

der Psychologischen Fakultät der Universität Utah in Salt Lake City ist das Unfallrisiko auch mit einem Headset um das Vierfache erhöht. Grund dafür ist, dass sich der Fahrer in Gedanken bei seinem Gesprächspartner befindet und sich deshalb nur eingeschränkt auf den Straßenverkehr konzentrieren kann. Nach ersten Veröffentlichungen im Sommer 2001 konnten die Wissenschaftler nun diese Aussage in einer aktuellen Studie bestätigen.

Die Verwendung von Freisprechanlagen, wie sie in vielen Ländern vorgeschrieben ist, senkt das Unfallrisiko beim Mobiltelefonieren während es Autofahrens vermutlich nur wenig.

**Quelle:** www.wissenschaft.de vom 29. Januar 2003.

## Zellstudien

# Handy-Strahlung und Chromosomen-Veränderungen

**Auf der letzten Tagung der Bioelektromagnetischen Gesellschaft vom 23. bis 27 Juni 2002 in Quebec (Kanada) wurden drei Arbeiten zur Wirkung von Handystrahlung auf Einzeller bzw. weiße Blutkörperchen vorgestellt, die zu widersprüchlichen Ergebnissen führten. Eine der Studien, die eine Instabilität der Chromosomen aufgrund von Mobilfunkstrahlung ermittelte, wurde nun in der Zeitschrift Bioelectromagnetics publiziert.**

Während eine amerikanische Arbeitsgruppe keine Wirkungen von Handystrahlung auf das genetische Material feststellen konnte, beobachtete eine französische Gruppe einen schützenden und eine israelische Gruppe einen schädlichen Effekt.

McNamee und Mitarbeiter untersuchten Kulturen weißer Blutkörperchen (Lymphozyten), die 2 bzw. 24 Stunden einem 1,9 GHz-Feld in einer Stärke bis zu 10 W/kg ausgesetzt waren. Weder kontinuierliche noch amplitudenmodulierte Strahlung mit einer Frequenz von 50 Hz verursachte messbare Veränderungen des genetischen Materials.

Perrin und Kollegen aus Frankreich präsentierten Ergebnisse ihrer Studien an einem Bakterium (*Salmonella typhimurium*). Danach unterschied sich die Wirkung kontinuierlicher und gepulster 2,5 GHz-Felder. Während die kontinuierlichen Felder mit SAR-Werten von 3 W/kg nach 16-stündiger Bestrahlung keine Änderung der Mutationshäufigkeit verursachten, resultierte die Befeldung mit gepulster Strahlung (217 Hz) in messbaren Effekten auf chemisch induzierte Mutationen, die als "schützend" charakterisiert wurden.

Die dritte Arbeitsgruppe, Mashevich und Kollegen von der Universität von Tel Aviv, hatte - wie die amerikanische Gruppe - menschliche Lymphozyten als Forschungsobjekt verwendet. Allerdings unterschieden sich Expositionsdauer und Strahlungsfrequenz. Die israelische Gruppe verwendete eine kontinuierliche 830-MHz-Strahlung bei verschiedenen spezifischen Absorptionsraten zwischen 1,6 und 8,8 W/kg für eine Expositionsdauer von 72 Stunden. Bei den höchsten SAR-Werten trat eine Erwärmung der Lymphozytenkulturen auf, die jedoch mittels Thermostat in einem Temperaturbereich zwischen 34,5 und 37,5 °C gehalten wurde. Die Forscher beobachteten eine SAR-abhängige lineare Zunahme der Aneuploidie, einen Verlust an genetischem Material im Verlaufe der Zellteilungen. Ab SAR-Werten von 8,3 W/kg traten signifikante Effekte auf. Kontrolluntersuchungen ohne HF-Strahlung in Temperaturbereichen zwischen 34,5 und 37,5 °C wiesen nach, dass eine erhöhte Temperatur nicht mit den beobachteten Wirkungen auf das genetische Material verbunden war. Nach Auffassung der Autoren beweist diese Beobachtung, dass die genotoxische Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung durch

einen nicht-thermischen Mechanismus vermittelt wird. Zudem sei bekannt, dass Aneuploidie das Krebsrisiko erhöhe.

**Kommentar:** Bei Grundlagenforschung stellt sich immer die Frage nach der Übertragbarkeit auf reale Lebenssituationen, während bei epidemiologischer Forschung immer die Frage nach den Wirkmechanismen, die die Beobachtungen erklären können, und nach möglichen nicht erfassten Einflussfaktoren, die Kausalitäten vorgaukeln können, wo in der Wirklichkeit keine sind, auftaucht. Besonders bei der Erforschung biologischer Wirkungen elektromagnetischer Felder werden zudem immer wieder scheinbar widersprüchliche Ergebnisse erhoben, die auch nach mehr als 20 Jahren kein klares Bild ergeben. Dies gilt für Hirnkrebsstudien, Wirkungen auf das Hormon Melatonin und auch auf Zellkulturen, um nur einige Themen zu nennen. Diese Widersprüche bleiben weiterhin der Garant für Dissonanzen in der Bewertung der Datenlage. Wer sich immer die seinem Weltbild entsprechenden Studien und Interpretationen herauspickt, darf sich immer bestätigt sehen. Die Lymphozyten im lebenden menschlichen Organismus sind keine Lymphozytenkulturen, aber es ist doch bemerkenswert, dass in zwei der drei Studien nicht-thermische Wirkungen durch hochfrequente Felder auf das genetische Material dieser weißen Blutkörperchen beobachtet wurden. Und was lehrt uns das? Es lehrt uns, dass wir weiter nach der Beantwortung unbeantworteter Fragen suchen sollten.

**Franjo Grotenhermen**

## Quellen:

- Glaser R. Bericht über die 24. Jahrestagung der Bioelectromagnetics Society. Newsletter der Forschungsgemeinschaft Funk. 2002;10(2/3):6-19.
- Mashevich M, Folkman D, Kesar A, Barbul A, Korenstein R, Jerby E, Avivi L. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. Bioelectromagnetics 2003; 24(2):82-90.

## Recht

# Versicherungen und mögliche Gesundheitsgefahren durch Handys

**Eine Gesundheitsschädlichkeit von Handys oder von Mobilfunk-Antennen kann bisher wissenschaftlich weder bewiesen noch ausgeschlossen werden. Sollte der Beweis einer Schädlichkeit je geführt werden können, wären neben Handy-Herstellern und Netzbetreibern auch die Versicherungen gefordert.**

Die Frage der potenziellen Gesundheitsschädigung beschäftigt weltweit viele Wissenschaftler, vor allem in Skandinavien und England. Was bei solchen Untersuchungen herauskommt, interessiert nicht zuletzt die Versicherungswirtschaft. Bei der Schweizer Versicherung „Swiss Re“ wird die wissenschaftliche Arbeit auf diesem Gebiet überaus aufmerksam verfolgt.

Grund für dieses Interesse sind mögliche Haftpflichtansprüche, die sich aus von Handys oder Mobilfunk-Antennen verursachten Personenschäden ergeben könnten. Für das Geltendmachen der Haftpflicht müsste ein Kausalzusammenhang zwischen Ursache und Wirkung, also zwischen Strahlung und Gesundheitsschädigung, bewiesen werden können. Bis heute kann eine solche Kausalwirkung naturwissenschaftlich nicht nachgewiesen werden. Daher ist das Problem versicherungstechnisch noch nicht relevant. Die meisten Versicherer ge-

währen daher in diesem Bereich ihre Deckung bis jetzt ohne Einschränkung.

Dies kann sich aber schon bald ändern. Dabei geht es aus der Sicht der Versicherer nicht allein um die Möglichkeit, dass neue wissenschaftliche Erkenntnisse einen Wirkungszusammenhang zweifelsfrei herstellen könnten, sondern auch um juristische Fragen. Swiss Re macht eine vierteljährliche Erhebung der in den Vereinigten Staaten anhängigen Rechtsfälle auf diesem Gebiet. Auf Grund des Case Law haben Urteile dort eine rechtsetzende Wirkung mit einer gewissen Ausstrahlung auch auf den Rest der Welt. Sollte also beispielsweise ein amerikanischer Richter einem Kläger, der sich durch Strahlen in seiner Gesundheit geschädigt fühlt, Recht geben, weil er den Kausalzusammenhang mit großer Wahrscheinlichkeit als gegeben ansieht (Vermutungshaftung), könnte dies einem Dammbruch gleichkommen. Die Konsequenzen könnten nicht nur für die Handy-Hersteller, sondern auch für Mobilfunk-Gesellschaften und die Versicherer überaus kostspielig sein. Letztere müssten in Bezug auf die Definition des Haftpflichttrisikos und die Prämien über die Bücher gehen.

Aus der Sicht der Versicherer käme ein solcher Vorfall einer „Änderung der Spielregeln während des Spiels“ gleich. Damit müssen sie grundsätzlich immer einmal rechnen, nicht nur was die Rechtsprechung (man könnte vom Richter-Risiko sprechen) betrifft, sondern auch in Bezug auf die Rechtsetzung. Gegen Letzteres lässt sich immerhin die «Acts in force»-Klausel einsetzen, die besagt, dass die Versicherungsdeckung auf der zurzeit geltenden Rechtsordnung basiert. Gleichwohl müssen sich die Versicherer ständig dem Änderungsrisiko stellen, das nicht nur juristische und naturwissenschaftliche, sondern auch soziologische und gesellschaftspolitische Wurzeln haben kann. Sollte sich die - selbst wissenschaftlich nicht bewiesene - Einschätzung durchsetzen, dass von Antennen und/oder Handys sehr wohl eine Gesundheitsschädigung ausgeht, so wird das alle Mitspieler auf dem Feld berühren.

**Quelle:** Neue Züricher Zeitung vom 10. Dezember 2002.

## Niederfrequenz

# Hochspannungsleitungen bremsen Wachstum von Weizen

**Direkt unter Hochspannungsleitungen liefert Weizen im Schnitt sieben Prozent weniger Ertrag. Zu diesem Ergebnis kommen österreichische Wissenschaftler in einer Feldstudie, die sie in der Fachzeitschrift Bioelectromagnetics vorstellten.**

Die Forscher um den Agrarwissenschaftler und Bodenkundler Gerhard Soja vom Österreichischen Forschungszentrum (ARC) in Seibersdorf hatten fünf Jahre lang Versuchsflächen mit einheitlicher Bodenqualität beobachtet. Die Flächen lagen zwischen zwei und vierzig Meter von einer 380-Kilovolt-Überlandleitung entfernt. Die mittlere elektrische und magnetische Feldstärke betrug im Abstand von 40, 14, 8 und 2 m zwischen 0,2 und 4,0 kV/m bzw. zwischen 0,4 und 4,5  $\mu$  T. Während der Vegetationsentwicklung wurden Proben zur Beurteilung der Wachstumsraten entnommen sowie in regelmäßigen Abständen die Mikroorganismen im Boden untersucht. Zum Zeitpunkt der physiologischen Reife wurde der Getreide- und Strohertrag bestimmt.

Es wurde kein Effekt der elektromagnetischen Feldexposition auf die mikrobielle Biomasse im Boden festgestellt. Die Versuchsflächen, die den Stromleitungen und ihren elektromagnetischen Feldern am nächsten lagen, brachten im Mittel der fünf Jahre allerdings im Durchschnitt einen um sieben Prozent geringeren Weizenertrag als die weiter entfernten Felder ( $p < 0,10$ ). In trockenen Jahren war der Unterschied besonders stark ausgeprägt. Es gab keine relevanten Unterschiede beim Ertrag an Mais. Im Vergleich zu natürlichen

Einflüssen wie der jährlichen Variation des Klimas und der Bodenqualität sei die Wirkung der elektromagnetischen Felder von Stromleitungen allerdings gering, schreiben die Wissenschaftler.

**Quelle:** Soja G, Kunsch B, Gerzabek M, Reichenauer T, Soja AM, Rippa G, Bolhar-Nordenkampf HR. Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.) near a high voltage transmission line. *Bioelectromagnetics* 2003;24(2):91-102.

## Mobilfunk-Technik

# Feldversuch mit kleinen Mobilfunkzellen

BT Wholesale, ein Teil der British Telecom (BT), beginnt im walisischen Cardiff einen Feldversuch, bei dem die großen und auffälligen Antennen für die Versorgung der Mobilfunknetze durch kleine, weniger ins Auge fallende Modelle ersetzt werden sollen. Hintergrund ist offenbar der zunehmende Aufwand bei der Suche nach Antennen-Standorten in Städten, wenn relativ große Zellen versorgt werden sollen, und die zunehmende Diskussion über Elektromog. Die kleineren Zellen sollen nicht nur einem einzelnen Mobilfunkbetreiber, sondern allen Anbietern zur Verfügung stehen, so dass sich damit auch Doppel-Installationen auf den gleichen Funkfrequenzen auf ein Minimum beschränken lassen.

Der Feldversuch will Erkenntnisse über die Versorgung wesentlich kleinerer Funkzellen mit Sendern kleiner Leistung gewinnen. BT spricht von maximalen Sendeleistungen von 2 Watt. Solche Antennen könnten dann in Telefonzellen oder auf Laternenmasten versteckt werden - gleichzeitig nimmt natürlich die Strahlungsenergie im Nahfeld solcher Antennen ebenso drastisch ab. Bei herkömmlichen Funkzellen sind Sendeleistungen von 80 bis 200 Watt üblich.

Ein Vorteil für die Netzbetreiber könnte darin bestehen, dass sie bei der Suche nach Antennen-Standorten nur mit der kommunalen Verwaltung und nur in Ausnahmefällen mit privaten Grundstücks-Eigentümern verhandeln müssen. Aus den kleinen Funkzellen ergibt sich als technischer Nebeneffekt die bessere Lokalisierbarkeit von Handys, was der Forderung US-amerikanischer Behörden nach genauer Positionsbestimmung bei Notrufen entgegen kommt.

## Quellen:

- c't newsticker vom 3. November 2002 ([www.heise.de/newsticker/data/roe-03.11.02-001/](http://www.heise.de/newsticker/data/roe-03.11.02-001/))
- [www.btwholesale.com](http://www.btwholesale.com).

## Epidemiologie

# Magnetfelder und Selbstmord

In einer neuen Studie wurde ein schwacher Zusammenhang zwischen Selbstmordrate und beruflicher Exposition mit elektromagnetischen Feldern gefunden. Die Studienpopulation bestand aus 11.707 Selbstmordtoten und 132.771 geeigneten Kontrollpersonen aus US-Daten über Todesbescheinigungen der Jahre 1991 und 1992. Die Expositionsabschätzung wurde anhand der Berufstätigkeit vorgenommen, die auf den Todesbescheinigungen angegeben war. Das relative Risiko war im Alter zwischen 20 und 35 mit 1,5 am höchsten.

Der gleiche Autor hatte bereits im Jahre 2000 eine Studie zum Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und dem Selbstmordrisiko vorgelegt und dabei relative Risiken von etwa 1,5 für die am höchsten exponierte Gruppe ermittelt. Damals hatte er jedoch die Daten von nur etwa 500 Selbstmordtoten und 5.000 Kontrollen analysiert. Auch hier waren die jüngeren Kollektive betroffen,