

Strahlentelex mit ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

7. Jahrgang / Nr. 8

nova-Institut

August 2001

Niederfrequenz

EMF und Brustkrebs

Eine Anzahl neuer Studien liefert weitere Informationen zum möglichen Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und Brustkrebs. So fand eine amerikanische Studie nur schwache Hinweise, dass eine berufliche Belastung mit niederfrequenten Feldern mit der weiblichen Brustkrebsrate assoziiert sein könnte. Allerdings gab es geringe Anzeichen dafür, dass östrogenrezeptorpositive Tumoren bei jüngeren Frauen unter EMF-Belastung häufiger auftraten. Einige Studien befassten sich mit der Melatoninhypothese. Eine japanische Forschergruppe ermittelte erstmals einen zellulären Mechanismus, durch den niederfrequente EMF die krebschützende Melatoninwirkung beeinträchtigen könnten. Zudem wurde eine frühere Studie von Harland und Liburdy, die 1997 im Zellexperiment eine solche Beeinträchtigung der Melatoninwirkung auf Krebszellen nachgewiesen hatten, durch eine andere Arbeitsgruppe erfolgreich wiederholt.

Geringfügig erhöhtes Brustkrebsrisiko bei Frauen

Edwin van Wijngaarden und Kollegen von der Universität von North Carolina verglichen die berufliche EMF-Belastung von 843 an Brustkrebs erkrankten Frauen und 773 Kontrollen. Die Exposition erfolgte nach den Belastungen an den beiden Arbeitsplätzen, die die Teilnehmer während ihres Berufslebens am längsten innegehabt hatten.

Tabelle: Geschätzte relative Risiken und 95 % Konfidenzintervalle für Brustkrebs in Abhängigkeit von der kumulativen Exposition mit magnetischen Feldern. Hier sind nur die kumulierten Expositionsniveaus in Mikrottesla-Jahren für Expositionen länger als 10 Jahre abgebildet. Weitere Tabellen bei Van Wijngaarden et al. (2001)

Expositionsniveau > 10-20 Jahre (μT)	ER+, prä	ER+, post	ER-, prä	ER-, post
0	1,0	1,0	1,0	1,0
> 0-0,16	2,0 (1,1-3,9)	0,9 (0,5-1,7)	1,3 (0,7-2,4)	0,8 (0,3-1,9)
> 0,16-0,40	2,0 (1,1-3,6)	0,7 (0,5-1,1)	1,5 (0,9-2,6)	1,3 (0,7-2,6)
> 0,40-0,52	1,6 (0,8-3,2)	0,8 (0,5-1,2)	1,8 (0,9-3,4)	1,2 (0,6-2,2)
> 0,52	2,1 (1,1-4,0)	0,8 (0,5-1,3)	1,0 (0,6-2,0)	1,1 (0,5-2,2)

prä = prämenopausal (vor der Menopause)
post = postmenopausal (nach der Menopause)
ER+ = östrogenrezeptorpositive Tumoren
ER- = östrogenrezeptornegative Tumoren

Für das gesamte Kollektiv ergab sich für die kumulierte Exposition während des gesamten Berufslebens sowie für die letzten 0-10 Jahre und die letzten 10-20 Jahre im Allgemeinen kein erhöhtes

Brustkrebsrisiko. Allerdings waren mittlere, innerhalb der vergangenen 20 oder mehr Jahre akkumulierte EMF-Belastungen, nicht jedoch hohe EMF-Belastungen mit einem leicht erhöhten Risiko assoziiert. Eine genauere Analyse zeigte, dass vor allem jüngere (prämenopausale) Frauen und hier vor allem östrogenrezeptorpositive Tumoren mit einem leicht erhöhten Risiko assoziiert waren (Tabelle). In keinem der Kollektive wurde eine Dosisabhängigkeit beobachtet, so dass fraglich ist, ob hier tatsächlich ein EMF-Effekt vorliegt.

Erhöhtes Brustkrebsrisiko bei Flugbegleitern

In einer isländischen Studie wurde ein leicht erhöhtes Krebsrisiko unter männlichen und weiblichen Flugbegleitern ermittelt (Rafnsson et al. 2001). Dabei fielen vor allem erhöhte Brust- und Hautkrebsraten auf. Als mögliche Ursachen wurden eine erhöhte kosmische Strahlung, eine Störung des Tagesrhythmus, elektromagnetische Felder sowie eine Kombination dieser Faktoren diskutiert. Das relative Risiko für Brustkrebs betrug 1,6 (95 %-KI: 1,0-2,4), wenn eine Zeitverzögerung von 15 Jahren verwendet wurde.

Unklarer Effekt auf Brustkrebs bei Männern

In einer schwedischen Studie wurde der mögliche Zusammenhang zwischen beruflicher niederfrequenter EMF-Exposition und männlichem Brustkrebs untersucht (Pollan et al. 2001). Zur Einteilung der elektromagnetischen Felder wurde eine Job-Expositionsmatrix verwendet. Das relative Risiko für das am höchsten exponierte Viertel ($> 0,12 \mu\text{T}$) war leicht und nicht signifikant auf 1,31 erhöht (95 %-KI: 0,94-1,81), ohne eine klare Dosis-Wirkungsbeziehung. Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung wurde bei Arbeitern, die einer intermittierenden EMF-Belastung ausgesetzt waren, gefunden.

Melatoninhypothese

Hormonabhängiges Gewebe spielt eine besondere Rolle bei möglichen melatoninvermittelten Effekten auf die Krebsentwicklung. Ein Teil der Brustkrebsfälle ist für ihr Wachstum auf Östrogene angewiesen. Dies gilt vor allem für die sogenannten östrogenrezeptor-

Weitere Themen

Übersicht kalifornischer Wissenschaftler, S. 3

Kalifornische Wissenschaftler kamen zu dem Ergebnis, dass eine mehr als 50prozentige Wahrscheinlichkeit für eine Anzahl von Gesundheitsschäden durch niederfrequente EMFs bestehe.

Beeinträchtigung der Gedächtnisleistung, S. 4

Gesunde Freiwillige zeigten unter dem Einfluss eines starken niederfrequenten Feldes eine signifikant schlechtere Leistung des Kurzzeitgedächtnis und der exekutiven Funktion.

torpositiven 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. Die Melatoninhypothese besagt, dass das Hormon Melatonin vor Brustkrebs schützt und dass die Melatoninkonzentration bzw. die Melatoninwirkung durch EMF beeinträchtigt werden kann. Bei niedrigen Melatoninkonzentrationen würde der Östrogenspiegel zunehmen, so dass die Zellen der Brustdrüse stimuliert würden und das Risiko für eine krebsige Veränderung zunähme.

Eine jüngere Studie mit 53 gesunden jungen Frauen, die nachts unter kontrollierten Bedingungen elektromagnetischen Feldern (60 Hz, 28,3 μ T) ausgesetzt waren, fand keine EMF-Wirkungen auf die Blutkonzentration von Melatonin oder Östrogen (Graham et al. 2001). Allerdings gibt es Hinweise, nach denen EMF weniger die Melatoninkonzentration als vielmehr die Wirkung des Melatonins reduziert (siehe unten).

Liburdy-Studienergebnisse zu EMF-Melatonin-Wirkung bestätigt

Blackman und Kollegen vom Research Triangle Park in North Carolina haben die Ergebnisse von Harland und Liburdy (1997) untersucht, nach denen ein 60-Hz-Magnetfeld von 1,2 μ T Stärke sowohl die krebshemmende Wirkung von Melatonin und als auch die therapeutische Wirkung des in der Krebstherapie eingesetzten Antiöstrogens Tamoxifen in einer Brustkrebszelllinie verminderte (Blackman et al. 2001). Die neue Studie bestätigte die früheren Ergebnisse nun in einer Wiederholung der Zellexperimente. Unter dem Einfluss von Melatonin hatten sich innerhalb von 7 Tagen 16,7 % weniger Krebszellen gebildet als in der Kontrollkultur. Wurden die Schalen mit den Zellen jedoch gleichzeitig einem Magnetfeld und Melatonin ausgesetzt, so wurden gleich viel Zellen wie bei in der Kontrollkultur gebildet. Das Medikament Tamoxifen reduzierte die Zellbildung um 25 %, bei gleichzeitiger Magnetfeldbehandlung reduzierte Tamoxifen die Zellzahl jedoch nur um 13,1 %.

Möglicher zellulärer Mechanismus

Eine japanische Arbeitsgruppe lieferte zum ersten Mal Hinweise auf den Mechanismus, mit dem elektromagnetische Felder die Melatoninwirkung auf der Zellebene beeinflussen könnten (Ishido et al. 2001). Die Forscher verwendeten dazu Brustkrebszellen und Magnetfelder von 1,2 und 100 μ T Stärke. Die Magnetfelder hemmten in beiden Stärken die Signalübermittlung vom Melatoninrezeptor zum Enzym Adenylatzyklase. Sie blockierten damit die normalerweise durch Melatonin induzierte und durch die Adenylatzyklase ausgelöste Anhäufung von cAMP (zyklisches Adenosinmonophosphat). Das cAMP spielt eine zentrale Rolle in der hormonellen Regulation des Zellstoffwechsels.

Metaanalysen und Übersichten

Thomas Erren von der Universität Köln analysierte 39 epidemiologische Studien zum möglichen Zusammenhang zwischen häuslichen und beruflichen EMF und Brustkrebs (Erren 2001). Seine Metaanalyse von 24 Studien mit Frauen und 15 mit Männern ergab ein leicht erhöhtes Risiko von 1,12 (95 %-KI: 1,09-1,15) für die gepoolten Daten der Frauen und von 1,37 (95 %-KI: 1,11-1,71) für die Daten der Männer. Die Ergebnisse der verschiedenen Studien wiesen für beide Geschlechter eine hohe Variabilität auf und waren zum Teil widersprüchlich. Das größte methodische Problem ist nach Erren die mögliche Fehlklassifizierung der Exposition. Dieses methodischen Defizit verhindere zuverlässige Schlussfolgerungen zum Zusammenhang von EMF und Brustkrebs.

Frühere Übersichten über Studien zu Brustkrebs und EMF hatten ebenfalls auf die Inkonsistenz der Daten hingewiesen (Caplan et al. 2000, Brainard et al. 1999). Caplan und Kollegen (2000) von der Universität von New York resümierten: „Die biologische Plausibilität eines Zusammenhangs zwischen EMF und Brustkrebs, zusammen mit den gehaltvollen Daten von Arbeitsplatzstudien und unerklärt hohen Brustkrebs-Inzidenzraten legen nahe, dass eine weitere Untersuchung dieses möglichen Zusammenhangs angezeigt ist.“ Brainard und Kollegen (1999) von der medizinischen Hochschule in Philadelphia weisen darauf hin, dass „selbst ein kleines Risiko eine substantielle Bedeutung für die öffentliche Gesundheit haben würde.“

Schlussfolgerung und Kommentar

Man wird sich wohl etwas Neues überlegen müssen. Gern wurde bisher in der Diskussion um die möglichen krebserzeugenden Effekte elektromagnetischer Felder die folgende Standardargumentation verwendet: Epidemiologische Studien hätten zwar Hinweise auf ein möglicherweise leicht erhöhtes Brustkrebsrisiko bei vergleichsweise hoher EMF-Exposition ergeben, jedoch seien die Wirkungsmechanismen unklar, so dass ein Zusammenhang eher unwahrscheinlich sei. Diese Argumentation greift nicht mehr.

Zwar ist weiterhin ein epidemiologisch geführter Ursachenbeweis nicht erbracht – das kann die Epidemiologie bei tatsächlich vorhandenen gering erhöhten Risiken wohl auch nicht leisten –, mit den Ergebnissen der japanischen Arbeitsgruppe ist allerdings nun ein Wirkmechanismus vorgestellt, der offenbar auch bei kleinen Magnetfeldstärken Störungen der Zellphysiologie erklärt. Auch die erfolgreiche Wiederholung der Studie von Harland und Liburdy – dem letzteren war in einem anderen Zusammenhang Datenfälschung vorgeworfen worden (siehe Elektromog-Report, September 1999) – durch Blackman und Kollegen passt in dieses Bild. David A. Savitz von der Universität von North Carolina, der an der hier vorgestellten Studie von Van Wijngaarden und Kollegen beteiligt war, hatte jüngst darauf hingewiesen, dass die Epidemiologie im Falle von EMF und Krebs an ihre Grenzen stoße, solange kein Wirkmechanismus bekannt sei (Savitz 2001, siehe Elektromog-Report, Juni 2001).

Die neuen zellexperimentellen Studien werden zunächst von einer anderen Arbeitsgruppe wiederholt werden müssen. Das Risiko für die Entwicklung von Brustkrebs ist sicherlich allenfalls gering, allerdings hat auch ein gering erhöhtes Brustkrebsrisiko eine relevante Bedeutung für die öffentliche Gesundheit, denn im Gegensatz zur recht seltenen Kinderleukämie, bei der EMF ebenfalls in Verdacht der Krebsförderung steht, ist der Brustkrebs eine der häufigsten Krebsarten.

Dr. med. Franjo Grotenhermen
Redaktion Elektromog-Report

Literatur:

1. Blackman CF, Benane SG, House DE. The influence of 1.2 microT, 60 Hz magnetic fields on melatonin- and tamoxifen-induced inhibition of MCF-7 cell growth. *Bioelectromagnetics* 2001;22(2):122-128.
2. Brainard GC, Kavet R, Kheifets LI. The relationship between electromagnetic field and light exposures to melatonin and breast cancer risk: a review of the relevant literature. *J Pineal Res* 1999;26(2):65-100.
3. Caplan LS, Schoenfeld ER, O'Leary ES, Leske MC. Breast cancer and electromagnetic fields--a review. *Ann Epidemiol* 2000 Jan;10(1):31-44.
4. Erren TC. A meta-analysis of epidemiologic studies of electric and magnetic fields and breast cancer in women and men. *Bioelectromagnetics* 2001;Suppl 5:S105-119.
5. Graham C, Cook MR, Gerkovich MM, Sastre A. Examination of the melatonin hypothesis in women exposed at night to EMF or bright light. *Environ Health Perspect* 2001;109(5):501-507.

6. Harland JD, Liburdy RP. Environmental magnetic fields inhibit the antiproliferative action of tamoxifen and melatonin in a human breast cancer cell line. *Bioelectromagnetics* 1997;18:555-562.
7. Ishido M, Nitta H, Kabuto M. Magnetic fields (MF) of 50 Hz at 1.2 μ T as well as 100 μ T cause uncoupling of inhibitory pathways of adenylyl cyclase mediated by melatonin 1a receptor in MF-sensitive MCF-7 cells. *Carcinogenesis* 2001;22(7):1043-1048.
8. Pollan M, Gustavsson P, Floderus B. Breast cancer, occupation, and exposure to electromagnetic fields among Swedish men. *Am J Ind Med* 2001;39(3):276-285.
9. Rafnsson V, Tulinius H, Jonasson JG, Hrafnkelsson J. Risk of breast cancer in female flight attendants: a population-based study (Iceland). *Cancer Causes Control* 2001;12(2):95-101.
10. Savitz DA. Invited commentary: electromagnetic fields and cancer in railway workers. *Am J Epidemiol* 2001;153(9):836-838.
11. Van Wijngaarden E, Nylander-French LA, Millikan RC, Savitz DA, Loomis D. Population-based case-control study of occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer. *Ann Epidemiol* 2001;11(5):297-303.

Politik

Übersicht kalifornischer Wissenschaftler

Drei kalifornische Wissenschaftler, die im Auftrag der kalifornischen Kommission für öffentliche Einrichtungen die Literatur zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder analysierten, gaben Wahrscheinlichkeiten an, nach denen EMF Risiken für die Entwicklung bestimmter Erkrankungen erhöhen kann. Die Niveaus dieser Wahrscheinlichkeiten versuchen dem unterschiedlichen Erkenntnisstand des Zusammenhangs zwischen EMF und diesen Erkrankungen gerecht zu werden. So bestehe beispielsweise „eine mehr als 50prozentige Möglichkeit“ für ein gering erhöhtes Risiko für Kinderleukämie, jedoch nur „eine 10-50prozentige Möglichkeit“, dass häusliche oder berufliche EMFs verantwortlich für ein gering erhöhtes Risiko für die Entwicklung von männlichem Brustkrebs sei. Die Experten weisen allerdings auch darauf hin, dass „die Möglichkeit besteht, dass EMFs überhaupt keinen Effekt ausüben“.

Im Jahre 1993 forderte die Public Utilities Commission (PUC, Kommission für öffentliche Einrichtungen) des US-Staates Kalifornien zwei Berichte an. Der erste sollte eine Übersicht über die wissenschaftliche Literatur zu gesundheitlichen Wirkungen niederfrequenter Felder liefern, der zweite eine Untersuchung der Implikationen dieser Ergebnisse für die Politik.

Streit um die Veröffentlichung

Die Berichte sollten ursprünglich im Mai dieses Jahres vom kalifornischen Gesundheitsministerium veröffentlicht werden, in letzter Minute bat die PUC jedoch darum, die Veröffentlichung auszusetzen, bis PUC-Mitarbeiter die Berichte analysiert hätten. Zwei Bürgerrechtsorganisationen, die ‚Kalifornische Koalition für den Ersten Zusatzartikel‘ (California First Amendment Coalition) und ‚Über EMF Beunruhigte Bürger‘ (Citizens Concerned About EMFs) reichten daraufhin Klage beim obersten Gericht von Alameda ein. Peter Frech, Vorsitzender der EMF-Bürgerrechtsorganisation sagte dazu: „Diese Berichte in ihrer unzensurierten Version sind wichtig für die Öffentlichkeit, da sie eine unbeeinflusste Risi-

koabschätzung der Wirkungen, die eine EMF-Exposition durch elektrische Geräte auf die menschliche Gesundheit hat, darstellen.“ Das Gesundheitsministerium entschloss sich daraufhin, die Berichte der Öffentlichkeit zur Kenntnis zu geben, so dass sie nun auf der Internetseite des Ministeriums (www.dhs.ca.gov) einsehbar sind.

Auszüge aus dem Bericht zu Gesundheitsrisiken

„Die drei Reviewer stimmen darin überein, dass statistische Studien in der menschlichen Bevölkerung nahe legen, dass es ein Problem geben könnte, während Tierstudien dies überwiegend nicht tun. Wenn es auch wichtige Unterschiede in den Zahlen gibt, die die Reviewer gewählt haben, um ihren Grad an Sicherheit, dass ein Problem bestehen könnte, auszudrücken, so geben die folgenden Feststellungen doch gut den Bereich ihrer Einschätzungen wieder: Es besteht eine mehr als 50prozentige Möglichkeit, dass EMFs zu Hause oder bei der Arbeit ein sehr gering erhöhtes Lebenszeitrisko für Kinderleukämie, Gehirnkrebs bei Erwachsenen und amyotrophischer Lateralsklerose (ALS, Lou Gehrigs Krankheit) verursachen. So wie es dieser Ausdruck impliziert, besteht die Möglichkeit, dass EMF überhaupt keinen Effekt ausüben.“

„Es besteht eine mehr als 50prozentige Möglichkeit, dass EMFs zu Hause oder am Arbeitsplatz ein 5-10 Prozent zusätzlich erhöhtes Risiko für Fehlgeburten verursachen könnten, und erneut impliziert dieser Ausdruck, dass die Möglichkeit besteht, dass EMFs überhaupt keinen Effekt ausüben.“

„Es besteht eine 10-50prozentige Möglichkeit, dass häusliche oder berufliche EMFs verantwortlich für ein gering erhöhtes Lebenszeitrisko für männlichen Brustkrebs, kindlichen Gehirnkrebs, Selbstmord, Alzheimer-Erkrankung oder plötzlichen Herztod sein könnten. So wie es dieser Ausdruck impliziert, besteht die Möglichkeit, dass EMF überhaupt keinen Effekt ausüben.“

„Es ist sehr unwahrscheinlich (2-10prozentige Möglichkeit), aber nicht unmöglich, dass häusliche oder berufliche EMFs verantwortlich für einen sehr kleinen Prozentsatz von Geburtsfehlern, niedrigem Geburtsgewicht, kindlichen Todesfällen oder Krebs allgemein sind.“

„Alle drei Reviewer geben einen Grad an Sicherheit von mindestens 10-50prozentiger Wahrscheinlichkeit an, dass häusliche oder berufliche EMFs verantwortlich für eine 15prozentige Zunahme des Lebenszeitriskos von Erwachsenenleukämie oder weiblichem Brustkrebs sein könnten, und einer gab einen Grad an Sicherheit an, der darüber lag. Die Reviewer verglichen den Umfang der möglichen Risiken von EMFs mit dem Umfang der möglichen Risiken von chemischen oder physikalischen Agenzien, die zur Zeit gesetzlich reguliert sind. (...) Berechnungen legen nahe, dass der Anteil aller Fälle dieser Zustände, für die EMFs verantwortlich sein könnten, sehr gering sein würde.“

„Allerdings, wenn EMFs tatsächlich zu den Ursachen dieser Zustände beitragen, so könnten selbst diese geringen individuellen Risiken an die geringen Anteile an diesen Fällen für die Regulierungsbehörden von Bedeutung sein. In der Tat haben theoretische Risiken, die kleiner als diese sind, wenn sie als real erachtet wurden, regulatorische Bewertungen und manchmal eine regulatorische Kontrolle chemischer Substanzen ausgelöst.“

Bericht zu politischen Maßnahmen

Der Bericht zu den politischen Regulationsmöglichkeiten benennt vier mögliche Handlungsperspektiven. Eine besagt, dass man keine Gelder ausgeben sollte, bevor die Risiken nicht nahezu sicher beurteilt sind. Die zweite betont die Freiheit des Eigentumsrechts vor staatlichen Eingriffen. Eine dritte schlägt Regulierungsmaßnahmen im Namen der sozialen Gerechtigkeit vor, wenn ein kleiner Teil der Bevölkerung besonders empfänglich für Schädigungen ist. Eine vierte, die von Ökonomen verwendet wird, ver-