

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

# Neues aus der Wissenschaft

In einer spanischen Gemeinde von 1900 Einwohnern wurde eine Erhebung zu gesundheitlichen Beschwerden durch den Mobilfunk durchgeführt. Gefragt wurde nach einer ganzen Reihe von Befindlichkeits-Symptomen, wobei der Grad der Beschwerden anzugeben war (0 = nie, 1 = manchmal, 2 = häufig, 3 = sehr häufig). Gleichzeitig wurden weitere persönliche Daten (Alter, Geschlecht, Häufigkeit der Handy-Nutzung etc.) sowie die Entfernung zum nächsten Sendemast abgefragt. Etwa 70 % der versandten Fragebögen wurden beantwortet, und etwa 5% der Bevölkerung letztlich erfasst. In den Wohnungen der Teilnehmer und in den Straßen des Ortes wurden Messungen sowohl der Intensitäten der Mobilfunk- als auch der Felder von Fernseh- und Rundfunksendern durchgeführt. Bei der Hälfte der Teilnehmer wurde ein Mittelwert von 0.11 Mikrowatt/cm<sup>2</sup> erreicht (weniger als ein Tausendstel des Grenzwertes!), bei den anderen etwa ein Zehntel davon. Die Differenz zwischen den Angaben dieser beiden Gruppen wurde miteinander verglichen und zeigte für die Symptome: Unwohlsein, Reizbarkeit, Appetitlosigkeit die stärksten, für Ermüdung, Konzentrationschwäche, Schlafstörungen geringere, aber

auch noch signifikante Unterschiede. Als Fehlermöglichkeit wurde eingeräumt, dass sich in der ersten Gruppe 16%, in der zweiten nur 1% starke Handy-Nutzer befanden (Die Schlussfolgerung, dass elektromagnetische Exposition zu einem telefonisch stillbaren Kommunikationsbedürfnis führt, oder allgemein die Geschäftigkeit erhöht, wurde aus diesem hoch-signifikanten Unterschied nicht gezogen!). Die Aussagekraft dieser Studie sollte durch Epidemiologen weniger aus statistischer, als vielmehr soziologisch-psychologischer Sicht einmal kritisch unter die Lupe genommen werden (Navarro, E. A.; Segura, J., and Portolés, M. Gómez-Perretta de Mateo C. The microwave syndrome: A preliminary study in Spain. *Electromagnetic Biol. Med.* 91, 61-169. 2003).

Greifen die Felder des Mobilfunks in die Embryonalentwicklung ein? Aus der Gruppe Blank-Goodman ist dazu ein Bericht erschienen über Experimente an *Drosophila*-Larven. Fünf Röhren mit den Larven wurden während ihrer zehntägigen Entwicklungsperiode neben die Antenne eines eingeschalteten Handy's gestellt (GSM 900/1900MHz). Die Expositions-Intensität wird als etwa 1,4 W/

kg abgeschätzt. Man fand eine 3,6 fache Erhöhung des Hitzeschockproteins HSP70 und eine 3,9 fache Erhöhung der Phosphorylierung eines nuklearen Transkriptionsfaktors ELK-1 in den exponierten Larven. Dies sind die einzigen Messergebnisse, die allerdings ohne Angaben zu Anzahl der Versuche oder Schwankungsbreite vorgestellt werden. Dafür ist die Arbeit mit umfangreicher Einleitung und Diskussion ausgestattet, die letztlich auf eine Forderung nach Senkung der Grenzwerte hinausläuft. Der Leser hätte sich an Stelle dessen eine bessere Expositionsvorrichtung und eine sorgfältigere Fundierung der Messergebnisse gewünscht (Weisbrot, D., Lin, H., Ye, L., Blank, M., and Goodman, R.: Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster*. *J. Cell. Biochem.* 89,48-55. 2003).

Wir haben bereits im Heft 1 (2003) über die epidemiologische Erhebung zum Auftreten von Hirntumoren in Schweden zwischen dem 1. Januar 1997 und dem 30. Juni 2000 berichtet. Es sei hier nur erwähnt, dass die neue Publikation der gleichen Autoren das gleiche Material und die gleichen Schlussfolgerungen

# Neues aus d Wisse

gen beinhaltet (Hardell, L., Mild, K. H., and Carlberg, M.: Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. Intern. J. Oncology 22, 399-407. 2003).

■ Gibt es Menschen, die durch Nutzung eines Handys zu subjektiven Symptomen neigen, wie Konzentrations-Schwäche, Schwindel, Kopfschmerzen etc.? Eine Umfrage bei 12.000 schwedischen und 5.000 norwegischen Handy-Nutzern ergab zumindestens keine Differenz zwischen der Nutzung von digitalem (GSM) oder analogem Telefon (Sandström et al.: Occup. Med-Oxf. 51, 25-35. 2001). Es schien aber, als hätte die Zeit des Telefonierens einen Einfluss auf das Befinden des Nutzers. Jetzt wurden die Daten neu ausgewertet, indem man zusätzliche Parameter einführte: CT - Telefonier-Zeit pro Tag, NC - Anzahl der Telefonate pro Tag, SAC - absorbierte Energie pro Anruf (SAC=SAR\*Zeit, in J/kg), SAD - absorbierte Energie pro Tag. Diese Werte werden für verschiedene Geräte für drei Oberflächen-Volumina im Kopfbereich abgeschätzt, wobei eines oberhalb, eines am, und ein drittes unterhalb des Ohrs liegt. Insgesamt scheinen die Symptome mit Temperatureffekten zusammenzuhängen, die teilweise aus der absorbierten HF-Energie stammen, teilweise auch aus der Betriebswärme des Handy's selbst. Auf Arbeiten zur temperaturabhängigen Durchblutung wird hingewiesen. Diese Vorstellung bedarf noch einer detaillierten physiologischen Untersuchung (Wilén, J.; Sandström, M., and Mild, K. H.: Subjective symptoms among mobile phone users - A consequence of absorption of radiofrequency fields? Bioelectromagnetics 24, 152-159. 2003).

■ Es wird über eine Erhebung zu **Befindlichkeits-Störungen** bei Personen berichtet, die mehr oder weniger nahe an Basisstationen des Mobilfunks wohnen. In der nächsten Umgebung der Sendemasten (>10m) soll danach vorwiegend Übelkeit, Appetitlosigkeit, Sehstörungen, Probleme des Bewegungsapparates auftreten; bei größeren Entfernungen (>100m) Reizbarkeit, Depressionen, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen, Schwindel und Libido-Verlust, bei größtem Abstand (100-200m) finden sich noch gehäuft Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Hautkrankheiten. Die Daten basieren auf Angaben aus 530 Fragebögen und sind mit statistischer Signifikanz belegt. Äußerst bedenklich werden allerdings die Aussagen, wenn man die Art der Erhebung selbst betrachtet. Es sind nicht stochastische Stichproben an einem definierten Ort erhoben, sondern es wurden Personen aus ganz Frankreich befragt, die sich nach Mitteilungen in Presse, Rundfunk und Internet meldeten und für diese Befragung interessierten. Dadurch handelt es sich natürlich in keiner Weise um einen repräsentativen Durchschnitt der französischen Bevölkerung, vielmehr erfasste man einen Personenkreis, der sich, aus welchen Gründen auch immer, für mobilfunkgeschädigt hielt. Es ist zwar mitgeteilt, dass die Ergebnisse mit einer Referenz-Gruppe verglichen wurden, ohne jedoch Anzahl und Art der Auswahl dieser Personen anzugeben. Messungen der tatsächlichen Exposition wurden nicht durchgeführt. Bedenkt man diese Umstände, so bleibt eine Zahlenspielerlei ohne Aussagewert (Santini, R., Santini, P., LeRuz, P., Danze, J. M., and Seigne, M.: Survey study of people living in the vic-

inity of cellular phone base stations. Electromagnetic Biology and Medicine 22, 41-49. 2003).

■ In der polnischen Arbeitsgruppe um S. Smigielski wurden Experimente über eine mögliche Einwirkung starker Pulse aus einem militärischen Radar-Gerät auf eine Mischung aus Monozyten und verschiedenen Lymphozyten aus dem Blut von 16 gesunden Probanden untersucht. Die 3ml Suspensionen der durch Gradienten-Zentrifugation aus dem Blut gewonnenen Zellproben wurden für eine Stunde dem Fernfeld des Radars ausgesetzt (1300MHz, 5-Mikrosekunden Pulse, 330 Pulse/Sekunde). Man berechnete eine mittlere Leistungsflussdichte von 10W/m<sup>2</sup> und, aus der Absorption des in den Strahlengang eingeführten Probenröhrchens, einen mittleren SAR-Wert von 0,18W/kg. Die Temperatur des Raumes (Proben ohne spezielle Thermostatierung!) lag zwischen 25 und 27°C. Nach der Befeldung wurden die Proben jeweils in drei Fraktionen geteilt, wobei in einem Fall die Zellen unbehandelt blieben, in einer Fraktion wurden sie mit ConA, in einer anderen, mit PHA aktiviert. Im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollen wurde die Teilungs-Rate der Zellen durch die Befeldung nicht signifikant verändert, wohingegen die Konzentration des für die Immunreaktionen wichtigen Interleukin-2 bei den befeldeten Zellen mit p<0,01 signifikant erhöht war. Die Autoren müssen sich natürlich fragen lassen, wieweit Temperaturunterschiede während der Exposition dafür verantwortlich sein könnten. Zum einen ist für menschliche Blutzellen ein Schwankungsbereich der Inkubationstemperatur

# er nschaft

von 2 Grad schon sehr viel, es darf natürlich auch nicht vergessen werden, dass es sich hier um sehr starke Feldpulse handelte, die während der allerdings kurzen Pulszeit die Röhrchen mit etwa 100 W/kg (wenn die Angaben stimmen) aufheizen. Es ist durchaus denkbar, dass schnelle Temperaturschwankungen innerhalb der Proben auftreten. Diese Experimente sollten mit besserer Temperaturkontrolle wiederholt werden (Dabrowski, M. P., Stan-kiewicz, W., Kubacki, R., Sobiczewska, E., and Szmigielski, S.: Immunotropic effects in cultured human blood mononuclear cells pre-exposed to low-level 1300 MHz pulse-modulated microwave field. *Electromagnetic Biology and Medicine* 22, 1-13. 2003).

Die Serie der Experimente der Arbeitsgruppe um Frau Eleanor Adair zur **Thermoregulation** von Probanden unter dem Einfluss hochfrequenter Felder bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen wurden in Bezug auf die Einwirkung der Resonanzfrequenz von 100 MHz fortgesetzt. Dabei sollte die von verschiedenen Autoren geäußerte Meinung hinterfragt werden, wonach im Bereich der Resonanzfrequenzen (ca. 2450 MHz für Mäuse, 450 MHz für Eichhörnchen-Affen, 225 MHz für Rhesus-Affen) Besonderheiten bei der Auslösung thermo-regulatorischer Reaktionen auftreten. Die Messungen wurden an 7 Probanden im Alter von 31-74 Jahren durchgeführt, die, in einer speziellen Expositionskammer sitzend, bei Raumtemperaturen von 24, 28 und 31°C, durch eine Antenne im Rücken mit Leistungsflussdichten von 0, 4, 6 und 8 mW/cm<sup>2</sup> befeldet wurden (100 MHz, nach 30

Minuten Akklimation, 45 Minuten lang befeldet). Die Feld-Verteilung am Probanden wurde berechnet, der SAR-Wert wurde zusätzlich durch Phantom-Messungen überprüft. Er lag bei 0,065 W/kg pro mW/cm<sup>2</sup>, betrug also maximal 0,45 W/kg. Folgende Messungen wurden am Probanden während des Versuches durchgeführt: Hauttemperatur an sieben Körperstellen, Kerntemperatur in einer in Herznähe platzierten Ösophagus-Sonde, Schweißintensität an Rücken und Brust, kontinuierliche Atemluft-Analyse und dadurch Wärmeproduktion durch Stoffwechsel, Kontrolle des Körpergewichtes vor und nach dem Experiment. Außer einer Erhöhung der Oberflächentemperatur an den Knöcheln, die linear mit der Leistungsflussdichte stieg (maximal 3°C), konnten nur sehr geringe Temperaturänderungen gemessen werden. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass im Gegensatz zu Experimenten mit höheren Frequenzen im Falle der Resonanz-Frequenz die Thermoregulation nicht durch die Hautrezeptoren gesteuert wird sondern durch Thermorezeptoren tief im Inneren des Körpers. Auch unter den extremen Bedingungen (31° Außentemperatur, 8 mW/cm<sup>2</sup>) konnte der Körper den Wärmeeintrag noch gut regulieren (Adair, E. R.; Myl-acraïne, K. S., and Allen S.J.: Thermophysiological consequences of whole body resonant RF exposure (100 MHz) in human volunteers. *Bioelectromagnetics* 24, 89-501.2003).

Das Innenohr, die Hörner-nen und das auditorische Zentrum im Gehirn werden durch die HF-Felder eines Mobiltelefons am stärksten exponiert. Deshalb gibt es mehrere Untersuchungen über

mögliche Beeinflussungen des Hörens während und nach dem Telefonieren. Wir berichteten bereits an früherer Stelle [FGF-News: 11 (1) 2003, 30-33] dass die Gruppe um Ozturan keinen Einfluss dieser Art messen konnte. Kellényi et al. [*Neurobiology* 7 (1) 1999, 79-81] fanden jedoch bei 10 Probanden eine signifikante Verlängerung der Latenzzeit bei der Reaktion des auditorischen Systems auf einen akustischen Impuls nach 15 Minuten Nutzung eines Handys. Diese Experimente wurden jetzt von einer Arbeitsgruppe der Universität Tokio wiederholt. Dabei bediente man sich eines Telefonsimulators mit 800 MHz, entsprechend den japanischen Normen, mit einer Leistung von 0,8 W (Leider keine Angaben über Leistungsflussdichte oder SAR!). Die Untersuchungen erfolgten an 15 Probanden. Selbst nach 30 Minuten Exposition konnten keinerlei Einflüsse auf die Reaktionen des Hörzentrums gemessen werden. Die Autoren sehen in ihren Untersuchungen keinen methodischen Unterschied zu den Experimenten der Gruppe um Kellényi, mit dem diese Differenz der Resultate erklärt werden könnte. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Exposition durch die Felder des Handys weder einen Einfluss auf die Prozesse des Innenohrs noch auf die neuronalen Vorgänge im Gehirn haben. Sie unterstreichen jedoch, dass es sich hierbei um Befunde aus Kurzzeit-Experimenten handelt, die mögliche Langzeiteffekte prinzipiell nicht ausschließen (Arai, N.; Enomoto, H.; Okabe, S.; Yuasa, K.; Kamimura, Y.; Ugawa, Y.: Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathways. *Clinical Neurophysiology* 114, 1390-1394. 2003).