

ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

17. Jahrgang / Nr. 8

www.elektrosmogreport.de

August 2011

Hochfrequenzwirkung

Mobilfunk- und Radarstrahlung begünstigen Krebswachstum

In dieser Übersichtsarbeit (Review) fassten die Autoren die Ergebnisse epidemiologischer und experimenteller Studien zusammen und kamen zu dem Schluss, dass Mikrowellen, die im Radar- und Mobilfunkbereich Anwendung finden, das Potenzial haben, Krebswachstum zu begünstigen. Die Schlussfolgerung der Autoren ist, dass die Grenzwerte dringend neu überdacht werden müssen und die Bevölkerung aus Vorsorgegründen vor zu hoher Hochfrequenzstrahlung geschützt werden muss. Die Autoren betonen in der Einführung, dass sie nur epidemiologische und experimentelle Arbeiten verwertet haben, die zweifelsfreie Ergebnisse geliefert haben.

Von Radarstrahlung (1–12 GHz, gepulst) sind vor allem bestimmte Berufsgruppen betroffen. Deshalb wurden beim Radar Daten von Beschäftigten bei Militär und Marine in die Auswertung einbezogen. Mobilfunkstrahlung (859–1900 MHz) ist heutzutage die am meisten verbreitete Strahlung weltweit, hierfür wurden epidemiologische Studien mit Menschen, Experimente mit Nagetieren und Zellkulturen herangezogen.

1. Epidemiologische Studien

Bei Menschen, die beruflich Radarstrahlung ausgesetzt sind, findet man einen statistisch signifikanten Anstieg von unreifen roten Blutkörperchen; sie haben zudem eine signifikant verminderte Anzahl von weißen Blutkörperchen und Blutplättchen im Vergleich zu Beschäftigten, die weit von Mikrowellen entfernt arbeiten. Polnische Soldaten, die von 1970–1979 Radarstrahlung ausgesetzt waren, hatten eine 5,5-mal höhere Krebsrate. Der höchste Krebsanstieg war bei blutbildenden und lymphatischen Organen zu sehen: 13,9-fach bei der Chronisch Myeloischen und 8,6-fach bei der Myeloblastischen Leukämie. Die Sterblichkeitsrate bei allen strahlenbelasteten Beschäftigten war signifikant höher als bei unbelasteten: Der Risikofaktor (RF) betrug bei Dickdarm-, Speiseröhren- und Magenkrebs 3,2 und bei Krebs des blutbildenden Systems und lymphatischem Gewebe 6,3. Bei amerikanischem Marinepersonal im Korea-Krieg (1950–1954) war die Krebsrate fast doppelt so hoch wie bei gering belasteten Personen (40 000). Die Streberate bei technischem Flugpersonal, das die höchste Strahlenbelastung hatte, war bis 1974 signifikant höher als bei dem anderen Personal. Auch bei Piloten von normalen Fluggesellschaften ist die Krebsrate erhöht. Die Neuerkrankungsrate beim bösartigen Melanom war 10,2 in Island, in Dänemark waren verschiedene Krebsarten bei Piloten erhöht. In einer Studie an Personal der amerikanischen Luftwaffe wurde festgestellt, dass nicht die ionisierende Strahlung die Ursache dafür ist, sondern die Mikrowellen. Bei deutschem Cockpit-Flugpersonal war die Hirntumorrate um den Faktor 2,1 erhöht, das Krebsrisiko ist

nach 30 Jahren Flugdienst gegenüber weniger als 10 Jahren signifikant erhöht (Risikofaktor 2,2) und Non-Hodgkin-Lymphome um den Faktor 4,2. Es gab keinen Zusammenhang zu ionisierender Strahlung in dieser Kohorten-Studie. Bei 340 Polizisten in Seattle (Washington/USA) war das Verhältnis von festgestellter zu erwarteter Hodenkrebsrate 6,9 zwischen 1979 und 1991. Auch in Kanada gab es bei Polizisten erhöhte Raten für Hodenkrebs und Melanome (RF 1,3 und 1,45). Eine andere Studie unterteilte 87 Radar-Angestellte in Risikogruppen bezüglich der Frequenz (200 kHz–26 GHz) und Strahlungsdichte ($8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ – $300 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). Veränderungen an der Augenlinse standen im Zusammenhang mit der Strahlenbelastung. In anderen Berufen fand man einen RF von 2,6 für Akute Myeloische Leukämien bei Beschäftigten von Radiosendern und Radarstationen und unter 2619 weiblichen Angestellten bei Radiosendern und Telegrafendiensten (405 kHz–25 MHz) gab es erhöhte Brustkrebsraten.

Beim Mobilfunk findet man erhöhte Risiken für bestimmte Hirntumore, wenn Handys oder schnurloses Telefon mehr als 10 Jahre benutzt werden. In mehreren Studien wurden die Risikofaktoren mit 3,1–8,17 angegeben. Es scheint, dass das Risiko umso größer ist je jünger die Nutzer sind. Bei der INTERPHONE-Studie waren die Ergebnisse widersprüchlich. Im gemeinsamen Endpapier der 13 beteiligten Länder haben die Autoren erklärt, dass ein vermindertes Risiko für Gliome und Meningeome bestehe, vielleicht verursacht durch falsche Auswahl der Teilnehmer oder methodische Fehler. Ein anderes Ergebnis zeigte für Meningeome einen RF von 4,8 und für Gliome 3,77 bei Nutzung des Mobiltelefons mehr als eine Stunde täglich. Das entspricht den neuesten Daten, die unter ukrainischen Studenten erhoben worden sind: Unter denen nutzen mehr als die Hälfte das Handy 1 Stunde und über ein Viertel 2 Stunden pro Tag.

Speicheldrüsen sind ein weiterer Angriffspunkt für Mobilfunkstrahlung ohne Freisprecheinrichtung. Eine Studie ergab einen RF von 2,26 und eine ein 4-fach erhöhtes Risiko für bösartige Ohrspeicheldrüsentumore, untersucht im Zeitraum von 1970–2006 in Israel. Die Zahlen für andere Speicheldrüsentumore waren fast gleich geblieben in diesem Zeitraum. In Finnland wurde ein RF von 5,0 für Speicheldrüsenkrebs ermit-

Weitere Themen

Krebs durch Mobilfunk, S. 2

Zwei epidemiologische Arbeiten aus England und Brasilien mit unterschiedlichem Ansatz kommen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen.

Strahlenschutz in Deutschland, S. 3

Eine neue Veröffentlichung beschreibt die politische Situation in Deutschland bezüglich des Strahlenschutzes und des Umgangs mit wissenschaftlichen Ergebnissen.

telt unter allen finnischen Mobilfunkvertragspartnern nach 1–2 Jahren der Mobilfunknutzung im Vergleich zur Kontrollbevölkerung. Die Risikofaktoren für Non-Hodgkin-Lymphome von T-Zellen, Hautkrebs und Leukämien liegen zwischen 1,6 und 6,1; für Melanome einer Augenschicht (Uvea) wurde ein RF von 4,2 in Deutschland ermittelt bei Personen, die sicher oder wahrscheinlich Mobilfunkstrahlung ausgesetzt waren; für Hodenkrebs 1,8 bei 542 Männern in Schweden, die das Handy in der Hosentasche getragen haben.

Untersuchungen zu **Mobilfunk-Basisstationen** gibt es wenige, eine ist von 2003–2006, eine andere von 1994–2004 in Deutschland. Da waren die Risikofaktoren 1,26 von 1994–1998 und 3,11 von 1998–2004; das ist in der 2. Periode statistisch signifikant, sowohl im Vergleich zu den Personen, die weiter weg wohnen als auch zu den erwarteten Werten. In einer israelischen Stadt fand man bei 622 Personen innerhalb von 350 m zu einer Basisstation (850 MHz 1500 Maximalleistung) im Vergleich zu 1222 Personen aus anderen Bereichen ein 4,15-fach erhöhtes Krebsrisiko in der Region der Basisstation im Vergleich zu anderen Regionen in der Stadt. Relative Krebsraten bei Frauen waren mit RF 10,5 nah an der Basisstation signifikant gegenüber 0,6 in der Kontrollregion und 1 für die gesamte Stadt. Französische und spanische Forscher ermittelten innerhalb von 300 m zu einer Basisstation signifikant erhöhte Raten von Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schlafstörungen und Depressionen im Vergleich zu entfernteren Bereichen.

2. Experimente mit Nagetieren zur Krebsentwicklung

Ein Experiment mit 100 Ratten, die 2 Jahre lang 21,5 Stunden/Tag einer 2,45-GHz-Strahlung ausgesetzt (8 Hz moduliert, 0,4 W/kg) waren, ergab einen starken Anstieg von Krebs mit dem Faktor 3,6 (Auftrag der US-Luftwaffe). In anderen waren Lymphome 4,5-fach, Leberkarzinome 3-fach, Eierstockkrebs 5-fach, gutartige Nebennieren-Tumoren sogar 7-fach erhöht gegenüber den Kontrolltieren. In einer anderen Studie entwickelten Brustkrebs-Mäuse die Tumoren früher als die Kontrolltiere. Bei einer Studie war die Tumoranzahl nach 900-MHz-Bestrahlung mehr als doppelt so hoch.

3. Experimente an Zellkulturen zum Zellstoffwechsel

Die Bildung von **freien Radikalen, ROS und Stickstoffoxid** zeigt einen signifikanten Anstieg bei nicht-thermischen Intensitäten, in vivo und in vitro. Mikrowellen können eine signifikante Überproduktion von ROS in Mitochondrien von Spermienzellen bei nicht-thermischen Intensitäten hervorrufen mit einhergehender Reduktion der Beweglichkeit und Vitalität. Das bedeutet, Mikrowellen können oxidativen Stress in Zellen erzeugen, wodurch das Krebswachstum angeregt wird. Neuerdings wurde erkannt, dass ROS bestimmte intrazelluläre Kaskaden in Gang setzen (als second messenger) und normale Zellen in Krebszellen umwandeln können (onkogene Transformation).

DNA-Schädigung durch niedrige Intensitäten von Mikrowellenstrahlung wurde in über 50 Studien untersucht, ebenfalls in vivo und in vitro, meistens mit dem alkalischen Komet-Test. Die Experimente ergaben bei geringen Intensitäten einen statistisch signifikanten Anstieg von doppel- und Einzelstrang-DNA-Strangbrüchen bei Menschen, Tieren und Zellkulturen. Kürzlich wurde oxidative DNA-Schädigung in menschlichen Spermien durch Bildung von 8-hydroxi-2-deoxyguanosine (8-OH-dG) unter nicht-thermischer Mikrowellenbestrahlung in vitro belegt. DNA-Mutationen sind entscheidende Faktoren in der Krebsentwicklung und erhöhte Konzentrationen von 8-OH-dG findet man in vielen Tumoren. So ist es wahrscheinlich, dass Mikrowellen oxidative DNA-Schädigung einleiten, ein sehr wichtiges Signal für Studien zur Risikoabschätzung.

Beim **Enzym Ornithindecaboxylase (ODC)** gibt es signifikante Veränderungen nach Mikrowelleneinwirkung. Das En-

zym ist an Zellwachstum und -differenzierung beteiligt und seine Aktivität ist in Tumorzellen erhöht. Die Überexpression reicht nicht aus, um Transformation von normalen Zellen zu Tumorzellen zu bewirken, die erhöhte Aktivität führt aber bei vorhandenen Tumorzellen zur Wachstumsbeschleunigung.

Schlussfolgerung: In dieser Arbeit werden Beweise für die Krebs erregende Wirkung von Mikrowellen geringer Intensität aufgezeigt. Sowohl epidemiologische als auch experimentelle Daten ergaben, dass zumindest unter bestimmten Bedingungen die Langzeiteinwirkung zu Tumorentwicklung führen kann, insbesondere die Wachstumsbeschleunigung des schon entstandenen Tumors. Eine Einschränkung in Militär- und -Risiko-Studien zum Mobilfunk ist das Fehlen von genauen Dosis-Messungen. Die ziemlich lange Expositionszeit von etwa 10 Jahren der Mobilfunkkommunikation kann als potenzieller Faktor für die Begünstigung des Krebswachstums angesehen werden, unterhalb der Grenzwerte. Bei Experimenten mit Nagetieren wurden die Intensitäten der Mikrowellen exakt gemessen und bei den meisten waren sie unterhalb der Grenzwerte, und die meisten zeigten nach Langzeitbehandlung (bis zu 24 Monate) Krebs erregende Wirkung. Es gibt somit genügend überzeugende Daten dafür, dass Langzeiteinwirkung der Mikrowellen Krebsentwicklung fördern kann. Die ICNIRP-Empfehlungen und Grenzwerte einiger Staaten müssen deshalb überarbeitet und weitere unabhängige Forschung muss durchgeführt werden.

Quelle: Yakymenko I, Sidorik E, Kyrylenko S, Chekhun V (2011): Long-Term Exposure to Microwave Radiation Provokes Cancer Growth: Evidences from Radars and Mobile Communication Systems (Review). *Experimental Oncology* 33, 62–70

Mobilfunkforschung

Krebsraten durch Mobilfunk in England und Brasilien

Zwei epidemiologische Arbeiten in zwei Ländern, zwei verschiedene Ansätze. In dem einen Fall (England) gab es keinen Anstieg der gesamten Tumorraten, weder in beiden Geschlechtern noch in einer bestimmten Altersgruppe. In Brasilien dagegen wurden erhöhte Krebsraten festgestellt, je näher man an Mobilfunk-Sendeanlagen wohnt und je höher die Feldbelastung ist.

1. Erkrankungsraten für Hirntumore in England

In England ist die Nutzung von Mobiltelefonen seit den frühen 1990-er Jahren, als die ersten digitalen Mobiltelefone eingeführt wurden, ständig gestiegen. Wenn ein erhöhtes Hirntumormorrisiko durch Mobiltelefonieren besteht, müsste man gestiegene Zahlen von Hirntumoren feststellen können. Das wurde hier anhand der registrierten Krebsfälle in den Jahren 1998–2007 untersucht. Um die Altersabhängigkeit der Krebs-Neuerkrankungen feststellen zu können, wurden die Daten vom englischen Statistischen Landesamt in London ausgewertet. Alle Krebsfälle waren histologisch bestätigt. Es wurde nach Altersgruppen unterschieden, weil man davon ausging, dass jüngere Leute empfindlicher sind und weil das Nutzungsverhalten anders ist. Außerdem wurden die anatomischen Bereiche am Kopf getrennt berechnet.

Man fand keine statistisch signifikante Veränderung in der Inzidenz bei Hirntumoren bei Männern und Frauen zwischen 1998 und 2007, und auch nicht bei den Altersgruppen, obwohl die Inzidenz unterschiedlich war. Die Untersuchung der Zeit-Trends zeigen geringen, aber „systematischen“ Anstieg bei Tumoren des Schläfenlappens bei Frauen und Männern; im