen der ICNIRP lagen. Kritisiert wurde allerdings von westlicher Seite das fachliche Niveau der zugrunde liegenden, wissenschaftlichen Untersuchungen sowie die Tatsache, dass die strengen Grenzwerte nur selten zur Anwendung kamen (vgl. auch Elektrosmog-Report, September 1996). Zumindest in Moskau gelten auch 1996 Grenzwerte, die weit unter den ICNIRP-Empfehlungen liegen (Moskau 1996).

Tabelle: Grenz- und Vorsorgewerte für ausgewählte hochfrequente Felder für die Öffentlichkeit (Leistungsflußdichte in Watt pro Quadratmeter) im Überblick

	C-Netz	D1/D2-Netz	Eplus
	460 MHz	900 MHz	1.800 MHz
<b>Grenzwerte</b>			
Dt. Elektrosmogverordnung 1997 (26. BImSchV)	2,3	4,5	9
alte osteuropäische Grenzwerte			
UdSSR	0,05	0,05	0,05

Polen	0,1	0,1	0,1
CSSR	0,24	0,24	0,24
Moskau 1996	0,02	0,02	0,02
<b>Grenzwert-empfehlungen</b>			
KATALYSE 1994	1	1	1
ICNIRP 1998	2,3	4,5	9
Australien/ Neuseeland 1998	2	2	2
<b>Vorsorgewerte</b>			
ECOLOG 1994	0,11	0,22	0,45
BUND 1997	0,00023	0,00045	0,0009
ECOLOG 1998	0,023	0,045	0,09
nova 1998	0,23	0,45	0,9
Maes 1998	0,0000002- 0,00002	0,0000002- 0,00002	0,0000002- 0,00002

nova 1998

## KATALYSE

Das KATALYSE-Institut, Köln, schreibt zu seinen Grenzwertempfehlungen: "Angesichts der Befunde und Erklärungsmodelle im nichtthermischen Bereich scheint es angebracht, nichtthermische Effekte als potentielle Auslöser gesundheitlicher Störungen ernst zu nehmen. Daraus ergibt sich: Das bisherige Konzept der Aufstellung von Basisgrenzwerten für SAR-Werte muß erweitert werden, da es ausschließlich thermische Effekte erfaßt. Der Grenzwert für die Dauerexposition der Öffentlichkeit sollte über den gesamten HF-Bereich die Leistungsflußdichte auf 0,1 mW/cm<sup>2</sup> begrenzen." (KATALYSE 1994) (0,1 mW/cm<sup>2</sup> = 1 W/m<sup>2</sup>)

## ECOLOG

Das ECOLOG-Institut, Hannover, orientiert sich bei seinen "Vorsorgegrenzwerten" aus dem Jahre 1994 für den Frequenzbereich bis 400 MHz an den früheren HF-Grenzwerten für die Allgemeinheit in der UdSSR, die Werte oberhalb 400 MHz finden sich in der Tabelle. Aktuell schreibt Peter Neitzke vom ECOLOG-Institut Hannover: "In konkreten Gutachten zu Mobilfunkanlagen (D und höher) empfehlen wir zur Zeit, aus Vorsorgegründen einen Schutzabstand einzuhalten, der mindestens um den Faktor 10 größer ist als der von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post festgesetzte Sicherheitsabstand. Diese Empfehlung beruht auf Ergebnissen einzelner experimenteller Untersuchungen sowie den neuesten Ergebnissen epidemiologischer Untersuchungen an Radar-, Fernsehsender- und Rundfunksendeanlagen." (Neitzke 1998)

Ein zehnfacher Schutzabstand würde bei isotroper Abstrahlung eine Verschärfung der ICNIRP-Empfehlungen um den Faktor 100 bedeuten (vgl. Tabelle).

## **nova**

Das nova-Institut, Hürth, kommt nach einer umfassenden Auswertung der Fachliteratur zu dem Ergebnis, dass es unterhalb der ICNIRP-Empfehlungen eine Reihe von Hinweisen auf athermische Effekte und Langzeitwirkungen gibt. Die überwiegende Zahl der methodisch sorgfältig durchgeführten Studien findet solche Effekte für Leistungsflußdichten zwischen den ICNIRP-Empfehlungen und einem Faktor 10 unter den ICNIRP-Werten. Mit seinen Vorsorgewerten möchte das nova-Institut diese "Grauzone" von HF-Wirkungen ausschließen. Hieraus ergibt sich ein Vorsorgewert, der um den Faktor 10 unter den ICNIRP-Empfehlungen liegt.

## **BUND**

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) schreibt in seinem "BUND-Programm zur Begrenzung des Elektrosmog" aus dem Jahr 1997: "Will man in diesem Wirkungsbereich einen gewissen Schutz und auch Vorsorge erreichen, so müssen Immissionswerte der 26. BImSchV größenordnungsmäßig um den Faktor 10.000 (!) gesenkt werden (bei der elektrischen Feldstärke, magnetischen Flußdichte bzw. Leistungsflußdichte) für den Daueraufenthalt in Ruhebereichen."

Auf eine detaillierte Ableitung der Vorsorgewerte wird verzichtet.

## **Maes**

Um das Spektrum abzurunden, sei Wolfgang Maes, als ein Vertreter der Baubiologie, zitiert: "Die baubiologischen Richtwerte, bezogen auf Schlafbereiche für ungepulste Strahlung: keine Anomalie unter 2 nW/cm<sup>2</sup>, schwache Anomalie 2 bis 50 nW/cm<sup>2</sup>, starke Anomalie 50 bis 1000 nW/cm<sup>2</sup> und extreme Anomalie über 1000 nW/cm<sup>2</sup>.

Die baubiologischen Richtwerte für niederfrequent gepulste Strahlung: keine Anomalie unter 0,02 nW/cm<sup>2</sup>, schwache Anomalie 0,02 bis 0,5 nW/cm<sup>2</sup>, starke Anomalie 0,5 bis 10 nW/cm<sup>2</sup>, extreme Anomalie über 10 nW/cm<sup>2</sup>, ebenfalls bezogen auf Schlafbereiche."

## **Von Vorsorgewerten zu Vorsorgeabständen**

Als Faustregel gilt: Wird der Vorsorgewert gegenüber dem ICNIRP-Grenzwert um den Faktor 10 (bzw. 100, 10.000) verschärft, so ergeben sich als Vorsorgeabstände um den Faktor 3 (bzw. 10, 100) kleinere Abstände als nach ICNIRP (mathematisch: Quadratwurzel ziehen!).

## **Quellen:**

1. BUND: Elektromagnetische Felder. Erklärungen, Zusammenhänge und BUND-Positionen zum Thema "Elektrosmog", Bonn 1997.
2. KATALYSE (Hrsg.): Elektrosmog - Gesundheitsrisiken, Grenzwerte, Verbraucherschutz. C.F. Müller Verlag, Heidelberg 1994.
3. Maes, W.: Streß durch Strom und Strahlung, Institut für Baubiologie und Oekologie, Neubeuern 1998.

4. Moskau: The senetary regulations and norms for protection of the population of Moscow-City from electromagnetic fields generated by transmitting radio engineering objects. Moscow 1996.
5. Neitzke, H.-P. u.a.: Risiko Elektrosmog? Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf Gesundheit und Umwelt. Birkhäuser Verlag, Basel 1994.
6. Neitzke, H.-P.: Persönliche Mitteilungen 1998.
7. Poppei, M., Sass, D., Goldstein, N.: Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich 0 - 2 GHz auf den Menschen (UdSSR/GUS, Zeitraum 1960-1992), Berlin 1993.

## Hochfrequenz

# **Sender Schwarzenburg - eine abschließende Betrachtung**

**Um mögliche Gesundheitsstörungen und -beeinträchtigungen im näheren Umfeld des schweizer Kurzwellensenders Schwarzenburg zu untersuchen, wurde eine Serie von Studien durchgeführt. 1992 und 1996 wurden zwei kontrollierte Interviewstudien sowie 1993 eine experimentelle Studie mit dreitägigem Abstellen des Senders während 10 Tagen mit Messung der Melatoninausscheidung im Urin des Menschen und im Speichel bei Kühen durchgeführt.**

Über die 92er und 93er-Untersuchungen haben wir bereits im Elektrosmog-Report, April 1996, ausführlich berichtet.

## **Studie von 1992**

Das wichtigste Ergebnis der Studie von 1992 war: Die aufwendige Untersuchung der Universität Bern konnte in der Umgebung des Kurzwellensenders Schwarzenburg zwar keine erhöhte Häufigkeit körperlicher Krankheiten nachweisen, wohl aber eine signifikante Zunahme psychovegetativer Beschwerden wie vor allem Schlafstörungen. Neben den Schlafstörungen zeigten auch Symptome wie Nervösität, allgemeine Schwäche und Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, die in der Medizin gemeinsam als "psychovegetative Störungen" bezeichnet werden, das gleiche Muster.

Im Elektrosmog-Report, September 1998, berichtete Hans-Ulrich Jakob über die erfolgte Abschaltung des Senders sowie die Geschichte vom Widerstand der Bevölkerung und den genannten Untersuchungen. Eine Tabelle über die festgestellte Häufigkeit verschiedener Krankheiten führte zu Nachfragen von Lesern des Elektrosmog-Reports, da die Tabelle eine deutliche Erhöhung des Krebs- und Diabetesrisikos zeigt und dies im Widerspruch zu Aussagen der Autoren der Studie steht. Über die Interpretation der Ergebnisse gibt es darüber hinaus auch immer wieder Diskussionen in der Öffentlichkeit.

Wir möchten daher das Thema Schwarzenburg noch einmal aufgreifen. Die von Herrn Jakob gezeigte Tabelle stellt eine von ihm durchgeführte Zusammenfassung der wichtigsten Tabelle aus der Originalstudie dar, eine Zusammenfassung, die methodisch fragwürdig ist. Im Folgenden zeigen wir die Originaltabelle und zitieren die Schlußfolgerung der Autoren. Im

Anschluß daran folgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der 96er Studie, die die Befunde der ersten Studie weitgehend reproduzieren konnte.

Tabelle: Erkrankungshäufigkeiten in verschiedenen Entfernungen vom Sender

Chronische Erkrankung	Zone A	Zone B	Zone C
Diabetes mellitus, Erwachsenenform	5	5	5
Diabetes mellitus, juvenile Form	1	1	0
Glaukom	1	1	2
Katarakt	1	6	5
Brustkrebs (Frauen)	1	1	1
Gebärmutterkrebs	1	1	1
Hodenkrebs	2	0	0
Blasenkrebs	0	0	1
Affektive Psychose	4	5	2
Andere nichtorganische Psychosen	2	1	1
Nervosität	1	0	0
Senile und präsenile organische Psychose	0	1	0

Die anwohnende Bevölkerung wurde, je nach Exposition, in die Zone A (hoch exponiert), Zone B (mittel exponiert) und Zone C (unbelastete Kontrollgruppe) eingestuft.

Zusammenfassend heißt es: "Es wurde eine signifikante Zunahme an Schlafstörungen in der exponierten Bevölkerungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt. Keine anderen "gesundheitlichen Beschwerden" wiesen einen relevanten Zusammenhang auf. Entweder verlor die Assoziation ihre Signifikanz, wenn Zone C herausgenommen wurde (z. B. Nervosität, Gliederschmerzen etc.) oder es fanden sich keine signifikant unterschiedlichen Verhältnisse zwischen den Zonen (z. B. Husten und Auswurf). Die Schlafstörungen zeigten eine Dosis-Wirkungsbeziehung mit der EMF-Feldstärke auch nach Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Anteil des möglichen Gesundheitsrisikos des Senders bezogen auf die Lebensspanne, die dort verbracht wurde. Graphische Modelle legen nahe, daß Schlafstörungen, insbesondere Durchschlafstörungen, eine Schlüsselrolle bei der Beziehung zwischen psychovegetativen Beschwerden und den Senderfeldern spielen. (...)

Ernsthafte Erkrankungen und schlechter Gesundheitszustand wie etwa Krebs, Herz-Kreislaufkrankungen ohne Bluthochdruck, Diabetes mellitus, Glaukom, Katarakt und psychiatrische Störungen wurden in der nicht exponierten Kontrollgruppe nicht häufiger angetroffen als in Zone C. Aufgrund der Fallzahl von n=404 bleiben die Schlußfolgerungen allerdings begrenzt, da nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass doch ein echtes Risiko existiert, das mit dem elektromagnetischen Feld des Senders in Verbindung stehen könnte."

Soweit die Ergebnisse der 92er Studie.

## **Wiederholungsstudie von 1996**

Die Ergebnisse der Wiederholungsstudie von 1996 wurden von den Autoren wie folgt zusammengefaßt:

"Die Resultate (der 1. Studie) legen nahe, dass v.a. Schlafstörungen in der Nähe des Senders gehäuft auftreten. Dieser Befund aus dem Jahr 1992 konnte im Rahmen der Nachfolgeuntersuchung 1996 bestätigt werden. Folgende Elemente sprechen für eine kausale Beziehung zwischen Durchschlafstörungen und senderbedingten elektromagnetischen Feldern: Häufung der Beschwerden in Sendernähe, Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen EMF-Feldstärke und Häufigkeit von Durchschlafstörungen, Wiederholbarkeit des Befundes 4 Jahre später. Ein wesentliches Element der Beweisführung fehlt jedoch: der Nachweis eines biophysikalischen Mechanismus. Die experimentelle Studie 1993 ergab keinen Zusammenhang zwischen EMF-Feldstärke und Melatoninausscheidung beim Menschen. Bei Kühen hingegen besteht der Verdacht, dass die elektromagnetischen Felder in der exponierten Gruppe zu einer Phasenverschiebung des Melatoninzyklus geführt haben."

Bei der Interviewstudie 1996 wurden grundsätzlich vergleichbare Fragen gestellt wie in der 92er Studie. Der Fragenkatalog wurde aber um spezifische Fragen im Zusammenhang mit Schlafstörungen erweitert. Außerdem wurde bei jeder Person der Blutdruck gemessen. Neben der bereits 1992 befragten Population wurde die Bevölkerung im Westen der benachbarten Gemeinde Rüeggisberg mit eingeschlossen. Es handelt sich um eine Bevölkerung, die den Sender sieht und bzgl. der Exposition zwischen den Zonen B und C liegt.

Ein wichtiges Ergebnis der 96er-Studie lautet: Entfernt man sich von 100 m auf 1.000 m vom Zentrum der sternförmigen Vorhangantenne, so sinkt die Chance für Durchschlafstörungen um den Faktor 0,26 (95% Konfidenzintervall: 0,12 bis 0,56). Dies entspricht weitgehend dem Befund von 1992, wo ein Faktor 0,12 mit einem 95%-Konfidenzintervall von 0,05 bis 0,30 gefunden wurde. Wer nah am Sender lebte, wies also ein vier- bis achtfach erhöhtes Risiko für Durchschlafstörungen auf.

In der neuen Studie fiel auf, daß Einwohner der exponierten Zone mit Schlafstörungen, die ihre Wohnzone verließen, bereits nach ein bis zwei Tagen signifikant seltener an Schlafstörungen litten (OR = 5,4), als dies bei Einwohnern mit Schlafstörungen der Vergleichzone C der Fall war. Die Einwohner der exponierten Zone nahmen häufiger Schlafmittel ein als in der nicht-exponierten Zone und aßen seltener eine schwere Mahlzeit am Abend; d. h. in der exponierten Zone betrieben die Einwohner mit Schlafstörungen offensichtlich Schlafhygiene.

Bzgl. der Melatoninbefunde aus dem Jahre 1993 diskutieren die Autoren als Möglichkeit für die Erklärung der negativen Befunde beim Menschen, dass nur der morgendliche und nicht der abendliche Urin gesammelt wurde. Eine Studie von Pfluger und Minder bei Lokomotivführern wies nach, dass die abendliche Ausscheidung von Melatonin durch die 16 2/3-Hz-Felder beeinflusst wurde, nicht aber der Morgenurin.

Resümierend heißt es: "Obwohl zur Zeit unklar ist, ob die Beziehung zwischen Sender und Beschwerden der Bevölkerung ein biophysikalisches oder psychisches Phänomen ist, sollten durch die Vollzugsbehörde Massnahmen getroffen werden, die die Emissionen der Senderanlage und die Immissionen der Bevölkerung auf ein Minimum reduzieren; denn

mehrfache Arten von Fragestellungen und Analysen bestätigen das Vorhandensein eines engen Zusammenhangs zwischen Betrieb des Senders und Schlafstörungen."

### **Quellen:**

1. Altpeter, E.S. et al.: Study on Health Effects of the Shortwave Transmitter Station of Schwarzenburg, Berne, Switzerland (Major Report). BEW Publication Series, Study No. 55, Universität Bern, Institut für Sozial- und Präventivmedizin, 08/95.
2. Altpeter, E.S., Abelin, Th.: Schlafstörungen in der Nähe des Kurzwellensenders Schwarzenburg. In: Tagungsband "Elektrosensibilität: Standortbestimmung eines Phänomens", ETH Zürich, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, 04.07.1997.
3. Pfluger, D. H., Minder, Ch. E.: Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers. J Pineal Res, 21:91:100, 1996.

### **Politik**

## **Treffen des Bundesverbandes gegen Elektromog**

Am 7. November 1998 fand in Hanau ein bundesweites Treffen der Bürgerinitiativen gegen Elektromog statt. Der 1994 gegründete Bundesverband fordert staatliche Forschungsmittel für unabhängige Gutachten über biologische Schäden durch elektromagnetische Felder und eine Überprüfung der seit 1997 in Deutschland geltenden Grenzwerte. Die Grenzwerte für die Errichtung von Sendemasten für den Mobilfunk seien beispielsweise noch immer um mindestens das Hundertfache zu hoch, erklärte der Bundesvorsitzende des Verbandes, Manfred Fritsch, vor rund 130 Teilnehmern, die ca. 300 Bürgerinitiativen mit insgesamt 1.500 Mitglieder repräsentierten. Zur dringenden Gesundheitsvorsorge sollten die Grenzwerte vorab gesenkt werden, da immer mehr neue international veröffentlichte Forschungsergebnisse den Nachweis über den Zusammenhang von künstlich erzeugten elektromagnetischen Feldern und biologischen Wirkungen aufzeigten.

Der Bundesverband fordert weiter, dass die Hersteller von Mobiltelefonen verpflichtet werden, auf ihren Geräten die Abstrahlwerte der elektromagnetischen Felder anzugeben. Das Bundesbaugesetzbuch sollte zugunsten einer klaren Baugenehmigungspflicht für die Errichtung neuer Sendeanlagen geändert werden.

Der Bundesverband setzt sich für ein Verbot von Mobilfunkanlagen in Wohngebieten und der Verlegung von Starkstromtrassen aus Wohngebieten ein. Zudem fordert er ein Mitspracherecht der Bürger bei der Standortauswahl geplanter Mobilfunk- und Sendeanlagen in den jeweiligen Gemeinden. Die juristischen Chancen stünden gut: Das gerichtliche Vorgehen von Bürgerinitiativen habe bereits in mehreren hundert Fällen dazu geführt, dass solche Anlagen nicht wie geplant im Wohnumfeld errichtet worden seien.

Der Bundesverband wird seine Forderungen ausarbeiten und im Bundesumweltministerium vorlegen und erläutern.

**Kontakt:** Bundesverband gegen Elektromog e.V., Festerbachstr. 16, 65329 Hohenstein, Tel: (06120) 91 00 08, Fax: 91 00 09.

## **Quellen:**

- Pressemitteilung des Bundesverbandes gegen Elektrosmog e.V. vom 11.11.1998.
- "Biologische Schäden durch Elektrosmog?", Heimat-Rundschau, 08.11.1998, <http://www.main-echo.de/HTML/lok/hei/0811smog.html>

## **Biologie**

### **Fische mit Organ zur Elektroortung**

Einige Tiere scheinen neben dem visuellen und auditorischen Sinn noch einen dritten, den elektrischen Sinn, zu besitzen, mit dem sie sich räumlich in ihrer Umwelt orientieren können. Dieser Sinn funktioniert anders als alle bisher bekannten Sinne.

Nach den Untersuchungen von Georg von der Emde und Stephan Schwarz vom Institut für Zoologie der Universität Bonn und ihren Kollegen erfolgt diese sensorische Tiefenwahrnehmung nicht wie bei Menschen und den meisten Tieren mit den Augen, sondern durch aktive Elektroortung. Die afrikanischen "elektrischen" Fische erzeugen mit Hilfe eines speziellen Organs elektrische Signale, mit den sie ihre Umwelt elektrisch "abtasten". Jedes Objekt in der Umgebung der Fische wirft auf die Fischoberfläche eine Art "elektrischen Schatten", dessen Größe und Eigenschaften von Elektrorezeptoren in der Fischhaut wahrgenommen werden. Die Fische erhalten so ein dreidimensionales Abbild ihrer Umwelt.

Eine der Besonderheiten an diesem bisher unbekanntem Mechanismus zur räumlichen Tiefenwahrnehmung ist die Abbildung der dreidimensionalen Umwelt auf einer zweidimensionalen Rezeptoroberfläche, von der dann das Fischhirn die Umwelt dreidimensional rekonstruiert.

Diese bisher unbekannte biologische Methode ermöglicht auch neue technische Anwendungen. Die Bonner Zoologen arbeiten an der Entwicklung von Sensoren, die unter extremen Umweltbedingungen, wie beispielsweise verschmutzten Gewässern, Objekte erkennen und dreidimensional darstellen können.

**Quelle:** Spektrum Ticker vom 29.10.1998 (<http://www.spektrum.de/ticker/>)

### **Unfallrisiko durch Mobiltelefone**

Auf einem Workshop der italienischen Luftfahrtgesellschaft Alitalia anlässlich der EMC'98 in Rom berichtete Herr F. De Donno darüber, dass die HF-Emissionen von portablen Elektronikgeräten der Passagiere, ein ernst zu nehmendes Problem seien. Die Störungen des Navigationssystems moderner Flugzeuge hätten in den 90er Jahren markant zugenommen.

So berichtet die bislang unveröffentlichte Alitalia Pilotendatenbank von 600 Störungen bei 1 Million Flügen - ein inakzeptabel hohes Risiko für kommerzielle Airlines. Alitalia schätzt einen 25prozentigen Anstieg der Unfallrate auf Grund von internen HF-Störungen, in 80 Prozent durch Mobiltelefone.

**Quelle:** Hansen, D.: Mobiltelefone im Flugzeug. In: EMC Journal 4/98, S. 63.

Layout: Datadiwan 1998 eMail: [webmaster@datadiwan.de](mailto:webmaster@datadiwan.de)

## *Elektrosmog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 1 Januar 1999

Kongressbericht

### **EMF und Unspezifische Gesundheitsprobleme**

**Der Zusammenhang zwischen unspezifischen gesundheitlichen Symptomen und elektromagnetischen Feldern stand im Mittelpunkt eines Symposiums im österreichischen Graz. Dazu zählen beispielsweise Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Herzkreislaufprobleme, Hautbrennen und weitere überwiegend neurovegetativ bedingte Störungen. Es wurde sowohl das Thema Elektrosensibilität behandelt als auch ein Überblick über Effekte präsentiert, die möglicherweise die gesamte Bevölkerung betreffen.**

Die Tagung vom 19. bis 20. September 1998 wurde organisiert von der Abteilung für klinische Technik des Instituts für biomedizinische Technik der Technischen Universität Graz (Leiter: Prof. Dr. Norbert Leitgeb), der Abteilung Gesundheitsfürsorge der österreichischen Botschaftskanzlei sowie von COST 244bis, einem europäischen Projekt zu biomedizinischen Effekten elektromagnetischer Felder. Kooperationspartner waren das internationale EMF-Projekt der Weltgesundheitsorganisation und die ICNIRP (Internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung). Nachfolgend eine Zusammenfassung der im Tagungsband abgedruckten zehn Vorträge.

#### **Das Umwelt-Inkompatibilitätssyndrom**

Das Umwelt-Inkompatibilitätssyndrom (EIS), das nicht nur im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern auftritt, wurde von **Michael Kunze** vom **Institut für Sozialmedizin in Wien** unter Betonung psychologischer Faktoren betrachtet. Eine grosse Rolle bei der Erfassung des Syndroms spielten selbstberichtete Gesundheitsstörungen, die stark von der öffentlichen Diskussion und der subjektiven Wahrnehmung möglicher Gesundheitsgefahren durch Umwelteinflüsse beeinflusst würden. So könne eine zu intensive und kontrovers geführte Diskussion über regulatorische Maßnahmen ein Problembewusstsein und ein Gefühl von Unsicherheit und Angst bei vielen Menschen erzeugen, was zu stressbezogenen Mechanismen führen könne. Langzeitiger Stress, verursacht durch Stressoren auf der Basis der Riskowahrnehmung, könne nicht nur das Wohlbefinden stören, sondern auch zu ernsthaften gesundheitlichen Problemen führen.

#### **Elektromagnetische Überempfindlichkeit**

Unter den Faktoren, die ein Umwelt-Inkompatibilitätssyndrom auslösten, hätten laut **Norbert Leitgeb** von der **Technischen Universität Graz** elektromagnetische Felder eine zunehmende Aufmerksamkeit als mögliche Ursache für unspezifische Erkrankungen erzielt. Im Allgemeinen nennen sich davon betroffene Personen "elektromagnetisch überempfindlich", "überempfindlich gegenüber Elektrizität" oder "elektrosensibel". Der Begriff der elektromagnetischen Überempfindlichkeit sei schwach definiert und man könne bisher nicht

davon ausgehen, dass er eine ursächliche Beziehung zwischen EMF und gesundheitlichen Problemen beinhalte. Leitgeb definierte elektromagnetische Überempfindlichkeit in seinem Vortrag "als die Fähigkeit, auf EMF bei einem deutlich niedrigeren Expositionsniveau als normal zu reagieren". Diese Fähigkeit müsse nicht unbedingt mit gesundheitlichen Problemen einher gehen. Man müsse jedoch anerkennen, dass es Personen mit entsprechenden, oft schwerwiegenden Problemen gäbe und dass diese Personen Hilfe benötigten.

Ein internationales von der Europäischen Union gefördertes Projekt habe folgende Auffälligkeiten ergeben:

- Es bestehe ein deutliches Nord-Süd-Gefälle mit einer grösseren Zahl von Personen, die sich als elektrosensibel bezeichnen, in nordischen Ländern (Schweden, Norwegen, Finnland, Dänemark) sowie in Deutschland und geringeren Zahlen im Süden (Griechenland, Portugal, Spanien). Auch in kleineren Ländern wie Belgien, Luxemburg und Island bestehe ein geringes Vorkommen oder ein geringes Bewusstsein über Elektrosensibilität.
- Es bestehe ein deutlicher Unterschied hinsichtlich der elektrischen Anwendungen, die für unspezifische gesundheitliche Symptome verantwortlich gemacht würden. In nordischen Ländern würden vor allem innerhäusliche elektrische Anwendungen, wie vor allem Monitore, in Deutschland und Österreich dagegen vor allem ausserhäusliche Quellen wie Starkstromleitungen und Basisstationen für Beschwerden verantwortlich gemacht.

Eine doppelblinde Studie an 297 Männern und 309 Frauen zur Wahrnehmung von 50 Hz-Feldern am Unterarm zeigte, dass zwei Prozent der Teilnehmer eine besonders starke Sensibilität aufwiesen. Dies unterstütze die These der Existenz einer elektromagnetischen Überempfindlichkeit im Sinne einer verstärkten Wahrnehmungsfähigkeit. In vielen Tests hätten Personen, die sich als elektrosensibel bezeichnen, jedoch meistens nicht die elektrischen oder magnetischen Felder identifizieren können. Die Erfahrung zeige, dass gesundheitliche Probleme eher auf der Grundlage von Überzeugungen als auf einer echten Expositionssituation entstünden.

## Umgang mit Elektrosensibilität

Obwohl die Ursache für die von Elektrosensiblen erlebten Beschwerden unklar sei, so seien die gesundheitlichen Probleme doch real. Darauf wies auch **Lena Hillert** vom Forschungszentrum für Umweltkrankheiten der Abteilung für öffentliche Gesundheit des **Karolinska-Instituts in Stockholm** (Schweden) hin. Erfahrungen aus der Behandlung von Elektrosensiblen hätten Folgendes ergeben:

- Bestimmte Situationen oder Geräte könnten als konditionaler Reiz wirken und bestimmte Symptome triggern.
- Symptome könnten bei Abwesenheit von EMF auftreten.
- EMF löse nicht immer die Symptome aus.
- Verbesserungen könnten auftreten, ohne dass EMF vermieden werde.

- Alternative erklärende Faktoren würden bei einer Anzahl von Elektrosensiblen gefunden (z. B. Hauterkrankungen, psychiatrische Diagnosen).
- Unterschiedliche Behandlungsmaßnahmen und Programme seien nachgewiesenermaßen hilfreich. Das unterstreiche die Wichtigkeit einer individuellen Wahl von Therapien. In verschiedenen Studien seien beispielsweise folgende Maßnahmen mit Erfolg angewandt worden: Verhaltenstherapie, multidisziplinäres Interventionsprogramm, Akupunktur, Shiatsu.

Verschiedene Co-Faktoren seien beobachtet worden, darunter hohe Arbeitsbelastung, fehlende soziale Unterstützung, hohe Umgebungstemperatur oder geringe Luftfeuchtigkeit.

Die Vorbeugung der elektromagnetischen Überempfindlichkeit sollte Informationen über elektromagnetische Felder und über das gegenwärtige Wissen über Elektrosensibilität umfassen. Dazu zähle, dass die Prognose im Allgemeinen gut sei und keine schädlichen Langzeitfolgen bekannt seien. Ein weiterer Punkt sei die Optimierung der Arbeitsbedingungen, was sowohl die elektromagnetische Belastung als auch mögliche Co-Faktoren wie weitere Umwelteinflüsse und die Arbeitsergonomie umfasse. Beim Auftreten von Symptomen sei eine frühzeitige Intervention wünschenswert, um eine Verschlimmerung zu vermeiden.

Elektromagnetische Überempfindlichkeit sei in Schweden keine Diagnose. Man verwende Symptomdiagnosen und füge hinzu, dass der Patient die Symptome auf eine Überempfindlichkeit auf Elektrizität zurückführe. Dies sei sehr wichtig. Der Patient solle ernst genommen werden. Wichtig sei die Unterrichtung von Angehörigen der medizinischen Berufe in der Behandlung von Elektrosensiblen, die Erleichterung der Behandlung in multidisziplinären Teams und die Einrichtung von speziellen Zentren.

## **Unspezifische Gesundheitsprobleme: Klinische Daten**

Die ersten klinischen Daten zu unspezifischen gesundheitlichen Beschwerden stammen nach dem Vortrag von **Louis Miro** vom Service Biophysique Medical der **Universität Nimes** (Frankreich) aus dem Jahre 1957 von einer sowjetischen Arbeitsgruppe (Piscounova et al.). Nach einer Exposition mit 300 kHz, 20 und 75 MHz seien bei 128 Arbeitern eine Vielzahl von Symptomen aufgetreten, darunter muskuläre Müdigkeit und Muskelschmerzen, Konzentrationsstörungen und Gedächtnisverlust, Kopfschmerzen, Angst, Schlafstörungen, Störungen der Wärmeregulation etc. In den folgenden Jahren konnten diese Befunde von einigen Arbeitsgruppen bestätigt und von anderen nicht bestätigt werden. Grundsätzlich könnten solche unspezifischen Symptome auch durch verschiedene andere Ursachen ausgelöst werden, so dass die Schwierigkeit einer ursächlichen Zuweisung bestehe.

In einer eigenen klinischen und epidemiologischen Studie, in der alle Teilnehmer unter den gleichen Bedingungen elektromagnetischen Feldern ausgesetzt gewesen seien, hätten 60 Prozent keine klinischen Symptome gezeigt, 30 Prozent Beschwerden mit einem oder einigen neurovegetativen Symptomen und 10 Prozent Symptome, die eine Untersuchung in einem Krankenhaus gerechtfertigt hätten. Das lege eine individuelle Empfindlichkeit nahe.

Bisher bestünden keine klinischen oder paraklinischen Möglichkeiten zur Verfügung um festzustellen, ob eine Person besonders empfindlich sei. Ein Ansatz könnten nuklearmedizinische Tests sein. So hätten sich bei drei Personen, die nach der Exposition mit

Radarstrahlen pulsierende Kopfschmerzen, Gedächtnisverlust, Schlafstörungen, Angst und Wärmeregulationsstörungen aufwiesen, in einer Gehirnzintigraphie mit Aminosäuren Störungen der lokalen Gehirndurchblutung und Gebiete mit einem Verlust der Radionuklidbindung gefunden.

## **Epidemiologische und experimentelle Studien**

Ulf Bergquist von der Abteilung für öffentliche Gesundheit des Nationalen Instituts für das Arbeitsleben in Stockholm (Schweden) gab einen Überblick über epidemiologische und experimentelle Studien zum Thema unspezifische Gesundheitsprobleme im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern und teilte sie dabei in drei Frequenzbereiche ein.

Im Bereich der extrem niederfrequenten Felder hätten vor allem die Herzfrequenzvariabilität, Schlafprozesse, Melatonin und Elektrosensibilität im Vergleich mit anderen Themen die grösste Relevanz für die Risikoabschätzung und Gefahrenidentifikation. Bisherige Studien in diese Richtung seien nicht robust genug für eine Gefahrenbewertung, seien jedoch Anlass genug für weitere Untersuchungen. Eine Anzahl von Bevölkerungs- und Arbeitsplatzstudien hätten Zusammenhänge zwischen EMF einerseits und Kopfschmerzen, Depressivität, Angst oder Schlafproblemen andererseits untersucht. In einigen Studien sei ein Zusammenhang gefunden worden. Bergquist erwähnte die aktuelle Studie von Törnquist et al. (1998), in der das Risiko der Entwicklung neurasthenischer Symptome (Konzentrationsstörungen, Angst, Irritation) mit dem Niveau der EMF-Exposition assoziiert war. In den meisten Studien sei jedoch kein Zusammenhang entdeckt worden. Zudem sei es schwierig, zwischen der EMF-Exposition und dem Bewusstsein der Exposition als Ursache zu unterscheiden.

Daten über Situationen mit Feldern mittlerer Frequenzen seien weitgehend auf Bildschirmarbeitsplatzsituationen beschränkt. In diesem Zusammenhang werde häufig von unterschiedlichen Hautproblemen berichtet. In Provokationsstudien wären die Probanden jedoch im Allgemeinen nicht in der Lage gewesen, die elektrischen und magnetischen Felder zu identifizieren. Es seien Zusammenhänge mit anderen Umgebungsfaktoren wie klimatische Faktoren (vor allem relative Luftfeuchtigkeit) und Lichtfaktoren (Helligkeit, Flickern) aufgefallen.

Im Hochfrequenzbereich sei eine Studie von Kolmodin-Hedman et al. (1988) auffällig, in der Plastikschweisserinnen eine deutlich höhere Rate an Missempfindungen im Bereich der Arme und einen höheren Kopfschmerzmittelverbrauch aufgewiesen hätten als Kontrollen. Die übrigen Studien mit "Hochfrequenz-Arbeitern" hätten meistens keine Auffälligkeiten hinsichtlich unspezifischer Symptome nachgewiesen.

## **Mobiltelefone und unspezifische Gesundheitssymptome**

Die öffentliche Sorge über gesundheitliche Gefahren durch elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen habe laut **Kjell Hansson Mild** vom **Nationalen Institut für das Arbeitsleben in Umea** (Schweden) erheblich zugenommen. So hätten Handy-Benutzer in Schweden, Norwegen, Großbritannien, Australien und den USA Hersteller, Verkaufsorganisationen und wissenschaftliche Institute mit entsprechenden Fragen kontaktiert. Seine Arbeitsgruppe (Hansson Mild et al. 1998) habe eine Abhängigkeit verschiedener vegetativer Symptome von Gesprächsdauer und Anzahl der Gespräche pro Tag mit analogen und digitalen Telefonen ermittelt. Am auffälligsten seien Kopfschmerzen und Müdigkeit gewesen (Elektrosmog-Report, Juli 1998).

In verschiedenen Studien seien folgende Effekte im Zusammenhang mit der Verwendung von Mobiltelefonen gefunden worden:

- Durch eine Erwärmung des Telefons treten leichte Temperaturerhöhungen in der Umgebung des Ohres und der Wange auf.
- Elektromagnetische Felder, wie sie ähnlich bei Mobiltelefonen verwendet werden, zeigten tierexperimentell Wirkungen auf die Blut-Hirn-Schranke (z. B. Persson et al. 1997).
- Eine Zunahme des Blutdrucks (Braune et al. 1998, Elektromog-Report, Juli 1998).
- Studien zur Untersuchungen von Schlafstörungen führten zu widersprüchlichen Resultaten.

Zusammenfassend wies Hansson Mild darauf hin, dass die Verwendung von Mobiltelefonen zu einigen subjektiven Symptomen und Veränderungen physiologischer Parameter führe. Unklar sei, ob dafür ursächlich die elektromagnetische Strahlung verantwortlich ist.

### **Schlafstörungen und EEG-Veränderungen**

Clete A. Kushida vom Stanford Zentrum für menschliche Schlafforschung der Universität von Stanford (USA) führte mehrere Studien an, nach denen hochfrequente Felder den Schlaf beeinflussen und möglicherweise zur Therapie von Schlafstörungen genutzt werden können (z. B. Reite et al. 1994, Pasche et al. 1996, Mann und Röschke 1996). Effekte auf das EEG seien vermutlich minimal. Einige Studien hätten einige Veränderungen gefunden, die meisten jedoch nicht. Es seien keine klinisch relevanten Veränderungen von neuroendokrinen Funktionen nach der Exposition mit Mobiltelefon-EMF gefunden worden. Einige Studien hätten subjektive Beschwerden im Zusammenhang mit anderen EMF-Expositionen ermittelt. Als Beispiel führte er die Studien über den Schweizer Kurzwellensender Schwarzenburg (Elektromog-Report, Dezember 1998) an.

### **Digitale Mobiltelefone und REM-Schlaf**

Joachim Röschke und Klaus Mann von der Psychiatrischen Klinik der Universität Mainz stellten eigene Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen von Mobiltelefonen emittierten gepulsten elektromagnetischen Feldern und den durch ein Elektroenzephalogramm (EEG) gemessenen Hirnströmen sowie dem Schlaf vor. Es wurde das Wach-EEG über eine Expositionszeit von 3,5 Minuten und das Schlaf-EEG über eine Expositionszeit von acht Stunden untersucht, ohne dass messbare Effekte aufgetreten seien. Allerdings müsse man sich darüber im Klaren sein, dass das EEG nur einen Aspekt der Gehirnfunktion darstelle. Die Schlafexperimente hätten zu einer Verkürzung der Einschlafdauer und Veränderungen des REM-Schlafes (Schlafphasen, in denen geträumt wird) ergeben (Elektromog-Report, August 1996). Die Veränderungen des REM-Schlafes seien als unterdrückende Effekte zu verstehen. Das Wohlbefinden am darauffolgenden Tag sei beeinflusst gewesen im Sinne einer größeren Schweigsamkeit. Da der REM-Schlaf eine physiologische Rolle bei der Verarbeitung von Informationen spiele, könnten Veränderungen des REM-Schlafes in Verbindung mit Änderungen von Gedächtnisfunktionen und Lernprozessen stehen.

### **Hirnaktivität**

H. Hinrichs und H. J. Heinze von der Abteilung für Klinische Neurologie der Universität Magdeburg gaben einen Überblick über vorhandenes Wissen zu EMF-Effekten auf die Hirnaktivität. Sie führten beispielsweise die Untersuchungen von Schienle et al. (1996, 1997) an, die Einflüsse von Sferics auf das EEG fanden. Sferics sind elektrische Entladungen beim Gewitter, also natürliche EMF mit geringen Intensitäten, mit Frequenzen zwischen 1 und 100 kHz. Es wurden Verminderungen im Alpha- und Beta-Band gefunden, in einer zweiten Studie allerdings eine Zunahme der gleichen Parameter, was die Autoren auf unterschiedliche Kollektive zurückführen.

In einer Anzahl von tierexperimentellen Studien seien Effekte auf das EEG bei unterschiedlichen Frequenzen beobachtet worden, im Allgemeinen bei recht starken Intensitäten. Zum Teil wiesen die Studien methodische Mängel auf, etwa hinsichtlich der Kontrolle möglicher weiterer Einflussfaktoren. Zudem könne keine Studie als Wiederholungsstudie einer anderen gelten, so dass sich bisher keine sicheren Rückschlüsse ziehen liessen.

Hinrichs und Heinze erwähnten auch mögliche therapeutische Anwendungsmöglichkeiten, wie etwa mögliche schlaffördernde Effekte (Elektrosmog-Report, August 1996). Baker-Price et al. (1996) hätten bei vier Patienten eine Verbesserung depressiver Symptome durch Exposition in einem komplex gepulsten Feld gefunden. In verschiedenen Artikeln aus den Jahren 1997 und 1998 habe Sandyk Anwendungen von EMF bei verschiedenen Erkrankungen beschrieben, darunter Multiple Sklerose, Parkinson'sche Erkrankung, Tourette Syndrom. Alle Beobachtungen seien jedoch nicht durch standardisierte kontrollierte klinische Studien belegt.

## **Schlaf und niederfrequente EMF**

C. H. Mueller, C. Schierz und H. Kruegger vom Institut für Hygiene und angewandte Physiologie der ETH Zürich gaben eine Übersicht über die Ergebnisse der wenigen Studien zum Niederfrequenzbereich. Wever (1977) habe von einem Einfluss von 10 Hz-Feldern auf den freien Tag-Nacht-Rhythmus in Abwesenheit von äusseren Faktoren berichtet. Eine konstante Exposition habe zu einer Reduzierung der Periodenlänge geführt, an- und ausgeschaltete Felder hätten dagegen wie Zeitgeber gewirkt und den Tag-Nacht-Rhythmus synchronisiert. Die Untersuchungen zum Einfluss von EMF auf den Melatoninstoffwechsel bei Tieren seien widersprüchlich. Beim Menschen seien in zwei experimentellen Studien mit Freiwilligen (Graham et al. 1996, Selmaoui et al. 1996) keine Einflüsse auf die nächtliche Konzentration dieses für den Schlaf wichtigen Hormons gefunden worden. Bonhomme-Favre et al. (1998) hätten kürzlich Effekte von 50 Hz-Feldern mit Intensitäten zwischen 0,2 und 6,6 Mikrottesla auf verschiedene Parameter von 13 Freiwilligen festgestellt. Bestimmte neurovegetative Störungen (Depression, körperliche Müdigkeit, verringerte Libido, etc.) und Blutwerte (Leukozyten, Lymphozyten, NK-Zellen etc.) seien signifikant und reversibel beeinflusst worden.

An der ETH Zürich werde zur Zeit eine Studie zum Einfluss von schwachen 50 Hz-Feldern auf Schlafparameter von 50 Freiwilligen, die über Elektrosensibilität klagen, durchgeführt. Der wichtigste Bestandteil dieses sogenannten NEMESIS-Projektes, das vom schweizerischen Umweltministerium initiiert worden sei, seien Provokationsuntersuchungen. Die Probanden würden nach einem Doppelblindsystem in ihrer normalen Wohnumgebung nachts EMF-exponiert oder nicht exponiert.

## **Schlussfolgerung**

Konzentrierte sich die EMF-Forschung basierend auf den Ergebnissen der Krebsstudie von Wertheimer und Leeper (1979) zunächst auf einen Zusammenhang mit der Tumorentstehung, so wurden in den letzten Jahren auch eine Reihe von Studien zum Zusammenhang mit unspezifischen gesundheitlichen Problemen durchgeführt. Auch der Frage, ob es besonders EMF-empfindliche Personen gibt, wirkt verstärkt nachgegangen. Bisher lasse sich nach Aussage der eingeladenen Referenten kein sicherer ursächlicher Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern niedriger Intensität unterhalb der offiziellen Grenzwerte und solchen Phänomen herstellen, eine wissenschaftlich umstrittene Einschätzung. Es existierten jedoch Anhaltspunkte dafür.

Wichtige Ansätze zur Untersuchung unspezifischer Symptome bieten die Messung objektiver Parameter, wie zum Beispiel Blutdruck, Herzfrequenzvariabilität, Zahl der Blutkörperchen, Gehirnströme, Untersuchung des Hirnstoffwechsels mit Nukliden und REM-Phasen des Schlafes. Alle diese Größen können als Indikatoren für Veränderungen im Bereich des Neurovegetativums dienen und eventuelle EMF-bedingte Einflüsse auf den Organismus messbar und damit nachweisbar machen.

**Quelle:** Leitgeb, N. (ed.): International Workshop on Electromagnetic Fields and Non-Specific Health Symptoms. Graz/Austria, September 19-20, 1998, Proceedings.

## Verbrauchertip

### Babyphone im Test

Die Zeitschrift Öko-Test-Magazin veröffentlichte in ihrer Ausgabe Oktober 1998 einen aktuellen Test über Babyphone; untersucht wurden 30 Babyphone, 25 Funk- und 5 Netzgeräte. Der Tester Wolfgang Maes aus Neuss orientierte sich bei der Bewertung an den schwedischen TCO-Normen für Bildschirme (10 V/m, 0,2 Mikrottesla und für HF: 0,2 V/m) sowie an den Geräte-Gebrauchsanweisungen. Immerhin acht Firmen weisen inzwischen in ihrer Gebrauchsanleitung auf einen Mindestabstand von 1 m zwischen Babyphon und Baby hin. Ein Hersteller (Firma Reer) empfiehlt immer noch eine "möglichst nahe" Aufstellung.

Von den 30 Geräten erhalten nur 4 "empfehlenswert", 9 "eingeschränkt empfehlenswert", 7 "weniger empfehlenswert" und 10 "nicht empfehlenswert".

Der Test zeigt aber auch, dass alle Geräte in einem Abstand von 1 m den Vorsorgewert für die - biologisch vermutlich besonders wichtige - Magnetfeldstärke von 0,2 Mikrottesla deutlich unterschreiten. Die schlechtesten Geräte kommen dagegen in einem Abstand von nur 30 cm zu Belastungen von bis zu 0,75 Mikrottesla. Wichtiger als die Wahl des Gerätes ist daher in jedem Fall die richtige Handhabung, d.h. vor allem die Einhaltung eines Mindestabstandes von 1 m. Der Test zeigte, dass alle Geräte in diesem Abstand einwandfrei funktionieren.

Gut: Fast alle Geräte senden nun nicht mehr permanent, sondern nur, wenn es tatsächlich ein Geräusch im Kinderzimmer gibt. Das spart Feldemissionen und Energieverbrauch und gibt einen kleinen Eindruck, welche Optimierungen bei anderen Geräten möglich wären, wenn die

Hersteller mehr auf EMF achten bzw. vom Konsumenten und von Verbraucherverbänden in die Pflicht genommen würden.

## Technik

### **Massenvernichtungswaffe für Elektronik - die E-Bombe**

Explosionsinduzierte elektromagnetische Impulse (EMP=Electromagnetic Pulse) von ausreichender Stärke wirken im Prinzip wie ein Blitzschlag und können elektrische und insbesondere elektronische Ausrüstung außer Gefecht setzen. Bei hinreichender Stärke könnte so innerhalb von Millisekunden die gesamte Stromversorgung und das Telefonnetz eines Landes zum Zusammenbruch gebracht werden.

Mittlerweile wurden mehrere nicht-nukleare Verfahren entwickelt, starke elektromagnetische Impulse zu erzeugen. Am technisch ausgereiftesten ist das sog. Flux Compressing Generator Design (FCG). E-Bomben dieses Typs befinden sich bereits in den Arsenalen einiger Staaten des ehemaligen Ostblocks, die US-Army soll sie schon im Golfkrieg eingesetzt haben.

E-Bomben des FCG-Typs erzeugen einen elektromagnetischen Impuls von zig Millionen Joules, der im Zeitraum von einigen zehntel bis hundertstel Mikrosekunden freigesetzt wird, das sind bis zum Faktor 1.000 mehr als ein natürlicher Blitz.

Das Kernprinzip von Bomben des FCG-Typs besteht darin, durch eine Explosion ein elektromagnetisches Feld blitzartig zu "komprimieren". Dabei verwandelt sich mechanische Explosionsenergie in elektromagnetische Energie, die von der Bombe als elektromagnetischer Impuls freigesetzt wird.

E-Bomben können sehr preiswert hergestellt werden; die Pro-Stück-Produktionskosten werden auf nicht mehr als 1.000 bis 2.000 US-Dollar geschätzt.

**Quelle:** Die E-Bombe - eine Masservernichtungswaffe für Elektronik. c't, Heft 18/1998.

Layout: Datadiwan 1998 eMail:[webmaster@datadiwan.de](mailto:webmaster@datadiwan.de)

## *Elektrosmog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 2 Februar 1999

### **Wirkungsmodelle**

## **Melatonin - Was gibt's Neues?**

**Auch 1998 befassten sich eine Anzahl von Studien mit Melatonin und seiner möglichen Rolle bei durch elektromagnetische Felder vermittelten biologischen Wirkungen. Die neuen Ergebnisse werfen wieder neue Fragen auf. Trotz weiterhin bestehender Inkonsistenzen in Studien an Tier und Mensch und oft widersprüchlicher Ergebnisse entsteht der Eindruck, die Funktionen**

**des Melatonins und ihre mögliche Störung könnten ein Schlüssel zum Verständnis von EMF-Effekten sein. Dennoch bleibt offen, wie diese Erkenntnisse hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Bedeutung einzuschätzen sind.**

Die Produktion und Blutkonzentration des in der Zirbeldrüse (=Epiphyse) produzierten Hormons Melatonin weist einen strengen Tag-Nacht-Rhythmus auf, mit einem durch Lichteinfluss sehr niedrigen Blutspiegel bei Tag und einer hohen Konzentration bei Dunkelheit in der Nacht. Melatonin reagiert offenbar nicht nur auf Licht, sondern wird auch durch elektromagnetische Felder gehemmt.

Zur Erinnerung: Die Melatonin-Hypothese

Die vor etwa 10 Jahren formulierte Melatoninhypothese (Stevens 1987) besagt zweierlei:

- Erstens sollen niederfrequente elektromagnetische Felder die nächtliche Produktion von Melatonin in der Zirbeldrüse (Epiphyse) vermindern.
- Zweitens soll Melatonin die Bildung bösartiger Tumoren - darunter vor allem hormonabhängiger Krebsarten wie zum Beispiels Brustkrebs - vermindern und das Wachstum der Tumoren hemmen. Melatonin habe einen unterdrückenden Effekt auf die Produktion der Geschlechtshormone Prolaktin und Östrogen, die die Entwicklung östrogenabhängiger Tumoren fördern. Würde die Melatoninkonzentration vermindert, so stiege damit auch das Risiko für die Bildung dieser Tumoren.
- Eine jüngere Variation dieser Ausgangshypothese beruht auf der Beobachtung von **Robert P. Liburdy** und Kollegen (Liburdy 1993), dass elektromagnetische Felder unabhängig von der Melatoninkonzentration die krebshemmende Funktion des Hormons beeinträchtigen. Diese Funktionsbeeinträchtigung von Melatonin konnte bereits mehrfach reproduziert werden.
- Darüber hinaus könnte ein zusätzlicher krebsschützender Effekt des Melatonins auf seinen Eigenschaften als Antioxidanz und Fänger freier Radikaler beruhen (Reiter 1995).

Erst vor wenigen Jahren wurden spezifische Melatoninrezeptoren auf Zellkernen und Zellmembranen entdeckt und erklären weitere Wirkmechanismen. Diese Rezeptoren könnten nicht nur verschiedene hormonelle Funktionen beeinflussen, sondern auch diverse Immunfunktionen kontrollieren, wie **William S. Baldwin** und **J. Carl Barrett** vom Nationalen Institut für Umwelt- und Gesundheitswissenschaften in North Carolina jüngst in einer differenzierten Arbeitshypothese ausführten (Baldwin 1998).

### **Reduzierte Krebsrate bei Blinden**

Maria Feychting, Bill Österlund und Anders Ahlboom vom Institut für Umweltmedizin am Karolinska Institut in Stockholm untersuchten zur Überprüfung eines Teils der Melatoninhypothese weltweit erstmals an einem großen Kollektiv von Blinden deren Krebsraten und verglichen sie mit Normalsichtigen (Feychting 1998). Der Melatoninrhythmus bei Blinden ist oft gestört, der Konzentrationsverlauf wegen der fehlenden Synchronisation durch die Tageshelligkeit frei flottierend und die Konzentration im Durchschnitt höher. Der protektive Effekt des Hormons sollte sich nach der Melatoninhypothese günstig auf die Krebshäufigkeit auswirken.

Tatsächlich fanden die Autoren unter den 1.567 in die Studie eingegangenen Blinden eine um den Faktor 0,69 deutlich erniedrigte Krebsrate, d. h. die Krebsrate betrug nur 69 Prozent der erwarteten Rate. Insgesamt wurden 136 Tumoren beobachtet, jedoch wären 196 zu erwarten gewesen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Standardisierte Inzidenz-Ratio (SIR) der Tumoren

	beobachtet	erwartet	SIR	95%-KI
Alle Tumoren	136	196	0,69	(0,59-0,82)
Männer (alle)	66	111,1	0,59	(0,47-0,75)
Frauen (alle)	70	85,6	0,82	(0,65-1,03)

Die Risikoverminderung betraf beide Geschlechter. Auffälligerweise waren die hormonabhängigen Tumoren nicht besonders risikovermindert, sondern vor allem die Karzinome des Magen-Darm-Traktes. Dies lässt zwei Interpretationen zu. Einerseits könnte die geringere Krebshäufigkeit bei Blinden auf melatoninunabhängigen Faktoren beruhen - denkbar sind Einflüsse der Lebensweise - oder der Melatonineffekt beruht auf seinen Eigenschaften als Antioxidanz und Radikalfänger.

### **Experimente mit Zellen der Zirbeldrüse**

Forscher der nationalen Institute für Gesundheit (NIH) und der amerikanischen Arznei- und Lebensmittelbehörde (FDA) in Bethesda und Rockville fanden eine deutliche Unterdrückung der Melatoninproduktion in den Zellen der Zirbeldrüse (Epiphyse) nach einer zwölfstündigen Exposition mit einem 50 Mikrottesla starken 60 Hz-Wechselfeld (Rosen 1998). In insgesamt 10 Experimenten mit den Rattenhirnen entnommenen Zellen wurde eine durchschnittliche Reduktion der durch ein chemisches Stimulans (Norepinephrin) induzierten Melatoninproduktion um 46 Prozent beobachtet.

Die Autoren **Lee A. Rosen** und Kollegen vermuten daher, dass die Wirkung elektromagnetischer Felder auf die Funktion der Epiphyse nicht nur auf nervensystemvermittelten Effekten beruht, sondern dass auch direkte Effekte auf die Zellen beteiligt sind, wie möglicherweise Veränderungen von Rezeptoren auf der Zelloberfläche durch EMF.

### **Tierexperimentelle Studien**

Die Arbeitsgruppe um **Wolfgang Löscher** und **Meike Mevissen** an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover fand in einer Untersuchung mit weiblichen Ratten, die einem 100 Mikrottesla starken niederfrequenten Feld von 50 Hz ausgesetzt waren, keine konsistenten Hinweise auf eine Beeinflussung der nächtlichen Melatoninkonzentration im Blut (Löscher 1998). Eine 13-wöchige Exposition führte zu keiner Verminderung des Melatoninspiegels im Blutserum, der jeweils 5 Stunden nach Einsetzen der Dunkelheit gemessen wurde. In einem zweiwöchigen Experiment, bei dem 3, 5 und 6 Stunden nach Einsetzen der Dunkelheit Blut zur Analyse entnommen wurde, fand sich eine Verminderung der Melatoninkonzentration nur nach 6 Stunden. Verschiedene weitere Versuche mit anderen Ratten konnten diesen Effekt jedoch nicht bestätigen.

Als mögliche Erklärung für unterschiedliche Ergebnisse bei diesem und früheren Versuchen wird von den Autoren die Variation einer Vielzahl von Faktoren bzw. Variablen angesehen, wie z. B. Geschlecht, Alter und Art der Ratten, Umweltbedingungen wie Ernährung und Helligkeitsdauer. Als möglicherweise besonders relevant wurden die Phasen des weiblichen Zyklus und die Jahreszeit angesehen.

Es sei zudem eine offene Frage, "ob die Verteilung des Melatonins durch eine Magnetfeldexposition beeinflusst wird oder ob Gewebespiegel ein sensitiverer Indikator für Magnetfeldeffekte sein könnten als Konzentrationen in der Epiphyse oder im Blutplasma. Zum Beispiel ist der Melatoningehalt im Brustgewebe drei Größenordnungen höher als der Spiegel im Blutserum."

**Russel J. Reiter** und Kollegen von der Universität von Texas untersuchten in 15 variierten Experimenten mit Ratten die Wirkung eines gepulsten statischen Magnetfeldes auf die Melatoninkonzentration in der Zirbeldrüse und im Blutserum sowie auf die Aktivität von NAT (N-Acetyltransferase), eines für die Melatoninproduktion wichtigen Enzyms. Die Expositionsdauer variierte zwischen 15 und 120 Minuten, die Magnetfeldstärke zwischen 50 und 500 Mikrottesla. Die Pulsung entsprach einem wellenförmigen Ein- und Ausschalten des Magnetfeldes im Ein-Sekunden-Takt.

In einigen Experimenten wurde eine verminderte NAT-Aktivität in der Zirbeldrüse, eine verminderte Melatoninkonzentration in der Zirbeldrüse und vor allem eine verminderte Konzentration im Blutserum gefunden, in anderen nicht. Auffällig war, dass die Melatoninkonzentration im Blut oft vermindert war, ohne dass gleichzeitig die Produktion in der Zirbeldrüse reduziert war. Die Melatoninhypothese müsse daher nach Meinung der Autoren modifiziert werden, da eine verminderte Blutmelatoninkonzentration nicht unbedingt auf einer verminderten Produktion basiere. Eine alternative Erklärung wäre eine vermehrte Aufnahme des Hormons ins Gewebe oder ein schnellerer Abbau von Melatonin bei EMF-Exposition.

In einer kanadischen Studie von **J. F. Burchard** und Kollegen von der McGill-Universität in Lakeshore fand sich keine Beeinflussung eines 30 Mikrottesla starken statischen Magnetfeldes auf die Melatoninkonzentration von 16 Kühen (Burchard 1998). Die Tiere wurden jeweils 28 Tage lang exponiert.

### **Laborexperiment mit Hochfrequenzfeldern**

**Klaus Mann und Kollegen von der psychiatrischen Klinik der Universität Mainz fanden keinen Effekt eines mit 217 Hertz gepulsten elektromagnetischen 900-MHz-Feldes einer Leistungsflussdichte von 0,02 W/cm<sup>2</sup>** auf die Melatoninkonzentration von Probanden im Schlaflabor, jedoch eine vorübergehende Zunahme des Cortisolspiegels, die als Hinweis auf eine leichte Störung des Zusammenspiels von Hypothalamus, Epiphyse und Nebenniere zu werten sei (Mann 1998).

### **Epidemiologische Studien**

Wie bereits erwähnt, spielt hormonabhängiges Gewebe eine besondere Rolle bei möglichen melatoninvermittelten Effekten auf die Krebsentwicklung. Ein Teil der Brustkreise ist für ihr Wachstum auf Östrogene angewiesen. Dies gilt vor allem für die sogenannten östrogenrezeptorpositiven Tumoren (ER+) und weniger für die östrogenrezeptornegativen (ER-). Wenn die Melatoninhypothese zuträfe, dann wäre bei vergleichsweise stärker EMF-

belasteten Personen im Vergleich zu geringer belasteten eine höhere Anzahl von Tumoren unter denen mit positivem Östrogenstatus (ER+) zu erwarten.

Tatsächlich fanden **Maria Feychting** und ihre schwedischen Kollegen in einer epidemiologischen Studie Hinweise auf eine Unterstützung dieser Annahme.

Tabelle 2: Relatives Brustkrebsrisiko in Abhängigkeit von der Intensität der EMF-Exposition in Mikrotesla ( $\mu$ T) in der epidemiologischen Studie von Feychting et al. (1998)

	< 0,1 $\mu$ T		$\geq$ 0,1 $\mu$ T			
	Fälle	Kontr.	Fälle	Kontr.	RR	95%-KI
Alle Fälle						
ER+	55	59	17	13	1,6	0,6-4,1
ER-	27	23	3	7	0,2	0,0-1,7
ER+ nach Alter						
< 50, ER+	21	26	6	1	<b>7,4</b>	1,0-17,8
$\geq$ 50, ER+	34	33	11	12	0,9	0,3-2,6

Das einzig signifikant veränderte Risiko ist fett gedruckt.

RR = relatives Risiko

Kontr. = Kontrollen (Vergleichsgruppe)

Insgesamt umfasste die Studie 699 Frauen mit Brustkrebs, zu denen Daten über ihre elektromagnetische Belastung vorlagen. Bei Betrachtung aller Frauen trat keine signifikante Auffälligkeit hinsichtlich der EMF-Exposition auf. Einzig in einem Subkollektiv der 82 Frauen, von denen der Östrogenrezeptorstatus bekannt war, fand sich ein signifikanter Unterschied zu den Kontrollen, nämlich bei östrogenrezeptorpositiven (ER+) Frauen, die bei der Diagnosestellung jünger als 50 Jahre waren. Hier war das Risiko, an einem Brustkrebs zu erkranken, um den Faktor 7,4 erhöht (siehe Tabelle 2). Andererseits ist ein auf 0,2 erniedrigtes relatives Risiko bei den östrogenrezeptornegativen (ER-) Frauen auffällig. So könnte bei Betrachtung des Gesamtkollektivs die durch EMF bedingte Zunahme bei den ER-positiven Tumoren möglicherweise durch eine Verminderung bei den ER-negativen Frauen ausgeglichen werden.

In einer weiteren im letzten Jahr veröffentlichten Studie fanden **Marilie D. Gammon** aus New York und ihre Kollegen aus verschiedenen Zentren der USA keinen Einfluss der Verwendung von Heizdecken oder Wasserbetten auf die Rate weiblicher Brustkrebse (Gammon 1998). Auch die Aufteilung der untersuchten 2.199 Frauen in verschiedene Altersgruppen, in verschiedene Gruppen nach Expositionsdauer oder die Differenzierung

nach Östrogenrezeptorstatus führte zu keinen relevanten Unterschieden im Vergleich zu den Kontrollen.

**James B. Burch** und Kollegen von der Universität von Colorado fanden bei Elektroarbeitern einen Zusammenhang zwischen der zeitlichen Konstanz der Magnetfeldexposition und der Ausscheidung des Melatoninabbauproduktes 6-Hydroxymelatonininsulfat (6-OHMS) im Urin. Besonders die häusliche EMF-Belastung war mit einer geringeren Ausscheidung verbunden, während die alleinige Intensität der beruflichen EMF-Exposition ohne messbaren Einfluss blieb. Nach Ansicht der Autoren sei nun zu prüfen, ob die Reduktion der 6-OHMS-Ausscheidung auf einer verminderten Melatoninproduktion, einer Phasenverschiebung in der nächtlichen Melatoninproduktion oder einem vermehrten Melatoninabbau beruhe.

**Franjo Grotenhermen**

nova-Institut, Redaktion Elektrosmog-Report

### **Literatur:**

1. Baldwin, W. S., Barrett, J. C.: Melatonin: receptor-mediated events that may affect breast and other steroid hormone-dependent cancers. *Mol. Carcinog.* 21, 149-155 (1998).
2. Burchard, J. F., Nguyen, D. H., Block, E.: Effects of electric and magnetic fields on nocturnal melatonin concentrations in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81, 722-727 (1998).
3. Feychting, M., Österlund, B., Ahlboom, A.: Reduced cancer incidence among the blind. *Epidemiology* 9, 490-494 (1998).
4. Feychting, M., Forssen, U., Rutqvist, L. E., Ahlbom, A.: Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 9, 392-397 (1998).
5. Gammon, M. D., Schoenberg, J. B., Britton, J. A., Kelsey, J. L., Stanford, J. L., Malone, K. E., Coates, R. J., Brogan, D. J., Potischman, N., Swanson, C. A., Brinton, L. A.: Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *Am. J. Epidemiol.* 148, 556-563 (1998).
6. Liburdy, R. P., Sloma, T. R., Sokolic, R., Yaswen, P.: ELF magnetic fields, breast cancer, and melatonin: 60 Hz fields block melatonin's oncostatic action on ER+ breast cancer cell proliferation. *J. Pineal. Res.* 14, 89-97 (1993).
7. Löscher, W., Mevissen, M., Lerchl, A.: Exposure of female rats to a 100  $\mu$  T 50 Hz magnetic field does not induce consistent changes in nocturnal levels of melatonin. *Radiation Research* 150, 557-567 (1998).
8. Mann, K., Wagner, P., Brunn, G., Hassan, F., Hiemke, C., Roschke, J.: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on the neuroendocrine system. *Neuroendocrinology* 67, 139-144 (1998).
9. Reiter, R. J., Melchiorri, D., Sewerynek, E., Poeggeler, B., Barlow-Walden, L., Chuang, J., Ortiz, G. G., Acuna-Castroviejo, D.: A review of the evidence supporting melatonin's role as an antioxidant. *J. Pineal. Res.* 18, 1-11 (1995).
10. Rosen, L. A., Barber, I., Lyle, D. B.: A 0.5 G, 60 Hz magnetic field suppresses melatonin production in pinealocytes. *Bioelectromagnetics* 19, 123-127 (1998).
11. Stevens, R. G.: Electric power use and breast cancer: A hypothesis. *Am. J. Epidemiol.* 125, 556-561 (1987).

## Grenz- und Vorsorgewerte

# Neue Empfehlungen und Standards

In der vorletzten Ausgabe des Elektrosmog-Reports (Dezember 1998) veröffentlichten wir eine Übersicht über Grenz- und Vorsorgewerte im Hochfrequenzbereich. Prof. Günther Käs, Ingenieurbüro für Radarmesstechnik in Pfaffenhofen, ergänzte unsere Übersicht um zwei weitere Grenz- bzw. Vorsorgewerte:

"Die in der Tabelle erwähnten alten osteuropäischen Grenzwerte mit 0,05 W/m<sup>2</sup> sind für **gepulste** Signale sogar nur mit 0,004 resp. 0,005 W/m<sup>2</sup> (je nach Betriebsart) zugelassen (Tab. 4 in Quelle POPPEI), also mit einem Zehntel des Wertes für Dauersignale. Der Maximalwert für gepulste Signale liegt bei 0,2 bzw. 0,25 W/m<sup>2</sup> für maximal 2% der Zeit.

Bei dem "Workshop on possible biological and health effects of RF electromagnetic fields" im Oktober 98 in Wien ... wurde bekannt, dass das **Land Salzburg** in einer freiwilligen Vereinbarung mit den Mobilfunkbetreibern festgelegt hat, dass nirgendwo (im Land Salzburg) in öffentlich zugänglichen Bereichen ein **Maximalwert von 0,1 Mikrowatt/cm<sup>2</sup>** (=0,001 W/m<sup>2</sup>) im Mobilfunkfrequenzbereich überschritten werden darf. ... Das sind als nochmals der Faktor 5 unter den oben angegebenen (alten) russischen Grenzwerten. Allgemein wurde das als kleine Sensation gewertet." Der Wert ist als Vorsorgewert zu verstehen.

Seit dem 02.01.99 gelten in **Italien** neue, strenge Grenzwerte für stationäre Sendeanlagen. Der Grenzwert liegt für den Frequenzbereich vom 3 MHz bis 300 GHz bei 0,1 W/m<sup>2</sup>, also deutlich unter den ICNIRP-Empfehlungen.

Tabelle: Grenz- und Vorsorgewerte für ausgewählte hochfrequente Felder für die Öffentlichkeit (Leistungsflußdichte in Watt pro Quadratmeter) im Überblick

	C-Netz	D1/D2-Netz	Eplus
	460 MHz	900 MHz	1.800 MHz
	W/m <sup>2</sup> (1 W/m <sup>2</sup> = 0,1 mW/cm <sup>2</sup> )		
<b>Grenzwerte</b>			
Deutsche Elektrosmogverordnung 1997	2,3	4,5	9
Italien 1999	0,1	0,1	0,1
alte osteuropäische Grenzwerte			
UdSSR ungepulst	0,05	0,05	0,05
UdSSR gepulst	0,004 - 0,005	0,004 - 0,005	0,004 - 0,005
Polen	0,1	0,1	0,1
CSSR	0,24	0,24	0,24

Moskau 1996	0,02	0,02	0,02
<b>Grenzwertempfehlungen</b>			
KATALYSE 1994	1	1	1
ICNIRP 1998	2,3	4,5	9
Australien/ Neuseeland 1998	2	2	2
<b>Freiwillige Vereinbarungen</b>			
Land Salzburg	0,001	0,001	0,001
<b>Vorsorgewerte</b>			
ECOLOG 1994	0,11	0,22	0,45
BUND 1997	0,00023	0,00045	0,0009
ECOLOG 1998	0,023	0,045	0,09
nova 1998	0,23	0,45	0,9
Maes 1998	0,0000002- 0,00002	0,0000002- 0,00002	0,0000002- 0,00002

nova 1999

### **Kataster von GSM-Sendestationen**

Das Umweltamt in Graz (Österreich) erstellt derzeit ein Kataster der GSM-Sendestationen. Bislang hat die Stadt Graz keinerlei Übersicht über die Gesamtzahl, Standorte und Leistungsabstrahlung der einzelnen Sendestationen. Das wird sich nun ändern. Erhoben werden Menge, Aufstellungsort und Strahlungsexposition. Auf der Basis dieser Übersicht kann eine mögliche Belastung von Wohnanlagen und evtl. gesundheitliche Auswirkungen untersucht werden. Die Katastererstellung wird auch in Zusammenhang mit der oben zitierten Einführung eines 1.000fach niedrigeren Vorsorgewertes im Land Salzburg gebracht.

### **Empfehlung strenger Grenzwerte an den Umweltausschuss des Europäischen Parlaments**

Dem "Ausschuss für Umwelt, Öffentliche Gesundheit und Verbraucherschutz" des Europäischen Parlaments liegt ein Vorschlag vor, mit dem die Grenzwerte für elektromagnetische Belastungen der Bevölkerung innerhalb von zehn Jahren, also bis zum Jahr 2008, drastisch abgesenkt werden sollen. Der kurz "Umweltausschuss" genannte Ausschuss wird sich voraussichtlich in einer Sitzung am 18.02.1999 mit der Vorlage beschäftigen, für den 08.03.1999 sind Beratung und Beschlussfassung durch das Parlament vorgesehen.

Hiermit will das Europäische Parlament auf den Vorschlag der EU-Kommission reagieren, der sich nur an der Vermeidung akuter und wissenschaftlich unstrittiger Wirkungen orientierte und Langzeitschäden sowie Vorsorgeaspekte vollkommen ausser Acht ließ (Elektrosmog-

Report, Oktober 1998). Die Grenzwertvorschläge für den Umweltausschuss orientieren sich dagegen am Vorsorgeprinzip und Vorschlägen des US-Rates für Strahlenschutz (NCRP) und der US-Umweltbehörde. Für einige Frequenzbereiche liegen die Vorschläge um mehr als einen Faktor 1.000 unter den ICNIRP-Grenzwertvorschlägen bzw. der Empfehlung der EU-Kommission und damit zum Teil sogar unter den Vorsorgewerten kritischer Institute. Der EU-Kommission wird vorgeworfen, eine große Zahl wissenschaftlicher Publikationen ignoriert zu haben.

In der Vorlage für den Umweltausschuss wird z.B. auf eine Fülle wissenschaftlichen Materials verwiesen, das auf die Wahrscheinlichkeit von Langzeiteffekten bei Expositionen im Bereich von 0,1 bis 0,2 Mikrottesla verweise. So wird in der Vorlage bei einer Frequenz von 50 Hz für die magnetische Flußdichte ein Grenzwert von 0,25 Mikrottesla vorgeschlagen gegenüber 100 Mikrottesla bei der ICNIRP (Internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung), der EU-Kommission oder auch der 26. BImSchV ("Elektromog-Verordnung").

In der Vorlage wird die Festsetzung von Mindestabständen für Hochspannungstrassen und Sendeanlagen sowie die Kennzeichnung EMF-emittierender Geräte gefordert.

Die einschlägigen Lobbygruppen der Industrie sind in Aufruhr und Michael Repacholi (ICNIRP, WHO) soll bereits in Straßburg interveniert haben. Umwelt- und Verbraucherverbände sowie deren Anwälte in der Politik sollten ihren Einfluß in Brüssel und Straßburg geltend machen, damit die Empfehlungen an den Umweltausschuss nicht in der Schublade verschwinden oder bis zur Unkenntlichkeit entschärft werden. Die Empfehlungen berücksichtigen erstmalig Vorsorgegesichtspunkte in angemessener Weise.

### **CENELEC beschließt europäischen Standard für Mobilfunk**

Die CENELEC (Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung) hat einen Standard für Mobilfunkausrüstungen für den Frequenzbereich 30 MHz bis 6 GHz verabschiedet (ES 59005, Brüssel 05.07.1998). Die Grundlage der Standards sind die SAR-Empfehlungen der ICNIRP (SAR = Spezifische Absorptionsrate), die SAR-Basisgrenzwerte (siehe Tabelle) sind identisch mit den ICNIRP-Empfehlungen. Die Einflüsse elektromagnetischer Felder auf Implantate, wie z. B. Herzschrittmacher, werden nicht berücksichtigt.

Tabelle: SAR-Basisgrenzwerte für Mobilfunk in W/kg

	SAR gemittelt über 6 min Zeitintervalle	
	Gemittelt über den gesamten Körper	Gemittelt über jeweils 10 g Gewebe  (außer Hände und Füße)
Bevölkerung allgemein	0,08	2
Berufstätige	0,4	10

### **Quellen:**

1. Europäischer Standard für Mobilfunk. EMF-Monitor 4(4),4, 1998.
2. Karus, M., Grotenhermen, F.: EU empfiehlt ICNIRP-Empfehlungen. Elektromog-Report 4(10), 5-6, 1998.
3. Käs, G.: Brief ans nova-Institut, 13.12.1998.
4. Ministero dell'Ambiente, Decreto 10 settembre 1998, n. 381.
5. Neitzke, H.-P.: Kommentar. EMF-Monitor 4(4), 3, 1998.
6. Oberfeld, G., König, Ch.: Preliminary standard for pulsed EMF in Salzburg. Workshop on possible biological and health effects of RF electromagnetic fields, Wien, 25.-28.10.1998.
7. Pühr, G.: Wo funkt's denn da? Kleine online, Graz, 25.11.1998.
8. Setzt sich das Vorsorgeprinzip in Europa durch? EMF-Monitor 4(4), 1-2, 1998.
9. Übersicht über Grenz- und Vorsorgewerte im HF-Bereich. Elektromog-Report 4(12), 7-8, 1998.

Layout: Datadiwan 1998 eMail:[webmaster@datadiwan.de](mailto:webmaster@datadiwan.de)

## *Elektromog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 3 März 1999

### **Richt- und Grenzwerte**

## **Neue Elektromog-Verordnung in der Schweiz**

**Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie, Kommunikation (UVEK) hat einen Verordnungsentwurf zum Schutz vor Elektromog in die Vernehmlassung geschickt. Er sieht neben Grenzwerten auch Vorsorgewerte vor, die dem unsicheren Kenntnisstand Rechnung tragen sollen.**

Das UVEK empfiehlt den Entwurf bereits vor dem Inkrafttreten als Richtlinie. Damit soll vermieden werden, dass vor dem Inkrafttreten der Verordnung, z. B. beim Bau von Mobilfunkstationen, vollendete Tatsachen geschaffen werden. Der Entwurf liefert für die bereits anhängigen Baugesuche eine vorläufige Entscheidungsgrundlage. Die Verordnung sieht unter anderem vor, dass neue Hochspannungsleitungen und Mobilfunk-Antennen einen Mindestabstand zu Schulen, Spitälern oder Wohngebäuden einhalten müssen.

Die neue NIS-Verordnung (NIS = Nichtionisierende Strahlung) übernimmt die internationalen ICNIRP-Immissionsgrenzwerte für elektromagnetische Strahlen. Zusätzliche Vorschriften sollen aber dem unsicheren Kenntnisstand in Bezug auf Langzeitwirkungen Rechnung tragen. Im Sinne der Vorsorge soll die Belastung in Schulen, Spitälern, Wohnräumen und an anderen Orten, an denen sich Menschen während längerer Zeit aufhalten, verringert werden. Beim Bau neuer Hochspannungsleitungen, Transformatorenstationen, Eisenbahnen oder Sende-Antennen müssen in Zukunft verbindliche Mindestabstände ("Freihaltebereich") zu solchen "Orten mit empfindlicher Nutzung" eingehalten werden. Bei bestehenden Anlagen soll die Strahlung mit technischen Massnahmen soweit wie möglich reduziert werden.

Von der Verordnung nicht betroffen sind Handys und Haushaltgeräte sowie beruflich und medizinisch bedingte Strahlenbelastungen. Regelungen für Mobiltelefone und Haushaltgeräte müssen international getroffen werden. Vorbereitungen dazu sind im Gang. Drei Bundesämter, nämlich das BUWAL (Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft), das BAKOM (Bundesamt für Kommunikation) und das BAG (Bundesamt für Gesundheit) bereiten gemeinsam Informationen für Konsumenten und Konsumentinnen zur Strahlungsintensität von Geräten vor.

## **Das Vorsorgekonzept des schweizer Verordnungsentwurfes**

Ausgangspunkt der Vorsorgeregelungen ist, dass auch schwache nichtionisierende Strahlung vermutlich biologische Effekte auslösen kann. Im erläuternden Bericht zur "Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV)" heisst es:

"Auch bei schwacher nichtionisierender Strahlung - unterhalb der Immissionsgrenzwerte - treten biologische Wirkungen auf oder werden auf Grund statistischer Untersuchungen vermutet. Beispielsweise wurden physiologische Änderungen beim Stoffwechsel von Zellen nachgewiesen (Kalzium-Haushalt). Bei Versuchstieren wird die Ausschüttung des Hormons Melatonin während der Nacht beeinflusst. Vereinzelt berichten Personen über Schlafstörungen und andere Störungen des Wohlbefindens im Zusammenhang mit schwachen elektromagnetischen Feldern. Schliesslich hat sich aus statistischen Untersuchungen ein Verdacht auf eine krebsfördernde Wirkung schwacher elektromagnetischer Felder ergeben. So kam eine Expertengruppe des US National Institute of Environmental Health Sciences (Nationales Institut für Umwelt und Gesundheit) kürzlich nach mehrjähriger Bewertung aller Untersuchungsberichte zum Schluss, dass niederfrequente elektromagnetische Felder als "möglicherweise kanzerogen" zu betrachten sind."

### *Vorsorge in der deutschen Elektromogverordnung von 1997 (26. BImSchV)*

In der schweizer Diskussion um die Verankerung von Vorsorgegesichtspunkten in anderen Ländern, wird auch die deutsche Elektromogverordnung kritisch gewürdigt: "Die deutsche Verordnung enthält keine Bestimmungen zum Umgang mit Störungen des Wohlbefindens. Ansatzweise ist die vorsorgliche Begrenzung von niederfrequenten Feldern vorgesehen. Der Ansatz besteht darin, dass bei niederfrequenten Feldern die Immissionsgrenzwerte von ICNIRP an Orten mit empfindlicher Nutzung jederzeit eingehalten werden müssen und nicht, wie an anderen Orten, kurzfristig überschritten werden dürfen. Nach der neuen ICNIRP-Richtlinie von 1998 ist allerdings eine kurzfristige Überschreitung der Immissionsgrenzwerte nicht mehr zulässig, so dass auch die "Vorsorge" in der deutschen Verordnung keine mehr ist. Dass Vorsorgeaspekten in Deutschland wenig Gewicht beigemessen wird, liegt an den gesetzlichen Rahmenbedingungen. Im deutschen Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) ist - im Gegensatz zum schweizerischen Umschweltschutzgesetz - das Vorsorgeprinzip für Anlagen, die nichtionisierende Strahlung erzeugen, nicht verankert."

Der eigene Vorsorgebegriff wird wie folgt definiert: "Die Vorsorge ist zukunftsgerichtet. Es geht darum, das Risiko für möglicherweise schädliche Wirkungen, die erst vermutet werden oder noch nicht absehbar sind, bereits heute gering zu halten. Vorsorgliche Massnahmen sind im Bereich unterhalb der Immissionsgrenzwerte und für diejenigen Situationen von

Bedeutung, wo Menschen lange Zeit exponiert sind. Nach dem Umweltschutzgesetz sind vorsorgliche Massnahmen nur so weit zu treffen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist." Das in der Verordnung vorgeschlagene Schutzniveau ist auf Basis des derzeitigen unsicheren, wissenschaftlichen Wissensstandes nicht begründbar, es ist daher das Ergebnis einer "Abwägung von Schutz- und Nutzinteressen".

### *Orte mit empfindlicher Nutzung*

Mit den in der Verordnung formulierten vorsorglichen Maßnahmen wird erreicht, dass die Immissionen an sog. Orten mit empfindlicher Nutzung im Langzeitmittel deutlich unterhalb der Immissionsgrenzwerte zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen liegen. Orte mit empfindlicher Nutzung sind zum ersten Räume, in denen mit längerem Aufenthalt von Personen gerechnet werden muss, wie Wohnräume, Schulräume, Patientenzimmer in Krankenhäusern und Altersheimen sowie (normale) Arbeitsplätze, z.B. in Büros. Zum zweiten sind Kinderspielplätze eigens aufgeführt.

Bei den vorsorglichen Maßnahmen werden zwei Ansätze verfolgt, einmal technische und betriebliche Maßnahmen (z.B. bei Freileitungen eine optimierte Phasenbelegung) und zum anderen die Festlegung eines sog. Freihaltebereiches, innerhalb dessen nach Möglichkeit keine Orte mit empfindlicher Nutzung liegen sollen. Die Einhaltung eines Freibereiches gilt nur für neue Anlagen oder wenn bestehende Anlagen ersetzt oder an einen anderen Standort verlegt werden.

## **Freihaltebereiche**

### *Frei- und Kabelleitungen*

Für Frei- und Kabelleitungen wird der Freihaltebereich wie folgt definiert: "Der für die Ermittlung des Freihaltebereichs massgebende Strom I beträgt 50% des thermischen Grenzstroms bei 40 ° C Umgebungstemperatur. Wird in der Plangenehmigungsverfügung ein maximaler Jahresmittelwert für den Strom festgelegt, so kann als massgebender Strom I dieser Wert eingesetzt werden."

Daraus ergeben sich folgende Freihaltebereiche bzw. Mindestabstände:

Tabelle: Freihaltebereiche für Frei- und Kabelleitungen

Leitungstyp	Horizontaler Abstand vom äußersten Phasenleiter	
	bisherige Praxis	neu nach NISV
<i>Freileitung</i>		
380 kV / 1.920 A	50 m	32 - 55 m (je nach Konstruktion)
220 kV / 1.490 A	50 m	16 - 37 m
110 kV / 745 A	30 m	0 - 19 m

<i>Kabelleitung</i>		
380 kV / 1.920 A	-	3,5 - 3,8 m
220 kV / 1.490 A	-	3,2 - 3,5 m
110 kV / 745 A	-	2,3 - 2,4* m

\* bei Leitungssträngen ohne gute Kompensation bis 5,2 m

### *Sende- und Radaranlagen*

Für Sende- und Radaranlagen wird der Freihaltebereich nur für solche Anlagen festgelegt, welche eine relevante jährliche Betriebsdauer "und damit das Potential für eine Langzeitbelastung der Umgebung aufweisen". Als Schwelle sind 800 Sendestunden pro Jahr (d.h. ca. 10% eines Jahres) am gleichen Standort vorgesehen. Der Freihaltebereich ist als der Bereich um die Antenne definiert, innerhalb dessen die Immissionen mehr als 10% der Immissionsgrenzwerte betragen. Bei einer GSM-Basisstation (900 MHz) mit hoher Sendeleistung (je 300 W ERP in drei Richtungen) ist der Freihaltebereich eine Kugel mit einem Radius von 25,6 m, bei geringerer Sendeleistung (je 25 W) eine Kugel mit einem Radius von 5,2 m.

### **Quellen:**

1. Pressemitteilung des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) vom 16.02.1999.
2. Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Entwurf vom 16.02.1999.
3. Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), erläuternder Bericht vom 16.02.1999.
4. Internet: [www.admin.ch/buwal](http://www.admin.ch/buwal)

### **Hochfrequenz**

## **Handys und Gehirnströme**

**Während Anfang Dezember Schlagzeilen durch die Medien gingen, nach denen Handys nach einer Studie der Universität München keinen Einfluss auf die Gehirnströme hätten, wurde in der Fachpresse eine andere Studie aus Berlin vorgestellt, nach der sich doch solche Effekte fanden. Über das Ergebnis der zweiten Studie wurde allerdings nicht in den Tageszeitungen berichtet.**

Die möglichen Auswirkungen gepulster hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf Hirnströme und Gehirnaktivität werden seit vielen Jahren kontrovers diskutiert (siehe Elektromog-Report, April 1998 und Januar 1999).

Die umfangreiche Studie am Klinikum Großhadern der Münchener Ludwig-Maximilian-Universität war im Auftrag des bayerischen Umweltministeriums in Auftrag gegeben worden. Danach beeinflussten elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen die Hirnströme von 39

gesunden männlichen und weiblichen Probanden unter Normalbedingungen nicht. Zudem wurden keine Effekte auf das Denken oder andere Gehirnfunktionen ermittelt. Auch während der Bewältigung von Denkaufgaben, wie etwa der Erkennung von Mustern und Tönen, war das EEG (Elektroenzephalogramm) unter dem Einfluss gepulster Handy-Strahlung nicht auffällig verändert. Die Tests waren mit verschiedenen handelsüblichen Geräten - D-Netz-Handy, E-Netz-Handy, D-Netz-Autotelefon - durchgeführt worden. Es wurde einzig eine leichte Erwärmung der Wangen beobachtet, die allerdings auf der Erwärmung des Tastenfeldes beim Telefonieren beruhe.

In der Studie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Berlin wurden die Wirkungen von Handy-Strahlung (GSM-Telefon mit 916 MHz Trägerfrequenz und Pulsung von 217 Hz) auf die Hirnströme von 16 gesunden männlichen Probanden nicht unter Normalbedingungen untersucht, sondern es wurden mögliche Effekte auf die sogenannten "langsamen Hirnpotentiale" (slow brain potentials, SP) ermittelt. SPs sind Spannungsschwankungen im EEG, die bei einer Erwartungshaltung auf bestimmte Ereignisse oder Handlungen auftreten. Die Forscher untersuchten ein spezielles SP, das sogenannte Bereitschaftspotential, ein elektrisches Signal im Gehirn, das vor einer beabsichtigten Handlung messbar wird, noch bevor der Entschluss zu dieser Handlung bewusst wird.

Der Einfluss des gepulsten GSM-Signals auf das Bereitschaftspotential wurde unter zwei verschiedenen anspruchsvollen experimentellen Bedingungen untersucht. Die erste Aufgabe bestand in einer einfachen Drückung einer Maustaste mit dem Zeigefinger, was in selbstgewählten Abständen 30mal wiederholt wurde. Das zweite Experiment war ein komplexes und anspruchsvolles VMT (visual monitoring task): Dabei waren die Probanden aufgefordert, mit einer Computermaus einen auf dem Monitor rotierenden Zeiger bei einer bestimmten Stellung zum Stehen zu bringen. Dies war in Abständen von zwei bis vier Sekunden 50mal zu wiederholen.

Die Ausführung dieser Aufgaben wurde durch die elektromagnetischen Handy-Felder nicht beeinträchtigt. Es traten auch keine Unterschiede des Bereitschaftspotentials zwischen Exposition und Nichtexposition bei der ersten Aufgabe auf. Allerdings waren die SP-Parameter beim VMT-Experiment beeinflusst: Die elektromagnetischen Felder bewirkten eine signifikante Verminderung der langsamen Hirnpotentiale (SP) im Bereich der zentralen Hirnregionen und im Scheitel-Hinterhauptsbereich.

Dr. Gabriele Freude, eine beteiligte Wissenschaftlerin, erklärte zu den Ergebnissen: "Offensichtlich können die Strahlungsdosen eines handelsüblichen GSM-Handys die bioelektrische Hirnaktivität beeinflussen, wobei diese Effekte nur bei bestimmten Anforderungen und in Abhängigkeit von der Hirntopographie auftreten." Die EMF-Effekte beruhen vermutlich auf einer direkten Wirkung auf zellulärer Ebene. Folgerungen über mögliche Einflüsse von EMF auf die Gesundheit ließen die Beobachtungen nicht zu.

### **Quellen:**

1. Diskussion auf spekulativem Niveau. Newsletter der FGF 6 (3), Dezember 1998, S. 6-7.
2. Freude, G., Ullsperger, P., Eggert, S., Ruppe, I.: Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials. *Bioelectromagnetics* 19, 384-387 (1998).
3. Handies ohne Einfluß auf Hirnströme. VDI-Nachrichten vom 11.12.1998.

# Handy-Kurzmeldungen

## Handyboom in Finnland

Der Handyboom in Finnland hat einen neuen Höchststand erreicht: Erstmals gibt es in dem nordischen Vorreiter-Land mehr Mobil- als Festnetz-Telefone: 56% der Finnen telefonieren mobil. Bereits im August 1998 wurde die erst für das Jahr 2000 anvisierte 50%-Marke überschritten.

## Keine Mobilfunkantennen auf Gotteshäusern

"Mit Rücksicht auf den spezifischen Charakter von Sakralbauten" hat Bischof Alois Kothgasser das Anbringen von Antennenanlagen für Mobilfunknetze auf Kirchen und Kapellen in der Diözese Innsbruck ausnahmslos untersagt. Zudem hat der Bischof wegen möglicher gesundheitlicher Folgen auch auf kirchlichen Profanbauten (also etwa Pfarrhöfen) das Anbringen von Mobilfunkantennen bis auf weiteres verboten, "solange die Frage der gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Funkantennen kontroversiell diskutiert wird". Kothgasser reagierte damit auf Ängste von Anwohnern, die von Gehörstürzen, Blutdruckschwankungen und Schwindelanfällen berichteten. Nicht alle Pfarreien werden sich über das Bischofswort freuen, immerhin gehen damit Einnahmen von fünf- bis sechstausend Schilling (rund 360 bis 430 Euro) pro Monat verloren.

## Strahlenbelastung bei Handy-Benutzung im Auto geringer als bislang angenommen

Untersuchungen am Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH) in Kamp-Lintfort haben neue Erkenntnisse über die Strahlenbelastung beim Mobiltelefonieren innerhalb von Autos gebracht. Bisher wurde Handy-Benutzern empfohlen, nur im Freien zu telefonieren. Insbesondere in Kraftfahrzeugen würden stark erhöhte Spezifische Absorptionsraten (SAR-Werte) im Kopfbereich auftreten. Einmal wegen Reflexionen an Metallteilen im Auto und zum anderen, weil das Handy seine Sendeleistung hochregelt (wenn es diese Funktion besitzt). Die Untersuchung am IMST zeigte nun, dass die Erhöhungen durch diese Effekte im Vergleich zum Telefonieren im Freien relativ gering sind.

Zunächst wurde der Einfluß einer metallischen Wand in der Nähe des Handys auf die SAR-Werte im Kopfbereich gemessen. Unter den meisten Versuchsbedingungen traten nur sehr kleine Unterschiede auf, die maximalen Änderungen gegenüber dem Freiraumfall blieben unter 25%. Praxisversuche im Automobil zeigten ähnliche Ergebnisse. Die SAR-Werte im Freien und im Kraftfahrzeug unterschieden sich für Fahrer und auch Beifahrer kaum, maximal um 18%.

## Störungen von Hörgeräten durch Handys

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt hat festgestellt, dass 10 bis 20 Prozent der etwa 2,5 Millionen Hörgeräteträger in Deutschland massive Störgeräusche hören, wenn im Radius von zwei bis drei Metern mit Handys telefoniert wird. Besonders betroffen sind hochgradig Hörgeschädigte, deren Hörhilfen eine große Verstärkerleistung haben. Laut Dr. Harald Seidler, Landesvorsitzender Saar der Berufsverbandes der HNO-Ärzte, können unter den 600 Hörgeräten am Markt nicht Einzelne empfohlen werden, da die Hörhilfen individuell angepasst werden müssen. Sein Tip: Den Einfluss von D-Netz- und E-Netz-Handys auf das

Hörgerät vor dem Kauf selbst ausprobieren. Grundsätzlich lassen sich die meisten Hörhilfen nachträglich gegen Störsignale abschirmen. Der Hersteller beschichtet hierzu die Innenseite des Gerätegehäuses mit Aluminium oder Silber.

### **Quellen:**

1. Finnland: Mehr Handies als Festnetztelefone. In: VDI-Nachrichten, 08.01.99.
2. Tirol: Keine Antennen auf Gotteshäusern. In: Der Standard, 15.01.99.
3. Bahr, A. 1998: Nahfeld von Mobiltelefonen innerhalb von Fahrzeugen. In: FGF-NEWS letter 6(3), Bonn 12/98.
4. Handys stören Hörgeräte. In: Öko-Test 02/99.

## **Die Wiener Resolution**

Beim "Workshop über mögliche biologische und gesundheitliche Effekte von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern" (Workshop on Possible Biological and Health Effects of RF Electromagnetic Fields) vom 25. bis 28. Oktober 1998 verabschiedeten 16 der teilnehmenden Wissenschaftler eine Stellungnahme, nach der biologische Effekte von Expositionen mit Hochfrequenzfeldern geringer Intensität als wissenschaftlich etabliert gelten.

### **"Präambel:**

Die Teilnehmer stimmen darin überein, dass biologische Effekte bei Expositionen niedriger Intensität wissenschaftlich etabliert sind. Allerdings erlaubt der gegenwärtige Stand der wissenschaftlichen Übereinstimmung keine Ableitung zuverlässiger Expositionsstandards. Die vorliegenden Kenntnisse erfordern eine Zunahme von Forschungsanstrengungen über die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen und über angemessene Expositions- und Dosisabschätzungen.

### **Basisstationen: Wie könnte eine befriedigende Beteiligung der Öffentlichkeit sicher gestellt werden?**

Die Öffentlichkeit sollte frühzeitig an dem Prozess beteiligt werden. Dies schließt sowohl Informationen über technische und Expositionsdaten als auch Informationen über den Stand der Gesundheitsdebatte ein. Die Beteiligung der Öffentlichkeit an den Entscheidungen (Grenzwerte, Standorte, etc.) sollte ermöglicht werden.

### **Mobiltelefone: Wie könnte die Situation der Nutzer verbessert werden?**

Technische Daten sollten den Verbrauchern zugänglich gemacht werden, um einen Vergleich hinsichtlich der EMF-Exposition zu ermöglichen. Mit dem Ziel der Förderung einer besonnenen Nutzung sollten ausreichende Informationen über die Gesundheitsdebatte zur Verfügung gestellt werden. Dieses Vorgehen sollte den Nutzern Möglichkeiten zur Reduzierung der EMF-Exposition schaffen. Darüber hinaus könnte dieser Prozess die weitere Entwicklung von Geräten mit geringen Emissionen fördern."

Unterzeichner der Wiener Resolution sind: Carl Blackman (USA), Neil Cherry (Neuseeland), Günter Käs, Lebrecht von Klitzing (Deutschland), Wolfgang Kromp (Österreich), Michael Kundi (Österreich), Henry Lai (USA), William Leiss (Kanada), Theodore Litovitz (USA), Kjell Hansson Mild (Schweden), Wilhelm Mosgöller (Österreich), Joachim Röschke (Deutschland), Felix Schinner (Österreich), Stanislaw Szmigielski (Polen), Luc Verschaeve (Belgien), Ulrich Warnke (Deutschland).

**Quelle:** The Vienna Resolution. Microwave News 18 (6), 5

## Buchbesprechung

***So schützen Sie sich vor Elektromog. Das Buch von Hanspeter Kobbe beginnt mit den gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder.*** Wer hier einen kompetenten Überblick sucht, wird enttäuscht. Studien um Studien werden aneinandergereiht, längst widerlegte Arbeiten erneut als Beweis vorgeführt. Im Wesentlichen beruft sich der Autor auf das KATALYSE-Buch "Elektromog", das er nach Belieben "ausschlachtet", verkürzt und neu kombiniert. TIP: Lieber das Original kaufen! Ärgerlich: Das Grenzwertkapitel diskutiert die nationalen und internationalen Grenzwerte auf dem Stand von 1994 - nicht gerade aktuell für ein 1998 erschienenes Buch.

Einen großen Teil des Buches nehmen Verbrauchertips zu Quellen der Belastung und zum Schutz vor Elektromog ein. So richtig allerdings auch mancher Tip zur Verwendung von Babyphonen, Bohrmaschinen, elektrischen Zahnbürsten und vielem mehr sein mag, die "Panik" zwischen den Zeilen, die vermittelt, dass alles irgendwie schädlich ist, ist wenig hilfreich. Praxisrelevante Fragen, etwa welche Belastungen welcher Geräte wirklich relevant und welche Maßnahmen vordringlich getroffen werden sollten, werden nicht beantwortet.

Im zweiten Teil des Buches verlässt der Autor dann den Boden der Naturwissenschaften und gibt eine Einführung in das umstrittene Gebiet der "Radiästhesie" ("Strahlenfähigkeit") mit folgenden Ratschlägen: Mentale Feldmessungen, Aufbau eines mentalen Schutzmantels gegen Elektromog und der Einsatz von Edelsteinen gegen Bildschirmstrahlung.

Wer praktische Tips zum Thema "Schutz vor Elektromog" sucht, dem empfehlen wir andere Bücher, beispielsweise: Bernd Müller: Wirksamer Schutz vor Elektromog, GU Ratgeber Gesundheit, Verlag Gräfe und Unzer.

Hanspeter Kobbe: So schützen Sie sich vor Elektromog. Verlag Hermann Bauer, Freiburg 1998; 256 Seiten, 36 DM

## Aktuelles

**Februar: Referenzhandbuch EMV erschienen**

Soeben ist das EMC Kompendium 1999 in seiner 5. Ausgabe erschienen. Das Referenzbuch für angewandte EMV und CE-Kennzeichnung ist über 400 Seiten dick und erhältlich bei der KM Verlagsgesellschaft, Gollierstr. 23, 80339 München, Fon: 089-500383-0, Fax -10.

### **18. März: Fachseminar Schutz vor EMF-Immissionen im Haus der Technik, Essen**

Am 18. März findet im Haus der Technik in Essen das Fachseminar Schutz vor Immissionen durch elektrische und magnetische Felder statt. Die Leitung des Seminars liegt in den Händen von Dr. E. Stöcker vom Umweltministerium NRW, die Referenten sind u.a. R. Kindel (Landesumweltamt NRW), Dr. U. Kullnick (Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik), Dr. H. Brüggemeyer (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie), Dr. C. Dörnemann (RWE Energie), Dr. F. Lauer (DeTeMobil), Dr. H.-P. Neitzke (ECOLOG-Institut). Teilnahmegebühr für Nichtmitglieder: 1.095 DM. Anmeldung: Haus der Technik e.V., Hollestr. 1, 45127 Essen. Fon 0201-1803-1, Fax -369.

### **23.-25. März: EMV-Messe in Düsseldorf**

Vom 23. bis zum 25. März findet in der Messe Düsseldorf die EMV '99 statt, die Internationale Messe mit Workshops für Elektromagnetische Verträglichkeit. Über 200 Aussteller zeigen auf 4.600 qm EMV-Meß- und Prüfgeräte, Testsysteme, Abschirmmaterialien, Entstörbauteile und vieles mehr. Der Bereich EMVU, elektromagnetische Umweltverträglichkeit, wird auch vertreten sein, aber wie bereits letztes Jahr eher zu den untergeordneten Themen zählen. Am 23. März findet von 14:30 bis 17:30 Uhr ein Workshop zum Thema "Raumschirmungskonzepte zum Schutz vor Lauschangriff und elektrischen Feldern" statt. Weitere Informationen im Internet unter [www.mesago.de](http://www.mesago.de) und per Fon 0711-61946-38, Fax -94 (Petra Buss).

### **17. April: Symposium des Bundesverbandes gegen Elektromog in Frankfurt**

Der Bundesverband gegen Elektromog wird am 17. April in Frankfurt a. M. sein zweites Symposium durchführen. Dr. Warnke (Saarbrücken), Dr. Popp (Neuss/Kaiserslautern) und Prof. Käs (Pfaffenhofen) haben bereits ihre Zusage als Referenten gegeben. Anmeldung: Bundesverband gegen Elektromog e.V., Festerbachstr. 16, 65329 Hohenstein.

Layout: Datadiwan 1998 eMail: [webmaster@datadiwan.de](mailto:webmaster@datadiwan.de)

## *Elektromog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 4 April 1999

Jubiläum

## **Vier Jahre Elektromog-Report**

**Der Elektromog-Report feiert mit der Aprilausgabe seinen fünften Geburtstag: Im April 1995 erschien die erste Ausgabe. Seit nunmehr vier Jahren berichten Wissenschaftler des nova-Instituts monatlich über die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse, politische Entwicklungen, technische Neuheiten und Verbraucherschutz. Dazu kamen Übersichten und Analysen sowie Beiträge von Fremdautoren**

### **unterschiedlicher Fachrichtungen.**

Wir möchten uns bei unseren Lesern für das anhaltende und wachsende Interesse an unserer Fachzeitschrift bedanken. **Über 1.000 Abonnenten** bilden eine solide finanzielle Basis und stellen sicher, dass die Informationen des Elektromog-Reports den größten Teil aller Elektromog-Interessierten im deutschsprachigen Raum erreichen. Anlässlich des 4-Jahre-Jubiläums möchten wir den Elektromog-Report mit einem **neuen Layout** optisch attraktiver gestalten. Wir hoffen, dass Ihnen das neue Erscheinungsbild gefällt!

Des Weiteren möchten wir darauf hinweisen, dass **Beiträge von Fremdautoren** weiterhin herzlich willkommen sind! Wenn Sie zu einem wissenschaftlichen, technischen, politischen oder Verbraucherschutzorientierten Thema arbeiten und Ihre Ergebnisse publizieren möchten, so freuen wir uns auf Ihre Zuschrift. Bislang haben bereits über 20 Wissenschaftler und Techniker Ihre aktuellen Ergebnisse und Einschätzungen im Elektromog-Report veröffentlicht.

Schließlich haben wir das Jubiläum zum Anlass genommen, EMF-Experten aus dem deutschsprachigen Raum um ein Statement bzw. einen Diskussionsbeitrag zu bitten:

Was waren Ihrer Meinung nach im Bereich EMF / EMVU / Elektromog die **wichtigsten neuen Erkenntnisse und neuen Entwicklungen** in den letzten fünf Jahren?

Die Anzahl der Rückmeldungen war überwältigend. Oft enthielten die Zuschriften zusätzlich Glückwünsche und anerkennendes Lob, über die wir uns sehr gefreut haben und für die wir uns herzlich bedanken. Im Folgenden finden sie die Diskussionsbeiträge in – von wenigen Ausnahmen abgesehen – vollständiger Länge. Wir danken allen Autoren recht herzlich für ihre Mühe bei der Abfassung der Beiträge.

Wir wünschen allen Lesern und Leserinnen, dass sie auch zukünftig die für Sie wichtigen Informationen im Elektromog-Report finden!

Ihr Redaktionsteam

Dipl.-Phys. Michael Karus, Dr. med. Franjo Grotenhermen  
und Dr. rer. nat. Peter Nießen

---

Stellungnahmen

## **Die wichtigsten neuen Erkenntnisse und Entwicklungen der letzten fünf Jahre**

Die Beiträge in alphabetischer Reihenfolge der Nachnamen:

### **Prof. Dr. Jürgen H. Bernhardt, ICNIRP-Vorsitzender**

Aus Sicht der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP):

- Für den sicheren Gebrauch von Mobiltelefonen und den Betrieb von Basisstationen hat ICNIRP Empfehlungen veröffentlicht, die in Deutschland in eine Rechtsverordnung umgesetzt wurden. Noch offene Forschungsfragen werden im Rahmen eines WHO-Projektes einer Lösung zugeführt.
- Nach umfassender Bewertung aller bisher vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen konnte die ICNIRP 1998 neue EMF-Richtlinien zum Schutz der Bevölkerung und von Arbeitnehmern veröffentlichen, die weltweit Beachtung finden.

- In Deutschland ist eine Verordnung zum Schutz vor den Gefahren elektromagnetischer Felder in Kraft getreten und in Europa wird derzeit eine Ratsempfehlung der Kommission beraten, die den Schutz der Bevölkerung auf diesem Gebiet auf der Basis international anerkannter und wissenschaftlich fundierter Erkenntnisse gewährleisten soll.
- Mehrere internationale Seminare über gesundheitliche Auswirkungen einer Exposition durch elektromagnetische Felder, die von WHO und ICNIRP durchgeführt wurden, haben keine neuen Erkenntnisse geliefert, die darauf hindeuten, daß unterhalb der derzeitigen ICNIRP-Grenzwerte fundierte Beweise für gesundheitlich nachteilige Auswirkungen bestehen.

**Dr. Torsten Gailus, Forschungsgruppenleiter "Biologische Effekte von elektromagnetischen Feldern", Technologiezentrum der Deutschen Telekom AG, Darmstadt**

Der Elektromog-Report feiert sein fünfjähriges Bestehen. Ein durchaus stolzes Jubiläum für die journalistische Betätigung in einer noch relativ jungen Umweltdebatte, die auf großes Interesse der Bevölkerung stößt. Durch Ihre Existenz zeigen Sie den kontinuierlichen Bedarf an wissenschaftlicher Beschäftigung mit dem Thema EMVU auf und tragen ihm Rechnung. Das Technologiezentrum der Deutschen Telekom AG hat durch sein Forschungsprogramm zur EMVU ein breites wissenschaftliches Fundament gelegt, auf das Sie seit den Kindertagen des Elektromog-Reports zugreifen können. In der Wertung unserer und anderer Ergebnisse lagen und liegen wir auseinander, aber die Diskussion hat sich versachlicht. Allerdings haben wir – so mein Eindruck – das Potential zur Zusammenarbeit, und besonders zum Konsens, noch nicht ausgeschöpft. Auch daran müssen wir in den nächsten Jahren arbeiten. Allen in der EMVU-Debatte Beteiligten sollte dabei noch mehr bewußt sein, daß es wissenschaftliche Erkenntnis ist, die das Fundament und die Entscheidungsgrundlage für politisches und gesellschaftliches Handeln bildet. Dies zwingt auch den wissenschaftlichen Journalisten zu besonderer Sorgfalt. Dennoch steht für den Elektromog-Report – wie für die Deutsche Telekom AG – Mensch und Umwelt dort, wo sie richtigerweise sein sollen: im Zentrum unseres Denkens und Handelns.

**Dr.-Ing. Gisbert Gralla, Ing.-Büro Dr. Gralla, Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, Bad-Endorf**

Zunächst fällt auf, daß neue Erkenntnisse äußerst rar sind und sich auf ganz wenige Einzelstudien beschränken (Repacholi 1997, Schwarzenburg-Studie 1995). Besonders in Erinnerung geblieben ist dabei ein Treffen der ICNIRP in Neuherberg 1996, auf dem die Mehrzahl der geladenen Wissenschaftler nicht über Erkenntnisse referierte, sondern darüber, was Sie sich an Erkenntnissen wünschen würden.

Eine positive Konsequenz hieraus sind immerhin einige interessante Überlegungen zum Thema Risikowahrnehmung gewesen, unter anderem auch, daß "gesicherte Erkenntnisse" zur Festlegung von Grenzwerten gar nicht erforderlich sind, sondern daß Grenzwerte eine politische Entscheidung darüber darstellen, welches Risiko (beim gegebenen Wissensstand) die Bevölkerung zu tragen bereit ist.

An positiven Entwicklungen ist ferner festzuhalten, daß sich in Deutschland eine Gruppe von Fachleuten gebildet hat, die elektromagnetische Felder weder für die Wurzel allen Übels und das Böse schlechthin halten, noch die Ängste eines Teiles der Bevölkerung mit der Bemerkung abtun, Körpererwärmung könne ja auch positiv sein.

**Prof. Dr. Günter Käs,  
Ingenieurbüro für Radarmesstechnik, Pfaffenhofen**

Besonders bemerkenswert in den letzten fünf Jahren erschien mir bei der Entwicklung der Bewertung der EMVU-Problematik

1. die Tagung "Non-thermal effects of RF electromagnetic fields" am 20. und 21. November 1986 in München (Oberschleißheim), wo ein internationales Seminar zu biologischen Effekten nicht-thermischer gepulster und amplitudenmodulierter HF-Felder und daraus resultierende Gesundheitsrisiken durch u.a. die ICNIRP und die WHO veranstaltet wurde. Damit wurden die Wirkungen nicht-thermischer gepulster Strahlung endgültig wissenschaftlich "salonfähig".
2. die freiwillige Vereinbarung von Behörden und Mobilfunkbetreibern 1998 im Land Salzburg im Mobilfunk-Frequenzbereich einen Pegel von  $100 \text{ nW/cm}^2$  nicht zu überschreiten. Das ist etwa  $1/5$  der Grenzwerte für gepulste Strahlung der schon vorbildlich niedrigen Grenzwerte der ehemaligen UdSSR. Diese Vereinbarung erscheint mir deshalb so bedeutsam, weil sie zeigt, daß sehr niedrige Grenzwerte vereinbart werden können, ohne daß die Technik unzumutbar eingengt oder gar in ihrer Entwicklung gestört wird.
3. der (erwartungsgemäß gescheiterte) Vorschlag des EU-Parlaments für Frequenzen oberhalb von 100 MHz einen Grenzwert für die elektrische Feldstärke von  $1 \text{ V/m}$  einzuführen. Auch dieser Wert liegt bei etwa 50% der UdSSR-Grenzwerte und entspricht etwa einer Leistungsdichte von  $270 \text{ nW/cm}^2$  und liegt damit in der Größenordnung der Werte im Land Salzburg.

**Horst Kubatschka, Mitglied des Deutschen Bundestages, stellvertretender  
umweltpolitischer Sprecher der SPD-Bundestagsfraktion, Bonn**

Die wichtigste Entwicklung der letzten fünf Jahre war m.E. die zielgerichtete Erforschung des Phänomens "Elektrosmog". Die Forschung sollte der Politik belastbare Daten zur Verfügung stellen, damit auf dieser Grundlage verbindliche Grenzwerte festgelegt und gesetzliche Regelungen initiiert werden können. In Deutschland trat aufgrund dessen die "Verordnung über elektromagnetische Felder" am 1. Januar 1997 in Kraft. Außerdem liegt seit Juni 1998 auf europäischer Ebene der "Vorschlag für eine Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder 0 Hz - 300 GHz" vor, mit dem die neue ICNIRP-Richtlinie umgesetzt werden soll. Damit wird für den gesamten EU-Bereich eine einheitliche Basisempfehlung ausgesprochen. Auch wenn diese Regelungen noch nicht ausreichend sind, so bietet sich jetzt die Chance, auf europäischer und nationaler Ebene den Gesundheitsschutz der Bevölkerung zu verbessern. Die Empfehlungen müssen weiter konkretisiert und der Vorsorgegesichtspunkt muß stärker berücksichtigt werden. Die in der deutschen Verordnung für den HF-Bereich von 0,1 MHz bis 10 MHz fehlenden Grenzwerte müssen umgehend in die Verordnung aufgenommen werden.

**Wilhelm Krahn-Zembol,  
Rechtsanwalt, Wendisch Evern**

Anfang der 90er Jahre haben wir in vielen Präzedenzverfahren zahlreiche Aspekte potentieller Langzeitgesundheitsgefährdungen eingebracht, welche durch die damals noch ausschließlich angewendete DIN 0848 bei Betrieb EMF-emittierender Anlagen und Geräte nicht hinreichend berücksichtigt erschienen. In den letzten fünf Jahren sind leider in einer Vielzahl von Einzelfällen athermische Schädigungen eingetreten. Ein ausreichendes Wissen zur

Vermeidung dieses Leidens war deshalb von Anfang an vorhanden, wurde aber wie in anderen Technikbereichen nicht ausreichend und nicht rechtzeitig genug beachtet.

- In zahlreichen Fällen konnte die Errichtung und Inbetriebnahme neuer EMF-emittierender Anlagen u.a. aus bauplanungs- bzw. bauordnungsrechtlichen Gründen verhindert bzw. wesentlich geändert werden.
- Auch nach Inkrafttreten der 26. BImSchV seit dem 1. Januar 1997 sind biologische Wirkungen bzw. Schädigungswirkungen unterhalb der offiziellen Grenzwerte nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Streitstand nicht hinreichend ausgeschlossen. Die Grenzwerte sind insofern einseitig bzw. veraltet und berücksichtigen nicht die zahlreichen wissenschaftlichen Hinweise auf weitergehende Schädigungswirkungen, weil sie "noch nicht allgemein anerkannt" sind.
- In vielen Einzelfällen sind z.T. schon sehr schwere Schädigungen bei Mensch und Tier in der Nähe derartiger EMF-emittierender Anlagen eingetreten. Diverse Präzedenzverfahren laufen bundesweit.
- Die Grenzwerte der 26. BImSchV sind kein Gesetz im formellen Sinne, so daß auch nicht das Bundesverfassungsgericht allein zur Überprüfung befugt ist, sondern jedes einfache Gericht, vgl. u.a. das Verfahren vor dem Bayer. Verwaltungsgericht München, Az.: M 1 K 96, 1078.
- Da die Grenzwerte der 26. BImSchV unstreitig in einer "Ungewißheitssituation" erlassen wurden, ist insofern zu rügen, daß bis heute keine staatliche Institution damit befaßt ist, die schon eingetretenen, z.T. schweren Schädigungsfälle "systematisch zu untersuchen". (...)
- Die bisherigen medizinischen bzw. wissenschaftlichen Untersuchungen athermischer Schädigungswirkungen sind wissenschaftlich reduktionistisch bzw. methodisch einseitig. (...)
- Es bleiben zahlreiche komplexe rechtliche Streitfragen zu klären, wie z.B. Fragen des Umfangs der Darlegungs- und Beweislast gerade in Schädigungsfällen.
- Durch ein neueres Urteil des Baden-Württembergischen Verwaltungsgerichtshofes vom 26. Oktober 1998, Az.: 8 S 1848/98, wurde endlich grundsätzlich klargestellt, daß bei der Errichtung von Funkanlagen auf schon bestehenden Gebäuden grundsätzlich eine Genehmigungspflichtigkeit dadurch entstehen kann, daß eine "Umnutzung" der bisherigen Nutzung des Gebäudes eintritt. Einer Genehmigungserteilung (auch im Nachhinein!) können dann aber bauordnungs- und planungsrechtliche Gründe entgegenstehen. (...)

**Dr. Karsten Menzel,  
E-Plus Mobilfunk GmbH, Abteilungsleiter Arbeitssicherheit/EMVU, Düsseldorf**

Betrachtet man die Forschungsanstrengungen, die in den letzten Jahren weltweit durchgeführt wurden, so ist schon bemerkenswert, daß sich die Erkenntnislage kaum verändert hat. Auch wenn von einigen Effekten immer wieder zu hören ist, ändert sich an der Gesamteinschätzung über elektromagnetische Felder nur wenig. Viele dieser Effekte können aufgrund unzureichender Dokumentation und Reproduktion nicht berücksichtigt werden. Dennoch fordern Kritiker des Mobilfunks eine Absenkung der Grenzwerte um immer größere Faktoren. Fakt ist, daß Mobilfunksendeanlagen aufgrund der Technikverbesserungen, dort wo sich Menschen aufhalten können, die gesetzlichen Grenzwerte bereits um mehrere Größenordnungen unterschreiten. Aber gerade die Sendeanlagen sind Auslöser vieler Diskussionen um mögliche Wirkungen auf den Menschen – und damit, rein rational betrachtet, als potentielle Risikoquelle gegenüber anderen technischen Einrichtungen deutlich überbewertet. Für die Zukunft wünschenswert wäre deshalb, daß gerade die Wissenschaft

deutlicher kommuniziert, was wissenschaftlich bestätigt und was nur Hypothese oder gar Spekulation ist. Sonst bleibt am Schluß nur die Einschätzung, wie sie Montaigne bereits vor über 400 Jahren hatte: "Die Menschen (...) werden von den Meinungen gequält, die sie von den Dingen hegen, und nicht von den Dingen selbst."

### **Dr. H.-Peter Neitzke, ECOLOG-Institut, Hannover**

Der Vorsorgegedanke hat verstärkt Eingang gefunden in die Diskussion über mögliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder und Schutzmaßnahmen (s. deutsche Diskussion um Vorsorgeregulungen im Zusammenhang mit der Verabschiedung der 26. BImSchV und Vorstoß des Umwelt-Ausschusses des Europa-Parlaments).

Im Forschungsbereich ist eine deutliche Zunahme der europäischen Anstrengungen zu verzeichnen, sowohl in Bezug auf die Bereitstellung von Forschungsmitteln als auch bei der tatsächlichen Forschung.

Es wurden mehrere methodisch deutlich verbesserte und damit aussagekräftigere epidemiologische Untersuchungen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Expositionen im Niederfrequenzbereich durchgeführt (Krebserkrankungen, neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer-Krankheit und Amyotopische Lateralsklerose sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen).

Die Aussagekraft experimenteller Untersuchungen insbesondere im Niederfrequenzbereich wurde durch die erfolgreiche Replikation einiger Experimente verbessert.

Die Zahl der Untersuchungen zu den Auswirkungen getakteter HF-Felder (Mobilfunk) ist zwar noch gering, es liegen jedoch bereits einige aussagekräftige Studien vor (z.B. zur krebspromovierenden Wirkung bei Nagetieren sowie zu Auswirkungen auf Gehirnpotentiale und Lernvermögen).

Einige Hersteller von Mobilfunk-Endgeräten arbeiten intensiv an der Entwicklung von Handys, die die NutzerInnen geringer belasten. Bei einigen Betreibern von Mobilfunknetzen wächst die Bereitschaft, Vorbehalte von potentiellern AnwohnerInnen neuer Anlagen ernst zu nehmen und Aspekte der Gesundheitsvorsorge bei der Netz- und Anlagenplanung zu berücksichtigen.

### **Dipl.-Ing. Gerhard Niemann, Selbsthilfeverein für Elektrosensible e.V., München**

Vor 5 Jahren bewegten wir uns "unter uns". In der Zwischenzeit hat die Bewußtseinsbildung auf breiter Ebene zugenommen:

- Es gibt einen – beginnenden – Dialog mit Betreibergesellschaften und Herstellern, nachdem offensichtlich "doch etwas dran sein muß an der Gesundheitsbeeinträchtigung der EMF" – entgegen den verharmlosenden Äußerungen offizieller Stellen. Denn: Betroffene Menschen werden vorstellig bei den Verursachern.
- Die Medien haben sich des Themas angenommen. TV-Sendungen wurden laufend besser. Pro und Contra sind heute recht gut ausgewogen.
- In der Medizin wird der Ruf nach einem Paradigmawechsel laut: Verlassen der mechanistischen Betrachtungsweise, der monokausalen Beziehung; Hinwendung zum Systemverständnis, zur ganzheitlichen Erfassung.
- Die Zahl der praktizierenden Ärzte, die sich neuer Methoden bedienen und uns gerecht werden, hat erfreulich zugenommen.

Nur gewisse Institute und das Bundesamt für Strahlenschutz stehen nahezu unverändert der Realität fern – oder weiß man schon, man will/darf es nur nicht sagen?

### **Dr. rer. nat. Olaf Plotzke, Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH, Berlin**

Die wichtigste Entwicklung der letzten fünf Jahre war die Verabschiedung der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, mit der erstmals in Deutschland gesetzlich verbindliche Grenzwerte für elektromagnetische Felder vorgegeben wurden.

**Dipl.-Ing. Holger Oetzel,  
Institut für Umweltkrankheiten, Bad Emstal**

Das Gebiet des Elektrosmogs hat sich in den letzten Jahren zu einem eigenständigen Markt entwickelt. Dies gilt sowohl für die Industrie, private Haushalte wie auch für die Medizin. In den letzten Jahren wurde viel gemessen, begutachtet und saniert. Aufgrund der hohen Präsenz dieses Themas in den Medien konnte sich kaum jemand der Thematik entziehen. Elektrosmoggutachter sind überall anzutreffen. Die Aussagen über die Gefährlichkeit der Strahlen variieren sehr stark. Was einerseits als fast tödlich angesehen wird, ruft auf anderer Seite nur Unverständnis bzgl. mangelnder Sachkenntnis hervor. Ein wenig Licht in diese Grauzone brachten viele Publikationen auf Forschungsebene. So ist als eine der wichtigsten Entwicklungen der letzten Jahre die Zunahme des Interesses der verschiedenartigsten Medien an diesem Thema zu nennen. Durch derartige Aufklärung verunsichert, können sich auch große Industriekonzerne allein durch Abwiegen und Theoretisieren nicht aus der Verantwortung stehlen und vergeben mittlerweile Forschungsaufträge an unabhängige Institute.

**Dr. Lebrecht von Klitzing, Medizinphysiker,  
Medizinische Universität zu Lübeck**

Eine zunehmende Anzahl von Erkrankungen mit teilweise massiven gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Zusammenhang mit GSM- und DECT-Telekommunikationsanlagen zeigt, daß die derzeitige ICNIRP-Grenzwertregelung für gepulste HF-Felder nicht ausreicht. Vielmehr wird an diesen technischen Grenzwerten festgehalten, wonach ein biologischer Effekt nur über den Energieeintrag erklärt wird, mit den möglichen Folgen einer kritischen Temperaturerhöhung oder Nervenreizung.

Es ist die strenge Periodizität der Modulation (GSM/DCS: 217 Hz), die offensichtlich die Bioregulation irritiert. Damit spielt nicht mehr die Leistung des HF-Trägers die alleinige Rolle bei der Bewertung, sondern die Modulationsart. Hier muß aber auch die hausgemachte Elektrosmog-Quelle des schnurlosen Telefons nach dem DECT- bzw. GAP-Systems gesehen werden. Diese Anlagen senden ununterbrochen die 100-Hz-Modulation, unabhängig davon, ob telefoniert wird oder nicht. Die Folge: Schlaflosigkeit, Konzentrationsstörungen, Aggressivität bis hin zum veränderten Blutbild. Insbesondere Kinder sind bis hinein in die Nachbarwohnung betroffen.

Biologische Wirkungen sind noch bis 10 m Abstand von der DECT-Basisstation nachgewiesen worden, was einer immittierten Leistungsdichte von ca. 100 Mikrowatt/m<sup>2</sup> entspricht. Dieser biologisch eindeutig kritische Wert sollte bei der Immission durch gepulste Felder nicht überschritten und als Maßstab bei weiteren Emittenten angesetzt werden. Die Realisierung ist keineswegs utopisch, wenn darauf verzichtet wird, weiterhin in Wohngebieten Sendeanlagen zu installieren und der einzelne schon beim Kauf eines entsprechenden Telefons über mögliche biologische Gefahrenmomente informiert wird.

**Dr. rer. nat. Ulrich Warnke,  
Universität des Saarlandes, Saarbrücken**

Nach 18monatiger Arbeit einer international besetzten Kommission von Experten kommt im Juni 1998 das Nationale Institut für Umweltgesundheitswissenschaften, USA (National

Institute of Environmental Health Sciences NIEHS) zu folgendem Schluß:

"Elektromagnetische Felder (Emfs) sind mögliche Karzinogene für den Menschen".

Grundlage für das Bewertungsverfahren waren die Richtlinien der Internationalen Agentur für Krebsforschung (International Agency for Research on Cancer IARC). Mit dieser Einstufung rangiert das elektromagnetische Feld in der gleichen Kategorie wie Chloroform, DDT, Blei, PBB's, Tetrachlorkohlenstoff.

Nach 9jähriger Arbeit des vom US-Kongreß beauftragten Sicherheitsrates (National Council on Radiation Protection and Measurements NCRP), wobei sämtliche wissenschaftlich relevanten Untersuchungen zum Thema kritisch bewertet wurden, empfiehlt 1995 der Ausschuß (bestehend aus Epidemiologen, Gesundheitsexperten, Molekular- und Zellbiologen und Ingenieuren von Stromversorgungsunternehmen) einen Grenzwert bei niederfrequenten Magnetfeldern von 0,2 Mikrottesla (derzeitige Grenzwert 100 Mikrottesla, früher 400 bzw. 5000 Mikrottesla). Der NCRP tritt dafür ein, diesen niedrigen Grenzwert ab sofort beim Bau von Kindertagesstätten, Schulen und Kinderspielplätzen ebenso wie bei der Errichtung neuer Stromversorgungsleitungen zu beachten.

Da der Mensch ohne Zweifel für seinen eigenen Aufbau und seine Funktion die gleiche Qualität von elektromagnetischen Kräften verwendet, wie die außerhalb des Menschen technisch etablierten elektromagnetischen Kräfte, deshalb ist eine Beeinflussung unumgänglich. Die Verträglichkeit ist noch nicht ausreichend erforscht worden und wird von uns mit Hilfe einer vergleichenden Quantenenergie-Betrachtung neu recherchiert.

**Angestellte, die seit mehr als einem Jahr in einem Labor mit vergleichsweise hoher magnetischer Flussdichte arbeiteten, wiesen eine Verschlechterung vegetativer Größen wie Reizbarkeit, Depression, Libido und psychische Erschöpfung sowie zum Teil signifikante Veränderungen von Immunparametern auf. Diese Beobachtungen bestätigen tierexperimentelle Studien, nach denen eine chronische Exposition mit elektromagnetischen Feldern die Funktion des Immunsystem beeinträchtigen kann.**

Elektromagnetische Felder werden mit verschiedenen neurovegetativen Beschwerden in Zusammenhang gebracht (Leitgeb 1998). So stehen sie beispielsweise im Verdacht, Depressionen zu induzieren (Wilson 1998). Eine kausale Beziehung ist allerdings meistens schwer herzustellen und auch der Wirkungsmechanismus ist unklar. Störungen des Melatoninhaushaltes könnten zum Teil für solche Effekte verantwortlich sein. Auch Stress ist in der Lage, solche Symptome hervorzurufen. Stress kann sich gleichzeitig auch ungünstig auf das Immunsystem auswirken, so dass ein Nebeneinander von neurovegetativen und immunologischen Veränderungen ein Indiz für eine Stressreaktion des Organismus auf elektromagnetische Feldern sein könnte.

### **Beeinflussung von Neurovegetativum und Immunsystem beim Menschen**

In einer französischen Studie wurden 13 Personen untersucht, die seit 1 bis 5 Jahren in einem Labor arbeiteten, das über einem elektrischen Transformator, einer Hochspannungsleitung und einem Generator lag (Bonhomme-Faivre 1998). Die magnetische Flussdichte betrug unmittelbar über dem Fußboden 1,2 bis 6,6  $\mu$  T (Mikrottesla) und 1,5 Meter über dem Boden 0,3 bis 1,5  $\mu$  T. Zwei Personen arbeiteten täglich acht Stunden im Labor und die übrigen 11 sowohl im Labor als auch in anliegenden Büros mit geringeren Expositionsstärken zwischen 0,1 und 0,3  $\mu$  T. Diese 13 Personen wurden hinsichtlich verschiedener Parameter mit 13 normal exponierten Personen aus dem gleichen Unternehmen mit gleicher Altersstruktur und Geschlechtsverteilung verglichen.

Die Untersuchung umfasste zwei Teile:

- Zum einen sollten sich die Teilnehmer in einem Fragebogen mit 28 Fragen selbsteinschätzen. Die Fragen zielten auf das mögliche Vorhandensein und die Intensität neurovegetativer Störungen wie Appetitlosigkeit oder Schlafstörungen. Diese Fragen konnten jeweils mit vier möglichen Alternativen – von nie bis sehr oft – beantwortet werden.
- Im zweiten Teil der Studie wurden Effekte auf das Immunsystem erfasst, darunter die Zahl der weißen Blutkörperchen sowie die Verteilung ihrer Untergruppen (Granulozyten, Lymphozyten, etc.). Besonders genau wurden die Subpopulationen der T-Lymphozyten (CD2, CD3, CD4, CD8, etc.) untersucht. So ist beispielsweise bekannt, dass chronischer Stress und Depressionen die Zahl der T-Lymphozyten beeinflussen kann.

Die EMF-Exponierten schnitten im Fragebogen bei den folgenden Parametern deutlich schlechter ab: körperliche Müdigkeit, psychische schnelle Erschöpfbarkeit (Asthenie), Lipothymie, verminderte Libido, Melancholie, depressive Tendenz und Reizbarkeit. Bei den beiden Personen, die täglich acht Stunden in dem Raum mit einer magnetischen Flussdichte zwischen 1,2 und 6,6  $\mu$  T arbeiteten, wurde eine Verminderung der Gesamtzahl der weißen Blutkörperchen (=Leukopenie) und eine Verminderung der Zahl einer Untergruppe, der neutrophilen Granulozyten (=Neutropenie), ermittelt. Innerhalb von 20 Stunden normalisierten sich die Werte wieder. Kurz nachdem sie wieder in dem belasteten Labor arbeiteten, trat bei einem der beiden wieder eine Leukopenie und Neutropenie auf. Die Fluktuationen der Leukozyten- und Neutrophilenzahl dieser Person über 66 Monate sind in der Abbildung 1 dargestellt. Beide Personen verließen schließlich dauerhaft das Labor und haben nun normale Blutwerte. Die Normalisierung der Werte nach Beendigung der Exposition unterstützt nach Ansicht der Forscher sehr stark die Annahme, dass der Beginn der Störungen auf die elektromagnetischen Felder zurückzuführen sei.

**Tabelle:** Gesamtzahl der Lymphozyten, der Untergruppen von Lymphozyten und der NK-Zellen pro Milliliter

	Mittelwert $\pm$ SD		
Parameter	Exponierte (n=13) /P>	Kontrollen (n=13) /P>	Signifikanz
Lymphozyten	1.709 $\pm$ 489	2.221 $\pm$ 516	p < 0,05
CD2	1.395 $\pm$ 412	1.896 $\pm$ 468	p < 0,05
CD3	1.159 $\pm$ 406	1.714 $\pm$ 409	p < 0,01
CD4	706 $\pm$ 351	1.095 $\pm$ 218	p < 0,05
CD8	472 $\pm$ 198	600 $\pm$ 249	nicht signif.

CD19	224 ± 88	246 ± 117	nicht signif.
NK	379 ± 122	276 ± 83	p < 0,05

SD = Standardabweichung; NK = natürliche Killerzellen

In der exponierten Gruppe war die Gesamtzahl der Lymphozyten sowie die Zahl der CD2-, CD3- und CD4-Lymphozyten signifikant vermindert und die Zahl der natürlichen Killerzellen signifikant vermehrt. 7 Exponierte hatten CD4-Werte und 6 Exponierte hatten CD3-Werte unterhalb des Normalbereiches. 6 Teilnehmer wiesen übernormale Werte von natürlichen Killerzellen (NK-Zellen) auf.

Die Autoren der Studie berichten, dass sie nach dieser Entdeckung von Störungen im Blutbild eine experimentelle Studie mit Mäusen durchführten. Auch hier seien nach einer 20tägigen Exposition mit niederfrequenten Feldern von im Mittel 5 Mikrottesla magnetischer Flussdichte signifikante Verminderungen der weißen Blutkörperchen, der neutrophilen Granulozyten und der Lymphozyten aufgetreten.

### **EMF-Wirkungen auf das Blutbild von Affen**

Es liegen einige weitere Studien vor, nach denen bei Mäusen oder Ratten nach einer EMF-Exposition Immunparameter verändert waren. So fanden McLean und Kollegen (1991) eine Veränderung der Aktivität der natürlichen Killerzellen (NK-Zellen) von Mäusen bei einer vergleichsweise starken Magnetfeldexposition von 2 Millitesla. In einigen Studien waren die Effekte auf das Immunsystem jedoch gering oder es fanden sich keine auffälligen Einflüsse (House 1996).

Krishna K. Murty und Kollegen aus San Antonio in Texas publizierten 1995 die bisher einzige Studie über immunologische Wirkungen eines elektrischen und magnetischen 60-Hz-Feldes auf Affen (Murty 1995). Sechs Paviane wurden 5 Wochen lang einem 50 µ T starken Feld ausgesetzt. Gegenüber den Werten vor der Exposition nahm die Zahl der CD3- und die CD4-Lymphozyten signifikant ab (p < 0,05), ähnlich wie dies in der Studie mit den Laborangestellten beobachtet worden war. Ebenso nahm die CD8-Konzentration ab, jedoch war diese Verminderung ebenfalls wie in der zuvor vorgestellten Studie nicht signifikant. Zudem war die Bildung des Interleukin-2-Rezeptors vermindert. Interleukin ist ein Botenstoff zwischen Zellen und von immunologischer Bedeutung. In einer Folgeuntersuchung mit einer Kontrollgruppe und einer Exposition mit 100 µ T konnten die Ergebnisse nicht oder nicht in dieser Deutlichkeit bestätigt werden. Die Autoren bemerken, dass sich während der Expositionsphasen keine Verhaltensauffälligkeiten der Affen fanden. so dass die beobachteten immunologischen Veränderungen wohl nicht auf Stress zurückzuführen seien.

### **Zellstudien, Kalzium und Enzyme**

In einer Anzahl von Studien mit immunkompetenten Zellen wie beispielsweise Lymphozyten und Makrophagen (=Fresszellen) fanden sich vielfältige Einflüsse unterschiedlicher Formen elektrischer und magnetischer Felder auf ihre Funktion. So wurde in einer jüngeren kanadischen Studie von Denis Flipo und Kollegen die Fressaktivität von Makrophagen und die Teilungsrate von Lymphozyten auf einen entsprechenden zur Teilung anregenden Reiz durch ein starkes statisches Magnetfeld von 25 bis 150 Millitesla vermindert (Flipo 1998). Diese verminderte Teilungsrate war mit einem vermehrten Kalziumeinstrom in die Lymphozyten verbunden.

Der intra- und extrazellulären Kalziumkonzentration bzw. dem Kalziumeinstrom in die Zelle kommt die Funktion einer Signalübermittlung zu. Seit längerem wird vermutet, dass die Beeinflussung der zellmembranvermittelten Kalzium-Signalfunktion bei den EMF-Effekten auf das Immunsystem beteiligt sein könnte (Wallaczeck 1992). Beispielsweise ist der Kalziumtransport durch die Zellmembran ein fundamentaler Schritt bei der Aktivierung von Lymphozyten. Auch bestimmte Enzyme, also Katalysatoren von chemischen Reaktionen in der Zelle, können durch elektromagnetische Felder beeinflusst werden. So wurden in einer Untersuchung Einflüsse eines 100 Mikrottesla starken 60-Hz-Feldes auf die Aktivität des Enzyms LYN-Kinase in bestimmten Lymphozyten untersucht (Dibirdik 1998). Dieses Enzym spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der zellulären Signalübermittlung. Die Aktivität dieses Enzyms wurde durch EMF innerhalb einer Minute um ein Vielfaches gesteigert, nach Aussage der Autoren ein Hinweis, dass elektromagnetische Felder wichtige regulatorische Prozesse in diesen Immunzellen beeinflussen können.

## Fazit

Die Beeinträchtigung von Immunfunktionen könnte ein weiterer Baustein für die Erklärung von vermuteten oder beobachteten EMF-Effekten sein. Ein geschwächtes Immunsystem kann ebenso wie Störungen im Melatoninhaushalt sowohl verschiedene vegetative Symptome wie etwa eine schnelle Ermüdbarkeit als auch eine Zunahme der Krebsinzidenz erklären. Auf der zellulären Ebene beeinflussen elektromagnetische Felder verschiedene Prozesse der Signalübermittlung, deren klinische Relevanz für Expositionen wie sie im häuslichen oder beruflichen Umfeld auftreten können, noch nicht geklärt ist. Die Autoren der eingangs vorgestellten französischen Studie warnen vor einer Überinterpretation ihrer Beobachtungen am Menschen. Diese müssten erst in größeren Studien überprüft werden. Bemerkenswert sind allerdings einige Übereinstimmungen mit einer früheren Studie an Affen.

## Literatur:

1. Bonhomme-Faivre, L., Mace, A., Bezie, Y., Marion, S., Bindoula, G., Szekely, A. M., Frenois, N., Auclair, H., Orbach-Arbouys, S., Bizi, E.: Alterations of biological parameters in mice chronically exposed to low-frequency (50 Hz) electromagnetic fields. *Life Sci.* 62:1271-1280 (1998).
2. Bonhomme-Faivre, L., Marion, S., Bezie, Y., Auclair, H., Fredj, G., Hommeau, C.: Study of human neurovegetative and hematologic effects of environmental low-frequency (50-Hz) electromagnetic fields produced by transformers. *Arch. Environ. Health.* 53:87-92 (1998).
3. Dibirdik, I., Kristupaitis, D., Kurosaki, T., Tuel-Ahlgren, L., Chu, A., Pond, D., Tuong, D., Luben, R., Uckun, F. M.: Stimulation of Src family protein-tyrosine kinases as a proximal and mandatory step for SYK kinase-dependent phospholipase Cgamma2 activation in lymphoma B cells exposed to low energy electromagnetic fields. *J. Biol. Chem.* 273:4035-4039 (1998).
4. Flipo, D., Fournier, M., Benquet, C., Roux, P., Le Boulaire, C., Pinsky, C., LaBella, F. S., Krzystyniak, K.: Increased apoptosis, changes in intracellular Ca<sup>2+</sup>, and functional alterations in lymphocytes and macrophages after in vitro exposure to static magnetic field. *J. Toxicol. Environ. Health* 54:63-76 (1998).
5. House, R. V., Ratajczak, H. V., Gauger, J. R., Johnson, T. R., Thomas, P. T., McCormick, D. L.: Immune function and host defense in rodents exposed to 60-Hz magnetic fields. *Fundam. Appl Toxicol.* 34:228-239 (1996).
6. Leitgeb, N. (ed.): International Workshop on Electromagnetic Fields and Non-Specific Health Symptoms. Graz/Austria, September 19-20, 1998, Proceedings.

7. McLean, J. R., Stuchly, M. A., Mitchel, R. E., Wilkinson, D., Yang, H., Goddard, M., Lecuyer, D. W., Schunk, M., Callary, E., Morrison, D.: Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60-Hz magnetic field: II. Tumor development and immune response. *Bioelectromagnetics* 12:273-287 (1991).
8. Wallaczek, J.: Electromagnetic field effects on cells of the immune system: The role of calcium signaling. *FASEB J.* 6:3177-3185 (1992).
9. Wilson, B. W.: Chronic exposure to ELF fields may induce depression. *Bioelectromagnetics* 9:195-205 (1988).

## *Elektrosmog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 5 Mai 1999

### Schwerpunkt Elektrosensibilität

## Vom Vorurteil zur Hypothese

Noch vor wenigen Jahren war es wissenschaftliche Mehrheitsmeinung, das Phänomen Elektrosensibilität allein oder weitestgehend unter psychologischen Aspekten der Risikowahrnehmung zu betrachten. Der einzelne Betroffene sah sich daher leicht dem Verdacht der Hypochondrie oder einer unzutreffenden Ursachenzuschreibung ausgesetzt. Dies ist auch heute noch oft so. Allerdings ist in diese Sichtweise Bewegung gekommen und die ungelösten Fragen werden unvoreingenommen angegangen. Die Möglichkeit, dass die gesundheitlichen Symptome zumindest eines Teils der Betroffenen auf elektromagnetischen Feldern beruhen, gilt nicht mehr von vornherein als unwissenschaftliche Phantasterei, sondern hat sich zu einer wissenschaftlichen Hypothese entwickelt, die es zu überprüfen gilt.

Die – vorläufigen – Lehren aus den begonnenen Untersuchungen lauten:

1. Die Beschwerden und die Wahrnehmung der Betroffenen sollten ernst genommen werden. Sie können nicht einfach als Hypochondrie abgetan werden.
2. Es gibt nicht den "typischen" Elektrosensiblen und es gibt daher vermutlich keinen einheitlichen Königsweg für eine Problemlösung bzw. Behandlung.

**Dr. med. Franjo Grotenhermen**

Redaktion Elektrosmog-Report.

### Elektrosensibilität

## Das Phänomen Elektrosensibilität/ Magnetosensibilität

Seit Mitte der 80iger Jahre findet das Thema Elektrosensibilität/Magnetosensibilität (ES) zunehmende Bedeutung in den Diskussionen über Grenzwerte und Wirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen. Unter Elektrosensibilität wird im allgemeinen die Fähigkeit von bestimmten Personen verstanden, elektromagnetische

**Felder wahrzunehmen und gesundheitliche Beschwerden auf diese zurückzuführen. In den meisten Fällen wird diese Fähigkeit mit einem Beschwerdebild in Verbindung gebracht, das vegetative Störungen bis hin zu ernsthaften Gesundheitsbeeinträchtigungen umfasst.**

Um dem Phänomen Elektrosensibilität/Magnetosensibilität (ES) näher zu kommen, gehen wir von folgenden Hypothesen aus:

- Die ES stellt den Versuch einer Ursachenerklärung für bestimmte Beschwerden dar, unter denen Betroffene zum Teil seit Jahren erheblich leiden und wobei medizinische Behandlungen bisher erfolglos blieben.
- Die ES ist eine allergisch verstärkte Reaktion auf eine elektromagnetische Stimulation.
- Die Belastung durch bestimmte chemische Umwelteinflüsse steht in Zusammenhang mit einer einhergehenden Sensibilisierung der Wahrnehmung elektromagnetischer Felder.
- Personen mit Beschwerden in der Kieferregion und mit Zahn- und Prothesenproblemen zeigen eine Tendenz, gegenüber elektromagnetischen Feldern sensibel zu reagieren.

## **Methode**

Personen, die sich selbst als besonders sensibel auf elektromagnetische Felder reagierend definieren (self-reported electromagnetic hypersensitivity), und eine Vergleichsgruppe gesunder Probanden nahmen bisher an folgendem Versuch teil: Nach einem Vorgespräch über Beschwerdebild, persönliche Situation, Wohnsituation und Vorgeschichte der Elektrosensibilität werden die Probanden einem magnetischen 50-Hz-Feld einer Flussdichte von 10 Mikrottesla ausgesetzt, das von einer Magnetspule erzeugt wird. Im Zeittakt von fünf Minuten und zwar insgesamt 65 Minuten lang wird das Feld für zwei Minuten entweder an- oder ausgeschaltet, so dass das Feld folglich in den jeweils letzten drei Minuten der fünfminütigen Zeiträume in jedem Fall ausgeschaltet bleibt. Der Patient oder Proband wird nun gebeten, jeweils anzugeben und in eine vorliegende Tabelle einzutragen, ob seinem Empfinden nach das Feld ein- oder ausgeschaltet war.

Während dieses Doppelblindversuches kann sich der Patient frei über sein Befinden äußern. Das Ein- bzw. Ausschalten erfolgt in einer stochastischen (zufälligen) Reihenfolge, wobei sichergestellt ist, dass das Feld gleich oft ein- und ausgeschaltet wird. Nach einem Zwischengespräch und einer medizinischen Untersuchung (siehe unten) folgt ein zweiter Durchgang des Doppelblindversuches. Die Trefferquote kann durch den Vergleich mit dem jeweils tatsächlichen Zustand des Feldes erfasst werden.

Da das Ergebnis des Doppelblindversuchs allein für eine Aussage zur Elektrosensibilität eine zu geringe Validität aufweist, wurde die Untersuchung durch eine medizinische Untersuchung ergänzt: Diese besteht aus der Erfassung der Anamnese und einer internistischen und neurologischen Untersuchung einschließlich Reflexprüfung und Untersuchung der Oberflächensensibilität (Berührungsempfinden) und Tiefensensibilität (Vibrationsempfinden). Zudem werden zwei Fragebögen zum Beschwerdebild von den Patienten und Probanden ausgefüllt, von denen einer speziell für die Erfassung der Elektrosensibilität entwickelt wurde.

## **Vorläufige Ergebnisse**

Die am häufigsten genannten Symptome und Symptomenkomplexe (Syndrome) sind Erschöpfungszustände, Konzentrationsschwäche, Schlafstörungen, Allergien, Rückenschmerzen, Druckgefühle, Kopfschmerzen, Kribbelgefühl, Depressionen, Herzbeschwerden, IEI (Idiopathic Environmental Intolerance) bzw. MCS (Multiple Chemical

Sensitivity). Aufgrund ihrer Beschwerden waren einige Personen eingeschränkt berufsfähig bzw. zeitweilig gar nicht berufstätig, einige Personen erwerbsunfähig und daher in Frührente. 5 Personen haben einen Beschwerdegang hinter sich, der zu einem Zustand des Burn-out-Syndroms führte.

Auffallend ist, dass von insgesamt 29 Personen 19 Personen unter Allergien leiden (66%) wie z.B. gegen verschiedene Zahnmetalle, bestimmte Nahrungsmittel, Pollen, Nickel, Kunststoffe, Palladium, Schimmelpilze. Bei einigen Personen konnten überhöhte Werte für Quecksilber, Palladium, PCB, PCP, Lindan, Cadmium oder Formaldehyd nachgewiesen werden. 17 Personen hatten eine Amalgamsanierung vornehmen lassen, die ihre Beschwerden linderte. Einige Personen gaben an, unter Depressionen zu leiden. 9 Personen sind als IEI einzustufen und davon überzeugt, seit einer Art Vergiftung durch chemische Stoffe elektromagnetischen Feldern gegenüber sensibilisiert worden zu sein. Diejenigen Personen, die Zahnersatz- oder Prothesenprobleme haben, geben an, seit dem Entstehen dieser Beschwerden elektrosensibel geworden zu sein.

In mindestens 1 von 2 Durchläufen hatten zwar viele Personen mehr als eine 50%-Trefferquote, was jedoch noch nicht auf eine Signifikanz schließen lässt.

## **Diskussion**

Personen, die sich selbst als elektrosensibel definieren, unterscheiden sich von Personen, bei denen ein rein psychiatrisches Krankheitsbild diagnostiziert wurde. Eine hypochondrische Tendenz konnte anhand eines Testverfahrens nicht bestätigt werden. Trotz ihrer Beschwerden ist auffällig, dass elektrosensible Personen sehr aktiv im Bemühen um eine Ursachenerklärung ihrer Beschwerden sind und verschiedene Behandlungsmethoden auf ihre Wirksamkeit aktiv erproben.

Die Mehrzahl ist von einer schulmedizinischen Behandlung und Diagnose enttäuscht und nicht bereit, eine Fremddefinition ihres Gesundheitszustandes zu akzeptieren. Starke Befürchtungen bestehen von seiten der Probanden, dass psychosoziale Konflikte zu voreilig in einen psychiatrischen Erklärungsbereich rutschen könnten und der Leidensdruck nicht ernst genommen wird. Den Verdacht, dass eine bestimmte Sensibilität für elektromagnetische Felder durch Allergien oder toxische Umweltbelastungen sowie Zahnersatzunverträglichkeiten begünstigt werden kann, gilt es weiterhin zu abzuklären. Der oft enorme Leidensdruck der nach eigenem Bekunden elektrosensiblen Patienten macht es künftig dringend erforderlich, das Thema auch als medizinisches Problem der alltäglichen ärztlichen Praxis zu erkennen und ernstzunehmen sowie durch weitere Forschungsanstrengungen dem Hausarzt oder Facharzt Hilfestellung zu geben.

**Prof. Dr. med. Eduard David**

**Dr. med. Jörg Reißerweber**

**Dipl. Soz. Wiss. Sabine Kentner**

Abteilung für Elektropathologie

Universität Witten/Herdecke

## **Literatur:**

1. David, E.; Reißerweber, J.; Kentner, S.: The nature of electromagnetic hypersensitivity: Idiopathic environmental intolerance or specific perceptive faculty. Abstract Book of the Twentieth Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society; St. Petersburg, Florida, June 7-11, 1998, p. 211;

2. Kentner, S.; David, E.; Reißerweber, J.; Pfothenhauer, M.; Ostermann, Th.: An interdisciplinary approach to electromagnetic hypersensitivity. Abstract Book of the Twentieth Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society; St. Petersburg, Florida, June 7-11, 1998, p. 273-274;
3. Leitgeb N.: Electromagnetic hypersensitivity. Quantitative assesment of an ill-defined problem; In: Proceedings of the COST 244 meeting on Electromagnetic Hypersensitivty 27./28.9.1994, Technische Universität Graz, Editor: Dina Simunic;
4. Reißerweber, J.; David, E.; Fachner, J.: The evaluation and interpretation of the phenomenon of "electrosensitivity/magnetosensitivity" in the framework of the analysis of written and telephone questions. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Copenhagen, Denmark, Conference on Electromagnetic Hypersensitivity, pp. 73-76;
5. Sandström M., Lyskov E. and Hansson Mild K.: Neurophysiological effects of flickering light on patients with electrical hypersensitivity; In: Proceedings of the COST 244 meeting on Electromagnetic Hypersensitivity 27./28.9.1994, Technische Universität Graz, Editor: Dina Simunic;

## Hochfrequenz

# Weltweite Lobbyorganisation der Handy-Industrie

Die Mobiltelefonindustrie hat am 10. Dezember 1998 in London eine neue weltweite Organisation gegründet, das "Wireless Information Network" (WIN, Informationsnetzwerk für drahtlose Kommunikation). Das WIN will sich nach den Worten von Jo-Anne Ba sile vom amerikanischen Verband der Telekommunikationsindustrie CTIA besonders mit "Gesundheits- und Umweltthemen im Zusammenhang mit der drahtlosen Kommunikationstechnologie" befassen. Allerdings geht es nicht um deren Erforschung, sondern um Strategien im Umgang mit kritischen Stimmen. WIN soll dem weltweiten Austausch von Informationen dienen, durch die die Mobilfunkindustrie "Techniken, die sich als besonders wirksam bei der Reaktion auf Medienanfragen und der Öffentlichkeit erwiesen haben, gemeinsam nutzen kann."

WIN umfasst Industrievertreter aus einem Dutzend Industriestaaten. Deutschland ist durch die Forschungsgemeinschaft Funk (FGF) vertreten. FGF-Geschäftsführer Gerd Friedrichs gab beim Gründungstreffen einen Überblick über die Wahrnehmung von Hochfrequenzthemen in der deutschen Öffentlichkeit. Er warnte, dass "oppositionelle Gruppen in ihrer geographischen Organisation und ihren Kommunikationsmethoden (z. B. Internet) zunehmend hochentwickelt" seien.

Vertreter aus Italien und Kanada berichteten, dass das Konzept der vernünftigen Vermeidung ("prudent avoidance") Teil der öffentlichen Diskussion geworden sei und der Begriff "Elektrosmog" häufig verwendet werde. In den USA sei das Gesundheitsthema dagegen durch Themen um die elektromagnetische Verträglichkeit bzw. Wechselwirkungen verschiedener Anwendungen und die Sicherheit beim Autofahren bei der Benutzung von Handys abgelöst worden. Wichtige Themen in Österreich, Kanada und Schweden sei die Beteiligung der Öffentlichkeit an Entscheidungsprozessen vor Ort.

In einem Vortrag zur laufenden Gesundheitsforschung berichtete Dr. Mays Swicord von Motorola, dass die meisten Daten ermutigend seien. Einige Resultate mit Hinweisen auf

Gesundheitsschäden bedürften jedoch der weiteren Untersuchung. Swidord erklärte, dass die für das Jahr 2003 von der IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung) erwartete Übersicht zu Krebserkrankungen und die für 2004 vorgesehene Übersicht der WHO (Weltgesundheitsorganisation) über nicht krebsbezogene Gesundheitseffekte eine wichtige Bedeutung haben werden.

Das neue Wireless Information Network umfasst die folgenden Unternehmen und Gruppen: die australische Mobile Telecommunications Association, Österreichs Forum für Mobilkommunikation, Kanadas Wireless Telecommunications Association, Dänemarks Association of Telecommunications Hardware Suppliers, Deutschlands Forschungsgemeinschaft Funk (FGF), die neuseeländische Telecommunications Organisations, Norwegens Elektronikbransens, die britische Federation of the Electronics Industry (FEI), die US-amerikanische Cellular Telecommunications Industry Association (CTIA), das Mobile Manufacturers Forum (eine internationale Gruppe von Herstellern), die GSM Association (eine internationale Gruppe von Serviceanbietern), France Telecom/CNET, Irlands Eircell und die italienische Telecom Italia Mobile.

**Quelle:** Industry forms global group on wireless health issues. Microwave News 14 (1), S. 3-4 (1999).

Internet

## Neue Dienstleistungen des nova-Instituts

Das nova-Institut bietet ab sofort erste Internet-Dienstleistungen zum Thema Elektromog an. Unter der Adresse "[www.nova-institut.de](http://www.nova-institut.de)" finden sich im Bereich Elektromog derzeit zwei kostenfreie Dienstleistungen:

- Inhaltlich sortiertes Register aller Elektromog-Report-Beiträge von 1995 bis 1998. Sie können das Register sowohl dafür benutzen, Beiträge in Ihrem eigenen Elektromog-Report-Archiv zu finden, als auch um fehlende Ausgaben nachzubestellen (alle Ausgaben sind noch lieferbar).
- Eine Link-Liste mit wichtigen Internet-Adressen aus dem Bereich Elektromog. Öffentliche Stellen, Verbände, Institute, Firmen, Fachzeitschriften und Informationsdienste sind hier übersichtlich sortiert direkt anwählbar. Wer einen Link zu seiner Internet-Seite vermisst, sollte uns dies per E-Mail mitteilen ("[nova-h@t-online.de](mailto:nova-h@t-online.de)").

Zukünftig sollen etliche weitere Dienstleistungen hinzukommen, so z.B. eine aktualisierte Zusammenstellung aller Verbrauchertips der letzten 4 Jahre Elektromog-Report.

### *Elektromog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 6 Juni 1999

## Geräte gegen Elektromog: Uneingelöste Versprechen

Im Auftrag der Zeitschrift ÖKO-TEST untersuchte der Medizinphysiker Dr. Lebrecht von Klitzing 22 Produkte in der Preisspanne von 25 bis 485 DM, die in verschiedenster Weise gegen Elektromog helfen sollen. Nur wenige Geräte versuchen den Elektromog physikalisch abzuschirmen. Die meisten Geräte sollen laut Herstellern vor allem die biologische Wirkung elektromagnetischer Felder neutralisieren.

Die Testergebnisse sind erschütternd:

- Nur zwei Geräte waren tatsächlich in der Lage, Elektromog zu reduzieren. Die "Protector"-Handytasche von PTR ist als einzige "empfehlenswert". Sie hielt die Antennenstrahlung eines Handys bis zu 99 Prozent vom Kopf des Benutzers fern. "Eingeschränkt empfehlenswert" ist die "Handytasche" von Cepo. Mit dieser Halbmanchette für die Handyantenne konnte eine 80prozentige Abschirmung erzielt werden.
- Für drei Geräte haben die Anbieter Gutachten vorgelegt, die nach Einschätzung von Dr. von Klitzing eine biologische Wirkung zumindest theoretisch als denkbar erscheinen lassen. Eine Abschirmung war bei diesen Produkten nicht nachweisbar.
- 15 Produkte sind "nicht empfehlenswert", weil die Werbeaussagen überhaupt nicht belegt wurden. Eine Abschirmwirkung war zudem in keinem Fall nachweisbar oder versprochen worden.
- Zwei Geräte verursachten sogar selbst Elektromog - in einem Fall sogar weit über der TCO-Norm für Bildschirme!

Gerade bei den wirkungslosen Geräte fand der Test eine auffallende Diskrepanz zwischen primitivem Innenleben der Geräte und ihrem hohen Preis.

Als Fazit schreibt ÖKO-TEST: "Lediglich zwei von 22 Produkten in unserem Test können tatsächlich Elektromog reduzieren. Deshalb ist generell Vorsicht gegenüber solchen "Schutzgeräten" angeraten - besonders dann, wenn sie angeblich die biologischen Wirkungen von Elektromog verträglicher machen." Glaubt der Kunde an die Wirkung der Geräte und setzt sich, vermeintlich geschützt, elektrischen und magnetischen Feldern verstärkt aus, können diese Geräte sogar gefährlich werden.

## *Elektromog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 7 Juli 1999

### **Veranstaltungsbericht**

## **Schutz vor Immissionen durch elektrische und magnetische Felder**

Am 18. März fand im Haus der Technik in Essen das Fachseminar "Schutz vor Immissionen durch elektrische und magnetische Felder" statt.

R. Kindel vom Landesumweltamt NRW gab einen Überblick über die physikalischen Grundlagen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder und typische Belastungssituationen. Interessant war die Information, dass in Nordrhein-Westfalen Schutzabstände von Hochspannungsfreileitungen empfohlen werden, die sich an einem Vorsorgewert von 10 Mikrottesla orientieren. Für eine 380-kV-Leitung wird z.B. ein Schutzabstand von 40 m empfohlen, an den sich die Umweltämter im Bauleitplanverfahren

halten sollen. Der entsprechende Erlass ist vom 18.12.1998.

*Uwe Kullnick* vom Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (Kamp-Lintfort) sprach über gesundheitliche Auswirkungen von EMF. Als gesichert geltende Effekte aus Zell- und Tierversuchen nannte er:

- Beeinflussung der Melatoninsynthese
- Veränderung der Aktivität von Nervenzellen (HF)
- Veränderung des Kalzium-Ein- und Ausstroms bei Zellen
- Veränderungen bereits vorhandener Krebserkrankungen
- Beeinflussung der Bluthirnschranke (HF)

*E. Stöcker-Meier*, Umweltministerium NRW, sprach über die 26. BImSchV und ihre Durchführung aus behördlicher Sicht. Frau Stöcker-Meier sieht Deutschland in einer Vorreiterrolle, kein anderes Land in der EU habe vergleichbare Regelungen. Als Pluspunkte der "Elektromogverordnung" nannte sie Rechts- und Planungssicherheit und eine Versachlichung der Diskussion. Als negativ bezeichnete sie den beschränkten Anwendungsbereich der Verordnung sowie die dürftigen Vorsorgeregulungen.

*Hauke Brüggemeyer*, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, referierte über die "Messung und Berechnung elektromagnetischer Felder". Aktuelle Studien aus Deutschland und der Schweiz zeigen eine Ganztagsdurchschnittsbelastung der Normalbevölkerung von 0,05 Mikrottesla.

*Ch. Gehlen*, RWE Energie Essen, berichtete über die Erfahrungen der Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit der 26. BImSchV. Die vor Verabschiedung der Verordnung vorgelegten Berechnungen über immense Umbaukosten seitens der EVU haben sich anscheinend nicht bewahrheitet. An Freileitungen waren so gut wie keine Umbaumaßnahmen erforderlich (und wenn, dann zur Einhaltung des 5-kV-Grenzwertes). Am ehesten sind Umbauten an Trafostationen erforderlich gewesen.

*F. Lauer*, DeTe Mobil Darmstadt, sprach über die Umsetzung der 26. BImSchV bei einem Mobilfunkbetreiber. Die Kernaussage seines Vortrags war, dass die zunehmend flächendeckende Versorgung mit Sendeanlagen in der - oft einseitig informierten - Öffentlichkeit mit Besorgnis gesehen werde, gleichzeitig aber zu einer geringeren HF-Belastung der Anwohner führe, da die Leistung der einzelnen Sender reduziert werden könne. Laut Lauer machen nur 3% der Handy-Benutzer ihre Kaufentscheidung von der Strahlungsintensität der Handies abhängig.

*Norbert Krause*, Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik (Köln), stellte den aktuellen Stand der "Unfallverhütungsvorschrift (UVV)" und ihre Abgrenzung zur 26. BImSchV dar.

Im letzten Vortrag sprach *Heinz-Peter Neitzke*, ECOLOG-Institut Hannover, über Vorsorge- und Minimierungsmaßnahmen. Neitzke stellte verschiedene technische Maßnahmen wie spezielle Mastformen oder Trafo-Kompaktstationen vor. Bei einer 380-kV-Trasse führe die Einhaltung des Vorsorgewertes von 0,2 Mikrottesla bei Vollast zu einem Schutzabstand von etwa 200 m, als realistischen Schutzabstand nannte er 100 m. In Schweden würden neue Transformatoren nicht mehr in Häusern installiert. Stärker als in Deutschland seien Vorsorgeaspekte inzwischen in Schweden, Italien und Luxemburg verankert.

Laut Neitzke sind nach neuesten Untersuchungen die durch elektrische und magnetische Felder induzierten Körperströme teilweise um den Faktor 100 bis 1.000 unterschätzt worden. Die neuen Erkenntnisse hätten bislang noch keinen Einfluss auf die ICNIRP-Grenzwertempfehlungen gehabt. Mittelfristig könne die ICNIRP die Ergebnisse nicht ignorieren, die, bei Beibehaltung des ICNIRP-Konzepts, zu einer deutlichen Absenkung der Grenzwertempfehlungen führen würde.

Neitzke wies auf zunehmende Befunde über den Zusammenhang von EMF und Herz-Kreislauf-Erkrankungen hin. Lange Zeit sei hier kein Zusammenhang vermutet worden. Erst Hinweise aus experimentellen Untersuchungen und Einzelfällen weckten das Interesse der

Epidemiologen, die dann auch in ihren Daten entsprechende Korrelationen finden konnten - ein weiterer Stein im großen EMF-Puzzle!

Neitzke sprach auch über die großen Kommunikationsprobleme in der Elektromog-Debatte. Die Öffentlichkeit habe oft nur ein "vorwissenschaftliches Wissen" und große technisch-physikalische Wissensdefizite. Auf der anderen Seite stünden die Elektrotechniker, die aus Angst ihre "berufliche Nestwärme" zu verlieren, einen kritischen Umgang mit der Thematik oft vermissen ließen.

**Michael Karus**

Redaktion Elektromog-Report

## *Elektromog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 8 August 1999

**Epidemiologie**

### **Elektromagnetische Felder und Krebs**

**Das US-amerikanische Nationale Institut für Umweltwissenschaften stellte Mitte Juni 1999 einen Bericht vor, nach dem die bisherige Forschung wenig hartes Beweismaterial für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen niederfrequenten elektromagnetischen Feldern von Stromleitungen und Krebs ergeben habe. Einige Bedenken würden jedoch bleiben. Bemühungen um Reduzierungen der menschlichen Exposition durch EMF sollten daher fortgeführt werden. Die Redaktion des Elektromog-Reports hat diesen Bericht zum Anlass genommen, die Studienergebnisse und Untersuchungen der vergangenen 1,5 Jahre zur Assoziation zwischen nieder- und hochfrequenten EMF und Krebs vorzustellen.**

"Nahezu alle Laborbefunde mit Tieren und Menschen und die meisten der Zellstudien scheitern an der Unterstützung eines kausalen Zusammenhangs," heißt es in dem Bericht des Nationalen Instituts für Umweltwissenschaften (NIEHS), einer Abteilung der Nationalen Institute für Gesundheit (NIH), an den amerikanischen Kongress (NIEHS 1999). "NIEHS ist der Ansicht, dass die Wahrscheinlichkeit, EMF sei tatsächlich ein gesundheitliches Risiko, zur Zeit klein ist."

Allerdings habe es einige statistische Zusammenhänge zwischen EMF und Kinderleukämie sowie chronisch lymphatischer Leukämie bei beruflich exponierten Erwachsenen gegeben. Die Forschung hinsichtlich dieser "anhaltenden Bedenken" werde fortgeführt und Bemühungen zur Reduzierung der menschlichen EMF-Belastung sollten nicht eingestellt werden.

Bereits vor einem Jahr hatte ein Expertenkomitee der Nationalen Institute für Gesundheit mit 19 zu 9 Stimmen die Ansicht vertreten, dass elektromagnetische Felder als "mögliches menschliches Karzinogen" betrachtet werden sollten.

### **Vermeidbare Krebsursachen**

Bei der Betrachtung von Krebsursachen lassen sich vermeidbare und nicht vermeidbare Ursachen (z. B. genetische Einflüsse) unterscheiden. R. Doll aus Oxford stellte in einer aktuellen Übersicht vermeidbare Krebsursachen vor und schätzte ihren jeweiligen Beitrag zur Gesamtheit der vermeidbaren Ursachen (Doll 1998). Rauchen sei mit einem Anteil von 29 bis 31 Prozent der wichtigste Faktor, gefolgt von Ernährungsfaktoren (20-50%). Weitere wichtige

Faktoren seien Infektionen mit Parasiten, Bakterien und Viren (10-20%), Alkoholkonsum (4-6%), Arbeitsplatzfaktoren (2-4%), Sexualhormone (10-20%) und Umweltverschmutzung (1-5%). Natürliche und künstliche Strahlung sei mit 5 bis 7 Prozent an den vermeidbaren Ursachen beteiligt. Die weitaus größte Bedeutung besitze dabei die ionisierende Strahlung (z. B. Röntgenstrahlung) und die Erhöhung der Hautkrebsrate durch die natürliche UV-Strahlung. Der Beitrag elektromagnetischer Felder sei dagegen gering und die Datenlage unsicher. Es gebe Hinweise auf eine Zunahme des Risikos bei einigen Krebsarten wie Leukämien und Hirntumoren.

## **Kinderleukämie**

Die epidemiologische Forschung zum Thema Kinderleukämie wird in Deutschland unter der Leitung von Jörg Michaelis fortgeführt. Auch Japan will sich erstmals in dieser Frage engagieren. Die japanische Regierung hat Gelder für eine dreijährige epidemiologische Studie unter der Leitung von Michinori Kabuto vom Nationalen Institut für Umweltstudien in Ibaraki bereitgestellt.

Vier Studien sind in den vergangenen Monaten erschienen, zwei epidemiologische Untersuchungen aus Kanada und eine aus Großbritannien sowie eine Metaanalyse. In einer kanadischen Studie mit 399 an Leukämie erkrankten Kindern ergaben sich keine erhöhten relativen Risiken für die stärker EMF-belasteten Kinder, weder für die akute lymphatische Leukämie (ALL) noch für alle Leukämien zusammen (McBride 1999). Es wurden eine Anzahl möglicher EMF-Messgrößen für den Vergleich mit gesunden Kontrollen verwendet, darunter 48-Stunden-Messungen mit Personendosimetern, 24-Stunden-Messungen in den Kinderzimmern sowie Verkabelungs-Codes.

In der zweiten Studie von Lois Green und Mitarbeitern von der Universität von Toronto mit 201 leukämiekranken Kindern unter 14 Jahren und 406 Kontrollen, publiziert im International Journal of Cancer und in Cancer Causes and Control, fand sich jedoch eine Assoziation zwischen EMF in der Wohnung und der Krebshäufigkeit (AP vom 16. Juni 1999, Reuters vom 15. Juni 1999). Die stärker exponierten Kinder wiesen ein zwei- bis vierfach erhöhtes Risiko auf als geringer exponierte. "Wurden die Methoden zur Abschätzung der Exposition verfeinert, so fanden wir, dass der Zusammenhang zwischen magnetischen Feldern und dem Risiko, eine kindliche Leukämie zu entwickeln, stärker wurde, besonders bei Kindern, die in einem jüngeren Alter diagnostiziert wurden," erklärte Green in einer Stellungnahme.

Britische Wissenschaftler der Universität Birmingham fanden keinen Hinweis darauf, dass eine stärkere berufliche EMF-Belastung von Frauen einen Einfluss auf die Leukämierate ihrer Kinder hatte (Sorahan 1999). Dazu wurden die Berufe von Müttern, deren Kinder zwischen 1953 und 1981 in Großbritannien an Krebs gestorben waren - insgesamt 15.041 -, hinsichtlich ihrer vermuteten EMF-Exposition in fünf Klassen eingeteilt. Auch andere Krebsarten wiesen keine Abhängigkeit von der geschätzten EMF-Exposition der Mütter auf.

Daniel Wartenberg von der Universität von New Jersey in Piscataway identifizierte in seiner detaillierten Metaanalyse "ein konsistentes Risiko, das nicht durch eine zufällige Variation erklärt werden kann" (Wartenberg 1998). Insgesamt wurden 16 Studien über den Zusammenhang häuslicher EMF und Kinderleukämie in seine Analyse aufgenommen. Die Resultate seien bei Verwendung von Verkabelungscodes, von Entfernungen oder der historisch rekonstruierten EMF-Belastung relativ konstant, homogen und positiv, während die Ergebnisse für direkte Messungen der magnetischen Felder konsistent, homogen und sogar leicht schützend seien. Wartenberg nimmt an, dass Studien mit innovativer Methodik, die sich auf hochbelastete Kinder konzentrieren, am ehesten Aussicht auf "Entwirrung der Thematik" böten.

## **Erwachsenenleukämie**

Wissenschaftler der Universität Turin führten eine 4.237 Arbeiter einschließende Mortalitätsstudie durch (Pira 1999). Mit Hilfe einer Job-Expositions-Matrix sollte der Einfluss verschiedener Karzinogene auf die Mortalität untersucht werden. Es wurden keine Fälle von Leukämie bei Arbeitern gefunden, bei denen eine vergleichsweise hohe EMF-Exposition angenommen wurde.

## **Hirntumore**

Einige jüngere epidemiologische Untersuchungen haben sich erneut mit dem Zusammenhang zwischen EMF und bösartigen Erkrankungen des Gehirns beschäftigt. Erstmals wurde auch der Einfluss von Handy-Strahlung auf die Tumorraten untersucht. Bisher gab es nur Untersuchungen zum Zusammenhang von Hirnkrebs und anderen Quellen hochfrequenter Felder, wie beispielsweise Radio- und Fernsehsender oder militärische Radaranlagen, mit gelegentlichen und inkonsistenten Hinweisen auf eine leicht erhöhte Krebsrate.

### **a) Hirntumore und Hochfrequenz**

Die Zeitschrift Microwave News berichtete in Ihrer jüngsten Ausgabe von einer schwedischen und einer amerikanischen Studie über den Einfluss einer Mobiltelefonnutzung auf die Entstehung von Hirntumoren. Beide Studien sind bisher noch nicht in einer Fachzeitschrift publiziert. Die Ergebnisse deuten an, dass Handy-Nutzer möglicherweise etwas häufiger einen Hirntumor auf der Seite entwickeln, auf der sie auch ihr Handy verwenden. Allerdings war das Gesamtrisiko für die Entwicklung eines Tumors auf der linken oder rechten Seite nicht erhöht.

"Ein erhöhtes Risiko wurde sowohl für links- als auch für rechtsseitige Tumoren gefunden," heißt es in dem Manuskript von Lennart Hardell aus Örebro/Schweden, das zur Publikation im International Journal of Oncology angenommen wurde. Allerdings erreichten die erhöhten Risiken von 2,45 für die rechte Seite und 2,40 für die linke Seite keine statistische Signifikanz und die Untersuchung basierte auf kleinen Zahlen von 209 Fällen und 425 Kontrollen. Hardell rät daher zu einer zurückhaltenden Interpretation seiner Befunde, empfiehlt jedoch andererseits das Prinzip der vernünftigen Vermeidung ("prudent avoidance"): "Ich denke, dass es notwendig ist, bis zu einer Lösung dieses Problems etwas vorsichtig zu sein und die Exposition zu reduzieren."

Joshua Muscat von der American Health Foundation in New York führte eine ähnliche, ebenfalls bisher noch nicht veröffentlichte Analyse durch. Auch er fand beim Vergleich von 466 Hirnkrebsfällen und 420 Kontrollen kein insgesamt erhöhtes Hirntumorrisiko, jedoch eine Korrelation zwischen Tumorseite und der Seite, in der das Handy gehalten wurde. Das gleiche Risiko bestand jedoch auch für normale Telefone. Muscat erklärte gegenüber Microwave News, dass es "Inkonsistenzen" in seinen Daten gebe und seine Analyse noch nicht abgeschlossen sei.

Eine weitere epidemiologische Studie aus Dänemark über einen möglichen Zusammenhang zwischen Krebs und Mobiltelefonen befindet sich ebenfalls noch in der Auswertung. Dabei werden Daten von 550.000 Handy-Nutzern von Christoffer Johansen und Kollegen aus Kopenhagen analysiert. Hardell arbeitet zur Zeit an einer Nachfolgestudie mit 1.500 Fällen. Zudem befindet sich eine internationale epidemiologische Studie der Internationalen Agentur für Krebsforschung in Lyon (Frankreich) in Vorbereitung, bei der Hardell der wichtigste Mitarbeiter in Schweden ist. Mit Ergebnissen wird in den Jahren 2003 oder 2004 gerechnet.

## **b) Hirntumore und Niederfrequenz**

Ylva Rodvall vom Karolinska Institut in Stockholm (Schweden) und Kollegen fanden in einer Fall-Kontrollstudie "etwas Unterstützung für die Hypothese, dass Magnetfeldexposition eine Bedeutung bei der Entwicklung von Hirntumoren spielen könnte" (Rodvall 1998). Sie verglichen 104 Fälle von Hirntumoren (84 Gliome und 20 Meningeome) mit 155 Kontrollen. Dabei wurde mit Hilfe dreier Methoden der Abschätzung der vermuteten EMF-Belastung vor allem die berufliche Belastung mit niederfrequenten Feldern berücksichtigt:

- Ein Vergleich anhand sogenannter "elektrischer Berufe" (Elektriker, elektronische Techniker, Schweißer, Radio- und Fernstechniker etc.), wie sie von einem früheren Autor verwendet worden war (S. Milham), ergab keine Auffälligkeiten.
- Ein Vergleich anhand der Expositionsschätzungen durch einen Elektrotechniker ergab ein relatives Risiko von 1,6 für die Entwicklung eines Glioms und ein Risiko von 2,1 für die Entwicklung eines Meningeoms bei einer vermutet hohen EMF-Exposition. Beide Zunahmen waren jedoch statistisch nicht signifikant.
- Ein Vergleich anhand einer Job-Expositionsmatrix, die aufgrund von Messungen bei einer früheren schwedischen Fall-Kontroll-Studie entwickelt worden war, ergab ein erhöhtes Risiko von 1,9 für die Entwicklung eines Glioms und ein Risiko von 1,4 für die Entwicklung eines Meningeoms bei Personen, die jemals in Berufen mit einer geschätzten Exposition von größer 0,4 Mikrotelsa beschäftigt waren. Auch hier war die Zunahme statistisch nicht signifikant.

Angesichts dieser Ergebnisse betonen Rodvall und Kollegen die Bedeutung der angewandten Methodik zur Expositionsabschätzung.

Dana Loomis und Kollegen von der Universität von Nord Carolina in Chapel Hill bestätigten unter Anwendung einer neuen Analyseverfahren frühere Ergebnisse, nach denen beruflich stark EMF-exponierte Personen ein leicht erhöhtes Hirnkrebsrisiko aufwiesen (Loomis 1998). Sie untersuchten wie Rodvall und Mitarbeiter den Einfluss methodischer Faktoren auf die Berechnung des Krebsrisikos. Unter Heranziehung von Daten einer von ihnen selbst durchgeführten Studie wendeten sie für eine neue Analyse alternative Modelle für die Abschätzung der Intensität der historischen Exposition sowie alternative Cut-points für die Einteilung der Exposition an. Mit den neuen Modellen wiesen die meisten exponierten Arbeiter ein erhöhtes Hirnkrebsrisiko zwischen 1,3 und 3,4 auf, was gut mit den Resultaten der früheren Analyse übereinstimmte.

In einer amerikanischen Studie zur Bedeutung verschiedener Arbeitsplatzrisiken für die Entwicklung von Krebsarten des zentralen Nervensystems war die EMF-Belastung am Arbeitsplatz nicht mit der Krebshäufigkeit assoziiert (Cocco 1998). Die Studie umfasste 28.416 Fälle und 113.664 Kontrollen, die aus 4,5 Millionen Todesfällen in 24 US-Staaten ausgewählt worden waren.

## **Brustkrebs**

Patricia Coogan und Ann Aschengrau von der Universität für öffentliche Gesundheit in Boston fanden keinen Zusammenhang zwischen der Brustkrebshäufigkeit und EMF (Coogan 1998). Sie verglichen 259 Patientinnen mit 738 nicht erkrankte Kontrollen. Es traten keine Auffälligkeiten hinsichtlich einer möglichen beruflichen EMF-Belastung oder einer möglichen erhöhten häuslichen Exposition durch die Benutzung elektrischer Heizdecken auf. Personen, die weniger als 150 Meter von Hochspannungsleitungen entfernt lebten, wiesen ein um 50 Prozent erhöhtes Krebsrisiko auf, was allerdings statistisch nicht signifikant war (95%-

KI: 0,6-3,3).

In der Elektrosmog-Report-Ausgabe vom Februar 1999 hatten wir im Zusammenhang mit der jüngeren Melatonin-Forschung bereits auf zwei weitere Studien aus dem Jahre 1998 hingewiesen, eine Studie von Maria Feychting und Kollegen, die ein leicht erhöhtes Brustkrebsrisiko bei Östrogenrezeptor-positiven älteren Frauen gefunden hatten, sowie die Studie von Marilie D. Gammon und Kollegen, die keinen Einfluss der Verwendung von Wasserbetten und elektrischen Heizdecken auf die Brustkrebshäufigkeit ermittelten.

## **Prostatakrebs**

Wissenschaftler der Medizinischen Hochschule in Nashville untersuchten den Einfluss von elektrischen Heizdecken und geheizten Wasserbetten auf die Häufigkeit von Prostatakrebs (Zhu 1999). Ein Vergleich von 175 Fällen mit 258 Kontrollen ergab ein leicht erhöhtes Risiko von 1,4 für die Verwendung dieser elektrischen Geräte, was allerdings statistisch nicht signifikant war (95%-KI: 0,9-2,2). Zudem fand sich keine Beziehung zur Dauer der Anwendung.

## **Verschiedene Krebsarten**

In einer brasilianischen Studie wurde der Grund einer Krebshäufung unter jungen Indianern untersucht (Koifman 1998). Sie lebten in einem Dorf am Amazonas in der Nähe einer Hochspannungsleitung (500 kV), die zu einer niederfrequenten EMF-Belastung der Dorfbewohner bis zu 9,5 Mikrottesla führte. Neben den EMF kamen möglicherweise auch Umweltgifte für die Krebshäufung in Frage.

In einer holländischen Studie wurde der Zusammenhang zwischen der Krebsinzidenz in der Stadt Odijk in den Jahren 1985 bis 1999 und einer in den fünfziger Jahren verlegten Hochspannungsleitung untersucht (Hady 1998). Es wurde keine Häufung ermittelt.

In einer dänischen Kohorten-Studie mit 30.006 Beschäftigten von Zuliefererbetrieben fand sich kein Zusammenhang zwischen der Krebshäufigkeit und einer vermuteten stärkeren EMF-Belastung (Johansen 1999).

## **Grundlagenforschung**

Wissenschaftler der Universität von Nord-Carolina untersuchten den Einfluss eines kontinuierlichen niederfrequenten EMF-Feldes von 100 Mikrottesla auf verschiedene Zellarten - Krebszellen von Eierstock, Prostata und Gebärmutter Schleimhaut sowie Stützzellen der Gebärmutter und Epithelzellen des Eierstocks (Watson 1998). Ergebnis: Das elektromagnetische Feld verstärkte das Wachstum von zwei Prostata- und drei Gebärmutter Schleimhaut-Krebszelllinien, aber nur von einer Eierstock-Krebszelllinie. EMF verstärkte die Stoffwechselaktivität der Krebszellen und deren absolute Zellzahl, als Hinweis auf einen möglichen tumorpromovierenden Effekt.

## Methodik der Risikoabschätzung

Joyce McCann und Kollegen vom Electric Power Research Institute in Palo Alto untersuchten die theoretischen Anforderungen an eine Abschätzung des Einflusses niederfrequenter elektromagnetischer Feldern auf die Krebshäufigkeit. Sie gelangen zu folgenden Empfehlungen:

- Die Risikoabschätzung sollte als iterativer Prozess betrachtet werden, der zu einem allumfassenden Urteil gelangt und positive und negative Daten, tumorbezogene und andere Endpunkte, sowie menschliche und nicht menschliche Quellen für Informationen umfasst.
- Die Risikoabschätzung sollte sich sowohl auf Resultate von Tieruntersuchungen unter definierten Bedingungen als auch auf epidemiologische Studien beziehen.
- Die Möglichkeit von altersabhängigen Unterschieden in der Empfindlichkeit gegenüber EMF sollte berücksichtigt werden.
- Der fehlende Beweis für eine Dosisabhängigkeit und eine fehlende Reaktivität der Erbsubstanz DNS führe zur Annahme, dass ein Sicherheitsfaktor angemessen erscheint.
- Eine EMF-Risikoabschätzung sollte zumindest vorläufige Schlussfolgerungen hinsichtlich des Krebsrisikos ermöglichen und das wissenschaftliche Vorgehen zur Gewinnung noch fehlender Antworten festlegen.



## Schlussfolgerung

Kinderleukämie und Hirnkrebs zählen zu den bösartigen Erkrankungen, die im Zusammenhang mit EMF immer wieder auffällig werden. Jedoch bleiben die Befunde widersprüchlich. Man darf hier insbesondere auf die Ergebnisse weiterer Forschung über den Einfluss von Handy-Strahlung gespannt sein. Auch Östrogenrezeptor-positive Brustkrebsformen sind möglicherweise betroffen, wenn es um einen Einfluss magnetischer Felder geht.

Neben wenigen neuen epidemiologischen Studien wurden in den vergangenen Monaten methodische Fragen der Expositions- und Risikoabschätzung untersucht. Der Einfluss elektromagnetischer Felder auf die Krebshäufigkeit ist danach - soweit er tatsächlich besteht - im Vergleich mit anderen Einflussfaktoren sicherlich gering. Da EMF jedoch die gesamte Bevölkerung betrifft, wäre auch ein kleiner Effekt von Bedeutung, insbesondere bei einer häufigen Krebsart wie dem Brustkrebs.

Ein Beispiel aus einem anderen Forschungsgebiet kann die Relevanz gering erhöhter Risiken unterstreichen. So führten Forscher der Universität von New Orleans jüngst eine Metaanalyse 18 epidemiologischer Studien zum Zusammenhang zwischen dem Passivrauchen und der koronaren Herzkrankheit durch (He 1999). Sie ermittelten ein um den Faktor 1,25 erhöhtes Risiko gegenüber nicht exponierten Nichtrauchern. In einem Kommentar im Deutschen Ärzteblatt vom 30. Juli 1999 heißt es dazu: "Auch wenn Passivrauchen nur zu einem geringfügigen Risikoanstieg für eine koronare Herzkrankheit führt, sollten die Daten bei der hohen Prävalanz [Häufigkeit] des Zigarettenrauchens doch Konsequenzen im Gesundheitssystem nach sich ziehen."

Bis zur weiteren Klärung unbeantworteter Fragen sollten daher weiterhin wirtschaftlich vertretbare Bemühungen zur Minimierung der Exposition mit elektromagnetischen Feldern unternommen werden. Der Vorsorgeaspekt sollte außerdem bei regulatorischen Maßnahmen berücksichtigt werden.

## **Dr. med. Franjo Grotenhermen**

Redaktion Elektrosmog-Report

### **Literatur:**

1. Anonymus: Passivrauchen und KHK-Risiko. Deutsches Ärzteblatt 96:C-1445 (1999).
2. Cocco, P., Dosemeci, M., Heineman, E. F.: Occupational risk factors for cancer of the central nervous system: a case-control study on death certificates from 24 U.S. states. *Am. J. Ind. Med.* 33:247-255 (1998).
3. Coogan, P., Aschengrau, A.: Exposure to power frequency magnetic fields and risk of breast cancer in the Upper Cape Code Cancer Incidence Study. *Arch. Environ. Health* 53:359-367 (1998).
4. Doll, R.: Epidemiological evidence of the effects of behaviour and the environment on the risk of human cancer. *Recent Results Cancer Res.* 154:3-21 (1998).
5. Feychting, M., Forssen, U., Rutqvist, L. E., Ahlbom, A.: Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 9:392-397 (1998).
6. Gammon, M. D., Schoenberg, J. B., Britton, J. A., Kelsey, J. L., Stanford, J. L., Malone, K. E., Coates, R. J., Brogan, D. J., Potischman, N., Swanson, C. A., Brinton, L. A.: Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *Am. J. Epidemiol.* 148:556-563 (1998).
7. Hady, M., Koops, F. B.: Geen hogere kankerincidentie door hoogspanningslijn in Odijk. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 142:1559-1562 (1998).
8. He, J., Vupputurri, S., Allen, K., Prerost, M. R., Hughes, J., Welton, P. K.: Passive smoking and the health risk of coronary heart disease - a meta-analysis of epidemiologic studies. *N. Engl. J.* 340:920-926 (1999).
9. Johansen, C., Olsen, J. H.: Risiko for kræft blandt danske elarbejdere. En kohorteundersogelse. *Ugeskr. Laeger* 161:2079-2085 (1999).
10. Koifman, S., Ferraz, I., Viana, T. S., Silveira, C. L., Carneiro, M. T., Koifman, R. J., Sarcinelli, P. N., Mattos, R. de C., Lima, J. S., Silva, J. J., Moreira, J. C., Ferreira, M. de F., Fernandes, C., Bulcao, A. C.: Cancer cluster among young Indian adults living near power transmission lines in Bom Jesus do Tocantins, Para, Brazil. *Cad Saude Publica* 14 (Suppl 3):161-172 (1998).
11. Loomis, A., Kromhout, H., Kleckner, R. C., Savitz, D. A.: Effects of the analytical treatment of exposure data on associations of cancer and occupational magnetic field exposure. *Am. J. Ind. Med.* 34:49-56 (1998).
12. McBride, M. L., Gallagher, R. P., Theriault, G., Armstrong, B. G., Tamaro, S., Spinelli, J. J., Deadman, J. E., Fincham, S., Robson, D., Choi, W.: Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. *Am. J. Epidemiol.* 149:831-842 (1999).
13. Mobile phone-brain tumor risk in the limelight again. *Microwave News* 19(3), S. 1, 6-7.
14. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS): Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and magnetic Fields. Bericht an den amerikanischen Kongress, Juni 1999 ([www.niehs.nih.gov/emfrapid](http://www.niehs.nih.gov/emfrapid)).
15. Pira, E., Turbiglio, M., Maroni, M., Carrer, P., La Vecchia, C., Negri, E., Iachetta, R.: Mortality among workers in the geothermal power plants at Larderello, Italy. *Am. J. Ind. Med.* 35:536-9 (1999).
16. Rodvall, Y., Ahlbom, A., Stenlund, C., Preston-Martin, S., Lindh, T., Spännare, B.: Occupational exposure to magnetic fields and brain tumors in Central Sweden. *Eur. J. Epidemiol.* 14:563-569 (1998).

17. Sorahan, T., Hamilton, L., Gardiner, K., Hodgson, J. T., Harrington, J. M.: Maternal occupational exposure to electromagnetic fields before, during, and after pregnancy in relation to risks of childhood cancers: findings from the Oxford Survey of Childhood Cancers, 1953-1981 deaths. *Am. J. Ind. Med.* 35:348-357 (1999).
18. Wartenberg, D.: Residential magnetic fields and childhood leukemia: a meta-analysis. *Am. J. Public Health* 88:1787-1794 (1998).
19. Watson, J. M., Parrish, E. A., Rinehart, C. A.: Selective potentiation of gynecologic cancer cell growth in vitro by electromagnetic fields. *Gynecol. Oncol.* 71:64-71 (1998).
20. Zhu, K., Weiss, N. S., Stanford, J. L., Daling, J. R., Stergachis, A., McKnight, B., Brawer, M. K., Levine, R. S.: Prostate cancer in relation to the use of electric blanket or heated water bed. *Epidemiology* 10:83-85 (1999).

## *Elektrosmog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 10      Oktober 1999

### **Grenz- und Vorsorgewerte**

## **Internationale EMF-Regelungen im Niederfrequenz-Bereich**

**Die meisten Länder der Welt orientieren sich bei ihren Grenzwertfestsetzungen an den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission für nicht-ionisierende Strahlung (ICNIRP). So auch Deutschland und die EU. Verschiedene Institutionen fordern wegen der unsicheren wissenschaftlichen Datenlage mit Hinweisen auf biologische Wirkungen Reglementierungen unterhalb der ICNIRP-Grenzwertempfehlungen, meist in Form von sog. Vorsorgewerten. Der vorliegende Überblick umfasst den Niederfrequenz-Bereich (NF, 50 Hz). Der Hochfrequenzbereich wurde bereits in den Elektrosmog-Report-Ausgaben vom Dezember 98 und Februar 99 ausführlich behandelt.** Die aktuellen Empfehlungen der ICNIRP wurden im April 1998 veröffentlicht und unterscheiden sich nur unwesentlich von älteren Empfehlungen der IRPA bzw. ICNIRP. Eine umfangreiche Diskussion der Empfehlungen findet sich in KARUS & GROTENHERMEN 1998. Dort heisst es zusammenfassend: "Die Grenzwertkonzeption der ICNIRP geht ausschließlich von akuten, thermischen Effekten aus, die erst bei extrem hohen Feldern, wie sie nur bei sehr seltenen Unfällen in der Industrie vorkommen, auftreten und bereits seit Jahrzehnten bekannt und unumstritten sind. Die Forschungsergebnisse der letzten 10 Jahre hinsichtlich Langzeiteffekten bleiben vollkommen unberücksichtigt; sie werden nicht einmal für Vorsorgewerte herangezogen.

Mit Hilfe von willkürlich festgelegten und im Vergleich zu anderen Umweltrisiken kleinen Sicherheitsabständen werden - ausgehend von akuten Effekten - Grenzwertempfehlungen für die berufliche und öffentliche Exposition abgeleitet, die Sicherheit gegen jegliche möglichen Elektrosmog-Gefahren suggerieren.

Dieses Vorgehen ist methodisch fragwürdig. Das sichere Ausschließen von akuten Effekten sagt nunmal nichts über mögliche Langzeiteffekte bei vergleichsweise niedrigen Expositionen aus. Hier können vollkommen andere Wirkungsmechanismen und Effekte zum Tragen kommen.

(Teilweise deutliche) Hinweise auf mögliche Langzeiteffekte bei dauerhaft einwirkenden elektromagnetischen Feldern fließen an keiner Stelle in die Grenzwertempfehlungen ein. Die ICNIRP verwendet hier ganz bewusst ein besonders strenges Kriterium für den Begriff "gesichert" bzw. lässt keine weitere Kategorie unterhalb der als "gesichert" geltenden Effekte

zu. Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen werden nicht ernst genommen. Die ICNIRP-Grenzwertempfehlungen bieten schon vom Konzept her lediglich einen sicheren Schutz vor akuten Wirkungen elektromagnetischer Strahlung, wie sie erst bei extremen Feldstärken auftreten (Unfälle in der Elektroindustrie). Das Risiko von Langzeiteffekten wird von den Grenzwerten nicht tangiert."

Dies steht im krassen Widerspruch zur öffentlichen Wahrnehmung. Wie soll man es anders verstehen, dass Anwohner von EMF-Emmittenten, die über mögliche Langzeiteffekte besorgt sind, damit abgespeist werden, dass ihre Belastungen unterhalb der internationalen Empfehlungen liegen, obwohl diese ja bzgl. Langzeiteffekten konzeptbedingt keinerlei Sicherheit bieten!

Dennoch orientieren sich fast alle Länder an diesen Grenzwertempfehlungen; so auch Deutschland (26. BImSchV) und zukünftig die Europäische Union.

Es wundert daher nicht, dass kritische, unabhängige Institute und Verbände seit Jahren Vorsorgewerte fordern und anwenden, die in der Regel weit unter den ICNIRP-Grenzwertempfehlungen liegen. Solche Vorsorgewerte sollen dem unsicheren Kenntnisstand hinsichtlich athermischer Effekte und möglicher Langzeitschäden Rechnung tragen und den Bürger vor möglichen bzw. vermuteten Gefahren und Beeinträchtigungen bewahren.

Es ist nicht Ziel dieses Beitrags, verschiedene Vorsorgekonzepte miteinander zu vergleichen und ihre naturwissenschaftliche und politische Basis zu diskutieren. Vielmehr soll anhand der folgenden Tabellen und Kommentare ein Überblick über die wichtigsten Vorsorgewerte im NF-Bereich gegeben werden.

## Westeuropäische Grenzwerte

In Deutschland gelten seit 1997 erstmalig verbindliche Grenzwerte für die Belastung der Allgemeinheit durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (26. BImSchV, kurz "Elektrosmogverordnung"). Bis 1997 wurden die DIN/VDE-0848-

Grenzwertempfehlungen (siehe Tabelle) in Deutschland als quasi-verbindlich verwendet.

Die deutsche Elektrosmogverordnung von 1997 orientiert sich weitgehend an den internationalen ICNIRP-Empfehlungen (siehe Tabelle); gegenüber den ICNIRP-Empfehlungen sind allerdings "kurzzeitige" und "kleinräumige" Grenzwertüberschreitungen um den Faktor 2 erlaubt, die insbesondere in unmittelbarer Nähe zu Hochspannungstrassen und an heißen, trockenen Tagen (elektrisches Feld) auftreten können, in der Praxis jedoch sehr selten sind. Da nach der aktuellen EU-Empfehlung (s.u.) "für kurzzeitige Expositionen ... keine höheren Referenzwerte für die Exposition durch ELF-Felder vorgesehen" sind, wird voraussichtlich diese Sonderregelung der deutschen Verordnung zukünftig entfallen. (RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 1999)

Eine ausführliche Diskussion der deutschen Elektrosmogverordnung findet sich in KARUS & NIEßEN 1996; hier wird insbesondere das Fehlen von Vorsorgeregelungen kritisiert.

Für die gesamte Europäische Union gelten nach der Entscheidung im EU-Ministerrat im Juni 1999 erstmalig einheitliche Empfehlungen für die Begrenzung der öffentlichen EMF-Expositionen. Die Empfehlungen umfassen lückenlos den gesamten Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz und orientieren sich weitestgehend an den Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP 1998).

Es ist davon auszugehen, dass die meisten EU-Länder, insbesondere die kleineren Mitgliedstaaten, die Empfehlung des EU-Ministerrates ohne relevante Änderungen in nationales Recht überführen werden. Dies ist als Fortschritt zu werten, da bislang etliche Mitgliedstaaten überhaupt keine entsprechenden Regelungen aufwiesen.

Da es sich aber nur um Empfehlungen und nicht um eine Richtlinie handelt, behalten die einzelnen Mitgliedstaaten Spielräume bei der konkreten Umsetzung. Es wird erwartet, dass einzelne Länder wie z.B. Italien oder Luxemburg den Spielraum für strengere Regulatorien nutzen werden.

Konkrete Vorsorge- und Minimierungsmaßnahmen fehlen in den Empfehlungen, obwohl sie im EU-Parlament und im Umweltausschuss des Parlaments detailliert diskutiert und zum Teil auch konkret gefordert wurden (s.u.). Eine ausführliche Diskussion der EU-Empfehlungen im Wechselspiel zwischen EU-Kommission, Parlament und Ministerrat findet sich KARUS 1999.

## Osteuropäische Grenzwerte

Über 50-Hz-Grenzwerte in Osteuropa liegen uns nur wenige Informationen vor. Nach BOIKAT 1999 wird in Russland in Bezug auf die magnetische Feldstärke die "Gefahrschwelle" bei dem 200-300fachen Wert der Hintergrundstrahlung angesetzt. Da zur Hintergrundstrahlung russische Angaben fehlen, wird ein mittlerer Hintergrundwert wie in technisierten deutschen Haushalten von  $0,06 \mu\text{T}$  (Mikrotesla) angesetzt. Daraus ergibt sich die in der Tabelle angegebene Spanne von 12 bis  $18 \mu\text{T}$ . DAVID 1999, gerade von einem EMF-Kongress in Moskau zurückgekehrt, bestätigte, dass in Russland aktuell niedrigere Grenzwerte gelten als die ICNIRP-Empfehlungen.

## Grenzwertempfehlungen

Die aufgeführten Grenzwertempfehlungen deutscher - SSK (Strahlenschutzkommission) und DIN/VDE - und internationaler Kommissionen - ICNIRP ("Internationale Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung") bzw. IRPA ("Internationale Strahlenschutzkommission"), WHO ("Weltgesundheitsorganisation") und UNEP ("United Nations Environment Program") - sind allgemein bekannt und sollen hier nicht näher vorgestellt werden. Die Grenzwertempfehlungen für 50 Hz haben sich zwischen 1987 und 1998 nicht verändert. Eine ausführliche Diskussion der aktuellen ICNIRP-Empfehlungen (ICNIRP 1998), die auch die älteren internationalen Empfehlungen in einer Quellenübersicht zeigt, findet sich in KARUS & GROTENHERMEN 1998.

BUWAL 1998 (Elektrosmog-Report, März 1999) und die Empfehlungen des RATES DER EUROPÄISCHEN UNION 1999 orientieren sich weitgehend an den ICNIRP-Empfehlungen von 1998. Die aktuellen EU-Empfehlungen wurden bereits im vorherigen Abschnitt in einigen Details vorgestellt.

Eine um Größenordnungen niedrigere Grenzwertempfehlung wurde von Gianni Tamino, Biologieprofessor an der Universität Padova, für den Umweltausschuss des Europäischen Parlaments ausgearbeitet und schließlich vom EU-Parlament im März 1999 nicht angenommen (Elektrosmog-Report, Februar und September 1999). Die Grenzwertvorschläge von Tamino orientieren sich am Vorsorgeprinzip und Vorschlägen des US-Rates für Strahlenschutz (NCRP) und der US-Umweltbehörde. Für einige Frequenzbereiche liegen die Vorschläge um mehr als den Faktor 1.000 unter den ICNIRP-Empfehlungen. Tamino wirft den internationalen Kommissionen vor, eine große Anzahl wissenschaftlicher Publikationen ignoriert zu haben.

# Richtwerte/Empfehlungen für Hochspannungsfreileitungen

In den USA wurden in den 90er Jahren regional verschiedene Empfehlungen für maximale Magnetfeldbelastungen bzw. Mindestabstände für Wohnbebauungen in der Nähe von Hochspannungstrassen ausgesprochen. Die hier exemplarisch genannten Werte wurden zitiert nach MAES 1998, NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM 1993 und BOIKAT 1999.

Seit 1990 gibt es in Schweden Empfehlungen, beim Neubau von Schulen, Kindertagesstätten, Kinderspielflächen und ähnlichen Einrichtungen solche Entfernungen von Hochspannungstrassen einzuhalten, dass die von Freileitungen erzeugten Magnetfelder nicht mehr als 0,2 bis 0,3  $\mu$  T betragen (Elektromog-Report, Mai 1995, NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM 1993).

Eine 10- $\mu$  T-Empfehlung für Neubauten gilt in Nordrhein-Westfalen. In Landesumweltamt NRW 1998 heißt es: "Um dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen durch elektrische oder magnetische Felder vorzubeugen, sind in Anhang 3 für verschiedene Anwendungsfälle Schutzabstände aus Gründen des Immissionsschutzes aufgeführt. Die Staatlichen Umweltämter sollen diesen Anhang bei der Beteiligung im Bauleitplanverfahren anwenden. ... Die Bemessung der in Anhang 3 angegebenen Abstände basiert auf dem von der Strahlenschutzkommission in ihren Empfehlungen zum Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung vom 16./17. Februar 1995 genannten Ermessungsspielraum für die magnetische Flußdichte von 10  $\mu$  T zur Berücksichtigung des Vorsorgegesichtspunktes und auf den Erläuterungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu § 4 der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)."

Da mit den 10  $\mu$  T die maximal mögliche magnetische Flussdichte (Vollast, asymmetrische Phasenbelegung) begrenzt wird, führt diese Regelung in der Praxis dazu, dass die Belastungen in den meisten Fällen unter 1  $\mu$  T bleiben.

## Vorsorgewerte

### KATALYSE 1994

"Grundlage unserer Empfehlung ist der vorbeugende Gesundheitsschutz für die Allgemeinheit. ... Bei magnetischen Wechselfeldern sind gesundheitlich relevante Effekte ab einer Stärke von ca. 0,2  $\mu$  T, insbesondere bei nächtlicher Exposition, nachgewiesen worden. Es seien hier vor allem die verschiedenen epidemiologischen Studien zum Krebsrisiko durch Hochspannungsleitungen und die Tierexperimente von Löscher bzgl. Senkung des nächtlichen Melatoninspiegels und Krebspromotion erwähnt. ... Die nächtliche Belastung durch künstliche magnetische Wechselfelder darf zwischen 20 und 8 Uhr im Mittel den Wert 0,2  $\mu$  T nicht überschreiten. Der mittlere 24-Stunden-Wert wird auf 0,4  $\mu$  T begrenzt."

### ECOLOG 1994

"Die Grenzwerte für den Expositionsbereich 2 (Allgemeinbevölkerung, unkontrollierte Bereiche, Dauerexposition) sind an den Grenzwerten für 50-Hz-Felder von 0,2  $\mu$  T bzw. 60 V/m «aufgehängt», die wir aufgrund der epidemiologischen und der Laborbefunde für notwendig halten. Für das magnetische Feld empfehlen wir, wegen der weiteren Verbreitung von 50-Hz-Feldern in der Umwelt, für einzelne Anlagen wie Hochspannungsleitungen oder

Transformatoren lediglich  $0,1 \mu T$  zuzulassen. Nach dem aktuellen Kenntnisstand kann man die von uns vorgeschlagenen Grenzwerte als wirkliche Vorsorgegrenzwerte ansehen, auch im Hinblick auf die epidemiologischen Befunde und die Ergebnisse der Untersuchungen zur Beeinflussung des Immunsystems, der hormonellen Steuerung (Melatonin) und der Zellkommunikation (Kalzium-Ionenfluß)."

#### **NCRP 1995 (vorläufiger Bericht)**

Zitiert nach Elektromog-Report 1995: "Nach den Vorstellungen des Komitees soll die EMF-Belastung im Niederfrequenzbereich schrittweise reduziert werden, zunächst innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren in Häusern, Schulen und anderen nichtindustriellen Umgebungen auf maximal  $1 \mu T$  und  $100 V/m$ . Nach sechs Jahren soll auf der Grundlage einer neuen Forschungsübersicht die Option einer weiteren Reduzierung auf  $0,5 \mu T$  und  $50 V/m$  bestehen. Nach insgesamt 10 Jahren sollte nach erneuter umfassender Analyse der sozioökonomischen und technischen Folgen die Möglichkeit bestehen, die angestrebten Zielwerte weiter auf  $0,2 \mu T$  und  $10 V/m$  zu reduzieren. ... Obwohl unvollständig, weist verfügbares epidemiologisches und Labordatenmaterial bestimmte Übereinstimmungen auf, die niederfrequente EMF-Exposition mit einem erhöhten Gesundheitsrisiko in Verbindung bringen. ... Einige epidemiologische Studien bringen gesundheitliche Effekte mit einer großen Spannbreite von Expositionsniveaus in Verbindung. Auf der Basis dieser Spannbreiten läßt sich folgern, daß ein erheblicher Teil der Weltbevölkerung einem niedrigen Risikoniveau unterworfen ist. Es handelt sich allerdings um einen Risikofaktor mit relevanter sozialer Bedeutung wegen seiner alles durchdringenden Natur und der ernsthaften Konsequenzen für betroffene Einzelpersonen."

#### **König/Folkerts 1997**

"Innerhalb von Wohnungen mit speziell biologisch orientierter Elektroinstallation sollten jedoch - insbesondere innerhalb der Ruhezeiten - deutlich geringere Grenzwerte angestrebt werden. Da entsprechende allgemeingültige Festlegungen zur Zeit noch ausstehen, empfehlen die Autoren nur für diesen Anwendungsbereich vorerst folgende Grenzwerte (bezogen auf  $f = 50 Hz$ ) anzusetzen: ..... für das H-Feld:  $0,8 A/m$  (beziehungsweise  $1 \mu T$ ). ... Falls persönlich extreme Sicherheitsansprüche gestellt werden, können speziell beim H-Feld auch nochmals geringere Werte um den Faktor  $0,3 \dots 0,1$  angesetzt werden...."

#### **MAES 1998/99**

MAES 1998 gibt als "Baubiologische Richtwerte für Schlafplätze" folgende Kategorien an:

unauffällig  $<0,02 \mu T$  (bzw.  $20 nT$ )

schwach  $0,02-0,1 \mu T$

stark  $0,1-0,5 \mu T$

extrem  $>0,5 \mu T$ .

Für den Wachbereich gibt Maes  $0,2 \mu T$  an. Und weiter: "Alle Richtwerte sind Vorsorgewerte für sensible Personen, z. B. Kinder, Alte, Kranke, Allergiker, Immungeschwächte... und beziehen sich nur auf Dauereinwirkungen. Die Richtwerte für Wachbereiche gelten nur, wenn jene für Schlafbereiche eingehalten werden, das heißt, wenn eine solide Regenerationsphase gewährleistet ist."

#### **nova 1999**

Das nova-Institut begründet seinen Vorsorgewert von  $0,2 \mu T$  für 50-Hz-Magnetfelder wie folgt:

1. Der gültige Grenzwert von 100  $\mu$  T bietet konzeptionell bedingt nur Schutz vor akuten, thermischen Effekten. Das Risiko möglicher Langzeiteffekte wird von diesem Grenzwert überhaupt nicht tangiert.
2. Bis hinab zu Magnetfeldbelastungen von 0,2  $\mu$  T gibt es eine Reihe belastbarer wissenschaftlicher Studien - Zellexperimente, Tierversuche und epidemiologische Studien -, die deutliche Hinweise auf sowohl biologische Effekte als auch gesundheitliche Auswirkungen geben. Gleichzeitig hat die Vielzahl epidemiologischer Studien an Anwohnern von Hochspannungstrassen gezeigt, dass das Risiko infolge einer 0,2-Mikrotresla-Dauerbelastung einen gesundheitlichen Schaden zu erfahren, sehr gering ist (wenn das relative Risiko überhaupt erhöht ist).
3. Es gibt sehr wenig Sicherheit darüber, wie mögliche Gesundheitsgefahren in der Grauzone zwischen 0,2 und 100  $\mu$  T einzuschätzen sind, wo eine eventuelle Schwelle für gesundheitliche Effekte liegt. So gibt es nicht einmal eine epidemiologische Studie über die Auswirkungen einer Dauerbelastung von 1  $\mu$  T oder höheren Werten für die Allgemeinbevölkerung!
4. Dieser unsichere wissenschaftliche Kenntnisstand reicht nicht aus, um wesentlich strengere, verbindliche Grenzwerte als die von der ICNIRP empfohlenen zu verabschieden, zumal deren Umsetzung mit erheblichen ökonomischen Folgekosten verbunden wäre. Diese Unsicherheit verlangt aber, zum vorbeugenden Schutz der Bevölkerung die zahlreichen Hinweise auf mögliche Langzeitschäden ernst zu nehmen und Vorsorgewerte auszusprechen. Diese sollten nach Auswertung der Literatur bei etwa 0,2  $\mu$  T liegen.



## EMF-Experten 1999

Am 25.09.99 trafen sich kritische Wissenschaftler und Betroffene in Offenbach zur Abstimmung gemeinsamer "Vorsorgewerte" zur Einreichung beim Bundesumweltministerium anlässlich der Überarbeitung der 26. BImSchV. "Eine Zielorientierung an Vorsorgegrenzwerten für die Allgemeinbevölkerung bei Dauereinwirkung ... Magnetische Flußdichte 100 nT (0,1  $\mu$  T). Für "sensible" Personen, d.s. Kinder, ältere Menschen, Kranke, abwehrgeschwächte Personen, sind diese Werte deutlich zu reduzieren. Mit den folgenden Werten soll eine Vorstellung vermittelt werden, in welcher Höhe sich für diese Gruppe reduzierte Belastungen - allerdings im Ruhebereich (Schlafbereich) - bewegen müssen, um Beschwerdefreiheit zu erreichen. ... Magnetische Flußdichte 20 nT (0,02  $\mu$  T)." Weitere Vorsorgeempfehlungen in der Tabelle sind zitiert nach SCHAPER 1998, MAES 1998 (BUND 1998) und nach KATALYSE 1994, wo die Empfehlungen verschiedener Bau- und Elektrobiologen - Rose, Fischer, Maes u.a. - zusammenfassend diskutiert sind.

**Michael Karus**  
Redaktion Elektrosmog-Report

**Tabelle:** Grenz- und Vorsorgewerte für 50-Hz-Magnetfelder für die Öffentlichkeit in Mikrotesla im Überblick

	Werte
--	-------

	in $\mu$ T
<b>Westeuropäische Grenzwerte</b>	
Italien 1992 (Daueraufenthalt)	100
Deutsche Elektromogverordnung 1997 (26. BImSchV)	100
"kurzzeitig" und "kleinräumig" (26. BImSchV)	200
EU-Länder 2000  (nach Umsetzung der EU-Empfehlung)	100
<b>Osteuropäische Grenzwerte</b>	
Russland 1993	12-18
<b>Grenzwertempfehlungen</b>	
dt. Strahlenschutzkommission (SSK) 1989	100
DIN/VDE 0848 1992 (Dauerexposition)	400
ICNIRP (bzw. IRPA, WHO, UNEP) 1987-1998	100
BUWAL 1998 (Schweiz)	100
Ministerrat der Europäischen Union 1999	100
Bericht an den Unterausschuss des Europaparlament 1998	0,25
<b>Richtwerte/Empfehlungen für Hochspannungsfreileitungen</b>	
New York, Florida, Montana u.a. 90er Jahre	15-25
Kalifornien (San Diego, Costa Mesa) 90er Jahre (Neubauten)	0,2-0,4
Schweden 1990 (Neubau von Schulen, Kindergärten etc.)	0,2-0,3
Nordrheinwestfalen Bauleitplanung 1998 (Neubauten)	10
<b>Richtwerte für Bildschirme</b>	
MPR II 1990 "50 cm Abstand"	0,25
TCO 1991 bis TCO 1999 "30 cm Abstand"	0,2

MPR III 1995 "30 cm bzw. 50 cm Abstand"	0,2
<b>Vorsorgewerte</b>	
KATALYSE 1994 "24-Stunden-Mittel" / "nachts"	0,4 / 0,2
versch. Bau- und Elektrobiologen (nach KATALYSE 1994)	0,02-0,1
ECOLOG 1994 "allgemein" / "für einzelne Anlagen"	0,2 / 0,1
dt. Strahlenschutzkommission (SSK) 1995	10
Vorläufiger NCRP-Bericht 1995 (USA) "nach 3/ 6/ 10 Jahren"	1 / 0,5 / 0,2
König / Folkerts (Ruhezonen) 1997	1 (0,1-0,3)
Schaper 1998 "Am Tage" / "Schlafphase"	0,3-0,4 0,1-0,2
Maes 1998/99 "Wachbereich" / "Schlafplätze"	0,2 0,02-0,1
BUND 1998 "Ruhebereiche"	0,1
nova 1999	0,2
EMF-Expertenrunde 09/99 "allgemein" / "sensible Personen"	0,1 0,02

nova 1999

**Tip:** Der vollständige Text über "Internationale Grenz- und Vorsorgewerte im Überblick - NF- und HF-Bereich" findet sich im Internet unter "[www.nova-institut.de](http://www.nova-institut.de)", Bereich Elektromog und wird dort regelmäßig aktualisiert.

### Quellen:

1. Boikat, U. 1999: Elektromagnetische Felder - Minderung und Meidung im Alltag. In: Vorsorge im umweltbezogenen Gesundheitsschutz, Dokumentation einer Informations- und Diskussionsveranstaltung in Bremen. Schriftenreihe USG, Band 12, Freie Hansestadt Bremen, Abt. Gesundheitswesen. *Anmerkung:* Das Zitat zu den russischen Grenzwerten stammt aus dem ursprünglichen Vortragstext vom 02.11.1998.
2. BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz) 1998: Begrenzung der Immissionen von nichtionisierender Strahlung, Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 302.
3. David, E. 1999: persönliche Mitteilungen auf der Fachtagung NIR 99, Fachverband für Strahlenschutz, Köln, 27.09.-01.10.1999.

4. Elektromog-Report 1995: US-Komitee fordert deutliche Reduzierung der zulässigen Belastungen durch EMF. In: Elektromog-Report 1(8), 11/95.
5. ICNIRP 1998: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Phys. 74, 494-522 (1998).
6. Karus, M. 1999: EU-Ministerrat gegen konkrete Vorsorgemaßnahmen bei EMF. In: Elektromog-Report 5(9), 09/99.
7. Karus, M., Grotenhermen, F. 1998: Internationale Strahlenschutzkommission ignoriert Vorsorgeaspekte beim Elektromog. In: Elektromog-Report 4(4), 04/98.
8. Karus, M., Nießen, P. 1996: Niederlage für Umwelt- und Verbraucherschutz: Elektromogverordnung verabschiedet. In: Elektromog-Report 2(6), 06/96.
9. König, H. L., Folkerts, E. 1997: Elektrischer Strom als Umweltfaktor. Pflaum Verlag, München 1997.
10. Landesumweltamt NRW 1998: Aus Immissionsschutzgründen festgelegte Schutzabstände bei Anlagen zur elektrischen Energie- und Nachrichtenübertragung. Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 43, 02.07.1998.
11. Maes, W. 1998: Streß durch Strom und Strahlung, Institut für Baubiologie und Oekologie, Neubeuern 1998.
12. Maes, W. 1999: Informationsblatt.
13. Niedersächsisches Umweltministerium 1993: Elektromog. Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf den Menschen, Hannover 1993.
14. Rat der Europäischen Union 1999: Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz - 300 GHz), Interinstitutionelles Dossier 98/0166 (CNS), Brüssel, 05.07.1999. (auch zu finden in: Amtsblatt vom 30.07.99, L199, S. 59ff)
15. Schaper, W. 1999: persönliche Mitteilungen Werner Schaper, Umweltmeßbüro Hamburg.

### **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. Jahresabo: 98,- DM.

#### **Herausgeber und Redaktion:**

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

**Kontakt:** nova-Institut GmbH, Abteilung Elektromog,  
 Goldenbergst. 2, 50354 Hürth, ☎ 02233 / 94 36 84, Fax: / 94 36 83  
 E-Mail: [nova-h@t-online.de](mailto:nova-h@t-online.de);  
<http://www.nova-institut.de>;  
<http://www.datadiwan.de/netzwerk/>

## *Elektromog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 11 November 1999

### **Wirkungsmodelle**

## **Hitzeschockproteine und EMF**

**Eine mögliche Erklärung für nicht-thermische Effekte durch elektromagnetische Felder ist die Bildung von Hitzeschockproteinen. Zwei Studien aus diesem Jahr, eine zum**

**Einfluss von EMF auf die Zellteilungsrate und eine weitere zu den Wirkungen auf die Empfindlichkeit des Herzens gegenüber Sauerstoffmangel, sind anschauliche Beispiele für diesen Mechanismus. Es ergeben sich daraus sowohl Ansatzpunkte für Erklärungszusammenhänge zwischen EMF und gesundheitlichen Störungen als auch Modelle für einen möglichen therapeutischen Einsatz elektromagnetischer Felder.**

Stress-Proteine wurden erstmals 1962 in einer Fliegenlarve entdeckt. Sie traten nach hitzebedingtem Stress auf und werden daher meistens als "Hitzeschockproteine" oder kurz "hps" bezeichnet. Hitzeschockproteine sind die am besten untersuchten Stressproteine. Sie können allerdings nicht nur nach Hitze auftreten, sondern auch als Abwehrreaktion auf andere plötzliche Milieu-Veränderungen, wie beispielsweise Sauerstoffmangel, Stoffwechselveränderungen oder toxische Chemikalien (Morimoto 1993).

Hitzeschockproteine sind wichtig für die Aufrechterhaltung der dreidimensionalen Struktur von anderen Proteinen während dieser Zeit des zellulären Stresses.



## **Hitzeschockproteine bei EMF?**

Das Auftreten von Hitzeschockproteinen bei Exposition mit elektromagnetischen Feldern wäre ein Hinweis darauf, dass Körperzellen EMF als Stressoren erleben. Entsprechende Befunde erscheinen zunächst widersprüchlich. So fanden Kwee und Rasmak von der Universität Aarhus in Dänemark eine Zunahme der Hitzeschockproteine hsp-70 und hsp-90 nach einer Exposition mit niederfrequenten Feldern (Kwee 1998), während andere auch nach langer Exposition mit hochfrequenten Feldern keine entsprechenden Reaktionen fanden (Laszlo 1998). Allerdings könnte es sein, dass EMF nur vorübergehende Effekte verursachen und langzeitige Expositionen von mehreren Stunden oder Tagen zu einer Art Adaptation führen (Velizarov 1999). Bei den nachfolgend beschriebenen Studien bewegte sich die Expositionsdauer daher in einer Größenordnung von 20 bis 30 Minuten. Auch im Zusammenhang mit der Wirkung von Mobiltelefon-Signalen auf Denkfunktionen wird die Bildung von Hitzeschockproteinen als ein möglicher Erklärungsansatz diskutiert (Preece 1999).

### **Aktuelles im Internet**

## **Fertighäuser mit Schutz vor Elektromog**

Die ökologisch orientierte Fertighausfirma "Baufritz" bietet ihren Kunden serienmäßig und ohne Aufpreis eine integrierte Elektromog-Schutzplatte an, die ab sofort in allen Wänden und Dächern des Allgäuer Herstellers Platz findet. Die 12,5 mm dicke Platte besteht aus Naturgips mit einer dünnen Kohlenstoff-Auflage. Sie schirmt hochfrequente Strahlung ab und reduziert niederfrequente elektrische Wechselfelder um 94 bis 98%. Das hat Dipl.-Ing. Norbert Hanisch vom Ingenieurbüro für Umweltstress-Analytik im Messversuch nachgewiesen. Schwachstelle bleiben allerdings die Fenster.

Elektrische Felder, die durch die hausinterne Elektroinstallation entstehen, werden in den Baufriz-Häusern serienmäßig mit abgeschirmten Kabeln und Netzfreisaltern reduziert.

Magnetfelder können mit diesen Maßnahmen allerdings nicht reduziert werden, sie durchdringen die Häuser ohne relevante Schwächung.

**Quellen:** VDI-Nachrichten vom 10.09.1999 und nawaros 09/99.

## *Elektrosmog-Report*

5. Jahrgang / Nr. 12    Dezember 1999

### **Tierexperimente** **Krebspromotion durch Magnetfelder**

**In einer tierexperimentellen Studie an der tierärztlichen Hochschule Hannover wurden erneut krebsfördernde Effekte niederfrequenter elektromagnetischer Felder (50 Hz, 100 Mikrottesla) gefunden. Damit wurden frühere Untersuchungen der Arbeitsgruppe um Prof. Wolfgang Löscher und Dr. Meike Mevissen bestätigt. In einer amerikanischen Studie mit ähnlichem Versuchsaufbau wurde dagegen kein krebspromovierender Effekt nachgewiesen.**

Elektromagnetische Felder sind vermutlich nicht in der Lage, Krebs zu verursachen. So wurden beispielsweise männliche und weibliche Ratten zwei Jahre lang Magnetfeldern einer Intensität von bis zu 5.000  $\mu$  T (Mikrottesla) ausgesetzt, ohne dass sich ein Einfluss auf die Krebsbildung feststellen ließ. Allerdings gibt es einige epidemiologische Studien, nach denen niederfrequente Magnetfelder mit der Brustkrebsrate assoziiert sein könnten.

Daher wird diskutiert, ob MF (Magnetfelder) nicht einen krebsfördernden Effekt ausüben können, wenn die betroffenen Organismen zugleich Krebsauslösern wie z. B. bestimmten Chemikalien ausgesetzt sind. Genau dies hatte die Arbeitsgruppe um Löscher und Mevissen bereits vor einigen Jahren in einem Tiermodell demonstriert. Erhielten Ratten vier Gaben zu 5 mg des chemischen Karzinogens DMBA (7,12-Dimethylbenz[a]-anthrazen) und waren zugleich 13 Wochen lang MF-exponiert (100  $\mu$  T), so lag die Häufigkeit des Tumorbefalls der Brustdrüse etwa 50 Prozent über der der Kontrollgruppe, der nur DMBA verabreicht worden war (Mevissen 1995). Mit dem bloßen Auge erkennbare Tumoren waren zudem bei magnetfeldexponierten Tieren im Vergleich zu denen scheinexponierter Tiere signifikant größer.

### **Die Studie der Universität Hannover**

Bei der jüngst veröffentlichten Studie wurde das frühere Studienprotokoll sowohl hinsichtlich der Studienlänge als auch hinsichtlich der Menge des verabreichten Karzinogens variiert (Thun Battersby 1999). Die Ratten waren diesmal etwa doppelt so lange, nämlich 27 Wochen einem 100  $\mu$  T starken 50-Hz-Feld ausgesetzt. Nach einwöchiger Magnetfeldexposition erhielten sie im Unterschied zu den insgesamt 20 mg bei der früheren Studie nur einmalig 10 mg DMBA, eine gebräuchlichere Menge bei solchen Krebsmodellen, um dann weitere 26 Wochen dem Magnetfeld ausgesetzt zu sein. Eine Kontrollgruppe bekam nur das chemische Karzinogen. Erneut stellten die Wissenschaftler einen krebspromovierenden Effekt des Magnetfeldes fest: In der MF-exponierten Gruppe lag die Krebshäufigkeit 27 Prozent über der der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war signifikant. Die Autoren notierten, dass bei einer

Beendigung des aktuellen Experimentes nach 13 Wochen der Unterschied zwischen den beiden Gruppen noch wesentlich deutlicher ausgefallen wäre. Zu dieser Zeit war die Tumorfrequenz fast dreimal so hoch wie in der Kontrollgruppe, da erst wenige Tiere - nämlich 8,1 Prozent - Tumore aufwiesen, im Vergleich zur Magnetfeld-Gruppe mit 23,2 Prozent. Nach 27 Wochen waren es 50,5 bzw. 64,7 Prozent.

## **Die amerikanische Studie**

Dr. Gary Boorman vom NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences) und Kollegen führten eine ähnlich angelegte Studie wie die an der Universität Hannover durch. Es wurden vier Gruppen von Ratten gebildet. Die erste Gruppe erhielt 10 mg DMBA, die zweite Gruppe wurde zusätzlich 26 Wochen lang einem 100  $\mu$  T starken 50 Hz-Feld ausgesetzt, die dritte einem 500  $\mu$  T starken 50 Hz-Feld und die vierte einem 100  $\mu$  T starken 60 Hz-Feld. Die Tumorfrequenz betrug nach diesen 26 Wochen in den vier Kollektiven 96, 90, 95 und 85 Prozent, lag also in der nicht-MF-exponierten Gruppe mit 96 Prozent sogar am höchsten. Die Autoren schlossen daraus, dass ihre Untersuchung nicht die These unterstütze, Magnetfelder hätten einen tumorfördernden Effekt in diesem Brustkrebsmodell an Ratten.

## **Gründe für die unterschiedlichen Resultate**

Beide Autorengruppen gehen davon aus, dass die Ergebnisse beider Studien korrekt sind. Die Unterschiede müssten daher in der unterschiedlichen Methodik begründet sein. Dazu zählt nach Löscher insbesondere die genetische Differenz der verwendeten Ratten. Die Untergruppe der von den amerikanischen Forschern verwendeten Sprague-Dawley-Ratten weisen eine höhere Empfindlichkeit gegenüber dem verwendeten chemischen Karzinogen auf als die von den deutschen eingesetzten Tiere: "Wegen dieser höheren Sensitivität gegenüber DMBA, resultierten zwei der drei in der Vereinigten Staaten verwendeten DMBA-Protokolle in einer Tumorzinzidenz von nahezu 100 Prozent in der scheinexponierten Kontrollgruppe. Dies verhinderte die Entwicklung eines zusätzlichen Effektes durch eine MF-Exposition" (Thun-Battersby 1999). Hinzu kämen eine unterschiedliche Diät der Tiere, eine geringere Exposition pro Tag - 18,5 Stunden gegenüber 24 Stunden -, Unterschiede bei den Expositionssystemen sowie die Verwendung verschiedener Räume für Kontroll- und MF-Gruppe. Ein weiterer Unterschied ist der Beginn der MF-Exposition. Während an der Universität Hannover eine Woche vor der DMBA-Gabe mit der Magnetfeldexposition begonnen wurde, begann diese in den USA am gleichen Tag. Da Magnetfelder innerhalb von 1 bis 2 Wochen die Aktivität des Enzyms ODC (Ornithindecaboxylase) verstärken können (Thun-Battersby 1999), wählten die deutschen Forscher dieses Design. Die ODC ist ein Schlüsselenzym der Biosynthese von Eiweißstoffen, die eine Rolle bei Zellteilung spielen. Der Prozess der Tumorpromotion wird häufig begleitet von einem Anstieg der ODC.

### **Fazit:**

Unter bestimmten Bedingungen können niederfrequente Magnetfelder mit einer Stärke, die den gesetzlichen Grenzwerten entspricht (100  $\mu$  T), offenbar tumorfördernd wirken, während dies unter anderen Bedingungen nicht der Fall ist.

### **Literatur:**

1. Mevissen, M.: Tierexperimentelle Untersuchungen zeigen krebspromovierende Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder. *Elektrosmog-Report* 2(4), 5-6 (1995).
2. Thun-Battersby, S., Mevissen, M., Löscher, W.: Exposure of Sprague-Dawley rats to a 50-Hertz, 100- $\mu$  Tesla magnetic field for 27 weeks facilitates mammary tumorigenesis in the 7.12-dimethylbenz[a]-anthracene model of breast cancer. *Cancer Research* 59, 3627-3622 (1999).
3. Boorman, G. A., Anderson, L. E., Morris, J. E., Sasser, L. B., Mann, P. C., Grumbein, S. L., Hailey, J. R., McNally, A., Sills, R. C., Haseman, J. K.: Effect of 26 week magnetic field exposures in a DMBA initiation-promotion mammary gland model in Sprague-Dawley rats. *Carcinogenesis* 30, 899-904 (1999).

## Sendemasten gefährden Vögel

Ornithologen der Cornell University haben beim alljährlichen Treffen der "American Ornithologists Union (AOU)" vor der Gefahr gewarnt, dass mehr und mehr Vögel auf ihrem Flug mit Mobilfunk- und Fernsehmasten kollidieren. "Je mehr Masten, desto mehr tote Vögel", resümiert Bill Evans, Ornithologe der Cornell Universität in Ithaca, New York. Und es werden immer mehr, in den USA ist der Bau von etwa 1.000 "Mega-Türmen" zu Übertragung von digitalem Fernsehen geplant.

Schätzungsweise vier Millionen Vögel kollidieren in den USA jährlich mit den künstlichen Hindernissen. Vögel orientieren sich bei ihren Wanderungen am Erdmagnetfeld. Die Wissenschaftler vermuten, dass die Hochfrequenzwellen das Navigationssystem der Vögel durcheinanderbringen.

**Quelle:** Iris Schaper und Newswise, Cornell University, zitiert nach "[www.wissenschaft.de/bdw/ticker](http://www.wissenschaft.de/bdw/ticker)" vom 29.09.1999.

### Impressum – Elektrosmog-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.

Jahresabo: 98,- DM.

### Herausgeber und Redaktion:

nova-Institut für politische und ökologische Innovation, Hürth

Michael Karus (Dipl.-Phys.) (V.i.S.d.P.), Dr. med. Franjo Grotenhermen, Dr. rer. nat. Peter

Nießen (Dipl.-Phys).

**Kontakt:** nova-Institut GmbH, Abteilung Elektrosmog,

Goldenbergst. 2, 50354 Hürth,

☎ 02233 / 94 36 84, Fax: / 94 36 83

E-Mail: [nova-h@t-online.de](mailto:nova-h@t-online.de) ; <http://www.nova-institut.de>;

<http://www.datadiwan.de/netzwerk>

## *Elektrosmog-Report*

6. Jahrgang / Nr. 1 Januar 2000

**Epidemiologie  
EMF und Kinderleukämie**

**Eine aktuelle, groß angelegte britische Studie fand keinen Zusammenhang zwischen niederfrequenten elektromagnetischen Feldern und Kinderkrebs. Andererseits ermittelte eine neue Metaanalyse von dreizehn früheren Studien einen recht konsistenten Zusammenhang zwischen EMF und der häufigsten Kinderkrebsform, der akuten Leukämie.**

Ein möglicher Zusammenhang zwischen Kinderleukämie und elektromagnetischen Feldern in der Wohnumgebung stand in den letzten 20 Jahren wiederholt im Blickpunkt des Interesses - beginnend mit der ersten Veröffentlichung von Wertheimer und Leeper im Jahre 1979.

Nachfolgende epidemiologische Studien ermittelten meistens einen schwachen Zusammenhang oder eine Tendenz zu einer positiven Assoziation. Dies gilt auch für die bisher in Deutschland durchgeführten Untersuchungen (siehe: Elektromog-Report, März 1996, über die Niedersachsenstudie und Elektromog-Report, September 1997, über die Berlin-Studie). Prof. Jörg Michaelis von der Universität Mainz und Kollegen sahen in den Ergebnissen der Niedersachsenstudie einen "weiteren Hinweis darauf, daß ein schwacher Zusammenhang zwischen der häuslichen Exposition durch stärkere elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bestehen könnte" (Michaelis 1996).

Ein Problem sind die im Allgemeinen kleinen Fallzahlen von Kindern im am stärksten exponierten Subkollektiv. Meistens waren es nur wenige Prozent des Gesamtkollektivs. Dies gilt auch für die neue britische Studie (siehe unten). Daher wurden in den letzten Jahren eine Anzahl von Metaanalysen durchgeführt. Dabei werden mehrere Studien zusammengefasst und ausgewertet, um größere Fallzahlen und damit eine bessere Beurteilungsbasis zu erzielen. So veröffentlichte Rolf Meinert, Diplom-Statistiker am Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz, 1995 im Elektromog-Report eine solche Analyse von 13 Studien und kam zusammenfassend zum Ergebnis, dass "es aus den bisher publizierten Studien verschiedene Hinweise auf eine Assoziation zwischen EMF und Krebserkrankungen, speziell Leukämien, bei Kindern gibt" (Meinert 1995). Andererseits ist eine kleine Fallzahl hochexponierter Kinder auch ein Hinweis darauf, dass auch für den Fall, dass ein echter Zusammenhang besteht, tatsächlich nur wenige Kinder gefährdet sind.

## **Die britische Studie zu Kinderkrebs**

Die medizinische Zeitschrift Lancet publizierte am 3. Dezember 1999 die Ergebnisse der 'UK Childhood Cancer Study' (Britische Kinderkrebsstudie). Danach fand sich kein Zusammenhang zwischen elektromagnetischer Strahlung von Hochspannungsleitungen oder häuslichen Quellen und dem Risiko der Entwicklung von Kinderleukämie. "Dies ist eine sehr starke Studie für das Expositions-niveau in Großbritannien. Keine andere Studie hat so viele Krebsfälle bei Kindern über eine so lange Zeit untersucht," erklärte Prof. Nick Day von der Universität von Cambridge, Leiter des EMF-Teils der Untersuchung.

Das achtjährige Forschungsprojekt verglich das EMF-Expositions-niveau in den Häusern, Schulen und Kindergärten von 2.226 Kindern mit Krebs, darunter über 1.000 mit Leukämie, und eine gleiche Zahl gesunder Kinder. Dabei wurde bei den Erkrankten die jährliche Expositionsrate im Jahr vor der Diagnosestellung berechnet. Prof. Richard Doll, Gesamtleiter der Studie stellte fest, dass "diese große Studie starke Hinweise gibt, dass eine Exposition mit Magnetfeldern der Stärke, wie sie in Großbritannien gefunden werden, das Risiko für die Entwicklung von Kinderkrebs nicht erhöhe."

In einem begleitenden Editorial wiesen Dr. Michael Repacholi von der Weltgesundheitsorganisation und Dr. Anders Ahlboom vom Karolinska-Institut in Stockholm daraufhin, die neue Studie sei "sehr groß und gut durchgeführt", aber "nicht die 'definitive'

Studie, auf die viele Wissenschaftler gewartet haben". Sie wiesen auf die geringe Zahl der Kinder mit einer Exposition über 0,2  $\mu$  T (Mikrotesla) - nur etwa 2% der Kinder waren höher exponiert - und die Verwendung zeitgewichteter Mittelwerte der Felder zur Abschätzung der Exposition hin.

In der gleichen Ausgabe von Lancet wurde auch eine kleine neuseeländische Studie unter der Leitung von Dr. John Dockery von der Universität von Oxford veröffentlicht. Auch hier wurde kein Zusammenhang zwischen EMF und Kinderleukämie ermittelt.

## Neue Metaanalyse zu Kinderleukämie

Nach einem Bericht der Zeitschrift Microwave News präsentierte Dr. Sander Greenland von der Universität von Kalifornien in Los Angeles beim jährlichen Kongress der Gesellschaft für epidemiologische Forschung im Juni 1999 in Baltimore eine neue Metaanalyse von 13 epidemiologische Studien zu EMF und Kinderleukämie. In 6 Studien wurden Verkabelungscodes zur Expositionsabschätzung verwendet, in 10 wurden Magnetfeldmessungen vorgenommen. Der Zusammenhang zwischen den gemessenen Magnetfeldern und Leukämie sei "über alle Studien bemerkenswert konsistent". Oberhalb einer Exposition von 0,2  $\mu$  T nehme das Risiko "beständig" zu. Kinder mit einer Exposition über 0,6  $\mu$  T wiesen ein signifikant um 80% erhöhtes Risiko auf (95%-Konfidenzintervall: 1,1-2,9). Greenland wies allerdings daraufhin, dass in allen Studien nur sehr wenige Kinder Expositionsstärken von mehr als 0,5  $\mu$  T ausgesetzt gewesen seien. Dr. David Savitz von der Universität von North Carolina, der im Jahre 1986 selbst eine Studie zu diesem Thema durchgeführt hatte, erklärte in der Microwave News, diese Metaanalyse "präsentiere den deutlichsten positiven integrierten Hinweis auf Magnetfelder und Krebs, den ich je gesehen habe".

Greenland sagte, dass eindeutigere Antworten zum Zusammenhang zwischen EMF und Kinderleukämie Studien mit höheren Fallzahlen in hochbelasteten Gruppen erforderten. In dieser Hinsicht könnte die nun in Japan durchgeführte Studie (siehe: Elektrosmog-Report, August 1999) weiteren Aufschluss bringen, da in vielen asiatischen Großstädten viele Menschen in der Nähe von Hochspannungstrassen lebten.

### Literatur:

1. AP vom 3. Dezember 1999.
2. Consistent picture on EMFs and childhood leukemia. Microwave News 19 (5), S. 3-4 (1999).
3. Meinert, R.: Epidemiologische Studien über elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen bei Kindern. Elektrosmog-Report 1 (5), S. 5-7 (1995).
4. Michaelis, J., Schüz, J., Meinert, R., Menger, M., Grigat, J.-P., Kaatsch, P., Kaletsch, U., Miesner, A., Stamm, A., Brinkmann, K., Kärner, H.: Elektromagnetische Felder und Krebserkrankungen im Kindesalter: Ergebnisse einer Fallkontrollstudie in Niedersachsen. Papier zur Pressekonferenz und Vortragsveranstaltung, TU Braunschweig 8.2.1996.
5. No childhood cancer link at low magnetic field levels. Microwave News 19 (6), S. 3 (1999).
6. Reuters vom 3. Dezember 1999.



## Epidemiologie

### Berufliche EMF-Belastung und Krebs

**Die EPRI führte eine erneute Analyse von drei großen Studien zum Zusammenhang zwischen beruflicher EMF-Belastung und Krebs bei Beschäftigten in Energieversorgungsunternehmen durch, um einen Vergleich zu erleichtern. Das Ergebnis: Die unterschiedlichen Resultate der verschiedenen Untersuchungen sind durch zufällige Unterschiede bzw. statistische Variation erklärbar. Insgesamt legen sie ein leicht erhöhtes Risiko für Hirnkrebs und Leukämie nahe.**

Verschiedene epidemiologische Studien haben in den neunziger Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts den Zusammenhang zwischen beruflicher Belastung mit elektromagnetischen Feldern und Krebs, insbesondere Hirnkrebs und Leukämie, untersucht. Von besonderem Interesse sind hier drei große Studien mit Beschäftigten in Energieversorgungsunternehmen in den USA, Kanada und Frankreich (Sahl 1993, Thériault 1994, Savitz 1995).

Dr. Gilles Thériault und Kollegen ermittelten in ihrem Kollektiv (ca. 223.000 Arbeiter in kanadischen und französischen Unternehmen) ein EMF-bedingtes erhöhtes Leukämierisiko, Dr. David Savitz und Dr. Dana Loomis stellten bei den etwa 140.000 Beschäftigten von 5 Unternehmen im Südosten der USA ein erhöhtes Gerhinkrebsrisiko fest, während sich bei der Studie von Dr. Jack Sahl und Kollegen mit 36.000 Beschäftigten bei Edison in Südkalifornien keine Auffälligkeiten ergaben.

Wissenschaftler des Electric Power Research Institute (EPRI) der USA nahmen unter Beteiligung von Sahl, Savitz und Thériault eine vergleichende Reanalyse vor, um möglicherweise Erklärungen - beispielsweise Unterschiede in der angewandten statistischen Methodik - für diese inkonsistenten Ergebnisse zu finden (Kheifets 1999).

**Tabelle 1:** Vergleich der publizierten Ergebnisse

	Leukämie		Gehirnkrebs	
	RR	95%-KI	RR	95%-KI
Sahl (1993)	1,1	0,8-1,5	0,8	0,5-1,4
Thériault (1994)	1,8	0,8-4,0	2,0	0,8-5,0
Savitz/Loomis (1995)	1,1	0,6-2,1	2,3	1,2-4,6

RR = relatives Risiko; 95%-KI = 95%-Konfidenzintervall

Der Fokus lag dabei auf der EMF-Exposition und es wurden nur Gehirnkrebs und Leukämie als Zielvariablen eingeschlossen. Es wurde eine Anzahl statistischer Verfahren verwendet, um eine gemeinsame Analyse der Daten zu ermöglichen. Beispielsweise wurden für einen direkten Vergleich die kumulierte Exposition mit Magnetfeldern in  $\mu$  T-Jahren (Mikrotesla-Jahren) zugrunde gelegt. (Rechenbeispiel: 5  $\mu$  T-Jahre entsprechen einer fünfjährigen Exposition mit 1  $\mu$  T oder einer zehnjährigen Exposition mit 0,5  $\mu$  T).

Dabei errechnete sich ein geschätztes relatives Risiko pro 10  $\mu$  T-Jahre von etwa 1,1 für Gehirnkrebs und Leukämie. Genauer: Es ergab sich ein um 12% erhöhtes Risiko für Gehirnkrebs (95%-Konfidenzintervall: 0,98-1,28) und um 9% für Leukämie (95%-Konfidenzintervall: 0,97-1,23) je 10  $\mu$  T-Jahre.

**Tabelle 2:** Kombinierte Analyse der relativen Risiken

	RR bei kumulativer Exposition in m T-Jahre			
	10m T-Jahre	0-4	8-16	>16
Gehirnkrebs	<b>1,12</b>	1,0	1,06	1,87
Leukämie	<b>1,09</b>	1,0	1,44	1,48

Zusammenfassend heißt es in der Studie, dass die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der drei analysierten Studien vermutlich nicht auf den bei der Auswertung verwendeten unterschiedlichen statistischen Methoden beruhen. Sie könnten auf zufälligen Unterschieden in den untersuchten Kollektiven basieren. Allerdings könne es auch sein, dass die Expositionsmessverfahren nicht vollständig vergleichbar seien.

Thériault erklärte gegenüber der Zeitschrift Microwave News, es "sei immer schwierig verschiedene Studien zu vergleichen," fügte jedoch hinzu: "Ich finde es faszinierend, dass wenn man die Dinge anschaut, die sich vergleichen lassen, diese tatsächlich recht kompatibel sind." Sahl äußerte sich ähnlich: "Ich war von der weitgehenden Konsistenz der Ergebnisse überrascht. Wenn man sich hinsetzt und sie sich etwas genauer ansieht, findet man, dass die Studien sehr ähnlich sind."

#### Literatur:

1. Kheifets, L. I., Gilbert, E. S., Sussmann, S. S., Guénel, P., Sahl, J. D., Savitz, D. A., Thériault, G.: Comparative analyses of the studies of magnetic fields and cancer in electricity utility workers: studies from France, Canada, and the United States. *Occup. Environm. Med.* 56, 567-574 (1999).
2. Sahl, J., Kelsh, M., Greenland, S.: Cohort and nested case-control studies of hematopoietic cancer and brain cancer among electric utility workers. *Epidemiology* 4, 104-114 (1993).
3. Savitz, D., Loomis, D.: Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. *Am. J. Epidemiol.* 141, 123-134 (1995).
4. Thériault, G., Goldberg, M., Miller, A. R., et al.: Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France: 1970-1989. *Am. J. Epidemiol.* 139, 550-572 (1994).
5. Utility worker studies do not conflict, states EPRI analysis. Consistent picture on EMFs and childhood leukemia. *Microwave News* 19 (5), S. 3 (1999).

Wer heute ein schnurloses Telefon mit einer Reichweite von bis zu 300 m sucht, landet fast unweigerlich bei den neuen digitalen Geräten nach dem DECT-Standard. Die Industrie preist sie wegen ihrer guten Sprachqualität und Abhörsicherheit an.

Beim DECT-Standard wird die Information als Folge einzelner Bits aufbereitet und in sogenannten Zeitschlitzen, mit 100 Hertz getaktet, ausgesendet. Die Sendeleistungen innerhalb der Zeitschlitze liegen hier bei 250 Milliwatt (Spitzenleistung), man spricht von "gepulster" Abstrahlung. Die Trägerfrequenz beträgt 1.880-1.900 MHz. Im Gegensatz zu den bisher üblichen schnurlosen Telefonen sendet der DECT-Sender permanent gepulste HF-Strahlung aus - und nicht erst dann, wenn gesprochen wird.

Über die gesundheitlichen Folgen von DECT-Anlagen wurde in den letzten Monaten eine heftige Diskussion geführt.

## **Berufsverband Deutscher Baubiologen fordert Verbot für DECT-Telefone, ÖKO-TEST stuft DECT-Telefone als "nicht empfehlenswert" ein**

Wie bereits im Elektromog-Report, Dezember 1999, berichtet, fordert der Berufsverband Deutscher Baubiologen (VDB) ein Verbot für schnurlose DECT-Telefone. In der Presseerklärung heißt es u.a.: "Die Erfahrung mit den neuen Hausteletonen nach DECT-Standard ist derart negativ und die Zahl der gesundheitsbedingten Reklamationen so groß, dass ein Verbot gefordert werden muss."

Im November 1999 wurden viele Verbraucher durch Fernseh- und Pressemeldungen aufgeschreckt, die über mögliche Gesundheitsgefahren, wie z.B. Schlafstörungen, durch DECT-Telefone berichteten. Ausgangspunkt waren die in einer Fernsehendung und in der Novemberausgabe der Zeitschrift ÖKO-TEST (11/99) veröffentlichten Messungen an 16 DECT-Telefonen. Die im Abstand von 1,5 m gemessene Leistungsflussdichte lag zwischen 435 und 1.750 nW/cm<sup>2</sup> (= ca. 1/1.000 der offiziellen Grenzwerte, vgl. Tabelle). Alle Geräte werden als "nicht empfehlenswert" eingestuft, weil sie noch in 3 m Entfernung die von ÖKO-TEST gesetzte Grenze von 100 nW/cm<sup>2</sup> überschreiten. Bei einigen Geräten wird diese Grenze in einem halben Meter Abstand um mehr als das 100-fache überschritten.

## *Elektromog-Report*

6. Jahrgang / Nr. 2 Februar 2000

### Epidemiologie

#### **Erhöhtes Krebsrisiko bei beruflicher Magnetfeldbelastung**

Nach einer umfangreichen epidemiologischen Untersuchung aus Schweden ist das Krebsrisiko mit der EMF-Belastung am Arbeitsplatz assoziiert. Mit 2,4 Millionen Männern und Frauen stellt sie eine der größten Arbeitsplatzstudien zu diesem Thema dar. Für alle Krebsarten zusammen wurde in mittel oder stark EMF-exponierten Berufsgruppen eine Zunahme des Risikos um 10 Prozent ermittelt, wobei vor allem hormonabhängige Tumoren auffällig waren. Die Assoziationen waren meistens gering, was jedoch bei sehr großen Studien häufig der Fall ist. Die Autoren vermuten eine Wechselwirkung zwischen elektromagnetischen Feldern und Hormon-/Immunsystem.

Erste Ergebnisse der nun in *Cancer Causes and Control* veröffentlichten Studie wurden von der Studienleiterin Dr. Birgitta Floderus bereits beim Jahrestreffen der Bioelectromagnetics Society (BEMS) 1995 in Boston vorgestellt (siehe Elektrosmog-Report, Dezember 1995). Während frühere Studien sich vor allem auf Leukämien und Hirnkrebs und selten auf einzelne andere Krebsarten konzentriert hatten, erfasst diese Untersuchung erstmals alle Krebsarten. Es ging nicht um die Überprüfung einer Hypothese, sondern um die Sammlung von Informationen als Ausgangsbasis für weitere Untersuchungen.

### **Verwendung einer Job-Expositionsmatrix**

Die Studie des Karolinska-Instituts in Stockholm und des Instituts für das Arbeitsleben in Solna umfasste alle schwedischen Frauen und Männer im Alter zwischen 20 und 64 Jahren im Jahre 1970, die berufstätig waren und einen in einer Job-Expositionsmatrix aufgeführten Beruf ausübten. Das waren etwa 1.600.000 Männer und 800.000 Frauen. Es wurde die Krebshäufigkeit in den Jahren 1971 bis 1984 in Relation zur beruflichen elektromagnetischen Belastung untersucht.

Die bereits für eine frühere Untersuchung angefertigte Job-Expositionsmatrix umfasst die 100 häufigsten Berufe in Schweden und teilt diese entsprechend der EMF-Belastung drei Gruppen ein. Die Matrix basierte auf Messungen an mehr als 1.000 Beschäftigten, die während der Arbeit ein Dosimeter getragen hatten. Für die vorliegende Untersuchung wurden für weitere 10 Berufe mit vermuteten vergleichsweise hohen EMF-Expositionen solche Messungen durchgeführt. Zu den gering belasteten Jobs zählen danach beispielsweise Landwirte, Förster, Tischler, Krankenschwestern und Grundschullehrer, zu den mittelstark belasteten Techniker, Architekten, Lackierer, Maler, Sekretärinnen und Kellnerinnen, zu den stark belasteten Elektriker, Elektroingenieure, Maschinenmechaniker und -monteure, Köche und anderes Küchenpersonal, Schneiderinnen und Kassiererinnen.

### **Assoziationen für viele Krebsarten**

Wurden alle Krebsarten zusammen betrachtet, so ergab sich für die Personen in den als mittelstark und stark eingestuften Berufen ein um 10 Prozent erhöhtes Risiko, an Krebs zu erkranken. Die meisten Assoziationen zwischen einzelnen Krebsarten und EMF waren schwach (siehe Tabellen 1 und 2 für Männer und Frauen). Bei großen Kohortenstudien, so diskutieren die Autoren der Studie, würden meistens nur schwache Zusammenhänge gefunden. Die Expositionsabschätzung habe sicherlich nicht präzise sein können, was zu vielen Fehlklassifikationen geführt habe. Zudem habe man die häusliche Belastung nicht einschließen können. Solche Einschränkungen führten zu einer erheblichen Unschärfe in der Erfassung der Realität.

Zu den Krebsarten mit einem statistisch signifikant erhöhten Risiko zählten bei den Männern Krebse von Dickdarm, Leber, Kehlkopf, Lunge, Hoden, Nieren, ableitenden Harnwegen, malignes Melanom, andere Hautkrebse, und Astrozytome III-IV (ein Hirntumor) (siehe Tabelle 1). Bei den Frauen waren unter anderem Krebsarten folgender Organe mit elektromagnetischen Feldern assoziiert: Lunge, Brust, Gebärmutter, malignes Melanom und chronisch lymphatische Leukämie (siehe Tabelle 2).

### **Weniger Assoziationen bei Frauen als bei Männern**

Es wurden weniger Assoziationen zwischen EMF und Krebs bei Frauen als bei Männern gefunden. Dies könne daran gelegen haben, vermuten die Autoren, dass die Job-Expositionsmatrix nur mit männlichen Beschäftigten entwickelt worden war und möglicherweise nicht die gleiche Gültigkeit für Frauen besitze. Im stark belasteten Kollektiv seien die Frauen durchschnittlich niedriger EMF-exponiert gewesen als die Männer. Der Unterschied könne zudem darauf beruhen, dass sich die Arbeitsumgebung der Geschlechter unterscheide und Frauen seltener industriellen krebsauslösenden Substanzen ausgesetzt seien, oder auch auf einer geschlechtsabhängigen Empfindlichkeit für Zwischenfaktoren wie zum Beispiel Östrogene.

### Keine Dosis - Wirkungsbeziehung

Es bestehen kaum Unterschiede zwischen den mittelstark und stark belasteten Kollektiven. Diese fehlende Dosis-Wirkungsbeziehung könne bedeuten, dass die Assoziation keine ursächliche Beziehung darstelle. Eine andere Erklärung sei die, dass in der Realität kein relevanter Unterschied zwischen den beiden Expositionsklassen besteht, etwa weil in der mittleren Gruppe die Expositionen unterschätzt wurden und in der höheren überschätzt.

**Tabelle 1:** Die relativen Risiken für einige Krebsarten in der mittel und stark EMF-exponierten Gruppe: Männer (1971-1984). Ausgewählt sind überwiegend Tumorarten mit durch EMF erhöhtem Risiko.

	Mittlere Exposition (0,084-0,115 $\mu$ T)			Starke Exposition ( $\geq$ 0,116 $\mu$ T)		
	Anzahl	RR	95%-KI	Anzahl	RR	95%-KI
Alle Krebse	25.245	1,1	1,1-1,1	26.600	1,1	1,1-1,1
Dickdarm	1.755	1,2	1,1-1,2	1.774	1,2	1,1-1,3
Lunge	2.817	1,2	1,1-1,2	2.999	1,3	1,2-1,3
Prostata	3.640	1,1	1,1-1,2	3.409	1,1	1,0-1,2
Hoden	304	1,3	1,1-1,5	303	1,1	1,0-1,4
Nieren	1.321	1,2	1,1-1,3	1.343	1,2	1,1-1,3
Melanome	1.197	1,6	1,4-1,7	1.097	1,4	1,2-1,5
Leber	539	1,2	1,1-1,4	588	1,3	1,2-1,5
ALL	36	1,8	1,0-3,0	32	1,5	0,9-2,7

Anzahl: Anzahl der Krebserkrankten  
RR: Relatives Risiko

95%-KI: 95%-Konfidenzintervall  
 ALL: Akute lymphoblastische Leukämie

*Beispiel:* Ein RR (relatives Risiko) von 1,1 für alle Krebsarten bedeutet ein um 10 Prozent erhöhtes Risiko gegenüber dem Risiko in der Vergleichsgruppe der niedrig exponierten Berufe. Ein RR von 1,2 für Dickdarmkrebs bedeutet ein um 20 Prozent erhöhtes Risiko, etc. Schließt das 95%-Konfidenzintervall die 1 nicht ein (z.B. 1,1-1,4), so handelt es sich um signifikant erhöhtes Risiko, was für fast alle hier aufgeführten Krebsarten gilt.

**Tabelle 2:** Die relativen Risiken für einige Krebsarten in der mittel und stark EMF-exponierten Gruppe: Frauen (1971-1984)

	Mittlere Exposition (0,084-0,115 $\mu$ T)			Starke Exposition ( $\geq 0,116 \mu$ T)		
	Anzahl	RR	95%-KI	Anzahl	RR	95%-KI
Alle Krebse	19.204	1,1	1,0-1,1	23.424	1,1	1,0-1,1
Lunge	409	1,1	1,0-1,3	646	1,2	1,1-1,4
Brust	4.234	1,2	1,2-1,3	4.866	1,1	1,0-1,1
Gebärmutterhals	667	1,0	0,9-1,1	909	1,1	1,0-1,2
Gebärmutter	938	1,1	1,0-1,2	1.368	1,1	1,0-1,2
Melanom	576	1,3	1,2-1,5	657	1,2	1,1-1,4
CLL	55	1,6	1,0-2,3	87	1,7	1,2-2,4

Anzahl: Anzahl der Krebserkrankten  
 RR: Relatives Risiko  
 95%-KI: 95%-Konfidenzintervall  
 CLL: Chronisch lymphatische Leukämie

### Altersabhängigkeit der Krebspromotion

Die Forscher untersuchten die Frage, ob EMF bei jungen und alten Menschen einen unterschiedlichen Effekt auf die Krebshäufigkeit hat. Dabei wurden die Kollektive in zwei Gruppen - vor und nach dem 50. Lebensjahr - geteilt. Es zeigte sich, dass die relativen Risiken für einige Krebsarten nur bei den über 50jährigen erhöht waren. Für ältere Männer war das

EMF-abhängige Risiko, an einem Krebs des Leber, des Kehlkopfes, der Lunge, der Nieren oder Harnorgane bzw. am malignem Melanom zu erkranken, erhöht. Einzig der Hodenkrebs wies bei den jüngeren Männern ein erhöhtes relatives Risiko auf. Bei den Frauen wiesen die älteren ein höheres EMF-abhängiges relatives Risiko auf für chronisch lymphatische Leukämie, malignes Melanom, Astrozytom III-IV und Lungenkrebs.

### **Wirkungen auf Hormone oder Immunsystem?**

Die Ergebnisse der Untersuchung stimmen nach Ansicht der Autoren mit dem Vorschlag eines hormonabhängigen Mechanismus überein. So wurde Hodenkrebs in Verbindung mit Östrogenen gebracht. Östrogene spielen zudem eine Rolle bei Gebärmutterkrebs und Brustkrebs. Auch bei anderen hier auffälligen Krebsarten scheinen Hormone eine Rolle zu spielen, wie beim malignem Melanom, einem bösartigen Hautkrebs, und beim Prostatakrebs. Bei hormonabhängigen Karzinomen reagiert das Tumorgewebe auf die Hormone mit unkontrolliertem Wachstum. Es ist bisher unbekannt, wie oder was dieses unkontrollierte Wachstum - im Gegensatz zu normalem Wachstum - auslöst.

### **Tumorarten mit Zunahme in den letzten Jahren auffälliger**

Die Häufigkeit einiger Krebsarten hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Die Ursachen dafür sind weitgehend unbekannt. Interessanterweise fanden Floderus und Kollegen ein besonders hohes Risiko bei Krebsarten, die zwischen 1965 und 1984 die größten jährlichen Zuwachsraten in Schweden aufwiesen. Dazu zählen Leber-, Lungen- und Hautkrebs, Non-Hodgkin-Lymphome, Hodenkrebs und Prostatakrebs bei Männern sowie Brustkrebs bei Frauen. Bei diesen Krebsarten lag die Zunahme des EMF-abhängigen relativen Risikos bei insgesamt 20 Prozent (gegenüber 10 Prozent für alle Krebsarten). Floderus wollte sich in einem Interview mit der Zeitschrift *Microwave News* nicht zu der Frage äußern, ob dies bedeuten könne, dass die Zunahme dieser Krebsarten in den letzten Jahrzehnten zum Teil auf der Zunahme der Exposition mit EMF beruht haben könne.

\_\_\_\_\_

### **Schlussfolgerung**

Die schwedischen Wissenschaftler gehen davon aus, dass der beobachtete Zusammenhang nicht zufällig ist, da die statistische Genauigkeit sehr hoch sei. Wegen der ungenauen Erfassung der realen Expositionsumfänge bei den in die Studie aufgenommenen Personen sei der Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und Krebs sogar eher unter- als überschätzt worden. Allerdings müsse das nicht unbedingt heißen, dass die Assoziation zwischen EMF und Krebs eine ursächlicher sei. Vielmehr könne der Zusammenhang möglicherweise auch durch andere Faktoren bedingt sein.

### **Literatur:**

1. Floderus, B., Stenlund, C., Persson, T.: Occupational magnetic field exposure and site-specific cancer incidence: a Swedish cohort study. *Cancer Causes Control* 10, 3232-332 (1999):
2. Large Swedish occupational study suggests EMFs may affect hormone-related cancers. *Microwave News* 19 (6), S. 2-3 (1999).
3. Leicht erhöhtes Risiko für viele Krebsarten bei beruflich EMF-Exponierten. *Elektrosmog-Report*, Dezember 1995.

## **Leserbrief**

### **zum Artikel "Heftige Kontroverse um schnurlose DECT-Telefone", Elektrosmog-Report, Januar 2000**

#### **Warum sind die schnurlosen Haustelevone nach dem DECT-Standard so belastend?**

Für die große Zahl aufgetretener gesundheitlicher Beschwerden beim Einsatz dieser neuen Systeme, die zu einer von vielen Institutionen und in der Szene stehenden Einzelpersonen vorgetragenen Verbotsforderung geführt hat, muss es mehrere gravierende Ursachen geben. Drei bieten sich ad hoc an:

1. Die permanent ausgesendete Bereitschaftssignalisierung. Bei einem stark abwehrgeschwächten Organismus ist es nur zu verständlich, wenn sich eine Sensibilisierung entwickelt - insbesondere, da die Signalisierung eben auch in den kritischen, weil "aufnahmebereiten" Nachtstunden einwirkt.
2. Die vorliegende gepulste Signalisierung ist - wie in der Technik üblich - periodisch getaktet und damit im negativen Sinne biologisch wirksam (siehe u.a. die Veröffentlichungen von Dr. Lebrecht von Klitzing).
3. Gepulst wird mit 100 Hz, das ist die erste Oberwelle (2 mal 50 Hz) in unserem Stromversorgungsnetz, die aufgrund von Schaltvorgängen und Phasenschnittsteuerungen aller Orten zu finden ist. Eine Person, die durch diese Oberwelle auf 100 Hz bereits sensibilisiert wurde, reagiert auf die mit der gleichen Frequenz gepulsten Bereitschaftssignalisierung eines DECT-Telefons in kürzester Zeit.

"Elektroempfindlichkeit ist primär Frequenzempfindlichkeit" - das lehrt uns der Elektrophysiker Prof. Dr. C.W. Smith von der Salford University, England (sein Buch "Electromagnetic Man", 1989, allerdings vergriffen). Es ist unverständlich, wie ein Bundesamt für Strahlenschutz eine Pulsfrequenz zulassen kann, die bereits aus einer anderen Quelle in unserer Umwelt wirkt.

Gerade im Fall der DECT-Telefone ist das Betrachten der Leistungsflussdichte wenig von Wert. Merke: "Nicht die Größe des Signals ist entscheidend, sondern die Antwort des Organismus auf das Signal" - der Organismus ist ja nicht passiv, vielmehr in der Lage, ein Signal zu verstärken. Wissenschaftlich finden wir das mit dem schlichten Wort "Resonanz" ausgedrückt.

In der Praxis ist leicht überprüfbar, ob das DECT-Telefon die Beschwerden ausgelöst hat: man kann den Stecker ziehen und das Gerät totlegen. Bestätigung oder Nichtbestätigung stellen sich schnell ein - eine simple Überprüfungsmaßnahme, die leider bei den Mobilfunk- und anderen Sendern bisher nicht möglich ist, da die Betreibergesellschaften zum temporären Stilllegen einer Anlage nicht bereit sind.

Vielleicht läßt sich bei der DECT-Signalisierung noch eine 4. und 5. Ursache finden; wir wissen bisher schlicht zu wenig. Anscheinend forschen wir nicht auf den richtigen Wegen, es ist sonst kaum erklärbar, warum die weltweit bereits über 20.000 Studien und Untersuchungen zu biologischen Wirkungen elektromagnetischer Felder kein überzeugendes Ergebnis gebracht haben.

Handlungsfähig dürfen wir aufgrund der Erfahrungen in der Praxis (auch Erfahrungen führen zu "Wissen") heute schon sein. Man muss ja nicht das Kausalprinzip unbedingt zugrunde legen, es sollte auch ein sorgsam gewonnenes Plausibilitätsbild genügen. Eine solche Vorgehensweise wird nachdrücklich auch von Prof. Dr. Erich Schöndorf, Frankfurt (Lehrstuhl für Umweltrecht), erhoben. Seine Erfahrungen als Staatsanwalt im Holzschutzmittelprozess sind im Buch "Von Menschen und Ratten" niedergelegt.

Wie schwer sich die medizinische Wissenschaft mit Kausalnachweisen tut, sehen wir auf dem Gebiet der Amalgan- und Chemikalienvergiftungen - eine endlose Geschichte und immer noch kein "wissenschaftlicher Beweis". Der Vergleich ist nicht willkürlich gezogen: Für die Entwicklung einer Elektrosensibilität ist eine Schwermetall- und/oder Chemikalienbelastung quasi eine *conditio sine qua non*.

### **Dipl.-Ing. Gerhard Niemann**

2. Vorsitzender im Selbsthilfeverein für Elektrosensible e.V., München  
An der Martinswand 11  
91327 Goessweinstein

## *Elektrosmog-Report*

6. Jahrgang / Nr. 3 März 2000

### **Hochfrequenz**

### **Beeinflussung des Schlafes durch gepulste EMF**

**Schweizer Wissenschaftler fanden bei gesunden Probanden eine Beeinflussung des Schlafes und der Hirnströme durch gepulste hochfrequente elektromagnetische Felder, wie sie beim GSM-Standard für Mobiltelefone Verwendung finden. Der Schlaf wurde verbessert und das Schlaf-EEG modifiziert.**

Bereits früher waren Studien zum Einfluss elektromagnetischer Felder auf den Schlaf durchgeführt worden (Pasche 1996, Mann 1996) - mit inkonsistenten Ergebnissen. So hatte eine Arbeitsgruppe um Boris Pasche von der Firma Symtonic (USA) eine günstige Beeinflussung von Schlafqualität und Schlafdauer bei experimenteller Verwendung amplitudenmodulierter Hochfrequenzstrahlung ermittelt, während eine deutsche Arbeitsgruppe um Klaus Mann von der Universität Mainz eine ungünstige Beeinflussung der REM-Schlaf-Phase (Traumschlaf) bei Frequenzen, wie sie beim Mobiltelefonieren Verwendung finden, beobachtet hatte (siehe Elektrosmogreport, August 1996). Beide Untersuchungen zeigten, dass amplitudenmodulierte HF-Strahlung mit Intensitäten unterhalb der ICNIRP-Grenzwertempfehlungen biologische Prozesse des Gehirns beeinflussen kann. Auch in der neuen Studie von Alexander A. Borbély und Kollegen vom Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität Zürich wurden solche Effekte bei vergleichsweise geringen Intensitäten nachgewiesen. Die Forscher verwendeten elektromagnetische Felder, wie sie bei Mobiltelefonen nach dem GSM-Standard genutzt werden (900 MHz, moduliert mit Frequenzen von 2, 8, 217 und 1736 Hz). Die maximale Exposition im Kopfbereich blieb sicher unter 1 Watt pro kg, gemittelt über 10 g (ICNIRP-

Grenzwertempfehlungen: 2 W/kg). 24 gesunde männliche Probanden im Alter zwischen 20 und 25 Jahren, die nach eigenen Angaben gesund und frei von Schlafstörungen waren, wurden in einer Nacht diesen Feldern ausgesetzt und in einer anderen Nacht scheinexponiert. Dazwischen lag eine einwöchige Pause. Weder Untersucher noch Probanden wussten, wann die echte Exposition erfolgte (doppelblinded Cross-over-Design). Die EMF-Felder wurden während der untersuchten Zeit zwischen 23 und 7 Uhr automatisch in Intervallen von 15 Minuten an- und ausgeschaltet, beginnend mit einer An-Phase. Beim EEG wurden die üblichen Frequenzbänder (Delta, Theta, Alpha, Sigma, Beta) sowie das 10-11 Hz-Band und das 13,5-14 Hz-Band getestet.

### **Reduzierung der Wachzeit nach Schlafbeginn**

Die EMF-Exposition reduzierte die Dauer des Wachseins nach Schlafeintritt von durchschnittlich 18,2 Minuten auf 12,1 Minuten ( $p < 0,01$ ). Dieser Effekt war signifikant sowohl für die gesamte Schlafzeit als auch für das erste und das zweite 4-Stundenintervall. Auffällig war, dass bei Personen, die zuerst schein- und dann EMF-exponiert wurden, dieser Unterschied sehr deutlich ausfiel (Scheinexponiert: 23,9 min; EMF-Exposition: 13,4 min), während bei Personen mit der umgekehrten Reihenfolge kein relevanter Unterschied auftrat. Diese Beobachtung einer Reduzierung der Wachzeit nach Schlafbeginn wurde in dieser Studie erstmals gemacht. Die Forscher vermuten, dass die EMF-Exposition den leichten Schlafstörungen entgegenwirkt, die mit der ungewohnten experimentellen Umgebung zusammenhängen.

### **Beeinflussung des Elektroenzephalogramms (EEG)**

Die EMF-Exposition beeinflusste die mit dem EEG gemessenen Hirnströme während der Nicht-REM-Phasen, also den Phasen des Schlafes, die traditionell als die Phasen ohne Träume (bzw. geringerer Traumintensität) gelten. In der Spektralanalyse des EEG wurden zwei Spitzen der Aktivitätszunahme ermittelt, bei 10-11 Hz und bei 13,5-14 Hz. Die erste Spitze fällt in den Bereich der Alpha-Aktivität der Hirnströme und der niederfrequenten Schlafspindeln, die zweite Spitze korrespondiert mit hochfrequenten Schlafspindeln. Bei der Testung der fünf traditionellen Frequenzbänder fiel eine signifikante Zunahme im Alpha-Band (8-12 Hz) und im Sigma-Band (12-15 Hz) auf. Die REM-Phasen wurden nicht durch eine EMF-Exposition beeinflusst.

Es ist bekannt, dass die Amplitude im hier betroffenen 13,5-14 Hz-Band, die das Auftreten 'schneller Spindeln' widerspiegelt, leicht von einer Vielzahl pharmakologischer und physiologischer Faktoren beeinflusst werden kann, beispielsweise durch Kaffeegenuss oder den Menstruationszyklus. Offenbar können auch hochfrequente Felder von Mobiltelefonen einen messbaren Effekt ausüben. Auffällig war, dass eine EEG-Beeinflussung bereits während der ersten 15-30 Minuten der EMF-Exposition feststellbar war. Es wurden eine Anzahl weiterer detaillierter Studienergebnisse beschrieben, deren Darstellung hier zu weit führen würde.

### **Kurzzeitige Expositionen reichen für messbare Effekte aus**

Zusammenfassend stellten die Autoren fest, dass es unwahrscheinlich ist, dass die Veränderungen auf thermischen Effekten beruhen, da die Zunahme der Hirntemperatur sicher unter  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  blieb. Bereits eine kurze Exposition von 15 Minuten könne zu messbaren Effekten führen. Im Schlafverlauf trat eine gewisse Abnahme der EMF-Effekte auf, was auf einen Adaptationsmechanismus schließen lasse. Da keine relevanten Unterschiede der Veränderungen der Hirnstromaktivitäten zwischen den An- und Auszeiten auftraten, sei zu

vermuten, dass die elektromagnetischen Felder eine Kette biologischer Ereignisse auslösten und nicht eine direkte und sofortige Wirkung.

#### **Literatur:**

- Borbély, A. A., Huber, R., Graf, T., Fuchs, B., Gallmann, E., Achermann, P.: Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. *Neurosci. Lett.* 275, 207-210 (1999).
- Pasche, B., et al.: Effects of low energy emission therapy in chronic psychophysiological insomnia. *Sleep* 19, 327-336 (1996).
- Mann, K., Röschke, J.: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. *Neuropsychobiology* 33, 41-47 (1996).

Stand: 13.06.2001

## **Gesundheitsprobleme durch Mobilfunk**

### **Missbildungen durch Mobilfunk - Ärzte fordern niedrigere Grenzwerte**

#### **Wissenschaftliche Versuche belegen Schädigung**

Die Grenzwerte für die elektromagnetische Strahlung des Mobilfunks sind viel zu hoch. Immer mehr wissenschaftliche Studien weisen auf weit unter diesen Werten auf Gesundheitsschäden hin. So berichtete am 21.8.2000 das ARD-Fersehmagazin `Report Mainz´: Mehr als 40 internationale Forschungen geben Hinweise auf biologische Probleme, z.B. Hirnschäden bei Tieren, Erbgutveränderungen beim Menschen oder Krebs bei Mäusen.

Die Bundesärztekammer erwartet vom Bundesamt für Strahlenschutz eine drastische Senkung der zur Zeit gültigen Grenzwerte.

**Prof. Dr. Heyo Eckel, Vorsitzender des Ausschusses für Gesundheit und Umwelt in der Ärztekammer:** „Es gibt gewichtige Hinweise für Schäden durch Mobilfunkstrahlung. Ich halte es für sorglos, wenn man an den bestehenden Grenzwerten festhält. Die Behörden werden von uns dringend aufgefordert, sich mit den wissenschaftlichen Ergebnissen, und es handelt sich um seriöse Forschungen, das sei hier betont, auseinanderzusetzen.“

**Report:** „Eine neue Studie birgt Brisantes,

Tiermediziner untersuchten Bauernhöfe in Bayern und Hessen.“ Es ging um Höfe mit Mobilfunkbelastungen und ohne.“ „Das erschreckende Ergebnis: Auf den Höfen mit Sendern in der Nähe gibt es eindeutig mehr Missbildungen. Und die Tiere verhalten sich anders. Uns liegen Teilergebnisse der Studie vor, sie soll im Herbst auf der Tiermedizinertagung in Freiburg vorgestellt werden.“

Diese aktuelle Studie im Auftrag des bayerischen Umweltministeriums bestätigt vorangegangene Untersuchungen der letzten Jahre, bei denen im Mobilfunkeinfluss ebenfalls Missbildungen, Fehlgeburten, Verhaltensstörungen und die Verringerung der Milchleistung festgestellt wurden. Immer mehr Landwirte melden sich und bestätigen die Beobachtung: Mit dem Errichten neuer Mobilfunkstationen in der Nähe ihrer Höfe kamen zeitgleich Probleme beim Vieh.

**Dr. Jutta Brix vom Bundesamt für Strahlenschutz:** „ Bei Einhaltung der Grenzwerte sind Gefährdungen ausgeschlossen. Bei Werten, die um den Faktor 100 bis 1000 unter den Limits liegen, sahen wir keinen Anlass, weiter nach einer Kausalität zu suchen.“

Weltweit fordern Experten die Senkung der Grenzwerte. So auch im Juni auf dem Mobilfunkkongress in Salzburg. Die Stadt und das Land Salzburg haben schon durchgesetzt, dass bei ihnen ein zehntausendfach niedrigerer Wert zur Anwendung kommt.

**Strahlenexperte Prof. Günter Käs von der Bundeswehruniversität in München:** „ Unsere gegenwärtigen Grenzwerte sind völlig unzureichend, weil sie sich nur an Wärmeentwicklung orientieren. Das heißt, es wird versucht, eine Überhitzung des Gewebes zu vermeiden. Alle anderen biologischen Effekte, die mit Wärme nichts zu tun haben und bei viel geringeren Intensitäten stattfinden, werden einfach außer Acht gelassen.“

Derweil kommen mit den UMTS-Lizenzen neben den bestehenden zigtausend Mobilfunksendern weitere 60.000 hinzu.

**Report:** „Die Versteigerung der neuen UMTS-Lizenzen spielte 100 Milliarden Mark in die Bundeskasse. Die Konzerne feiern ihre neue Mobilfunkgeneration. Forschung über gesundheitliche Risiken? Bisher

Fehlanzeige. Schon mit ein Bruchteil der UMTS-Milliarden wären fundierte Untersuchungen der Strahlenbelastung zu finanzieren.“

(aus REPORT vom 21.8.2000)

## **Handys öffnen Blut-Hirn-Schranke**

(Schwedische Studie der Universität Lund/Schweden vom September 1999)

Neurochirurg Prof. Leif Salford, Neuropathologe Prof. Arne Brun, Strahlenphysiker Dr. Bertil Persson

„Wir fanden kleine Mengen an Proteinen, das sind Eiweissverbindungen, welche die Blut-Hirn-Schranke passieren, aber wir wissen noch nicht, wie gefährlich das ist. Andere Experimente, bei denen Eiweiß in Rattenhirne injiziert wurde, zeigen, dass derart kleine Mengen die Zellen des Gehirns schädigen und sogar zerstören. Die Funktion der Blut-Hirn-Schranke von Mensch und Ratte ist sehr ähnlich.“

„Fein säuberlich sezierte Rattenhirne weisen als Folge der Mobilfunkstrahlung deutlich sichtbare Spuren auf. Die Gehirne wurden den gleichen Mikrowellen ausgesetzt, die von Handys und schnurlosen Telefonen ausgehen, und im Mikroskop untersucht.“

Die Untersuchung zeigt: „Die Gehirne sind übersät mit dunklen Flecken und deutlich geschädigt. Es tritt Flüssigkeit aus den Blutgefäßen aus, verursacht durch die elektromagnetische Strahlung.“

Diese Hirneffekte fanden die schwedischen Wissenschaftler bei der Hälfte aller Versuchstiere bei Strahlungsstärken von 1000 mW/m<sup>2</sup>.

„Hier geht es überhaupt nicht um Erwärmung. Das sehr empfindliche elektrische System des Körpers wird auf völlig andere Weise beeinflusst.“

Besorgniserregend ist auch, dass schwächere Mikrowellen-Intensitäten deutlichere biologische Reaktionen auslösten als stärkere.

---

**Dr. Lebrecht von Klitzing - Medizinische  
Universität zu Lübeck - bei einem Vortrag in  
Düsseldorf - Erkrath 1995**

„Biologische Effekte treten bei 1.000 mWatt pro Quadratmeter Strahlungsstärke auf. Reize ich den Menschen mit dem typischen 217 Hz-Signal des D-Netzes, dann wird im EEG ein hoher Peak im 10 Hz - Bereich sichtbar. Das EEG reagiert nur auf periodische elektromagnetische Impulse; verändern wir diese Periodizität, dann reagiert es nicht. Das gab es bisher im EEG nicht. Das EEG zeichnet im Einfluß gepulster Strahlung Spitzen und Kurven auf, die noch kein Arzt zuvor beobachten konnte. Peaks, die bisher unbekannt waren“.

---

## **Steht auch in Ihrem Kinderzimmer ein Mobilfunkurm?**

von Dr. Jan Gerhard (Facharzt für Kinderheilkunde u. Jugendmedizin, Ahrensburg):

Natürlich nicht, aber wenn Sie ein schnurloses Telefon haben, das nach dem modernen (abhörsicher, saubere Tonqualität) DECT-Standard arbeitet, dann entspricht die Elektromog-Belastung nahezu der eines Mobilfunkturms in 50 - 150 m Entfernung!

Elektromog ist eine schlecht definierte Bezeichnung. Physikalisch genauer: Die DECT-Telefone bauen ein sehr starkes (pulsierendes! ) elektromagnetisches Feld auf, das Mauern und Zimmerdecken mit Leichtigkeit durchdringt, das 24 Stunden am Tag - also rund um die Uhr - bestehen bleibt, egal ob Sie telefonieren oder nicht, das Störungen in elektronischen Geräten der Umgebung verursachen kann, z.B. an Computern, Stereoanlagen, Satelitten-Empfangsanlagen, Fernsehgeräten, Hörgeräten usw. (Siehe Gebrauchsanleitung!).

Dieses pulsierende elektromagnetische Feld ist messbar:

Bereits 100 mW/qm bewirken beim Menschen längerdauernde EEG-Veränderungen, d.h. eine Störung der Informationsübertragung zwischen den einzelnen Gehirnzellen scheint damit nachweisbar. Diese Telefone arbeiten mit Leistungsflussdichten von 50.000 - zu 160.000 W/qm in 0,5 m Abstand. Sogar in 10 Meter Entfernung sind noch 110- 390 W/qm messbar. Wissenschaftler fordern jetzt einen Grenzwert von 10

(in Worten zehn!) W/qm !

Es mehren sich aber Beobachtungen, dass diese starken pulsierenden elektromagnetischen Felder, besonders bei Kindern, aber auch bei empfindlichen Erwachsenen, u.a. schwere Schlafstörungen, schwere (aggressive) Verhaltensstörungen, Lernstörungen, migräneartige Kopfschmerzen und depressive Verstimmungen, Tinnitus, ständige Müdigkeit, Herzrhythmusstörungen und unklare Schwindelzustände auslösen können. Ursache ist wahrscheinlich eine Störung der feinen körpereigenen elektromagnetischen Steuerung von Gehirn, Nerven, vegetativem Nervensystem und Herz-Kreislauf-System. Diese Beschwerden und Symptome verschwanden häufig wieder - nach Abschalten der DECT-Telefone.

Dies sind vorerst nur erste Beobachtungen - (keine Beweise) - über Auswirkungen einer neuen Technologie, die leider vor der Markteinführung nicht daraufhin geprüft wurde, ob die Menschen - insbesondere Säuglinge und Kinder - diese Belastungen überhaupt vertragen. Aus der Mitverantwortung für die Gesundheit ihrer Kinder möchte ich Sie wirklich vor den bisher nicht geklärten Auswirkungen dieser Telefone warnen:

- Sollten Sie ein derartiges Telefon in der Wohnung haben, ziehen Sie es aus der Strom-Steckdose.
- Telefonieren Sie mit einem Schnurtelefon, dies ist die unbedenklichste Alternative.
- Schnurlostelefone nach dem analogem Standard (CT1+) sind weniger bedenklich als DECT-Telefone.
- Fragen Sie aber auch Ihre Wohnungsnachbarn, denn ein DECT-Telefon könnte ja direkt hinter der gemeinsamen Wand oder in der Wohnung unter oder über ihnen stehen!

**Nur so werfen Sie den Mobilfunkurm aus dem Kinderzimmer!**