

Einfluß gepulster elektromagnetischer Wellen auf die Hirnstrom

Mit möglichen EEG-Änderungen durch Mikrowellenexposition hat sich kürzlich auch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) befaßt. Im Fokus der gemeinsam mit Neurologen des Universitätsklinikums Großhadern durchgeführten Untersuchung standen ausschließlich solche Wirkungen, die in unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang mit der Bestrahlung auftreten.

Über den möglichen Einfluß hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den menschlichen Organismus wird immer wieder kontrovers diskutiert. Klarheit über das tatsächliche Gefährdungspotential können jedoch nur seriöse wissenschaftliche Studien schaffen. Dabei gilt es, mögliche Effekte der im Mobilfunk verwendeten elektromagnetischen Feldern unter nachvollziehbaren, wirklichkeitsnahen Versuchsbedingungen zu ermitteln. Nach Maßgabe dieser Forschungsergebnisse sprechen Einrichtungen wie die WHO oder die ICNIRP zum Schutz der Bevölkerung Grenzwert-Empfehlungen aus, die regelmäßig überarbeitet und, wenn nötig, entsprechend angepaßt werden.

Die Untersuchungsergebnisse sind aber nicht selten uneinheitlich und widersprechen sich teilweise sogar. So etwa bei der Frage, welche Wirkung gepulste hochfrequente elektromagnetische Wellen auf die Hirnstromaktivität beim Menschen haben. Im Jahre 1992 hatte der Lübecker Mediziner Lebrecht von Klitzing bei einigen Probanden sowohl direkte als auch Langzeit-Effekte auf das Elektroenzephalogramm (EEG) beobachtet und davon auf eine Beeinträchtigung der Gehirnleistung geschlossen.

Keinen Einfluß auf das EEG im Wachzustand konnten im Gegensatz dazu die Mainzer Psychiater Joachim Röschke und Klaus Mann feststellen, als sie 1997 34 Versuchsteilnehmer für einige Minuten der Befeldung eines D-Netz-Handys aussetzten. Eine Übersichtsarbeit über neurologische Effekte hochfrequenter elektromagnetischer Wellen aus dem gleichen Jahr kam zu dem Ergebnis, daß weder die Exposition mit kontinuierlichen noch mit gepul-

sten Feldern ein erhöhtes Gesundheitsrisiko im nicht-thermischen Bereich für das Gehirn darstellt.

Mit möglichen EEG-Änderungen durch Mikrowellenexposition hat sich kürzlich auch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) befaßt. Im Fokus der gemeinsam mit Neurologen des Universitätsklinikums Großhadern durchgeführten Untersuchung standen ausschließlich solche Wirkungen, die in unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang mit der Bestrahlung auftreten. Ob ein meßbarer Effekt ein Gesundheitsrisiko bedeutet, läßt sich mit einer EEG-Untersuchung allein zwar nicht abschließend beantworten. Sein Auftreten würde jedenfalls weiterführende Studien nahelegen.

Das Elektroenzephalogramm erfaßt den zeitlichen Verlauf der elektrischen Prozesse, die die Gehirntätigkeit begleiten und mit Hilfe von Elektroden im Kopfbereich abgeleitet werden. Man ordnet die Schwingungen der Hirnströme je nach ihrer Wellenlänge einem von fünf Frequenzbereichen zu: den Delta- (0,5 bis 3,5 Hertz), Theta- (bis 7,5 Hz), Alpha- (bis 12,5 Hz), Beta-1- (bis 18 Hz) oder Beta-2-Wellen (bis 30 Hz).

Dabei stellt jede Frequenz einen charakteristischen Reflex dar: Einige Wellen korrelieren mit bestimmten Bewußtseinszuständen wie z.B. Wachheit, Müdigkeit oder Schlaf, andere mit pathologischen Veränderungen wie etwa Koma, Hirnverletzung oder Vergiftung. Die Analyse des Kurvenbildes erlaubt somit Rückschlüsse auf die gegenwärtige Verfassung und Leistungsfähigkeit des Probanden. Da das „konventionelle“ EEG letztlich eine „Aufsummierung“ simultan ablaufender Prozesse ist, eignet es sich nur bedingt für Aussagen

aktivität des Menschen

über den Zustand bestimmter, funktionell zusammengehöriger Hirnareale. Dies wird erst durch die Messung sogenannter evozierter Potentiale möglich. Der Proband wird dabei wiederholt mit einem spezifischen, z.B. optischen oder akustischen Reiz konfrontiert.

An der BfS-Studie nahmen 39 gesunde Probanden, davon 21 Frauen, im Alter zwischen 16 und 58 Jahren teil. Als Hochfrequenz-Quelle fungierten handelsübliche Mobiltelefone aus dem D-Netz (902 MHz, an 23 Probanden getestet) bzw. E-Netz (1760 MHz, an 16 Probanden getestet). Die Geräte wurden unmittelbar am rechten Ohr der Teilnehmer plaziert. Dabei trat selbst bei maximaler Sendeleistung keine Grenzwertüberschreitung auf.

In mehreren Versuchsdurchgängen wurden erst ein Ruhe-EEG und anschließend evozierte Potentiale aufgezeichnet. Zu diesem Zweck wurden den Versuchskandidaten wechselnde Muster zur Betrachtung vorgelegt und akustische Klicksignale eingespielt und gleichzeitig die Hirnstromaktivitäten gemessen. Die akustische Stimulation diente darüber hinaus zur Kontrolle der Reaktionszeiten. Die Versuchsdurchgänge wurden mehrmals wiederholt, wobei während eines Durchganges für den Probanden nicht erkennbar das gepulste Feld eingeschaltet war.

Im D-Netz-Feld zeigten sich beim Ruhe-EEG bei zwei von 23 Probanden Besonderheiten im Alpha-Band. Ein Proband wies eine Aktivitätszunahme während der Exposition auf, alle anderen Bedingungen (evozierte Potentiale) waren bei ihm unauffällig. Ein Proband zeigte eine starke Aktivitätszunahme allerdings schon vor der Expositionsphase auf, so daß ein Effekt

aufgrund der Einwirkung elektromagnetischer Wellen als Ursache auszuschließen ist (siehe Grafiken).

Im E-Netz-Feld zeigten sich bei drei von 16 Probanden Besonderheiten im Alpha-Band des Ruhe-EEGs. Zwei wiesen eine Aktivitätszunahme, einer eine Abnahme auf, die anderen Bedingungen waren wieder unauffällig.

Keine Anzeichen für eine Änderung der EEG-Aktivität ergab die Auswertung der evozierten Potentiale. Das gleiche Bild zeigte sich im Rahmen der Reaktionszeit-Messung, bei der die Probanden einen akustischen Impuls mit einem Tastendruck quittieren mußten.

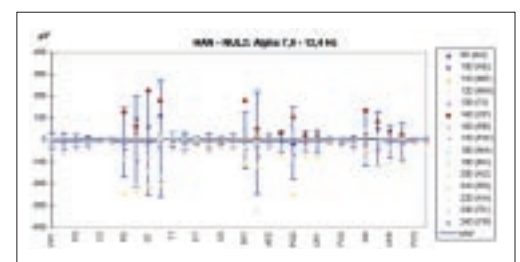
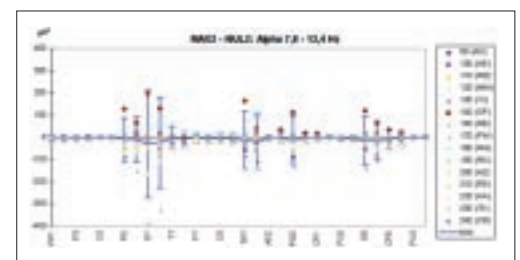
Fazit

Die vorliegende Untersuchung erbrachte keine Hinweise, daß die von Handys ausgesendeten elektromagnetischen hochfrequenten Wellen die Ruhe-EEG-Aktivität, die Hirnstromaktivität unter Einfluß optischer und akustischer Reize verändert bzw. die Reaktionszeit beeinflusst.

Zu beachten ist allerdings, daß bei der Interpretation neurophysiologischer Studien im Zusammenhang mit EM-Feldern die hohen inter- und intra-individuellen Schwankungen der Befunde berücksichtigt werden müssen. Letztendlich ergibt sich die gemessene EEG-Aktivität aus dem Zusammenspiel einer Reihe von Faktoren, die zum Teil weder in den Rahmenbedingungen des Experimentes zu suchen sind noch im Zuge dessen kontrolliert werden können. Einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Ausprägung des EEGs haben zum Beispiel Schwankungen in der Konzentration und der Grad der Entspanntheit der Probanden.

Autor: Dr. S. Krafczyk, München

Für 15 Probanden (Versuchsablauf II) ist dies in der folgenden Abbildung gezeigt (Differenzdarstellung der Expositions- und Placebobedingung des Ruhe-EEGs im Alpha-Band). Die durchgezogene Linie stellt den Mittelwert aller Einzeldifferenzen über den 32 MeBelektroden dar, die Streubalken geben die zweifache Standardabweichung (Konfidenzintervall) des Probandenkollektivs wieder. Weicht die Mittelwert-Differenzlinie stark von der Nulllinie ab (mehr als die 2-fache Standardabweichung), so ist über der entsprechenden Elektrode ein signifikanter Unterschied vorhanden. Da die Mittelwertdifferenzlinie nicht von der Nulllinie abweicht, ist es bereits durch die graphische Darstellung sichtbar, daß das elektromagnetische Feld des Handtelefons (abgestrahlt mit der Leistung von 2W) keinen meßbaren Effekt auf das Ruhe-EEG hat. Die Differenz zwischen Expositions- und Placebobedingung bleibt in Nähe der Nulllinie.



Die Mittelwertlinie weicht nicht von der Nulllinie ab, es ist kein Effekt erkennbar. Das elektromagnetische Feld des Handtelefons – abgestrahlt mit der Leistung von 2W oder des Autotelefon (8W) – hat keinen meßbaren Effekt auf das Ruhe-EEG.