




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



WHO Workgroup Report: Base stations and wireless networks – radiofrequency (RF) exposures and health consequences

Der Bericht einer von der WHO einberufenen Arbeitsgruppe über mögliche Gesundheitseinflüsse durch Basis-Stationen und Mobiltelefone gibt zunächst einen guten tabellarischen Überblick über die Quellen hochfrequenter Expositionen, denen der moderne Mensch inzwischen ausgesetzt ist, ihre Frequenzen, Sendeleistungen und Leistungsflussdichten, und stellt dann den Stand der Forschung zu möglichen Wirkungen zusammenfassend dar. Als einziger Effekt dieser Felder auf das biologische System ist nach wie vor die Erwärmung anzusehen, die jedoch im Intensitätsbereich vorliegender Expositionen als unbedeutend einzuschätzen ist. Die Meinung verschiedener Gremien wird zitiert, die in ziemlicher Übereinstimmung zu dem Schluss kommen, wonach es trotz intensiver Forschung keine wissenschaftlich belegten Hinweise auf eine gesundheitsschädliche Wirkung dieser hochfrequenten Felder im Rahmen der festgelegten beziehungsweise international empfohlenen Grenzwerte gibt (ICNIRP, UK Health Protection Agency, Health Council of the Netherlands, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, „Expert Panel on Potenti-

al Health Risks of Radiofrequency Fields from Wireless Telecommunication Devices“ der Royal Society of Canada, U.S. Health Physics Society). Diesem Urteil hat sich die WHO angeschlossen, auch wenn sie in der „2006 WHO Research Agenda for Radio Frequency Fields“ weitere Forschung auf diesem Gebiet anmahnt.

Valberg, P.A.; Van Deventer, T. E.; Repacholi, M. H.: *Workgroup report: Base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences. Envir. Health Perspectives (2007) 115, 416-424.*

Genotoxische Effekte durch Felder des Mobilfunks?

Beeinflussen HF-Felder die genotoxischen Einflüsse einer UVC-Strahlung? Diese Frage, auch im Zusammenhang mit anderen ionisierenden Strahlen, wurde bereits mehrfach untersucht, zumeist mit negativem Resultat. Eine Arbeitsgruppe aus Zhejiang (China) bestrahlte menschliche Lymphozytenkulturen mit UVC (2,54 nm, 0,25 bis 2 J/m²), und setzte die Zellen unmittelbar danach während 1,5 und 4 Stunden in einer TEM-Zelle einem 1,4-GHz-Feld aus (3 W/kg). Mit Hilfe des alkalischen Komet-Assay wurden DNA-Aberationen zu den Zeitpunkten: 0; 1,5 und 4 Stunden ermittelt. Wie bereits eine frühere Untersuchung der Autoren ergab (Mutat. Res. 2005; **578**, 149), sind die UV-Schäden nach 1,5 Stunden maximal nachweisbar und nach 4 Stunden bereits wieder repariert. Es

zeigte sich nun, dass unter HF-Einfluss der UV-Schaden nach 1,5 Stunden vermindert, nach 4 Stunden jedoch weniger stark repariert war, das heißt zwar niedriger lag als nach 1,5 Stunden, jedoch höher als bei den einfach UV-behandelten Proben. Die Autoren interpretieren ihre Resultate indem sie eine Hemmung sowohl des Zerstörungs-, als auch des Reparatur-Prozesses durch die Hochfrequenz annehmen. Diese Hypothese, so ihre Aussage, müsse jedoch in weiteren Studien erhärtet werden. Die Vorsicht der Autoren ist mit Blick auf die Tabelle der Versuchsdaten berechtigt: Zunächst verwirrt der Umstand, dass 6 mal die Werte in den Spalten: „0 Stunden nach UV Behandlung“ und jeweils „0 Stunden nach UV + HF-Behandlung“ identisch mit $0,98 \pm 0,06$ angegeben werden, was rein statistisch eigentlich nicht möglich ist. Offenbar handelt es sich um einen einzigen, 12-fach wiedergegebenen Messwert, der sich aber von demjenigen: „0-Stunden Kontrolle“, 6-fach identisch mit $0,90 \pm 0,06$ angegebene, unterscheidet. Die Effekte selbst sind mit $p < 0,01$ bis $0,05$ schwach signifikant.

Baohong, W.; Lifan, J.; Lanjuan, Li.; Jianlin, L.; Deqiang, L.; Wei Z.; Jiliang, H.: *Evaluating the combinative effects on human lymphocyte DNA damage induced by ultraviolet ray C plus 1.8 GHz micro-waves using comet assay in vitro. Toxicology (2007) 232, 311-316.*

Zum Einfluss von HF-Feldern auf neuronale Systeme

Kein Einfluss von Mobilfunkfeldern auf das sich entwickelnde Gehirn. Bezüglich der Sorgen um eine mögliche Schädigung des kindlichen Gehirns durch die Nutzung von Handys wurden an der Universität von Kuopio (Finnland) Experimente an frischgeborenen Ratten durchgeführt, die man bis zur Geschlechtsreife in der 8. Woche pro Woche an 5 Tagen jeweils 2 Stunden lang exponierte (900 MHz, 217 Hz gepulst). Dabei setzte man eine Gruppe einem mittleren SAR-Wert von $0,3 \text{ W/kg}$, eine weitere entsprechend 3 W/kg aus. Jeweils 24 Tiere pro Gruppe wurden somit schwach-, stark- oder schein-exponiert. 6 Tiere davon führte man unmittelbar am Ende der Expositionszeit einer immunhistochemischen Untersuchung zu, die restlichen wurden zunächst während weiterer 4 Wochen umfangreichen Verhaltenstests unterzogen und erst dann histologisch untersucht. Es konnten keinerlei Veränderungen der Bluthirnschranke oder andere degenerative Erscheinungen im juvenilen Gehirn der

Tiere beobachtet werden. Die Neurogenese des Hippocampus, bekannt als besonders empfindlich gegenüber ionisierender Strahlung und Stress, zeigte keinerlei Veränderungen. Die umfangreichen Verhaltenstests ergaben nur im Falle des Verhaltens im Wasser-Labyrinth eine Veränderung, die auf ein etwas erhöhtes Lernvermögen der exponierten Tiere hindeutet. Dies könnte mit einigen Befunden auch an menschlichen Probanden korrespondieren, die hin und wieder, allerdings nicht unwidersprochen, beschrieben wurden. Die Autoren halten dies nicht für ein Spezifikum des juvenilen Gehirns, vermuten eine Reaktion auf geringe Erwärmung durch die Exposition und empfehlen die weitere Untersuchung dieses Phänomens.

Kumlin, T.; Iivonen, H.; Miettinen, P.; Juvonen, A.; Van Groen, T.; Puranen, L.; Pitkaaho, R.; Juutilainen, J., and Tanila, H.: *Mobile Phone Radiation and the Developing Brain Behavioral and Morphological Effects in Juvenile Rats. Radiat. Res. (2007) 168, 471-479.*

Kein Einfluss der Felder des Handys auf das Gehör.

Das Innenohr mit seinen empfindlichen Haarzellen unterliegt natürlich der stärksten Exposition bei der Nutzung eines Mobiltelefons. Bisherige Untersuchungen an intensiv exponierten Ratten zeigten allerdings keinen Einfluss auf die Funktionstüchtigkeit dieses Sinnesorgans. Eine italienische Arbeitsgruppe hatte dies bereits bei früheren Experimenten festgestellt (Gallo et al. 2005, siehe: Neues aus der Wissenschaft, 4, 2005). Könnte es nicht aber sein, dass ein Effekt bei Hörgeschädigten auftritt? Zu diesem Zweck behandelte man Ratten mit einer Überdosis (150 mg/kg) des Antibiotikums Gentamycin, das bekanntermaßen als Nebenwirkung eine Beeinträchtigung der Haarzellen und damit starke Gehörschäden hervorruft. Auch in diesem Fall, so konnte man nachweisen, verursachte eine Langzeit-Exposition keine weitere Schädigung des Hörvermögens (ungepulste 900 MHz, 4 W/kg , 2 Stunden/Tag, 5 Tage/Woche, 4 Wochen lang). Ferner wurden in internationaler Kooperation im Rahmen des EU-Projektes GUARD Doppelblindversuche an 169 gesunden jungen Probanden (18- 30 Jahre) durchgeführt. In diesem Fall verwendete man verschiedene in der Otologie gebräuchliche Hör-Tests nach zehnmütiger Exposition durch ein am Kopf fixiertes Mobiltelefon (Nokia 3310, 900 MHz, $0,41 \text{ W/kg}$, bzw. 1800 MHz $0,19 \text{ W/kg}$ bezogen auf 1g Cochlea). Auch dies ergab jedoch keinerlei Abweichungen im Vergleich mit den Parametern der Kontrollen.

Parazzini, M.; Galloni, P.; Piscitelli, M.; Pinto, R.; Lovisolo, G. A.; Tognola, G.; Ravazzani, P., and Marino, C.: Possible combined effects of 900 MHz continuous-wave electromagnetic fields and gentamicin on the auditory system of rats. *Radiat. Res.* (2007) **167**, 600-605.

Parazzini, M.; Brazzale, A. R.; Paglialonga, A.; Tognola, G.; Collet, L.; Moulin, A.; Lutman, M. E.; Bell, S. L.; Thomas, N. A.; Uloziene, I.; Uloza, V.; Thuroczy, G.; Tavartkiladze, G.; Tsalighopoulos, M.; Kyriafinis, G., and Ravazzani, P.: Effects of GSM cellular phones on human hearing. *The European Project „GUARD“*. *Radiat. Res.* (2007) **168**, 608-613.

Galloni, P. et al.: *Bioelectromagnetics* (2005) **26**, 536.

Mobilfunk und Krebs

Krebserrgende Niederfrequenzfelder aus dem Handy? In einer Publikation aus der „Sage Associates, California“ wird dargestellt, dass PDAs (Personal Digital Assistants), auch als Palmtops, Taschencomputer bezeichnet, also Mobiltelefone mit vielen verschiedenen Zusatzfunktionen, außer der HF-Emission noch einen beachtlichen Anteil niederfrequenter Felder erzeugen. Bei normalem 24-Stunden Gebrauch soll es sich im Mittel um Magnetflussdichten von durchschnittlich 10 Mikrottesla handeln, in Spitzen bis zu 90 Mikrottesla. Dies, so die Autoren, bedeute eine potentielle Krebsgefahr für die Nutzer. Diese Meinung blieb nicht unbestritten. M. Silva betont in einem „Comment“, die Messungen seien nicht korrekt, die Messwerte überzogen, da die Elektronik des verwendeten EMDEX-Messgerätes durch das HF-Feld des Gerätes gestört würde. Gleiches betonen auch Jaffa und Herz in einem anderen Kommentar und unterstreichen außerdem, dass selbst die gemessenen Beträge weit unterhalb der Grenzwerte liegen, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass es sich um lokale Emissionen einer Punktquelle handelt, deren Intensität mit dem Abstand schnell abnimmt. Von einer nennenswerten Ganzkörperbelastung könne somit nicht die Rede sein. Auch könne man der Meinung der Autoren nicht folgen, die Krebsgefahr der Felder dieser Art und Intensität sei nachgewiesen.

Sage, C.; Johansson, O.; Sage, S. A.: *Personal digital assistant (PDA) cell phone units produce elevated extremely-low frequency electromagnetic field emissions*. *Bioelectromagnetics* (2007) **28**, 386-392.

Silva, M.: *Comment.. Bioelectromagnetics* (2007) **28**, 580.

Sage, C.; Johansson, O.: *Response. Bioelectromagnetics* (2007) **28**, 581.

Jaffa, K.; Herz, M.: *Comment. Bioelectromagnetics* (2007) **28**, 583.

Sage, C.; Johansson, O.: *Response Bioelectromagnetics* (2007) **28**, 584.

Repacholi-Studie von 1997 kann nun wohl endgültig ad acta gelegt werden!

Seit 10 Jahren wird eine Untersuchung einer australischen Arbeitsgruppe unter Leitung von M.H. Repacholi diskutiert, wonach sich im Langzeitexperiment bei Mäusen des Stammes „Em-Pim1“, die genetisch bedingt an einer bestimmten Krebsart, einem malignen Lymphom, sterben, bei Exposition mit einem GSM-modulierten HF-Feld (900 MHz), das Risiko um das Doppelte erhöht. Obgleich die Autoren selbst damals betonten, dass daraus unmittelbar keine Aussagen über eine Krebsgefahr für den Menschen abzuleiten sei, avancierte diese Veröffentlichung doch schnell zu einer meist diskutierten Arbeit nicht nur in der Presse, sondern auch in der wissenschaftlichen Welt. In genauer Auswertung dieser Publikation und in vielen Diskussionen mit den Autoren wurden allerdings verschiedene methodische Zweifel laut, insbesondere bezüglich der Expositionseinrichtung. Inzwischen sind mehrere Publikationen erschienen, welche keinen Einfluss von Hochfrequenzfeldern auf die Krebsentwicklung in anderen Systemen finden konnten. Das National Health and Medical Research Council (NHMRC) Australiens ordnete trotzdem eine Replikation der Experimente zur Überprüfung der Ergebnisse an, welche die gleiche Arbeitsgruppe (allerdings ohne Repacholi) 5 Jahre später publizierte (Utteridge et al. 2002). Mit verbesserter Dosimetrie, jedoch exakt gleichen Mäusen, konnten damals bereits keine Einflüsse auf das Krebsgeschehen gefunden werden. Unabhängig davon wurde auch im Rahmen des PERFORM A Programms der EU ein weiterer umfangreicher Versuch unternommen, diese Ergebnisse zu verifizieren. Eine Arbeitsgruppe aus Torino (Italien), in Zusammenarbeit mit der IT'IS-Foundation der ETH Zürich, untersuchte insgesamt 500 Mäuse des gleichen transgenen Stammes der gleichen Zucht-Firma. Drei Gruppen zu je 100 Tieren wurden sieben Mal pro Woche, jeweils eine Stunde/Tag, im Verlaufe von 18 Monaten exponiert, wobei SAR-Werte von 0,5; 1,4 bzw. 4 W/kg erreicht wurden. Im Falle der Kontrollgruppe kamen die Tiere ebenfalls in die Röhrchen der Expositionsapparatur, ohne dass diese jedoch eingeschaltet war. Die 5. Gruppe war eine nicht-exponierte Käfig-Kontrolle. Die höchste Expositions-dosis übertraf jene, die Repacholi als mittleren Wert angegeben hatte, um das Dreifache und lag über dem zugelassenen Grenzwert von 2 W/kg. In

Übereinstimmung mit der Arbeit von Utteridge et al. und im Gegensatz zu den Befunden von Repacholi et al. konnten jedoch keinerlei signifikante Einflüsse der Exposition auf die Krebsinzidenz der Mäuse gefunden werden. Interessanterweise ergibt sich dieses Resultat jedoch nicht aus einer geringeren Inzidenz der exponierten Tiere, sondern, im Vergleich zu Repacholi et al., aus der höheren der Kontrolltiere. Während bei Repacholi et al. nur 22 % der Kontrolltiere erkrankten, waren es bei Utteridge et al. ebenso wie in der vorliegenden Arbeit etwa 44 %. Wenn der Repacholi-Wert kein falsches Zufallsergebnis darstellt, so wäre dort der Fehler in der Halterung der Kontrolltiere zu suchen. Der Schlusssatz der vorliegenden Arbeit lautet: „Die Studie liefert keine Anzeichen dafür, dass HF-Felder ein kanzerogenes Potential darstellen.“ Immerhin hat Repacholi in einem kürzlich veröffentlichten Interview mit dem wissenschaftlichen Informationsservice RF Gateway (USA) bezüglich fehlerhafter Studien mitgeteilt: „In dieser Sache kann ich auf meine eigene Tierstudie an transgenen Pim1 Mäusen verweisen. Bevor diese zur Aufnahme in die Datenbank für Gesundheitsrisikobewertung akzeptiert werden konnte, musste sie in ähnlichen Studien bestätigt werden. Es stellte sich heraus, dass sie nicht reproduziert wurde. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass eine einzelne Studie für die Beurteilung von Gesundheitsrisiken nicht brauchbar ist“ (<http://www.handywellen.de>).

Oberto, G.; Rolfo, K.; Yu, P. Carbonatto M.; Peano, S.; Kuster, N.; Ebert, S., and Tofani, S. Carcinogenicity study of 217 Hz pulsed 900 MHz electromagnetic fields in transgenic mice. *Radiat. Res.* (2007) **168**, 316-326.

Repacholi et al.: *Radiat. Res.* (1997) **147**, 631

Utteridge et al.: *Radiat. Res.* (2002) **158**, 357

Untersuchungen an Probanden

Eine Meta-Analyse zum Einfluss von Mobilfunkfeldern auf kognitive Reaktionen. Statistiker, Neurologen und Psychologen der Universität Wien versuchten die Quintessenz aus 19 vorhandenen Probandenstudien zu ziehen. Bei Zugrundelegung eines Qualitätsmaßstabes (mindestens „blind“, wenn nicht „doppelblind“, nachvollziehbare Expositionsbedingungen, vertrauenswürdige Statistik, standardisierte Bedingungen) blieben davon noch 10 übrig. Nur in zwei Tests zeigte sich eine gewisse Übereinstimmung der Studi-

en: im „Substraktionstest“ als Maß der Aufmerksamkeit (die Versuchsperson hatte eine jeweils vorgegebene Zahl von der Zahl 9 zu subtrahieren) und im „N-Back-test“ als Indikator für das Kurzzeitgedächtnis (die Versuchsperson hatte festzustellen, ob ein eingeblendeter Buchstabe bereits 1, 2 oder 3 Schaltungen zuvor schon einmal gezeigt wurde). Die Autoren schließen daraus, dass Felder des GSM-Mobilfunks eventuell die Reaktionszeit menschlicher Aufmerksamkeit etwas verringern und das Arbeitsgedächtnis etwas beeinflussen. Da die Effekte jedoch statistisch wenig gesichert sind und zudem ein Wirkungsmechanismus unbekannt ist, betrachten die Autoren diese Resultate mit Vorsicht und empfehlen weitere Untersuchungen.

Barth A; Winker R; Ponocny-Seliger E ; Mayrhofer W; Ponocny I; Sauter C, and Vana N. A: *Meta-analysis for neurobehavioral effects due to electromagnetic field exposure emitted by GSM mobile phones. Occup Environ Med.* 2007 online: Oct 10.

Weder die rechte, noch die linke Hemisphäre des Gehirns ist empfindlich gegenüber Feldern des Handys.

Es gibt bereits eine Reihe von Untersuchungen über eine mögliche Beeinflussung kognitiver Funktionen des menschlichen Gehirns durch ein sendendes Handy am Kopf. Im psychologischen Institut der Universität Turku (Finnland) konnten bisher keine Effekte gefunden werden (siehe: Neues aus der Wissenschaft 2/2003, 1/2005, 4/2005). Diesbezüglich sind diese Autoren im Einverständnis mit den meisten ihrer Kollegen. In früheren Experimenten anderer Autoren glaubte man jedoch mitunter geringe Einflüsse nachgewiesen zu haben, so z.B. eine geringe Verkürzung der mittleren Reaktionszeit (Preece et al., *Int. J. Radiat. Biol.* 1999; **75**, 447). Liegt dies an mangelnder Verblindung der Experimente, an ungenauer Dosimetrie, an der Verwendung spezieller Frequenzen oder Pulsung oder letztlich an einer Rechts-Links-Asymmetrie der Empfindlichkeit des Gehirns? Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich auf eben dieses Problem. Probanden werden den üblichen kognitiven Tests unterzogen, wobei ein funktionsloses Handy mit extern gesteuerter Antenne (902 MHz, kontinuierlich oder 217-Hz-gepulst, 0,25 W) rechts oder links am Kopf befestigt war. Es konnten keinerlei Einflüsse gemessen werden. Sollte man diese Versuche mit höherer Sendeleistung, eventuell bis über die Grenzwerte wiederholen um die Schwelle einer möglichen Reakti-

on zu finden? Dagegen sprechen nach Meinung der Autoren erstens ethische Argumente, zum anderen geht es ja bei der ständig sinkenden Sendeleistung moderner Geräte nicht darum, die geltenden Grenzwerte nach oben zu verschieben. Letztlich betonen die Autoren, dass ihre Befunde natürlich nur eventuell auftretende akute Effekte betreffen und sie deshalb keine Aussage über Langzeit-Exposition machen können.

Haarala, C.; Takio, F.; Rintee, T.; Laine, M.; Koivisto, M.; Revonsuo, A.; Hämäläinen, H.: Pulsed and continuous wave mobile phone exposure over left versus right hemisphere effects on human cognitive function. Bioelectromagnetics (2007) 28, 289-295.

Schlaf-Beeinflussung in Abhängigkeit von der niederfrequenten Pulsrate des Mobiltelefons?

Das GSM-System verfügt je nach Arbeitsmodus über charakteristische Sendeperioden, die auch unterhalb der normalen 217 Hz Pulsung liegen. Durch die Gruppierung der 217 Pulse ergibt sich z.B. eine Periode von etwa 8 Hz; auch tritt durch bestimmte Auslassungen von Pulsen ein 2 Hz- Rhythmus auf. Eine Arbeitsgruppe der Loughborough University (UK) ging der Frage nach, ob das menschliche Gehirn eventuell spezifisch auf diese Perioden reagiert, und untersuchte das Schlafverhalten von Probanden nach einer 30-minütigen Exposition durch ein rechts neben dem Kopf befindliches, künstlich gesteuertes Mobiltelefon. In diesen verblindeten Experimenten wurden an Hand des EEGs die Einschlafzeit und weitere Charakteristika gemessen. Tatsächlich zeigte sich, dass im „Sprech-Modus“, wenn die 8 Hz Periode verstärkt auftrat, eine deutliche Verzögerung der Einschlafzeit im Vergleich zur Scheinbefeldung beziehungsweise der Exposition im „Hör“- und „Standby“-Modus messbar war. Natürlich könnte dies auch einfach ein Dosis-Effekt sein, waren doch die SAR-Werte dabei deutlich unterschiedlich. Irrtümlich sprechen die Autoren vom Auftreten eines 8 Hz ELF-Feldes, das frequenzspezifisch auf die Neuronen wirken könnte, und vergleichen es mit der Frequenzabhängigkeit bei Magnetspuls-Stimulation des Gehirns. Ein niederfrequentes elektromagnetisches Feld als Resultat der Pulsung tritt zwar bei der Exposition durch ein GSM-System des Mobilfunks nicht auf, doch könnte trotzdem, zum Beispiel durch eine spezielle Periode thermischer Effekte das Resultat erklärbar sein.

Hung, C-S.; Anderson, C.; Horne, J. A.; McEvoy, P.: Mobile phone 'talk-mode' signal delays EEG-determined sleep onset. Neuroscience Letters (2007) 421, 82-86.

Erstmalig Dosisabhängigkeit pulsierender GSM-Felder auf Schlaf-EEG gemessen.

Zwei neue Untersuchungen aus Zürich unterstreichen, dass im Unterschied zu kontinuierlichen HF-Feldern (900 MHz) jene mit typischem GSM-Muster (217 Hz) in der Lage sind, in geringem Maße neuronale Prozesse zu beeinflussen. Dies lässt sich in wachem Zustand durch kognitive Tests nachweisen, wenn auch nur bei solchen mit hoher Empfindlichkeit. Beim „N-Back“ Test waren die Probanden aufgefordert, sich an einen Buchstaben zu erinnern, der in der letzten (N=1), vorletzten (N=2) oder drittletzten (N=3) Computereinblendung gezeigt war. Nur im Fall N=3 konnte ein Unterschied in Relation zur Kontrolle gefunden werden. Es zeigten sich ferner geringe Veränderungen in der EEG-Amplitude der Alpha-Frequenz bei geschlossenen Augen noch 30 Minuten nach der Exposition (mittlere SAR 1 W/kg, Expositionszeit 30 Minuten). In einer zweiten Versuchsserie, die sich hauptsächlich auf mögliche Veränderungen während des Schlafes bezog, wurden während der dem Schlaf vorausgehenden 30-minütigen Exposition die gleichen Tests durchgeführt. Diesmal trat ein Effekt nur beim N=1-Test auf, der sogar mit $p < 0,09$ signifikant mit der Dosis korrelierte (Vergleich: 0; 0,2 und 5 W/kg). Eine entsprechende Dosisabhängigkeit konnte auch im EEG während der Tiefschlafperioden (non-REM sleep), nachgewiesen werden. Keine Änderungen zeigten sich während der REM-Phasen. Auch die allgemeine Schlafarchitektur war durch die Feldexposition nicht verändert. Da die EEG-Effekte noch Stunden nach der Exposition nachweisbar waren, gehen die Autoren von nicht-thermischen Reaktionen aus. Sie betonen jedoch, dass diese Effekte schwach und die zugrunde liegenden physiologischen Mechanismen unbekannt sind. Die Ergebnisse seien mit Vorsicht zu betrachten, besonders hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Konsequenzen.

Regel, S. J.; Gottselig, J. M.; Schuderer, J.; Tinguely, G.; Rétey, J. V.; Kuster, N.; Landolt, H.-P.; Achermann, P.: Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking EEG. Neuroreport (2007) 18, 803-807

Regel, S. J.; Tinguely, G.; Schuderer, J.; Adam, M.; Kuster, N.; Landolt, H.-P.; Achermann, P.: Pulsed radio-frequency electromagnetic fields dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. J. Sleep Res. (2007) 16, 253-258.