



Abstract zum Forschungsprojekt:

Kurz- und Langzeitauswirkungen elektromagnetischer Hochfrequenzfelder auf die Qualität des menschlichen Schlafes und die hieraus resultierende Tagesbefindlichkeit

Prof. Aldenhoff, Universität Kiel , Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie

Prof. Hansen, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, Lehrstuhl Elektrotechnik

Laufzeit: 4´98 – 4´2000 (Hauptstudie), 8´01 – 6´02 (Folgestudie)

Ziel

Auswirkungen schwacher hochfrequenter elektromagnetischer Wellen auf den menschlichen Schlaf sind bis heute kaum untersucht worden. Eine der Arbeiten auf diesem Gebiet wurde von Mann und Röschke 1996 vorgelegt. Sie untersuchten den Einfluss digitaler mobiler Funktelefone auf den Schlaf von jungen Männern und konnten neben einem hypnotischen Effekt mit verkürzter Einschlafzeit auch REM – Veränderungen nachweisen (REM = Rapid Eye Movement: Schlafphase, die mit raschen Augenbewegungen und intensiven Träumen verbunden ist).

Wegen der geringen Anzahl an relevanten Veröffentlichungen zu dem o.g. Thema, und den sich z.T. widersprechenden Ergebnissen, war es Ziel dieser Studie mögliche Kurz- und Langzeitauswirkungen von elektromagnetischen Feldern (EMF) auf die Qualität des menschlichen Schlafes hinsichtlich Tagesbefindlichkeit, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunktionen am Folgetag in Anlehnung an die Studie von „Mann & Röschke 1996“ zu untersuchen.

Die Ausstattung des Versuchsraumes, die Konfiguration und Position der Antennen, die Signalform und die Sendeleistung waren so festzulegen, dass eine reproduzierbare und möglichst effektive Exposition des Kopfes zustande kam.

Ziel der Folgestudie war es zum einen, die in der o.g. Hauptstudie erzielten Ergebnisse durch weiterführende Untersuchungen in Form zusätzlicher nächtlicher EEG-Ableitungen sowie zusätzlicher Auswertungen des bereits vorhandenen Datenmaterials zu kontrollieren und zu interpretieren. Zum anderen sollten die Ergebnisse der Studie von A. Borbély (1999), in der ein Einfluss von EMF auf die spektrale Leistung im Schlaf-EEG (unter Exposition stark erhöhte spektrale Leistung im Non-REM-Schlaf, die sich im Laufe der Nacht wieder normalisierte) postuliert wird, reproduziert werden.

Methode

Hauptstudie:

An zwei Untersuchungsgruppen mit jeweils 10 Personen (gesunde Männer im Alter von 20 - 44 Jahren) wurde das Schlafverhalten unter Einfluss elektromagnetischer Hochfrequenz (HF)-Felder innerhalb von 8 Nächten in einem Schlaflabor untersucht. Der Expositionsraum bestand aus einer Holzkonstruktion, dessen Innenwände mit elektromagnetisch absorbierendem Material verkleidet waren, um mögliche Störfelder zu vermeiden. Die eine Gruppe diente als Kontrollgruppe und durchlief die Schlaflabornächte



ohne eine Exposition durch HF-Felder. Die andere Gruppe wurde unter kontrollierten Bedingungen an sechs Nächten dem HF-Feld ausgesetzt. Die erste Nacht diente der

Adaption an die Schlaflaborumgebung. Die in dieser Nacht erhobenen Daten wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die zweite Nacht diente als Kontrollnacht (keine Exposition). In den folgenden sechs Nächten wurde exponiert. Es wurde eine Signalform gewählt, die charakteristische Frequenzkomponenten eines GSM900-Mobilfunksignals enthielt (900 MHz Trägerfrequenz, 2 Hz, 8.3 Hz, 217 Hz, 1733 Hz Pulsmodulation). Der Effektivwert der für den Kopfbereich maßgeblichen elektrischen Ersatzfeldstärke betrug 130 V/m, die absorbierte Leistung im Kopfbereich entsprach maximal der Hälfte des gesetzlich zulässigen Teilkörper-Grenzwertes der spezifischen Absorptionsrate (SAR) für die Allgemeinbevölkerung von 2 W/kg, und der mittlere Ganzkörper-SAR-Wert lag bei 24 mW/kg. Die Exposition erfolgte 8 Stunden pro Nacht. Die Probanden wurden während der Nacht mit Hilfe eines Videosystems überwacht.

In den Nächten wurden kontinuierlich elektrophysiologische Daten anhand von EEG (Elektroenzephalogramm)-, EMG (Elektromyogramm)- und EOG (Elektrookulogramm)-Ableitungen aufgenommen. Anhand dieser Daten lassen sich sechs Schlafstadien (nach Rechtschaffen & Kales 1968) definieren, aus denen sich wiederum verschiedene, standardisierte Schlafparameter wie Bettzeit, totale Schlafzeit, Schlafeffizienz, Schlaflatenz, REM-Latenz, % der einzelnen Schlafstadien, Minuten der einzelnen Schlafstadien, Auftreten der einzelnen REM-Phasen ableiten lassen.

Zur Untersuchung lokaler und globaler Hirnaktivitäten wurden moderne Methoden der Energiespektren und Dimensionsanalyse verwendet.

Als neuropsychologische Tests wurden übliche Leistungstests zu den Bereichen Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen durchgeführt.

Zur Abfrage des persönlichen Empfindens und Befindens wurden unterschiedliche Fragebögen (z.B. Befindlichkeitsskala nach Zerssen, Analogskala Schlafqualität und Stimmung) eingesetzt.

Folgestudie:

Es erfolgte ausschließlich eine Scheinexposition an 12 aufeinander folgenden Nächten, 8 Stunden pro Nacht. Die Probanden (n=6) sowie Nachtwachen und Auswerter hatten keine Information darüber, ob eine Exposition oder eine Scheinexposition stattfand.

In allen Nächten (außer der 1.) erfolgte ausschließlich die Ableitung der spektralen Parameter (EEG, EMG, EOG). Die Aufnahme der Daten erfolgte unter den gleichen Bedingungen wie in der Hauptstudie. Die Auswertung der Daten war auf die Leistungsspektren beschränkt.

Ergebnis

Mittels der klassischen Schlafanalyse waren keine Effekte aufgrund der Exposition mit EMF nachweisbar. Die untersuchten Schlafparameter wurden durch die Exposition nicht verändert. In der Hauptstudie wurden zunächst jedoch Veränderungen der Spektralparameter der Non-REM- und REM-Phase in der Kontrollgruppe gegenüber der Expositionsgruppe beobachtet. Im Rahmen der Folgestudie konnte jedoch nachgewiesen



werden, dass diese in der Hauptstudie beobachteten Effekte auf statistische Schwankungen zurückgeführt werden können (zu geringe Gruppengröße). In der Folgestudie wurden keine Veränderungen der spektralen Parameter in der REM-Phase beobachtet. Während des Non-REM-Schlafes waren jedoch in der 8. Nacht und in der 14. Nacht tendenziell spektrale Verminderungen im Frequenzbereich bis 5 Hz zu erkennen.

Ergebnisse der o.g. Borbély-Studie konnten unter leicht veränderten Expositionsbedingungen nicht reproduziert werden.

Die Auswertung der neuropsychologischen Befunde (Hauptstudie) zeigte, dass eventuelle Kognitionsschwächen nicht nachweisbar waren. Weder konnten erkennbare Einflüsse der elektromagnetischen Exposition auf neuropsychologische Funktionen und Befindlichkeit aufgezeigt werden noch waren Veränderungen neuronaler Komplexität mittels Dimensionanalyse zu erkennen.