©Österreichischer Naturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at

Handymania

oder

Erreichbarkeit hat ihren Preis

Die gesundheitlichen Aspekte des Mobilfunks

© I. Hagenstein

Der massive Ausbau der mobilen Telefonnetze in den letzten Jahren erfolgte ohne ausreichende Untersuchungen über die gesundheitlichen Auswirkungen der damit verbundenen erhöhten hochfrequenten Feldexposition auf große Teile der Bevölkerung. Er stellt einen Großversuch mit Millionen uninformierten Teilnehmern und einem ungewissen Ausgang dar. Besonders die Errichtung der sehr zahlreichen Mobilfunk-Basisstationen führt zu einem deutlichen Anstieg der hochfrequenten Belastung in Ballungsgebieten.

Klaus Trost

Zur Ermittlung der für die Basisstationen gültigen Grenzwerte der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung[1] (26. BImSchV) wurden lediglich die gut erforschten und seit langem bekannten sogenannten thermischen Effekte der Hochfrequenzstrahlung berücksichtigt. Die in ihrer Wirkung subtileren nichtthermischen Effekte werden erst seit einigen Jahren erforscht, sie spielten bei der Festlegung der Grenzwerte keine Rolle. Die Einhaltung von derzeit gültigen Grenzwerten garantiert daher nicht die gesundheitliche Unbedenklichkeit hochfrequenter Immissionen durch Mobilfunk-Basisstationen und andere Sendeanlagen.

Am Puls der Zeit

Im Hochfrequenzbereich herrscht (im Gegensatz zum Niederfrequenzbereich) ein besonderer Mangel an wissenschaftlichen Untersuchungen, die zur Klärung der Frage nach der gesundheitlichen Bedeutung elektromagnetischer Strahlung etwas beitragen könnten. So liefern z.B. die zahlreichen von der deutschen Forschungsgemeinschaft Funk (FGF) in Auftrag gegebenen Studien keinen Erkenntnisgewinn in dieser Frage, weil sie sich fast nur mit der Wirkung von Funkwellen auf einzelne Zellen oder Zellmembranen beschäftigen und Untersuchungen an Tieren oder gar Menschen kaum durchgeführt wurden.

Im Unterschied zu Radio- und Fernsehsendern und dem älteren C-Netz (das deutsche entspricht dem österreichischen) benutzen die neuen Mobilfunknetze D1[2], D2[2] und E-Plus[3] zur Informationsübertragung **gepulste** elektromagnetische Wellen im Mikrowellenbereich. Die wenigen bisher bekannten Forschungsergebnisse über Effekte gepulster Mikrowellen bei Menschen und Säugetieren weisen auf eine größere biologische Wirksamkeit hin, als dies bei nicht gepulsten Wellen der Fall ist. Es bedarf weitergehender Forschung, um Standards zu entwickeln, mit denen gepulste Mikrowellen vielleicht biologisch so verträglich gemacht werden können, daß sie als Massentechnologie unbedenklich sind. Bei der Entwicklung des GSM-Standards, wie er bei den D-Netzen und mit anderer Trägerfrequenz auch beim E-Netz verwendet wird, wurden lediglich die gut erforschten

©Österreichischer Naturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at

sogenannten thermischen Effekte von Hochfrequenzstrahlung berücksichtigt. Nichtthermische Effekte, deren Existenz lange bestritten wurde, fanden weder bei der Entwicklung des GSM-Standards noch bei den Grenzwertregelungen Berücksichtigung.

Das für die neue Generation von Mobilfunk-Standards vorgesehene System UMTS (**U**niversal **M**obile **T**elecommunication **S**ystem), das zu Beginn des kommenden Jahrtausends die bisherigen Systeme ablösen soll, scheint ein Schritt in die richtige Richtung zu sein: Seine Signale weisen eine Ähnlichkeit mit Rauschsignalen auf. Rauschsignale scheinen biologisch verträglicher zu sein als periodisch gepulste.

Mikrowellen machen nicht nur heiß (Abb S. 8)

Bei gepulsten und amplitudenmodulierten Mikrowellen wurden sogenannte nichtthermische Effekte und gesundheitliche Beeinträchtigungen beobachtet, die von ungepulsten und frequenzmodulierten Wellen (z.B. C-Netz, UKW-Radio, TV) z.T. nicht bekannt sind:

- Veränderung der Gehirnstromaktivität (2, 3, 4)
- Veränderung des Ionentransports durch Zellmembranen (5, 6)
- Beeinflussung des Schlafes (2,7,8,11)
- Beeinträchtigung der Blut/Hirn-Schranke (10, 15, 16)
- Förderung des Krebswachstums (im Tierversuch) (1)
- Änderung der motorischen Aktivität, des Lernens und des sexuellen Verhaltens (bei Ratten)
- Einzelstrang-DNS-Brüche in Gehirnzellen von Ratten (9)

Die Effekte traten bei Strahlungsintensitäten unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte auf. Die gesundheitliche Bedeutung der Effekte ist noch weitgehend ungeklärt.

Was sagt die Wissenschaft?

Nachfolgend die wenigen wichtigen wissenschaftlichen Untersuchungen über die Wirkung von Mobilfunkwellen / Hochfrequenz auf Menschen und Säugetiere aus den letzten Jahren:

● Erst im Mai 97 wurde eine Studie über die Wirkung von Handywellen auf Mäuse von M. Repacholi (1) in Australien veröffentlicht, obwohl die Untersuchungen schon zwei Jahre vorher abgeschlossen waren. Die Studie war von der australischen Telefongesellschaft Telstra Corporation in Auftrag gegeben worden. Dabei waren transgene Mäuse mit Handywellen des D-Netzes bestrahlt worden und es zeigte sich, daß die bestrahlte Gruppe ein um den Faktor 2,4 erhöhtes Lymphomrisiko gegenüber der unbestrahlten Kontrollgruppe hatte. Die Leistungsflußdichte der Strahlung entsprach in etwa derjenigen, welcher die Benutzer eines Handys beim Telefonieren im Kopfbereich ausgesetzt sind, sie war aber ganz erheblich stärker als die Strahlung, die in unmittelbarer Nachbarschaft einer Basisstation auftritt.

● Eine weitere wichtige Studie zum Thema Mobilfunk und Gesundheit wurde an der Universität Mainz im Auftrag der Deutschen Telekom durchgeführt (2). Dabei stellte sich heraus, daß durch Mobilfunkwellen (D-Netz) die Schlafqualität bei Menschen beeinflußt und die Dauer der REM-Schlafphasen verkürzt wird. Eine Wiederholung dieser Studie mit geringeren Leistungsflußdichten bestätigte die Verkürzung der REM-Schlafphasen durch die Exposition, erreichte jedoch keine statistische Signifikanz (18). Diese Ergebnisse stützen darüber hinaus die schon länger bekannten Beobachtungen des Medizinphysikers Lebrecht von Klitzing (3) von der Medizinischen Universität Lübeck. Von Klitzing hatte beobachtet, daß sehr schwache, konstant periodisch niederfrequent gepulste Hochfrequenz, wie sie beim digitalen Mobilfunk ver-

©Österreichischer Naturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at

wendet wird, die ∝-Gehirnströme von Menschen verändert. Ähnliche Effekte waren vorher schon aus Tierversuchen (17) bekannt und sind mittlerweile auch von anderen bei Menschen bestätigt worden (4).

● In einer neuen Studie, die im Auftrag der Deutschen Telekom an der Neurologischen Klinik der Universität Freiburg durchgeführt wurde, konnten Auswirkungen von Mobilfunkwellen eines D-Netz-Handys (900 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsleistung 2 W) auf Blutdruck, Puls und Kapillardurchblutung bei Menschen beobachtet werden (13): Der Puls und die Kapillardurchblutung waren unter Feldeinfluß signifikant verringert und der Blutdruck um 5 bis 10 mm Hg signifikant erhöht.

● Eine soeben bekannt gewordene epidemiologische Studie aus Schweden und Norwegen (14) zeigt, daß Benutzer von Mobiltelefonen um so stärker unter psychovegetativen Störungen leiden, je länger sie täglich mobil telefonieren. Am häufigsten genannt wurden die Symptome Wärmegefühl am und hinter dem Ohr, Hautbrennen, Kopfschmerzen und Müdigkeit. Es bleibt allerdings offen, ob die Strahlung der Mobiltelefone tatsächlich die Ursache für die Symptome darstellt. Normalerweise verläuft der Alltag eines Vieltelefonierers streßvoll und kann schon selbst im Zusammenhang mit der mangelnden Verständlichkeit und Sprachqualität während der Funkgespräche in oftmals lauter Umgebung zu Kopfschmerzen und Müdigkeit führen.

Mobilfunk-Basisstationen der D- und E-Netze senden permanent und mit konstanter Leistung auf ihrem Organisationskanal ein mit 1733 Hz gepulstes Signal aus, auch wenn keine Gespräche stattfinden. Dieses Signal dient der Orientierung der Mobilstationen (Leuchtturmfunktion). Werden Gespräche über eine Basisstation abgewickelt, kann deren Sendeleistung entsprechend der Zahl der Verbindungen weiter ansteigen.

Ein erhöhtes Krebsrisiko für Anwohner von Mobilfunk-Basisstationen besteht nach bisherigen Erkenntnissen nicht, weil die erreichten Leistungsflußdichten zu gering sind. Bei entsprechend disponierten Personen können unter ungünstigen Umständen Beeinträchtigungen des Schlafes und andere neurovegetative Störungen (erhöhte Neigung zu Kopfschmerzen, Migräne, Nervosität, Stimmungsschwankungen, Dauermüdigkeit) bei Belastung durch Mobilfunk-Basisstationen auftreten. Besonders der meist ungünstige Einfluß von elektromagnetischer Strahlung auf die Schlafqualität auch unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte kann als gesichert angesehen werden (2, 8, 11). Die hierzu notwendigen Leistungsflußdichten (größer als 0,1 bis 1 mW/cm²) sind aber nur im Abstand bis etwa 100 Metern in den obersten Stockwerken von benachbarten hohen Gebäuden zu erwarten, wenn sie sich in etwa auf der Höhe oder nicht mehr als etwa 20 m unterhalb der Sendeantennen befinden. Wegen der meist kleinen Neigungswinkel der Abstrahlung (wenige Grad) wird der Bereich unmittelbar unter den Sendeantennen kaum belastet. Die maximalen Leistungsflußdichten in Wohnungen direkt unter den Antennen lagen bei eigenen Messungen und Messungen der Universität der Bundeswehr München (12) stets deutlich unter 0,1 mW/cm². Die Landessanitätsdirektion Salzburg kommt in einer medizinischen Bewertung hochfrequenter elektromagnetischer Felder von Mobilfunksendeanlagen nach GSM-Standard im 900 MHz-Bereich ebenfalls zu der Richtwertempfehlung von 0,1 mW/cm² (19).

Reichweite bzw. Leistungsverlauf in Watt der Handystrahlung im Kopfbereich

©Österreichischer Naturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at

Direktbestrahlung per Handy

Ganz anders sieht die Situation für die Benutzer/innen von Handys aus. Die Sendeantenne ist nur wenige Zentimeter vom Kopf entfernt und belastet die jeweilige Gehirnhälfte, wobei der hohe Basisgrenzwert der spezifischen Absorptionsrate (2 W/kg) bei manchen Geräten fast erreicht wird. Neben den oben erwähnten nichtthermischen Effekten können bei Benutzung eines Mobilfunk-Handys auch sogenannte thermische Effekte auftreten: Das Gewebe in Antennennähe erwärmt sich durch die Strahlung. Besonders gefährdet ist die Augenlinse, weil sie nicht durchblutet wird und daher eine schlechte Thermoregulation hat. Die Bildung eines Grauen Stars infolge Erwärmung ist aber bei normaler Haltung des Handys kaum zu befürchten, weil die Antenne einen relativ großen Abstand zu den Augen hat. Durch sogenannte Hot-Spots sind aber lokal eng begrenzte überdurchschnittliche Erwärmungen von Gewebe denkbar.

Auf die Antenne kommt es an

Nicht alle Handys strahlen gleich stark. Entscheidend ist die Bauart der Antenne. Wer auf ein Mobiltelefon nicht verzichten kann, sollte daher auf den Antennentyp achten. Derzeit werden Handys mit drei verschiedenen Antennentypen angeboten:

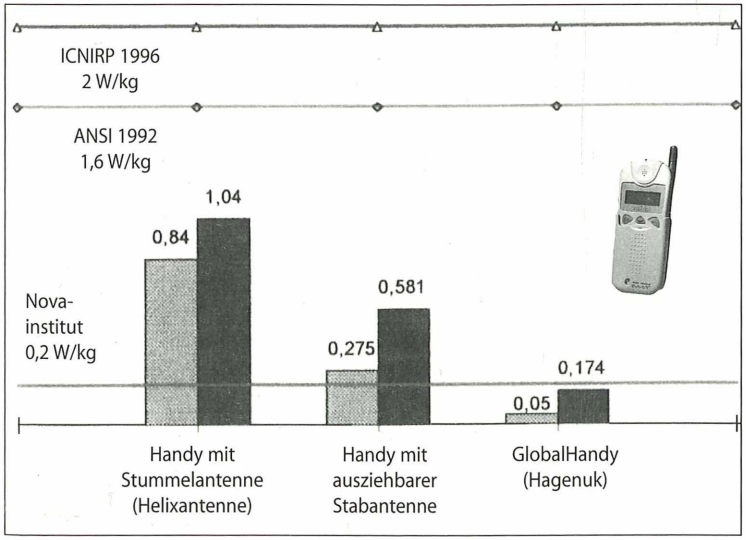
Helixantenne (Stummelantenne): Wenige Zentimeter langer Antennenstummel. Diese Antenne ruft die höchsten Belastungen hervor, die hohen Grenzwerte der 26. BImSchV werden teilweise fast erreicht. Häufigster Antennentyp bei Handys.

Ausziehbare Stabantenne: Diese Antenne wird zum Gespräch herausgezogen. Im eingeschobenen Zustand sieht sie aus wie eine Helixantenne. Die Belastung ist im Vergleich zur Stummelantenne deutlich geringer.

Flächenantenne: Sie ist in die Rückwand des Gerätes integriert, nach außen ist überhaupt keine Antenne sichtbar. Weil sie hauptsächlich vom Kopf weg strahlt, bietet sie den bestmöglichen Schutz für die telefonierende Person. Das einzige Handy auf dem deutschen Markt mit Flächenantenne ist das GlobalHandy der Firma Hagenuk.

Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß für die Bewohner im Stockwerk unter den Sendeantennen einer Mobilfunk-Basisstation gesundheitliche Beeinträchtigungen durch erhöhte hochfrequente elektromagnetische Belastungen in der Regel nicht zu befürchten sind. Der Wert von 0,1 mW/cm² wird nach Messungen der Universität der Bundeswehr und unseren eigenen Messungen in Wohnungen un-



Belastung (spezifische Absorptionsraten) durch D-Netz-Handys (Watt/kg): Je nach Handhaltung schwanken die Werte zwischen den angegebenen Zahlen
(Quelle: Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik in Kamp-Lintford):

©Österreichischer Naturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at

mittelbar unter den Sendeantennen in der Regel bei weitem nicht erreicht. Hinzu kommt, daß das Sendesignal einer Basisstation nicht mit dem Sendesignal eines Handys vergleichbar ist, weshalb z.B. Resonanzerscheinungen der Gehirnströme hier unwahrscheinlich sind. In den oberen Stockwerken annähernd gleich hoher oder höherer benachbarter Gebäude können allerdings die Flußdichten über 0,1 mW/cm² steigen, wenn die Nachbargebäude nicht mehr als ca. 100 Meter entfernt sind.

Mobilfunk-Basisstationen sollten vorsorglich möglichst außerhalb von Wohngebieten errichtet werden. Die gemeinsame Montage von Basisstationen der verschiedenen Netzbetreiber an einem geeigneten Standort ist im Interesse einer Minimierung der Strahlenbelastung der Bevölkerung dem Bau jeweils eigener Anlagen vorzuziehen.

Die vorstehenden Ausführungen entsprechen dem Stand meiner derzeitigen Erkenntnisse und Erfahrungen, insbesondere die Richtwertempfehlungen für die maximal zulässigen Leistungsflußdichten in bewohnten Bereichen an Mobilfunkstationen. Nicht auszuschließen ist, daß für besonders sensible Personen wie z. B. kleinere Kinder strengere Maßstäbe anzulegen sind

So verringern Sie gesundheitliche Risiken

➡ Führen Sie nur kurze Gespräche über das Mobiltelefon, für längere Gespräche ein leitungsgebundenes Telefon benutzen

➡ Wechseln Sie bei unvermeidlichen Dauergesprächen über ein Handy nach einigen Minuten das Ohr

➡ Aus dem Auto nur über eine Außenantenne telefonieren. Die Karosserie wirkt abschirmend. Bei Telefonaten aus dem Auto ohne Außenantenne regelt das Handy automatisch auf maximale Sendeleistung hoch.

➡ Bei Telefonaten aus einem Zug regelt das Handy wegen der abschirmenden Wirkung der Metallhaut des Waggons ebenfalls auf höhere Sendeleistung.

Umrechnung der Einheiten für die Leistungsflußdichten:

1000 mW/cm² (Mikrowatt pro Quadratzentimeter) = 10 W/m² (Watt pro Quadratmeter) = 1 mW/cm² (Milliwatt pro Quadratzentimeter); 1 mW/m² = 0,1 mW/cm²

Dr. Klaus Trost
Wissenschaftsladen Bonn e.V.
Buschstaße. 85, D-53113 Bonn
Tel. 0049/0228/20161-0

Literaturliste:

(1) M.H. Repacholi et al.: Lymphomas in Em-*Pim1* transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz el ectromagnetic fields. Radiation Research **147**, 631-640 (1997).

(2) K. Mann und J. Röschke: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychobiology **33**, 41-47 (1996).

(3) L. von Klitzing: Low-frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man. Physica Medica **11**, 77-80 (1995).

(4) H.-P. Reiser, W. Dimpfel und F. Schober: The influence of electromagnetic fields on human brain activity. Eur. J. Med. Res. **1**, 27-32 (1995/96).

(5)W.R. Adey et al.: Effects of weak amplitude-modulated microwave fields on calcium efflux from awake cat cerebral cortex. Bioelectromagnetics **3**, 295-307 (1982).

(6) J. Blasiak: Enhancement of reduction of calcium ion efflux from brain tissues in vitro following exposure to ELF fields epending on intensity of l ocal geometric field. Bioelectricity **9**, 55-60 (1990).

(7) B. Pasche et al.: Effects of low energy emission therapy in chronic psychological insomnia. Sleep **19**, 327-336 (1996).

(8) T. Abelin et al., Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität zu Bern: Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg. BEW-Schriftenreihe, Studie Nr. 56, Bern 1995.

(9) H. Lai und N.P. Singh: Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single strand breaks in rat brain cells.Bioelectromagnetics **16**, 207-210 (1995).

(10) G.L. Salford et al.: (Störung der Blut-Hirn-Schranke bei Ratten durch Bestrahlung mit 915 MHz, AM, SAR: 0,016 - 5 W/kg). Microscopy Res. Techn. **27**, 535-542 (1994).

Wenn nicht anders angeführt, beziehen sich die Netz-Benennungen auf Deutschland.

1) Nur für Deutschland zutreffend
2) Bezieht sich auf Deutschland. In Österreich entspricht es dem E-Netz. Das österr. D-Netz ist ein analoges im 900 MHz-Bereich, ein vergleichbares gibt es in Deutschland nicht.
3) Gilt für Deutschland. Ein vergleichbares Netz ist in Österreich erst im Aufbau (Connect Austria)

©Österreichischer Naturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at

(11) M. Haider et al.: Medizinisch-hygienische Untersuchungen und Beurteilungen der Kurzwellensendeanlage Moosbrunn. Institut für Umwelthygiene, Universität Wien, 1993.
(12) M. Wuschek: Elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunksendeanlagen
Elektrosmog-Report 12/97.
(13) S. Braune et al.: Resisting blood pressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field.
Lancet **351**, 1857-1858 (1998).**(14) K.H. Mild et al.(1998):**
Comparison of analogue and digital phone users and symptoms. A Swedish-Norwegian epidemiological study.
(14) Internet: http://www.miwl.se/fakta/summary.pdf
(15) E.N. Albert und J.M. Kerns: Reversible microwave effects on the blood-brain barrier.
Brain Res. **230**, 153-164 (1981).
(16) A.H. Frey: Headaches from cellular telefones: Are they real and what are the implications?
Environ. Health Perspect. **106**, 101-103 (1998).
(17) Bawin, S.M., R.J. Gavalas-Medici und W.R. Adey: Effects of modulated very high frequency fields on specific brain rhythms in cats. Brain Research **58**, 365-384 (1973).
(18) P. Wagner et al.: Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields. Bioelectromagnetics **19**, 199-202 (1998).
(19) G. Oberfeld: Vorschlag für eine vorläufige medizinische Bewertung hochfrequenter elektromagnetischer Felder ausgehend von Mobilfunksendeanlagen - Handlungs- und Forschungsbedarf. Landessanitätsdirektion Salzburg (1998)..

Vogel des Jahres

Es war die Lerche...

... genaugenommen die Feldlerche, die als Kulturfolger jahrhundertelang zum normalen Inventar landwirtschaftlich genutzter Flächen Mitteleuropas gehörte – so wie andere bodenbrütende Vogelarten auch. Mittlerweile erscheint sie auf der Roten Liste der Steiermark ebenso wie auf der Deutschlands als gefährdet eingestuft, haben sich doch die Veränderungen in ihrem Lebensraum der Wiesen und Äcker fast wie ein ökologischer Gau ausgewirkt. Denn stellvertretend für andere Bodenbrüter kann die Feldlerche als Charakterart den Zustand eines Ökosystems aufzeigen. Verschwindet sie wie Großtrappe, Triel oder Wachtel, dann stirbt ein altes Kulturerbe Europas.

Die Feldlerche gehört wie Rotkehlchen, Gartenrotschwanz, Stieglitz, Buchfink, Gimpel, Goldammer, Mönchsgrasmücke und Nachtigall, um nur einige der bekannten Arten aufzuzählen, zu den Singvögeln.

Die Feldlerchen sind Teilzieher, das heißt, die bei uns lebenden suchen während der Wintermonate wärmere Gebiete des mitteleuropäischen Raumes auf. Gleich nach ihrer Ankunft im Feber oder März grenzen die Männchen Eigenbezirke – etwa 30 Ar – ab, in denen sie keinen Artgenossen dulden. Die Weibchen erscheinen zehn Tage später. Besiedelt werden Getreide- und Kleefelder, Wiesen und Weiden. Die meisten Vögel kehren immer wieder an den gleichen Ort zurück.

Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sind Lerchennester immer gefährdet, sowohl durch Maschinen als durch den Rindertritt. Auf Verluste reagieren Feldlerchen mit sechs Brutversuchen.

Intensiv genutzte Wiesen, die in einem Vier-Wochenrhythmus gemäht werden, lassen die Jungenaufzucht nicht gelingen. Ebenso lassen intensiv genutzte Ackerflächen mit Win-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Natur und Land (vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 1998_4

Autor(en)/Author(s): Trost Klaus

Artikel/Article: Handymania oder Erreichbarkeit hat ihren Preis; Die gesundheitlichen Aspekte des Mobilfunks 6-11