

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

15. Jahrgang / Nr. 3

www.elektrosmogreport.de

März 2009

## Mobilfunkforschung

### Kurzzeitwirkung von Mobilfunkbasisstationen

**Bei der Untersuchung der Wirkung von 900-MHz-Feldern von Mobilfunk-Basisstationen wurde das Wohlbefinden der Teilnehmer durch Fragebögen ermittelt. Die psychischen Parameter Laune und Wachheit zeigten keine Unterschiede bei verschiedenen Feldstärken, die Ruhe oder Gelassenheit der Teilnehmer zeigte jedoch signifikante Unterschiede bei verschiedenen Feldstärken.**

Seit Beginn der Einführung der Mobilfunktechnologie wird befürchtet, dass es Gesundheitsrisiken geben könnte. In der öffentlichen Diskussion werden Symptome wie Kopfschmerzen, Gedächtnisverminderung, Konzentrationsprobleme und Müdigkeit berichtet. Diese Symptome werden dem telefonieren mit dem Handy und Wohnen und Arbeiten in der Nähe von Basisstationen zugeschrieben. Die Bezeichnung „Mikrowellenkrankheit“ wurde eingeführt, um die verschiedenen Symptome zu einem Syndrom zusammenzufassen. In epidemiologischen Untersuchungen werden Gesundheitsschäden durch Langzeitwirkungen untersucht, aber es gibt kaum Daten zu Kurzzeitwirkungen der Strahlung von Basisstationen. Provokationsstudien zur Elektrosensibilität verfehlten den Nachweis von Symptomen durch Mobilfunk und sind daher umstritten. Neuerdings gibt es Untersuchungen, die neurobiologische Unterschiede in der Hirnrinde bei elektrosensiblen Personen zeigen, was eine Prädisposition gegenüber Umwelteinflüssen und dadurch größere Empfindlichkeit bedeuten kann.

Gegenstand dieser Untersuchung war, ob verschiedene Intensitäten der 900-MHz-Strahlung einer Mobilfunkanlage bei kurzzeitiger Bestrahlung in 5 Sitzungen erkennbare Unterschiede im Wohlbefinden hervorrufen kann. Diese Doppelblind-Studie unterscheidet sich von den meisten Untersuchungen dadurch, dass sie nicht unter Laborbedingungen durchgeführt wurde, sondern in einem Raum eines Kindergartengebäudes in der Salzburger Innenstadt, an dem eine normale Mobilfunkanlage installiert ist. Zur Erzeugung der unterschiedlichen Feldstärken, die bei den Probanden ankamen, wurden Vorhänge mit verschiedenen Abschirmmaterialien bzw. ohne Abschirmung angebracht. In den 5-minütigen Pausen zwischen den Sitzungen mussten Probanden und Untersucher den Raum verlassen, damit sie nicht sehen, welcher Vorhang angebracht wird.

Die 57 Teilnehmer, 35 Frauen und 22 Männer, waren zwischen 18 und 67 Jahre alt. Die Teilnehmer waren durch Bekanntmachung in der lokalen Presse und durch das Intranet der Universität Salzburg rekrutiert worden. Elektrosensible Personen wurden nicht gesucht, aber auch nicht ausgeschlossen. Es gab je 5 Sitzungen zu 50 Minuten mit Feldstärken von

5,2  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  (niedrig), 153,6  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  (mittel) und 2126,8  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  (hoch). Kurz vor Beginn und 3 Minuten vor Ende jeder Sitzung mussten die Teilnehmer Fragebögen ausfüllen. Dabei wurden 90 Symptome abgefragt, die sich um die mentale Situation der Testpersonen in den letzten 7 Tagen drehten, um herauszubekommen, wie aufgeregt die Teilnehmer im Vorfeld der Experimente sind. Daneben wurde durch Fragen abgeklärt, ob es eine „Nocebo-Wirkung“ (Schadwirkung ohne vorhandene schädigende Faktoren) gibt, die durch Ängstlichkeit und Stress entstehen kann. Während der ganzen Zeit der Untersuchungen wurden die Feldstärken von Niederfrequenz und im Bereich 80 MHz und 3 GHz von einem akkreditierten Messingenieur überwacht. Die Feldstärken der begleitenden Feldquellen (Radio, TV, GSM 1800, UMTS, WiFi, DECT usw.) waren mindestens um den Faktor 400 niedriger als die zu untersuchenden 900-MHz-Felder der Mobilfunkanlage. Die Teilnehmer wurden auch nach ihrer Einschätzung befragt, wie weit sie von einer Basisstation entfernt wohnen, und ihrer generellen Haltung zur Gesundheitsgefährdung, um die persönliche Risikoeinschätzung der Probanden zu erfahren. Diejenigen, die weniger als 100 m von einer Basisstation entfernt wohnen, wurden zu ihrer Haltung bezüglich der Gesundheitsbefürchtungen befragt. Die Personen, die weiter als 100 m entfernt leben, sollten sich vorstellen, was sie empfinden würden, wenn sie näher an einer Basisstation wohnen würden.

**Die Ergebnisse in Einzelnen:** Die Teilnehmer waren bei der Bestrahlung mit hoher und mittlerer Feldstärke ruhiger als bei den niedrigen Feldstärken. In Bezug auf Wachheit und Laune gab es keine signifikanten Unterschiede bei den verschiedenen Feldstärken. **Zu den Fragebögen:** Bei den Fragen nach der Besorgnis über gesundheitliche Gefahren und Elektrosensibilität ergab sich: An erster Stelle wird Mobilfunk genannt, gefolgt von Hochspannungsleitungen an zweiter und Basisstationen an dritter Stelle. Am geringsten werden die Gefahren durch Radio, tragbare CD-Player und Babyphone eingestuft. Bei den Symptomen, die durch Basisstationen hervorgerufen werden können, werden an erster Stelle Schlafstörungen, dann Kopfschmerzen an zweiter Stelle und an dritter Müdigkeit genannt. Brennen auf der Haut wurde gering eingestuft. Die

## Weitere Themen

### EEG-Veränderungen durch gepulste Felder, S. 2

Gepulste Magnetfelder verändern das EEG des Menschen, abhängig von der Puls-Rate, vor allen im Alpha-Band.

### Elektrische Felder polarisieren Krebszellen, S. 2

Die Experimente tragen zum Verständnis der Mechanismen bei, wie Krebszellen Metastasen bilden.

### Grenzwerte und ihre Festlegung, S. 3

Eine Abhandlung über alles, was man zu Grenzwerten wissen sollte, ist jetzt online zu bekommen.

Selbsteinschätzung bezüglich Elektrosensibilität war gering, 14,3 % bezeichneten sich als stark oder sehr stark elektrosensibel. Bei den Elektrosensiblen und den Personen, die Gesundheitsgefahren durch Mobilfunk sehen, gab es keine Unterschiede zu den anderen Teilnehmern. Es gab auch keine Unterschiede bei Alter oder Geschlecht.

Die Ergebnisse sind als konsistent zu bewerten, da die Untersuchungsbedingungen realistischen Strahlungs-Verhältnissen entsprachen in normalen Räumen in einem Kindergarten. Deshalb kann man davon ausgehen, dass die Ängstlichkeit geringer ist als in einem Labor, also die gefundenen Effekte nicht verfälscht sind. Außerdem wurden viele Adjektive zur Beschreibung des Befindens abgefragt, die eine suggestive Beeinflussung weitgehend ausschlossen. Darüber hinaus führten psychologische Faktoren nicht zu physiologischen Reaktionen.

Dass die Probanden bei hohen Feldstärken ruhiger waren als bei niedrigen deckt sich mit Ergebnissen von anderen Arbeitsgruppen, die gefunden haben, dass bei höheren Expositionen eine Art hypnotische Wirkung auftritt und das Alpha-Band des EEGs stärkere Aktivität zeigt.

#### Quelle:

Augner C, Florian M, Pauser G, Oberfeld G, Hacker GW (2009): GSM Base Stations: Short-Term Effects on Well-Being. *Bioelectromagnetics* 30, 73–80

#### Hirnforschung

## EEG-Veränderungen durch gepulste Magnetfelder

**Die Studie untersuchte die Wirkung von schwachen gepulsten Magnetfeldern auf das menschliche EEG. Schon 5 Minuten nach der Feldeinwirkung ist die Alpha-Aktivität in den hinteren Regionen des Gehirns verändert. Diese Ergebnisse sind eine Bestätigung früherer Befunde und sie ähneln denen der Mobilfunkwirkung auf das Gehirn.**

Frühere Experimente hatten gezeigt, dass kurze Einwirkung von schwachen gepulsten Magnetfeldern (30 Minuten < 500  $\mu$ T) Verhaltensänderungen bei Mensch und Tier hervorrufen, und das vor allem bei den Alpha-Wellen (8–13 Hz). Es war also klar, dass das EEG verändert wird, aber nicht, wann das passiert. Das sollte hier untersucht werden. Die Tests wurden mit 32 Personen durchgeführt, 16 männlichen und 16 weiblichen im Alter 20–39 Jahren (Mitarbeiter und Studenten des Lawson Health Research Instituts von Ontario). Je 11 hatten schon an früheren Studien teilgenommen, 10 neue Teilnehmer wurden zufällig verteilt auf Sequenz 1 (1200 ms Pause zwischen den Pulsen) und Sequenz 2 (5000 ms Pause). Jede Person war ihre eigene Kontrolle. Zwischen den beiden Experimenten lag jeweils eine Woche. Jede Sitzung dauerte 15 Minuten, in denen gepulste Magnetfelder von 200  $\mu$ T oder Scheinexposition (Einfach-Blind-Studie) angewandt wurden. Für die Scheinexposition wurde das Gerät zwar eingeschaltet, aber es gab kein Feld. Die Hintergrundbelastung wurde genau kontrolliert, sie betrug 14,7  $\mu$ T vertikal und 43,3  $\mu$ T horizontal; davon 60 Hz weniger als 0,2  $\mu$ T. Während des Experiments wurden bei den Teilnehmern zuerst 2,5 Minuten mit offenen und 2,5 Minuten mit geschlossenen Augen die Basislinien bestimmt, dann erfolgte mit Beginn der 15-minütigen Behandlung in den Zeiträumen 0–5, 5–10 und 10–15 Minuten 98-mal Datenaufzeichnung, um herauszufinden, wann die Veränderung im EEG eintritt. Es stellte sich heraus, dass die gepulsten Magnetfelder in den beiden Varianten Sequenz 1 und 2 einen Einfluss

auf das EEG in hinteren und seitlichen Bereichen des Gehirns haben. Eine Antwort auf die gepulsten Magnetfelder erfolgt innerhalb der ersten fünf Minuten nach Beginn der Feldeinwirkung.

Die etwas verwirrenden Ergebnisse lassen sich so zusammenfassen: Je nach der Reihenfolge, ob zuerst die Schein- oder die tatsächliche Exposition stattfand, war die Alpha-Aktivität signifikant niedriger oder höher gegenüber den Kontrollsituationen. Signifikante Unterschiede im EEG ergaben sich auch bei Sequenz 1 (niedrigere Aktivität nach 5 Minuten) und Sequenz 2 (höher nach 5 Minuten). Die Autoren mutmaßen, dass die verwirrenden Ergebnisse damit zusammenhängen, dass der größere Teil der Probanden schon an solchen Experimenten teilgenommen hatte und es dadurch zu einer Art Erinnerungseffekt gekommen sein könnte, der „dazwischenfunk“. Die Wiederholung dieses Experimentes soll deshalb mit neuen Teilnehmern ohne „Vorbereitung“ erfolgen.

#### Quelle:

Cook CM, Saucier DM, Thomas AW, Prato FS (2009): Changes in Human EEG Alpha Activity Following Exposure to Two Different Pulsed Magnetic Field Sequence. *Bioelectromagnetics* 30, 9–20

#### Zellforschung

## Wie elektrische Felder Lungenkrebszellen polarisieren

**Elektrische Potenziale kommen an Zellmembranen von Epithel- und Nervenzellen vor, dort sind statische elektrische Felder vorhanden. Einige Zellen reagieren auf diese Felder und setzen sich in Bewegung, was man als Galvanotaxis bezeichnet. Die Mechanismen sind nicht klar, vor allem nicht bei Krebszellen. Hier wird gezeigt, dass Zellkulturen von menschlichen Lungenkrebszellen (Adenokarzinom A549-Zellen) in Richtung der Kathode wandern, wenn ein elektrisches Feld von 3 V/m anliegt. Mit diagnostischen Methoden kann man nachweisen, dass Strukturbestandteile der Zellen in Richtung Kathode polarisiert werden.**

Gesteigerte Zellbeweglichkeit ist ein wichtiger Schritt bei der Metastasierung. Die Metastasezellen lösen sich vom Primärtumor ab, durchwandern die Blutgefäße und besiedeln andere Stellen im Körper. Die Chemotaxis bei Krebszellen ist gut untersucht, aber über die Galvanotaxis ist wenig bekannt, deshalb sollten hier die Wirkungen der elektrischen Felder untersucht werden, die die Metastasierung antreiben.

Wenn Lungenkrebszellen in das Epithel der Bronchien eindringen, wird das elektrische Feld verändert, weil dabei Ladungen verschoben werden. In früheren Untersuchungen hatten die Forscher gefunden, dass A 549-Zellen (Adenokarzinomzellen sind entartete Zellen des Epithels von Drüsengewebe) bei 0,5–10 V/m in Richtung Kathode wandern. Nun sollten die Mechanismen dahinter herausgefunden werden. Um zu sehen, ob die Rezeptoren des Epidermalen Wachstumsfaktors (EGFR = Epidermal Growth Factor Receptor) in die Vorgänge der Galvanotaxis involviert sind, wurden die Substanzen Cetuximab und AG1478 (Antikörper gegen EGFR) verwendet, die die Funktionsfähigkeit der Rezeptoren hemmen. Die Experimente wurden alle mit einem elektrischen Feld von 3 V/m durchgeführt. Über 2 Stunden wurden alle 5 Minuten Bilder von der Wanderung der Zellen im elektrischen Feld aufgenommen. Mit Chemolumineszenz wurde die Polarisation der Zellen dargestellt.