

nen haben ein erhöhtes Risiko, deutlicher bei niederfrequenten Feldern als bei Hochfrequenz. Signifikant erhöht war das Risiko für Meningeome durch Niederfrequenzfelder. Auch im privaten Bereich war das Risiko für Meningeome erhöht bei Personen, die in der Nähe einer Hochspannungsleitung wohnen. Ein Zusammenhang zwischen Hirntumoren und Mobilfunk konnte aufgrund der geringen Zahlen von Menschen, die beruflich der Hochfrequenz ausgesetzt waren, nicht gezeigt werden.

Zur Stichhaltigkeit der Studie weisen die Autoren darauf hin, dass möglicherweise einige Tumoren nicht erfasst wurden, vor allem bei älteren Leuten, weil über sie weniger Daten vorhanden sind. Allerdings waren ältere Leute auch nicht so sehr den Feldern ausgesetzt, da der Gebrauch von so vielen technischen Geräten sich erst in den letzten Jahrzehnten entwickelt hat. Die Beteiligung von Personen mit einer aggressiven Form des Hirntumors (Gliome und Lymphome) war gering. Insofern könnten die Berechnungen des Risikos in dieser Studie sogar unter der wahren Rate liegen.

Wichtig ist, so die Autoren, nicht nur Hirntumoren als Gesamtes epidemiologisch zu untersuchen, sondern die einzelnen Tumorarten einzeln zu betrachten. Auch wenn die Zahl der Fälle begrenzt ist, kann man doch den Zusammenhang zwischen Niederfrequenzfeldern und Meningeomen feststellen. Es gibt noch zu wenige epidemiologische Untersuchungen an Erwachsenen, denn in den letzten Jahren wird alle Aufmerksamkeit dem Mobilfunk gewidmet. Kürzlich gab es eine norwegische Studie, die ein erhöhtes Risiko für Meningeome bei Erwachsenen, die in der Nähe einer Hochspannungsleitung wohnen und wo  $0,2 \mu\text{T}$  überschritten waren, die fand eine Risikofaktor von 2,1 (0,8–5,5). Für Gliome war das Risiko 1,3 (0,6–2,6). Eine Studie, die die Auswirkungen von elektrischen Geräten am Kopf untersuchte, fand eine enge Beziehung zwischen elektrischen Rasierapparaten und Meningeomen (OR 10,9; 2,3–50), wenn die Zahl auch nur 35 betrug und es noch keine weitere Studie gibt, die das bestätigen könnte. Meningeome sind bei Kindern sehr selten, bei Frauen häufiger als bei Männern (38 bzw. 20 % der Tumoren im Gehirn. Epidemiologische Studien mit Kindern gibt es im Zusammenhang mit Wohnungen, für Männer im beruflichen Bereich, aber über Frauen gibt es kaum Daten. Demnächst wird es Ergebnisse einer in Arbeit befindlichen Studie mit 596 Hirntumorfällen, davon 218 Meningeome, in Frankreich geben.

#### Quelle:

Baldi I, Coureau G, Jaffé A, Gruber A, Ducamp S, Provost D, Lebailly P, Vital A, Loiseau H, Salamon R (2011): Occupational and residential exposure to electromagnetic fields and risk of brain tumors in adults: a case-control study in Gironde, France. *International Journal of Cancer*, DOI: 10.1002/ijc.25765

### Mobilfunkforschung an Tieren

## Mobilfunk beeinträchtigt die Reproduktion bei Ratten

**Um die Wirkung von gepulster 900-MHz-Strahlung (0,9 W/kg) auf die Fruchtbarkeit bei männlichen Ratten festzustellen, wurden Radikalbildung, Antioxidans-Enzyme, Malondialdehyd (MDA), Histon-Kinase, Mikrokern-Bildung, Zellzyklus und ROS-Produktion untersucht.**

Je 6 Ratten wurden 2 Stunden pro Tag 35 Tage mit 900 MHz bestrahlt (SAR 0,9 W/kg) bzw. scheinbestrahlt. Die Experimente wurden im Blindverfahren durchgeführt. Die Bildung von freien Radikalen war signifikant gesteigert in den be-

strahlten Tieren. Die Aktivität von Glutathion-Peroxidase und Superoxid-Dismutase wurden vermindert (2,38 bzw. 4,13 nmol/min/ml und 150 bzw. 199 U/ml), während Katalase und Malondialdehyd anstiegen (9,81 bzw. 6,86 nmol/min/ml und 0,16 bzw. 0,08). Der Anstieg von MDA ist ein Hinweis auf Membranschädigung. Die Histon-Kinase-Aktivität zeigte signifikante Abnahme in der bestrahlten Gruppe. Eine signifikante Veränderung im Zellzyklus der Spermienzellen war zu sehen in der  $G_0/G_1$ - und der  $G_2/M$ -Phase. Das passt zur Abnahme der Histon-Kinase-Aktivität. Besonders gravierend waren die Unterschiede in der M1-Phase (Apoptose): Bei der Kontrolle 18,63 und den bestrahlten Proben 31,90; P-Wert 0,005). Bei der Anzahl der Mikrokerne im peripheren Blut waren ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen zu sehen (PCE/NCE 0,67 bzw. 1,36).

Schon seit 1943 ist bekannt, dass ROS (reaktive Sauerstoff-Substanzen) eine schädigende Wirkung auf Spermien haben, und es ist heute allgemein akzeptiert, dass ROS-Überproduktion mit Unfruchtbarkeit einhergeht. ROS können viele Biomoleküle schädigen: DNA, Enzyme, Fette und Proteine. Die Studie zeigt, dass die 900-MHz-Strahlung die Bildung von freien Radikalen steigert, was gesteigerte Lipidperoxidation hervorruft und die Aktivität von antioxidativen Enzymen verändert. Dadurch entsteht oxidative Schädigung in den Spermienzellen. Die oxidative Schädigung hängt somit von vielen Faktoren ab. Die Ergebnisse von Antioxidanzien, Malondialdehyd, Phosphorylierung der Histone-Kinase, Mikrokernbildung und Zellzyklus liefern klare Hinweise auf Unfruchtbarkeit, ausgelöst durch eine Überproduktion von ROS. Daraus lässt sich schließen, dass Hochfrequenzstrahlung von im Handel erhältlichen Mobiltelefonen die Befruchtungsfähigkeit von Spermien beeinträchtigt. Die Autoren stellen die komplexen Vorgänge in einem Schema dar. Am Anfang steht die Radikalbildung durch Hochfrequenzeinwirkung auf den ganzen Körper, die ROS-Überproduktion kommt in Gang und freie Radikale werden gebildet, daraus resultieren verschiedene Veränderungen des Stoffwechsels und am Ende steht die Unfruchtbarkeit. Kurz gesagt: Die Überproduktion von ROS, ausgelöst durch die 900-MHz-Strahlung, aktiviert Antioxidans-Enzyme und das führt zu Unfruchtbarkeit.

#### Quelle:

Kesari KK, Kumar S, Behari J (2011): Effects of Radiofrequency Electromagnetic Wave Exposure from Cellular Phones on the Reproductive Pattern in Male Wistar Rats. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, DOI 10.1007/s12010-010-9156-0

### Gesellschaft und Recht

## „Illegale Bestrahlung“ der Wohnung

Die Bestrahlung der Wohnung sei illegal, das sagte der ehemalige Richter am Verwaltungsgericht Freiburg, Bernd I. Budzinski, in einem Vortrag in der Volkshochschule Konstanz, nachzulesen in der Zeitung Südkurier am 15.01.2011, die im Gebiet von Konstanz und Bodensee vertrieben wird. „Mobilfunkbetreiber haben kein Recht, das Innere von Wohnräumen einer Dauerbestrahlung auszusetzen“, meint er, denn dafür fehlten die gesetzlichen Grundlagen und es sei ein „Verstoß gegen Freiheits- und Selbstbestimmungsrechte“. Aus dem Grundgesetz lasse sich ein Auftrag für die Grundversorgung im Freien ableiten, nicht aber für die Wohnung. Der ehemalige Richter spricht deshalb von der „illegalen Indoorversorgung“. Der Bewohner habe keine Möglichkeit, sich den Feldern zu