

Kurzbericht zum internationalen wissenschaftlichen Workshop
der Forschungsgemeinschaft Funk e.V. (FGF):

Schlafstörungen, geänderte kognitive

Gibt es einen Zusammenhang zur Exposition mit

Lutz Haberland

Der Workshop fand vom 5. bis 7. November 2007 in Stuttgart mit Unterstützung des Umweltministeriums Baden-Württemberg und in Kooperation mit der Europäischen Aktion EMF-Net statt. Thematisch war er als aktualisierte Fortsetzung eines FGF-Workshops im Jahr 2003 in Immenstaad zu „Schlaf und anderen kognitiven Funktionen“ konzipiert. Seitdem sind eine Menge damals vorgestellter oder laufender Projekte beendet worden, welches sich in der großen Zahl von Referaten und Referenten niederschlug (29). Damit wurde zugleich deutlich, dass es nicht mehr ganz so einfach ist, einen umfassenden Überblick über die neuere Entwicklung in diesem Forschungsgebiet zu behalten. Den zu bekommen beziehungsweise den anderen Teilnehmern nahe zu bringen, gaben sich 58 Wissenschaftler aus Europa, Japan, China und Nordamerika Mühe. Es gab reichlich Zeit und Gelegenheit, die zum Teil vorhandenen Widersprüche in den präsentierten Forschungsergebnissen intensiv zu diskutieren.





EEG-Änderungen, Funktionen –

HF-Feldern der mobilen Kommunikation?

Zwei Experten aus der Gehirn- und Schlafforschung führten in ihre Forschungsgebiete ein und legten dabei den Schwerpunkt auf die angewandten Methoden.

Methoden der Gehirn- und Schlafforschung

Während das EEG (Elektroenzephalogramm) - aufgrund seiner guten zeitlichen Auflösung – besonders für direkte Messungen der neuronalen Aktivität geeignet ist, erlauben bildgebende Verfahren (funktionelle Magnetresonanztomographie, fMRI, das I steht für engl. Imaging) und Positronen-Emissions-Tomographie, PET)

gut lokalisierte Beobachtungen von Änderungen der Durchblutung und der Stoffwechselfvorgänge im Gehirn. Dies führt verstärkt zur kombinierten Anwendung beider Methoden. Molekulare und chemische Veränderungen im Hirngewebe lassen sich allerdings mit diesen Methoden nicht untersuchen. Die Schlafforschung hat sich kürzlich neue Untersuchungs-Regeln gegeben, die unter anderem die gleichzeitige Beobachtung mehrerer Parameter fördert (Polysomnographie, das heißt, EEG, EKG, Atmung, Bewegung, Muskelspannung und andere Kenngrößen werden gleichzeitig während des Schlafs am Probanden registriert).



Exposition und Dosimetrie

Hier beschäftigte man sich mit der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder wie sie im Alltag auftreten, spezifischen Modulationen von UMTS-Signalen, der dosimetrischen Berechnung am Beispiel von Kinderköpfen, Artefakten wie sie bei EEG-Ableitungen auftreten können und der Frage des besten Versuchsdesigns bei Experimenten mit Exposition des Kopfes. So wurde deutlich, dass die Abstrahleigenschaften von Mobilfunkbasisstationen zu komplex sind, um ihre Intensität nur als vom Abstand abhängigen Wert zu beschreiben. Insbesondere auf den ersten einhundert Metern vor der Antenne treten am Boden abwechselnde Feldmaxima und -minima auf.

Die Felder von Mobilfunkhandgeräten stellen in fast allen modellhaft betrachteten, alltäglichen Expositionsszenarien derzeit den bestimmenden Anteil an der jeweils vorhandenen Gesamtexposition dar (auch zum Beispiel in Räumen mit WLAN-Hot-Spots oder in Wagen öffentlicher Verkehrsmittel). Andere drahtlose Geräte liegen mit ihren Emissionen meist weit unter den Grenzwerten, nur bei berührungsnaher Exposition kommen einige WLAN-, Bluetooth- und Baby-Überwachungsgeräte in die Nähe der Grenzwerte. Auch aus diesem Grund wird der kombinierten Exposition durch mehrere Geräte in der aktuellen Forschung verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt.

Neue Rechenmodelle von Kinderköpfen auf der Grundlage tomografischer Schnittbilder erlauben heute eine genauere Untersuchung der Absorption hochfrequenter Felder. Jüngste Untersuchungen deuten darauf hin, dass über geringe Körpermassen (hier 1 Gramm) gemittelte „Spezifische Absorptions-Raten“ (SAR) bei 5 bis 8 Jahre alten Kindern signifikant höher sind als bei älteren Kindern und Erwachsenen. Dies trifft vor allem auf Frequenzen größer 900 MHz zu. Bei älteren Kindern liegen die SAR im Streubereich der Variabilität von Erwachsenen (die natürlicherweise größere oder kleinere Köpfe haben können).

Bislang wurde in den Studien meist von sehr kleinen kognitiven oder EEG-Effekten berichtet. Diese Tatsache führte zu der auch während des Workshops geäußerten Forderung, eine möglichst hohe, gleichmäßige, alle Modulationsarten enthaltene und standardi-

sierte Exposition des Kopfes in Laborversuchen durchzusetzen (mit entsprechender statistischer Absicherung). Nur dies könne gewährleisten, kleinste Effekte auch wirklich aufzuspüren. Dies blieb nicht unwidersprochen, da man ohne Vorstellung von einem Wirkmechanismus nicht wissen könne, welche Expositionsparameter ausschlaggebend seien (zum Beispiel eine lokalisierte Exposition nur einiger Gehirnbereiche wie bei einem Mobiltelefon oder eine flächige Exposition des gesamten Gehirns durch Plattenantennen).

Festgestellte biologische Effekte in der Schlaf- und Hirnforschung

Um welche Effekte geht es nun aber? Vor allem um Einflüsse auf EEG-Wellen zwischen 8 und 14 Hz (also Frequenzen im sogenannten Alpha-Band). Entsprechende Veränderungen wurden sowohl während des Schlafes als auch im Wachzustand gefunden, zum großen Teil nur bei Exposition mit *modulierten* Hochfrequenzfeldern und meist bei 900 MHz-Trägerwellen. Die unter Feldexposition festgestellten Unterschiede zu den Kontrollwerten bestimmter EEG-Parameter lagen meist im Bereich von 10 Prozent bis 20 Prozent. Dabei konnte ein Teil der signifikanten Effekte übereinstimmend in mehreren Arbeitsgruppen gezeigt werden. Wie kürzlich in einer Studie im Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm präsentiert wurde, können andere Autoren diese Effekte allerdings nicht bestätigen. Eine Erklärung für diese Diskrepanzen steht noch aus. Hypothesen reichen von unterschiedlichen Expositionsschemata bis zu interpersonellen Variationen bei den von den Forschergruppen einbezogenen Probanden. In anderen Untersuchungen konnten signifikante Effekte in derselben Arbeitsgruppe in eigenen Folgestudien nicht repliziert werden, beziehungsweise die Effekte zeigten dann in verschiedene Richtungen und ergaben kein konsistentes Bild mehr. Dies trifft nicht nur auf EEG-Messungen, sondern auch auf kognitive Tests zu, hier insbesondere auf Änderungen der Reaktionszeit. Bei wenigen anderen kognitiven Tests gibt es einzelne Befunde, die jedoch übereinstimmend als nicht so markant angesehen werden, wie die vor allem im Alpha-Band festgestellten EEG-Änderungen.



Auch zum Thema Schlaf und hochfrequente Felder gibt es kontroverse Ergebnisse: sie reichen von verbesserter Schlafwirkung und längerer Zeit, die nötig ist um einzuschlafen bis hin zu keinem Effekt. Falls Änderungen auftraten, so erreichten diese jedoch nicht das Ausmaß um als Schlafstörungen klassifiziert werden zu müssen.

Epidemiologische Befunde beziehungsweise solche aus experimentellen Studien, die in der alltäglichen Umgebung der Probanden durchgeführt wurden, unterstützen das bisher gezeichnete Bild: Es gibt zum Teil signifikante Hinweise auf eher kleine Effekte, aber auch die Abwesenheit solcher. Einige dieser Studien sind noch nicht abgeschlossen beziehungsweise noch nicht in Fachzeitschriften veröffentlicht und gelten somit noch als vorläufig.

Diskussion

Die abschließende Diskussion brachte das Dilemma der fehlenden klaren Aussage auf den Punkt: Obwohl es zum Thema Schlaf-EEG (und teilweise auch Wach-EEG) bestätigende Befunde verschiedener Arbeitsgruppen gibt, konnten diese nicht als wirklich „bestätigt“ eingestuft werden, denn es gibt auch Untersuchungen, die keine signifikanten Effekte nachweisen konnten. Die möglichen Ursachen für dieses inkonsistente Gesamtbild wurden in drei wesentlichen Punkten gesehen:

- Zum Teil unzureichende statistische Behandlung der Datensätze. (Einige Studien sind nur als Pilotstudien einzustufen; insgesamt muss bei der Untersuchung von gleichzeitig mehreren Parametern darauf geachtet werden, dass die statistischen Tests entsprechend angepasst werden (multiples Testen).
- Zu große Variabilität im Versuchsdesign (die schon früher erwähnten unterschiedlichen Expositionsarten und -szenarien; unterschiedliche Tests zur Beurteilung der Schlafqualität).
- Zu große Inter- und Intra-variabilität der untersuchten EEG-Parameter. (Sowohl das EEG derselben Person zu unterschiedlichen Zeitpunkten als auch die EEG-Profile verschiedener Personen variieren so stark, dass eine einfache Mittlung dieser Werte –

wie zum Erlangen statistischer Resultate nötig – grundsätzlich in Frage zu stellen ist. Es wurde der Vorschlag an die FGF herangetragen, die angewandten statistischen Methoden auf ihre wissenschaftliche Aussagekraft und Eignung für bestimmte Versuchsdesigns hin untersuchen zu lassen.)

Eine übereinstimmende Aussage gab es dennoch: Die bisher berichteten Effekte sind so schwach, dass eine Gesundheitsgefährdung daraus derzeit nicht ableitbar ist. EEG-Änderungen beispielsweise durch die Wirkung einer Tasse Kaffee oder bekannte Schlafstörungen aus anderen Gründen zeigen deutlichere Effekte – wobei auch hier einschränkend erwähnt werden muss, dass die wenigsten Studien eine solche Positivkontrolle in die Untersuchungen einbezogen hatten.

Dennoch zeigt dieses Forschungsgebiet eine gewisse Konsistenz im „Finden von Effekten“, mögen diese auch rein biologische, das heißt ohne gesundheitliche Relevanz sein. Sollten sich diese Effekte von als nichtthermisch wirkend eingestuftem Hochfrequenzfeldern bewahrheiten, dann gäbe es ein Problem mit unserem wissenschaftlichen Verständnis der Wechselwirkung Physik – Biologie. Denn bisher kann niemand erklären, mit welchem Mechanismus solche Effekte zustande kommen könnten. Dies sollte Grund genug sein, diesem Bereich verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken. Einige Studien in Australien und in mehreren Ländern Europas laufen noch und werden voraussichtlich im Jahr 2008 abgeschlossen sein. Spätestens dann sollte man sich Gedanken darüber machen, ob eine koordinierte Studie mehrerer Labors mit einem einheitlichen Protokoll und der Untersuchung einer möglichen Dosis-Wirkungs-Beziehung, auch über den Grenzwert für die Allgemeinbevölkerung hinaus, notwendig ist. Dies könnte das ewige Dilemma von Studien und Gegenstudien beenden.

Der ausführliche Rapporteursbericht wird Ende dieses Jahres erwartet und wird – wie bereits das Abstrakt-Buch und die Präsentationen – auf den FGF-Internetseiten zum Herunterladen angeboten (<http://www.fgf.de/fup/tagung/fgfworkshops-start.html>).

*Dipl.-Biophys. Lutz Haberland,
Forschungsgemeinschaft Funk e.V.*