

Neues aus der Wissenschaft

Die folgenden Beiträge beziehen sich auf neuere wissenschaftliche Originalarbeiten zur Wirkung hochfrequenter Felder des Mobilfunks. Die Auswahl der Publikationen ist vom Autor selbst getroffen und durch sein subjektives Urteil der Relevanz bestimmt.

Roland Glaser



Eine wichtige Übersichtsarbeit:

James R. Jauchem (Air Force Research Laboratory, San Antonio, USA), ein Autor vieler Publikationen auf diesem Gebiet, referiert kritisch und detailliert die Ergebnisse der Forschung von 1998 bis 2006 über mögliche Wirkungen schwacher HF-Felder (3 kHz - 300 GHz) auf verschiedene immunologische, genetische und physiologische Funktionen des Menschen; eine Fortsetzung seiner vorherigen Zusammenfassung der Forschung zwischen 1995 und 1998. Ausgewertet werden lediglich Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften, nicht hingegen Tagungsberichte, Firmenprospekte und „gray literature“. Zusammenfassende Tabellen erleichtern die Übersicht. Dabei wird zwischen berufsmäßiger Exposition und solcher des Alltags unterschieden, und selbst natürliche Faktoren, wie z.B. Atmospherics, finden Berücksichtigung. In der Mehrzahl der Untersuchungen konnten keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Zumindest im Alltagsgebrauch der HF-Technik sind die gefundenen Veränderungen, soweit sie überhaupt eindeutig der Wirkung der Felder zuzuschreiben sind, als gesundheitlich nicht relevant einzuschätzen. Im Einzelnen werden Fehlerquellen und methodische Grenzen aufgezeichnet. Bei epidemiologischen Untersuchungen betrifft dies insbesondere Dosimetrie, Confounder und generell die Zuverlässigkeit der durch Interviews erhobenen Daten. Bezüglich experimenteller Untersuchungen wird das Gesamtbild dadurch verzerrt, dass Untersuchungen mit „Null-Resultaten“ häu-

fig gar nicht erst publiziert werden; ein Umstand, der sich in den letzten Jahren allerdings etwas gebessert hat.

Jauchem, J. R.: Effects of low-level radio-frequency (3 kHz to 300 GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems. A review of the recent literature. Int. J. Hyg. Environ. Health. (2007) 211, 1-29.

Jauchem, J. R.: J. Microw. Power Electromagn. Energy (1998) 33, 263.



Einfluss auf Gen- und Proteinexpression

„Nicht-thermische“ Expression von Hitzeschockproteinen in menschlichen Epithelzellen der Augenlinse?

Eine chinesische Arbeitsgruppe, die bereits im Jahre 2002 über feldbedingte Störungen in Zellen der Augenlinse von Kaninchen berichtete, publizierte jetzt Resultate molekular-biochemischer Analysen an Kulturen einer entsprechenden Linie menschlicher Epithelzellen (SRA 01/04 HLECs, RIKEN Cell Bank, Kobe). Die Kulturen wurden zwei Stunden einem GSM-gepulsten 1800 MHz Feld ausgesetzt (sXc-1800 System, Zürich) mit SAR-Werten in der Zell-Schicht von 1,0; 2,0 und 3,5 W/kg. Nicht bei der niedrigsten, jedoch bei den beiden höheren Expositionsraten konnte durch Proteinanalysen eine erhöhte Expression eines Hitzeschockproteins (HSP70) und des heterogenen Nuclear-Ribonucleoproteins K (hnRNP K) festgestellt werden. Diese Effekte werden als „nicht-thermisch“ bezeichnet, ohne auf mögliche Temperaturänderungen während der Exposition einzugehen. Leider wird auch gleich die

mögliche Gefahr der Katarakt-Bildung beschworen, ohne auf die inzwischen vorliegenden Tierversuche einzugehen, die diesbezüglich negativ ausgefallen sind.

Li, H. W.; Yao, K.; Jin, H. Y.; Sun, L. X.; Lu, D. Q. and Yu, Y. B.: Proteomic analysis of human lens epithelial cells exposed to microwaves. Japan. J. Ophthalmol. (2007) 51, 412-416.

Ye et al.: Chin Med J (Engl) (2002) 115, 1873.

Weder HSP-Expression noch DNA-Schäden durch GSM-1817 MHz-Felder in menschlichen Trophoblasten. Diese Zellen zeichnen sich durch eine hohe Proliferationsrate, Empfindlichkeit gegenüber physiologischen Bedingungen sowie externen Stimuli aus und eignen sich deshalb besonders für Untersuchungen möglicher Einflüsse von HF-Feldern. Man verwendete die Zelllinie HTR-8/SVneo und setzte diese in einem Wellenleiter-Expositionssystem (IT'IS Foundation, Zürich) einem 217 Hz-gepulsten Feld aus (1 Stunde, SAR = 2 W/kg). Eine Ventilation sorgte für Temperaturkonstanz im Bereich von 0,1 °C. Parallel wurden neben Scheinbefeldung und Brutschrankkontrollen noch Positivkontrollen angesetzt: einmal durch einstündige Inkubation bei 43 °C, zum anderen durch Zusatz von Wasserstoffperoxid. Im Gegensatz zu diesen konnte bei den HF-exponierten Proben keine Expression von Hitzeschockproteinen (HSP70, HSC70) unmittelbar nach Exposition bzw. ein oder zwei Stunden danach und auch nicht die Aktivierung der entsprechenden Gene nachgewiesen werden. Auch zeigte der Komet-Assay zwar deutliche DNA-Bruchstücke unter dem Einfluss von 0,5 mM H₂O₂, nicht jedoch nach der HF-Exposition. Die Autoren diskutieren ausführlich die widersprüchlichen Ergebnisse der Literatur und halten weitere Untersuchungen für erforderlich.

Valbonesi, P.; Franzellitti, S.; Piano, A.; Contin, A.; Biondi, C.; Fabbri, E.: Evaluation of HSP70 expression and DNA damage in cells of a human trophoblast cell line exposed to 1.8 GHz amplitude-modulated radiofrequency fields. Radiat. Res. (2008) 169, 270-279.

Wie zuverlässig sind die Aussagen von Genomics- und Proteomics-Forschung? Die computergestützte Analytik hat uns im letzten Jahrzehnt HTST-Methoden (**H**igh-**T**hroughput **S**creening **T**echniques) beschert, die es durch einen hohen Automatisierungsgrad in kleinsten Probenmengen erlauben, Tausende, ja Zehntausende von Proteinen gleichzeitig nachzuweisen. Hat uns diese Methode bei der Frage nach Primärwirkungen hochfrequenter Felder tatsächlich weitergebracht? 30 Publikationen dazu, in einer Tabelle erfasst und inhaltlich diskutiert, sind durchaus


widersprüchlich. Wenn auch die Mehrzahl der Autoren zu dem Schluss kommt, dass „nicht-thermische“ Effekte der Felder keinen nachweislichen Einfluss auf die Genexpression haben, finden einige durchaus Unterschiede im Expressionsmuster der Proteine zwischen exponierten und Kontrollzellen. Bei genauem Hinsehen stoßen die Referenten jedoch auf einige Probleme: In keinem Fall sind die Ergebnisse unabhängig reproduziert, zumindest nicht in dem Sinne, dass sich bei einer Wiederholung der Versuche unter gleichen Bedingungen das gleiche Muster ergäbe. Darüber hinaus waren in keinem Fall die Folgen, die eine Änderung dieser oder jener Proteinexpression zytologisch nach sich ziehen müssten, tatsächlich nachweisbar. Auch ließen sich aus den gefundenen Veränderungen keine logisch nachvollziehbaren Reaktionsketten konstruieren. Sind es also Artefakte, methodische Streuungen, die um so mehr zu erwarten sind, als die Kosten dieser Chips nur eine begrenzte Anzahl von Wiederholungen bezahlbar machen? Auch gibt es bisher keine biophysikalische Erklärung dieser Phänomene, es sei denn, es handelt sich gar nicht um „nicht-thermische“, sondern vielmehr um thermische Effekte, die durch mangelnde Expositionskontrolle oder auch durch mikroskopische Inhomogenitäten auftreten könnten. Die Autoren kommen folglich zu dem Schluss: die Aussagekraft dieser Genomics- und Proteomics-Experimente ist bisher als durchaus zweifelhaft einzuschätzen.

Vanderstraeten, J. and Verschaeve, L. Gene and protein expression following exposure to radiofrequency fields from mobile phones. Envir. Health Persp. Online 13 May 2008; doi:10.1289/ehp.11279 (available at <http://dx.doi.org/>)



Einfluss auf Zellwachstum und -Entwicklung

Beeinflussen HF-Felder das Kalzium-Signalsystem der Zelle? Um diese Problematik ist es relativ still geworden, da sich die anfänglichen Befunde vor mehr als 15 Jahren nicht reproduzieren ließen. Jetzt gibt es einen neuen Anlauf, basierend auf einer Applikationseinrichtung, welche die Gruppe um W. F. Pickard konstruiert hat. Diese erlaubt eine mikroskopische Analyse von Zellen während der Exposition im Frequenzbereich von 700 - 1100 MHz. In der vorliegenden Publikation wurden Stammzellen der Maus verwendet, die sich zu neuronalen Zellen differenzieren lassen. Fluoreszenzoptisch (Fluo-4) kann man in diesen Zellen Oszillationen der inneren Kalziumkonzentration beobachten, Konzentrationspeaks, deren Häufigkeit von etwa 5 bei den Kontrollen auf durchschnittlich 15 (pro Minute?)



nach HF-Exposition zunimmt. Dabei wird das Maximum bei 800 MHz erreicht und fällt bei 750 und 700 MHz bzw. von 850 bis 1100 leicht ab. Ziemlich gleichmäßig ist der Effekt bei 0,5; 1,6 und 5 W/kg, viel weniger hingegen bei 50 W/kg, einer Intensität, die zu mehreren Grad Erwärmung führt. Die Autoren diskutieren ihre Ergebnisse kritisch. Es verwundert sie, dass derartige Einflüsse sich nicht in neurophysiologischen Effekten äußern, auch erstaunt sie die geringe Dosisabhängigkeit des Effektes. Es sei schon alarmierend, wenn sich diese Befunde erhärten würden, doch dazu bedürfe es unabhängiger Replikationen. Vielleicht, so der Rezensent, ist Feld- und Temperaturkonstanz der Versuchsanordnung doch nicht so optimal, wie bei Pickard et al. errechnet. Auch Strömungseffekte durch Konvektion an den Elektroden, dort nicht berücksichtigt, könnten eine Rolle spielen.

Rao VS; Titushkin IA; Moros EG; Pickard WF; Thatte HS; Cho MR.: *Nonthermal effects of radiofrequency-field exposure on calcium dynamics in stem cell-derived neuronal cells elucidation of calcium pathways. Radiat Res. (2008) 169, 319-329.*

Pickard et al.: *Bioelectromagnetics (2006) 27, 593.*

Kein Einfluss von GSM-Feld auf Apoptose von Ratten-Spermatozyten. Bereits in einer früheren Arbeit hat die Arbeitsgruppe um S. Dasdag festgestellt, dass durch eine GSM-Exposition von Ratten weder Beweglichkeit noch Morphologie der Spermien beeinflusst werden (siehe Neues aus der Wissenschaft 3, 2003). Wie dort bereits angekündigt, wurden diese Untersuchungen jetzt auf immunhistologische Tests ausgedehnt. Inzwischen verbesserte man zwar die Expositionseinrichtung (Karussell-Prinzip mit Zentralantenne im Gegensatz zu dem zuvor verwendeten Handy), allerdings fehlt auch diesmal eine detaillierte Dosimetrie (900 MHz, 217 Hz gepulst, maximale Sendeleistung 2 W, SAR = ?). Nach Exposition (14 Tiere) bzw. Schein-Exposition (7 Tiere) (2 h/d, 7 d/Woche, 10 Monate) wurden die Hoden immunhistologisch (Caspase-3 Färbung) untersucht. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen exponierten und scheinexponierten Tieren sowie Käfigkontrollen (10 Tiere) festgestellt werden.

Dasdag S; Akdag MZ; Ulukaya E; Uzunlar AK, and Yegin D.: *Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats. Arch. Med. Res. (2008) 39, 40-44.*

Dasdag, S. et al.: *Bioelectromagnetics (2003) 24, 182.*

Kein Einfluss von GSM-Feld auf Apoptose von Primärkulturen von Neuronen. Zellkulturen aus 17 Tage alten Embryonen von Wistar Ratten wurden während 24 Stun-

den einem GSM-Feld ausgesetzt (900-MHz, 217 Hz gepulst, mittlerer SAR 0.25 W/kg). 0 und 24 Stunden nach der Exposition erfolgte eine Analyse unterschiedlicher Stadien der Apoptose (Kern-Kondensation mit DAPI-Färbung, DNA-Fragmentation mit TUNEL, Messung der Caspase-3-Aktivität). Neben Schein-Exposition und Brutschrank-Kontrolle erfolgte eine Positiv-Kontrolle unter Einsatz des Proteinkinase-Inhibitors Staurosporine. Im Gegensatz dazu zeigte keine der verwendeten Methoden einen signifikanten Einfluss des Feldes auf die Apoptose dieser Zellen.

Joubert, V.; Bourthoumieu, S.; Leveque, P.; Yardin, C.: *No apoptosis is induced by radiofrequency fields through the caspase-independent mitochondrial pathway in cortical neurons. Radiat Res. (2008) 169, 38-45.*

Erzeugt chronische GSM-Exposition Hirnschäden? Neben zwei Kontrollgruppen (Käfig-Kontrolle, Scheinexposition) exponierte ein französisch-tunesisches Team zwei weitere Gruppen von je 6 Ratten während 5 Tagen pro Woche im Verlauf eines halben Jahres (die eine Gruppe je 45 Minuten mit 1,5 W/kg, die andere je 15 Minuten mit 6 W/kg; 900 MHz GSM-Pulsierung). Dabei wurden die Tiere in Plastikröhrchen gesperrt und dem Feld einer Antenne unmittelbar am Kopf ausgesetzt. Am Ende des Experiments untersuchte man histochemisch den Gehalt an saurem Gliafaserprotein (GFAP) in den Gliazellen verschiedener Hirnbereiche. Dieses Protein wird normalerweise bei Hirnverletzungen exprimiert und zeigt den Beginn einer Gliose an, einem einsetzenden Reparaturvorgang. Lediglich bei den stark exponierten Tieren konnte ein signifikanter Effekt ($p < 0,05$) gemessen werden, der auch schon bei einmaliger Exposition auftritt, dort jedoch schneller wieder verschwindet. Die Autoren vermuten thermischen Einfluss, schließen allerdings auch einen Radikalmechanismus nicht aus. Da das Feld sehr inhomogen ist, rechnen sie mit sehr unterschiedlicher Exposition in verschiedenen Hirnbereichen (an der Kopf-Oberfläche sogar bis 12 W/kg!). Eine Übertragung der Resultate auf die anatomischen Verhältnisse des Menschen halten sie für unangemessen.

Ammari M; Brillaud E; Gamez C; Lecomte A; Sakly M; Abdelmelek H, and de Seze R.: *Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain. Biomed Pharmacother. (2008) 62, 273-281.*

Mobiltelefon und die Entwicklung von Hühnereiern. Nach den ersten Untersuchungen zu einem möglichen Einfluss niederfrequenter Felder vor mehr als 30 Jahren und dem berühmten „Project Henhouse“ in den 90-er Jahren

gibt es vergleichsweise wenig Studien zu einem möglichen Einfluss von Mobilfunkfeldern auf die Embryonalentwicklung von Hühnern. Jetzt hat sich eine französische Arbeitsgruppe mit finanzieller Unterstützung der France Telecom diesem Thema in einer leider sehr unprofessionellen Art gewidmet. In einem mehr oder weniger gut thermostatisierten Raum (1,2 x 2 m) befinden sich in circa 1 m Abstand voneinander zwei Kunststoffpaletten mit je 60 Eiern. In der Mitte der einen, 1 cm über den Eiern, wurde ein Mobiltelefon (Hardtech, 34270 Claret, France) angebracht, das sich alle 1 - 2 Minuten ein- und ausschaltete. Ungeachtet möglicher Reflexe in der Kammer und ohne konkrete dosimetrische Angaben teilte man die elektrische Feldstärke je nach Position der Eier in dem exponierten Gestell in 5 Kategorien zwischen 0 und 20 dB ein. Neben den Eiern in der Kammer wurden noch weitere 120 in zwei konventionellen Einrichtungen bebrütet. Letztere zeigten eine weit geringere Anzahl abgestorbener Embryonen, was die Autoren dazu veranlasst, die Expositionskammer, unabhängig vom Feld, als „suboptimal“ zu bezeichnen. Obgleich sich kein Unterschied zwischen den oben genannten 5 Intensitätsstufen der exponierten Eier ergibt, zeigt sich speziell bei der Mortalität der Embryonen zwischen dem 9. und 11. Tag eine signifikante Differenz im Vergleich der exponierten mit den unexponierten Paletten in der Kammer. Der Versuch wurde zwar 4-fach wiederholt, die Ergebnisse sind allerdings nicht sehr überzeugend.

Batellier, F.; Couty, I.; Picard, D., and . Brillard, J. P.: Effects of exposing chicken eggs to a cell phone in „call“ position over the entire incubation period. Theriogenology. (2008) 69, 737-745.

Mobilfunk und Krebs

Kein Nachweis der Wirkung starker GSM-Felder auf das Krebswachstum. Im Rahmen des europäischen PERFORM-A Programms wurde in einer Schweiz-Österreich-Kooperation mit hohem technischen Aufwand ein Halbjahrestest zum Einfluss eines GSM-gepulsten 902-MHz-Feldes auf die Progression von DMBA-induzierten Mamakarzinomen an 500 Ratten durchgeführt. Man bildete 5 Gruppen zu je 100 Tieren: Käfig-Kontrolle, Scheinbefeldung, Exposition mit SAR-Werten: 0,4; 1,3 und 4,0 W/kg. Der Maximalwert lag somit deutlich über dem Grenzwert und knapp unter der Intensität, die zu einer signifikanten Erwärmung der Tiere führen würde. Die Ratten wurden an 5 Tagen pro Woche für je 4 Stunden in Polycarbon-Röhren (63 mm Durchmesser, 230 mm lang) einer Expositionseinrichtung gebracht. Gewichtsanalysen und Palpation erfolgten während der Ver-



suchszeit ständig. Am Ende unterzog man die Tiere einer ausführlichen anatomischen und histologische Analyse, die außer Mamakarzinom auch andere Tumore betraf. Außer bei Fibroadenomen konnten bei keiner anderen Art Unterschiede in der Anzahl der Tumoren oder deren Volumina im Vergleich der fünf Gruppen festgestellt werden. Bei Fibroadenomen fanden sich zwar signifikant weniger Tiere mit nur einem Tumor in den Gruppen 0,4 und 1,3 W/kg, die Anzahl der Tiere mit mehreren Tumoren dieser Art unterschieden sich jedoch in keiner Gruppe. Die gefundenen Ergebnisse werten die Autoren nicht als Hinweis auf eine tatsächliche Beeinflussung des Tumorwachstums durch den Feldeinfluss. Dagegen spricht auch das Fehlen einer Dosisabhängigkeit der Effekte.

Hruby, R.; Neubauer, G.; Kuster, N., and Frauscher, M.: Study on potential effects of „902-Mhz GSM-Type Wireless Communication Signals“ on DMBA-induced mammary tumours in Sprague-Dawley Rats. Mutat. Res.- Genetic Toxicol. Environ. Mutagen. (2008) 649, 34-44.

Thermische Effekte

Einfluss gepulster HF-Signale auf Transportproteine. Unabhängig von der Handy-Problematik interessierte man sich in einer Arbeitsgruppe der Universität München für die Frage, ob es eventuell einen direkten Einfluss eines HF-Feldes im Frequenzbereich zwischen 10 MHz und 22 GHz auf einen gleichrichtenden Kaliumkanal basophiler Leukämiezellen der Ratte gibt. Die Untersuchungen erfolgten mit Hilfe der Patch-Clamp-Technik unter fluorometrischer Temperaturkontrolle. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Effekte vorwiegend thermisch erklärbar sind. Die Klärung, ob eventuell „nicht-thermische“, d.h. direkte elektrische Einflüsse auf die Dipole der Transportmoleküle vorkommen, in den vorliegenden Experimenten jedoch thermisch maskiert sind, erfordert nach Meinung der Autoren weitere Untersuchungen. Die Arbeit ist interessant wegen der orts- und zeitaufösenden Temperaturmessung.

Olapinski, M.; Manus, S.; Fertig, N., and Simmel, F. C.: Probing Whole Cell Currents in High-Frequency Electrical Fields/Identification of Thermal Effects. Biosensors & Bioelectronics. (2008) 23, 872-878.

Untersuchungen an Probanden

Weder bei „Elektrosensiblen“ noch bei Kontrollpersonen Einfluss von GSM-Feldern auf Kopfschmerzen oder andere Symptome nachweisbar.


Eine neue schwedische Untersuchung an 37 freiwilligen Personen, die sich als sensibel speziell gegenüber den Feldern des Handys bezeichnen, und an 32 von solchen, die glauben dagegen unempfindlich zu sein, komplettiert das Bild bisheriger Studien. Auch hier liegt eine Doppelblindstudie vor mit kontrollierter Exposition (in Kooperation mit der Gruppe in Zürich), allerdings, im Unterschied zu bisherigen Untersuchungen, diesmal mit einer längeren Expositionsdauer von beinahe 3 Stunden. Jeder Proband hatte eine Gewöhnungs-Sitzung zu absolvieren und zwei potentielle Expositionssitzungen (einmal „sham“, einmal aktiv, 884 MHz, GSM-gepulst, max.: 1,8 W/kg) an drei Tagen in einer Woche. Kurz zusammenfassend: Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Exposition und einem der subjektiv gefühlten Symptome wie Kopfschmerzen, Schwindel, Müdigkeit etc. gefunden werden. Umfangreiche Blutuntersuchungen am Beginn der Tests wurden leider nicht weiter genutzt. Gewisse Unterschiede der beiden Gruppen waren erkennbar, die jedoch nichts mit der Exposition zu tun hatten (z. B. längere Telefoniergewohnheiten der Elektrosensiblen und insgesamt höhere Kopfschmerzen-Meldungen nach den Sitzungen). Obgleich das Ergebnis deutlich negativ war, fehlt auch hier nicht der beinahe obligatorische Satz: „further studies needed“!

Hillert, L.; Akerstedt, T.; Lowden, A.; Wiholm, C.; Kuster, N.; Ebert, S.; Boutry, C.; Moffat, S. D.; Berg, M., and Arnetz, B. B.: *The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms. An experimental provocation study. Bioelectromagnetics (2008) 29, 185-196.*

Beeinflusst das Handy den Hormonzyklus? Dieser Frage ging eine französische Arbeitsgruppe anhand von Untersuchungen an 19 jungen Männern nach. Der Tagesverlauf der Hormonkonzentration im Blut jeder einzelnen Person in einer Periode vor der Exposition wurde verglichen mit jener nach zwei und vier Wochen Exposition sowie zwei Wochen danach. Zu vier Zeitpunkten bestimmte man also bei den Probanden über 24 Stunden den Tagesverlauf der Konzentration folgender Hormone im Blut: die Steroide Cortisol und Testosteron sowie die Hypophysenhormone thyreoidea-stimuliertes Hormon (TSH), Wachstumshormon (GH), Prolaktin (PRL) und Kortikotropin (ACTH). Während der

vierwöchigen Expositionszeit wurden die Probanden 5 Tage pro Woche jeweils zwei Stunden am Nachmittag durch ein Motorola -8200 Telefon exponiert (900 MHz, GSM-Mode, SAR im Schläfenteil des Gehirns ca. 0,3 W/kg). Generell verliefen alle Kurven im Bereich physiologischer Schwankungen. Eine Verminderung des Tagesmaximums um 28 % bei GH und 12 % bei Cortisol nach zweiwöchiger Exposition war zwar formal signifikant, jedoch reversibel und nicht im Bereich gesundheitlicher Relevanz. Dies ergibt sich auch, wenn man sich die Werte und deren Streuung direkt ansieht, z.B. bei GH vor der Exposition 102 ± 61 im Vergleich zu dem Wert nach zwei Wochen Exposition: 84 ± 60 . Die Autoren kommen deshalb in Übereinstimmung mit vergleichbaren Literaturdaten zu dem Schluss: unter den vorliegenden Expositionsbedingungen ist keine Beeinflussung der endokrinen Funktionen nachweisbar. Natürlich bleibt die Frage offen: wie ist es bei längerer Exposition, bei Exposition von Jugendlichen, Kranken? Also: „further studies are needed“.

Djeridane, Y; Touitou, Yvan, and de Seze R.: *Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men . Radiat. Res. (2008) 169, 337-343.*



Epidemiologische Erhebungen

Ist die Nachkommenschaft durch die Radar-Exposition des Vaters verändert?

Dieser Frage widmet sich eine Studie mit Fragebögen an 2.497 im Jahre 2002 in der königlich-norwegischen Marine Tätige und an 15.259 weitere Personen aus den Jahren 1950-2002. Gefragt wurde nach den Arbeitsbedingungen, inklusive Umgang mit chemischen Substanzen, aber auch Nähe zu Radar- und Sendeanlagen des Schiffes (persönliche Einschätzung: „schwach“, „mittel“, „stark“, „sehr stark“ exponiert; Entfernung von Radar oder Sendeanlage etc.), nach Lebensgewohnheiten (Rauchen, Alkoholkonsum etc.) und nach der Reproduktion („Haben Sie während mehr als einem Jahr vergeblich versucht Kinder zu zeugen?“; Angabe zu Kindern: Geburtsdatum, Geschlecht). Unter Berücksichtigung von ca. 60 % der Antworten und Differenzierung der Situationen nach den Bedingungen rechnen sich die zunächst groß erscheinenden Zahlen schnell herunter. Formal ergibt sich eine lineare Zunahme der Unfruchtbarkeit mit der Intensität der Exposition: z.B. bei 40 - 49-Jährigen mit höchster Exposition in kürzester Entfernung des Senders OR= 1,86 (Konfidenz: 1,18-2,94) bei n = 155 Personen (was heißt „linear“, wenn man nur qualitative Expo-

sitionsparameter einsetzt?). Als Kontrolle dienten jeweils die Nichtexponierten der gleichen Kategorie. Auch bei jüngeren Männern konnte dieser Effekt gefunden werden. Obgleich ein Einfluss auf die Anzahl der Kinder nicht nachweisbar war, sank bei den exponierten Vätern die Relation männlich/weiblich auf 0.84 (Konfidenz: 0.74 – 0.94). Die Autoren diskutieren mögliche Unsicherheiten der Aussage, wobei insbesondere der Erinnerungsfehler bei der Abschätzung der tatsächlichen Exposition zu beachten ist, besonders bei den Männern mit Fertilitätsproblemen. Diese Unsicherheit, so meinen die Autoren, sollte sich allerdings weniger bei dem Geschlechtsfaktor auswirken. Das Problem der Confounder glauben die Autoren dadurch gemindert zu haben, dass sie interne Vergleiche ziehen, d.h. exponierte zu nicht-exponierten Seeleuten.

Baste, V.; Riise, T., and Moen, B. E.: Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring. Eur J Epidemiol. (2008) 233, 69-377

Was zeichnet „Elektrosensible“ aus? Nachdem die Arbeitsgruppe um G. J. Rubin aus dem Kings College in London, ähnlich wie andere Gruppen, feststellen musste, dass „Elektrosensible“ in doppelblinden Provokationsstudien eine Exposition im Vergleich zur Schein-Exposition nicht erkennen konnten (siehe Neues aus der Wissenschaft 3, 2006), widmete sie sich nun der Frage: Was unterscheidet diese Menschen von jenen, die nicht unter derartigen Symptomen leiden oder diese nicht den Feldern des Mobilfunks zuschreiben? Die Autoren führten eine umfangreiche Fragebogenaktion an drei Gruppen von Personen durch: MP (n = 52) - solche, die unspezifische Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen Arten elektromagnetischer Einflüsse zeigen, ES (n = 19) - solche, die ihre Symptome speziell auf die Nutzung des Mobilfunks beziehen und einer Kontrollgruppe (n = 60), die sich als unempfindlich gegenüber Feldern bezeichnet. Die Trennung von MP- und ES-Personen erscheint sinnvoll. Obgleich die Personen beider Gruppen im Vergleich zu den Kontrollen angaben öfter unter Depressionen zu leiden, hatte die MP Gruppe im Vergleich zur ES- und erst recht der Kontroll-Gruppe entsprechend verschiedener Wertungsskalen eine schlechtere Allgemeingesundheit und gab eine größere Anzahl unerklärter Symptome an. Beide Gruppen zeichnen sich im Vergleich zu den Kontrollen durch besonders intensiven Gebrauch von Handys im Beruf aus. Man spricht von „Technostress“ und versteht darunter den Zwang, im Interesse erhöhter Produktivität eine neue, schwer zu bewältigende Technologie zu nutzen. Dies bereitet Frust gerade

bei hoch motivierten Menschen. Doch warum sucht man dann die Ursache in der Strahlung? Dies, so zeigen die Fragebögen, mag in einem Vorurteil begründet sein: MP- und ES-Personen gaben höhere allgemeine Strahlenangst an. Ist dies jedoch Ursache oder Folge der Elektrosensibilität? Diese Frage steht natürlich auch hinter den anderen Ergebnissen dieser Studie. Die Autoren fragen sich auch, ob die Umfrage tatsächlich repräsentativ ist. Den Ärzten wird empfohlen, die Unterscheidung der Gruppen zu berücksichtigen und sich nicht mit der Diagnose „Elektrosensibel“ zu begnügen.

Rubin, G. J.; Cleare, A. J., and Wessely, S.: Psychological factors associated with self-reported sensitivity to mobile phones. J. Psychosomatic Res. (2008) 64, 1-9.

Hirntumor-Ergebnisse aus der japanischen Interphone-Studie. 322 Hirntumor-Patienten aus 21 Tokioter Krankenhäusern (88 - Glioma, 132 - Meningioma, 102 - Hypophysen-Adenoma) und als Kontrollen 683 gesunde Personen wurden in persönlichen Interviews entsprechend einer japanischen Version des Interphone-Fragebogens bezüglich ihrer Telefongewohnheiten interviewt. Man ermittelte u.a. die Jahre der Nutzung, die integrierte Nutzungsdauer (Summierung: Stunden pro Tag * Tage) und den Typ des verwendeten Mobiltelefons. Die verwendeten Geräte wurden in 4 Kategorien entsprechend ihrer Antennen- und Frequenz-Art gegliedert, um die Expositionsangaben zu präzisieren. Als Besonderheit dieser Studie wurden ferner Abschätzungen der Expositions-dosis entsprechend der Lokalisationen der drei Krebsarten im Gehirn durchgeführt. Dabei lag der errechnete Wert maximaler Exposition der Tumore unter 0,1 W/kg, also deutlich unterhalb des Grenzwerts von 2 W/kg. Weder mit den Jahren der Nutzung noch mit der integrierten Nutzungsdauer konnte eine Korrelation zur Krebsentstehung gefunden werden. Diskutiert werden Fehlermöglichkeiten derartiger epidemiologischer Erhebungen. Besonders fragwürdig ist die Korrelation zwischen der angegebenen rechts-links-Haltung des Gerätes beim Telefonieren mit der Tumorposition. Hier liegt in den meisten Untersuchungen mit Sicherheit ein Erinnerungsfehler (recall bias) vor.

Takebayashi, T.; Varsier, N.; Kikuchi, Y.; Wake, K.; Taki, M.; Watanabe, S.; Akiba, S.; Yamaguchi, N.: Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour. A case-control study. British J. Cancer (2008) 98, 652-659.