

Elektromagnetische Felder des Mobilfunk und ihre Wirkung auf dem Menschen - Einführung von UMTS -

Dr. Brüggemeyer

Mit dem weit verbreiteten und immer noch zunehmenden Einsatz von Mobilfunk hat sich die elektromagnetische Umwelt des Menschen wesentlich verändert. Zur Zeit werden vier Mobilfunknetze (D- und E-Netze) mit mehr als 34 000 Basisstationen und ca. 50 Millionen Handys betrieben. Auch wenn diese die häufigsten Mobilfunkanwendungen sind so gibt es noch weitere wie z.B. Betriebsfunk (Taxi etc.), Behördenfunk (Feuerwehr etc), schnurlose Telefone und CB-Funk. Neben den leicht ersichtlichen Vorteilen des Mobilfunks, die sich in den hohen Verkaufszahlen (alleine im Jahre 2000 mehr als 24 Millionen) widerspiegeln, zeigt sich auch eine in der Öffentlichkeit verbreitete Meinung, dass elektromagnetische Felder für den Organismus schädlich sein könnten. Dass diese Felder unseren Sinnen nicht direkt zugänglich sind, sondern gemessen bzw. berechnet werden müssen, und die damit verbundene Technik nicht leicht verständlich ist, fördert die Verunsicherung.

Seit der Einführung der Mobilfunknetze der zweiten Generation (D- und E-Netze) wird in vielen Staaten intensiv wissenschaftlich untersucht, ob und unter welchen Umständen eine Beeinträchtigung oder eine Gefährdung der Gesundheit vorliegen kann. Durch die geplante Einführung der Mobilfunknetze der dritten Generation (UMTS) mit neuen Anwendungen (z.B. Bild- und Daten-Handys) und Technologien (z.B. CDMA) hat sich die Diskussion erheblich intensiviert. Dass starke elektromagnetische Felder den Organismus nicht nur beeinflussen, sondern ihn auch schädigen können, ist unbestritten. Die Zuordnung von Dosis zur Wirkung, sowie die zugehörigen Wirkungsmechanismen sind für diese akuten Effekte überprüft, auch elektrophysiologisch verstanden. Es gibt sowohl für die Exposition am Arbeitsplatz, wie auch für die Öffentlichkeit Grenzwerte, die verhindern sollen, dass unzulässige Feldstärken in für Menschen zugänglichen Bereichen auftreten. Durch Mobilfunksender werden diese Grenzwerte im zugänglichen Bereich aber immer weit unterschritten. Für die in der Umwelt und im Wohnbereich fast ausschließlich vorkommenden niedrigen Feldstärken gibt es aber vor allem im Hinblick auf chronische Wirkungen bei den durchgeführten Untersuchungen sehr viele Widersprüchlichkeiten. Inwieweit Vermutungen und unklare wissenschaftliche Ergebnisse zur Festlegung von Vorsorgewerten herangezogen werden sollen, ist sehr strittig. Daraus folgt eine erhebliche Bandbreite von Vorschlägen für Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung.

Zur Technik

Für die verschiedenen Systeme der mobilen Kommunikation wird heute in der Regel der Frequenzbereich von 27 MHz - bis 3000 MHz verwendet. Jedes Mobilfunksystem muß dabei einen eigenen zugewiesenen Bereich verwenden. Diese Frequenzbereiche werden nach internationalen Übereinkünften in

Deutschland von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post vergeben. Da der für Funkanwendungen nutzbare Bereich aus physikalischen Gründen begrenzt ist, wird versucht die zur Verfügung stehenden Bereiche möglichst effektiv zu nutzen. Bei den Mobilfunknetzen der ersten Generation (z.B. C-Netz) konnte jede Frequenz in einem Bereich nur einmal verwendet werden, damit war die Kapazität dieser analogen Netze (Anzahl der möglichen Nutzer) sehr begrenzt. Durch die Mobilfunknetze der zweiten Generation (D- und E-Netze) wurde durch die digitale GSM-Technik (Zeitschlitz-Verfahren) die Anzahl der Nutzer erheblich gesteigert. Aber auch in diesen Netzen ist die Anzahl der Nutzer begrenzt und die Qualität der Übertragung sehr limitiert. Um die Anzahl der Nutzer und die gleichzeitig zu übertragende Datenmenge zu erhöhen, wurde auf Grund von internationalen Übereinkünften der UMTS-Standard entwickelt. Die Technologie, die durch den UMTS-Standard beschrieben wird, weicht erheblich mit dem neuen Vielfachzugriffsverfahren CDMA (Code Division Multiplex Access, Codemultiplex) von der heute in Deutschland eingesetzten GSM-Technologie ab. Dabei gibt es zwei parallel betriebene unterschiedliche Vielfachzugriffsverfahren, als Hauptverfahren ULTRA-FDD (Frequenzduplex) und als weiteres Verfahren ULTRA-TDD (Zeitduplex).

Die bis jetzt vorliegenden technischen Daten zu den zukünftigen UMTS-Netzen reichen noch nicht aus, um damit für wissenschaftliche Versuche die Exposition hinreichend genau zu beschreiben. Dabei muss es auf Grund der unterschiedlichen Verfahren für Endgeräte und Basisstationen zwei repräsentative Beschreibungen der Exposition (Luftschnittstelle) geben.

Es wird andere Endgeräte mit noch unbekanntenen Expositionen geben. Bei GSM-Handys können diese auf Grund des Zeitschlitzverfahrens maximal 1/8 der Sendeleistung von 2 Watt (D-Netz) abstrahlen. Diese Limitierung gibt es für UMTS-Geräte so prinzipiell nicht mehr.

Da elektromagnetische Felder Quellenfelder sind, muss die Intensität auf Grund der Energieerhaltung mit dem Abstand abnehmen. Deshalb ist die Exposition im Nahbereich einer Antenne immer am höchsten. Da sich beim Handy die Antenne in unmittelbarer Nähe des Kopfes befindet, wird ein erheblicher Teil der abgestrahlten Leistung in dem Körpergewebe des Kopfes und der Hand absorbiert. Diese absorbierte Leistung bewirkt eine Temperaturerhöhung im Gewebe. Der Abstand zum Kopf, die Position am Kopf, die Sendeleistung und die verwendete Antenne bestimmen die jeweils übertragene Leistung.

Die Basisstationen eines Mobilfunknetzes sind über das Land verteilt wie Lampen einer Straßenbeleuchtung, bei der man ja auch versucht, mit vielen kleineren Lampen die Straße möglichst gut auszuleuchten. Jede diese Basisstationen leuchten ihre Umgebung ähnlich aus wie ein Leuchtturm, der auch in einem möglichst große Bereich sichtbar sein soll, ohne seine direkte Umgebung auszuleuchten. Die in Basisstationen fast ausschließlich verwendeten Sektorantennen strahlen pro Kanal etwa 13 Watt ab. Dabei wird ein vertikal stark gebündelter Strahl mit einem Öffnungswinkel von 120° (wie ein Tortenstück) gegen den Horizont abgestrahlt. Die beleuchtete Fläche ist abhängig von der Größe der jeweiligen Zelle und beträgt in der Regel etwa 2 Quadratkilometer. Damit die Leistung möglichst gleichmäßig über die Fläche verteilt wird, sind die Sender an erhöhten Punkten so angebracht, dass möglichst wenig Leistung im Nahbereich absorbiert wird. Deshalb ist der Abstand von einer Basisstation kein gutes Maß, um die Exposition durch Mobilfunkbasisstationen zu beschreiben. So liegt der

Nahbereich fast immer im Sendeschatten des Senders ähnlich wie bei einem Leuchtturm bei dem man ja in der Nähe auch nicht von ihm beleuchtet wird. Der Aufbau eines Netzes von UMTS-Basisstationen wird erheblich einfacher und flexibler sein als der GSM-Netze, da alle Zellen eines Netzes den gleichen Frequenzbereich verwenden und so keine Frequenzplanung nötig ist. Damit wird es auch für die Wahl geeigneter Standorte größere Spielräume geben. Die Netzstruktur von UMTS-Netzen wird auf Grund der ähnlichen Frequenz wohl in der Sendeleistung pro Zelle und dem Abstand der Sender des E-Netzen am ähnlichsten sein. Wie viele Basisstationen wo aufgebaut werden, wird sich sicher erst an Hand der Nutzung ergeben.

Da für die 6 UMTS-Netze in absehbarer Zeit keine Flächendeckung vorgesehen ist, werden wohl alle UMTS-Handys auch für die Verwendung von GSM ausgerüstet sein, um so überall einen Betrieb sicherstellen zu können. Dies bedeutet aber auch, dass die beiden Netztypen auf längere Zeit parallel betrieben werden müssen.

Zur biologischen Wirkung/Forschung

Wenn es neben der bekannten thermischen Wirkung keine weiteren relevanten biologischen Wirkungen gibt, kann die biologische Wirkung der UMTS-Technologie aus den Messungen und Rechnungen für andere Systeme (z.B. GSM) abgeleitet werden.

Da weitere körpernahe Endgeräte (nicht nur Handys) geplant sind, muß deren andere Exposition im Nahfeld des Bedieners ermittelt werden. Da es die Limitierung auf ein Achtel der maximalen Sendeleistung nicht mehr gibt, muss auch die Höhe der thermischen Wirkung (SAR) von UMTS-Handys neu bewertet werden.

Für Träger von aktiven Körperimplantaten (z.B. Herzschrittmachern) und für andere technischen EMV-Problematiken (z.B. Handys im Krankenhaus oder im Flugzeug) sind nach den bis jetzt vorliegenden technischen Daten weniger Störungen zu erwarten. Der Grund dafür sind u.a. Verbindungsaufbau mit steigender Leistung. Es gibt aber noch offene Fragen, die erst geklärt werden können, wenn die genaue Beschreibung der Luftschnittstelle bekannt ist.

Wenn es aber, wie schon bei den GSM-Standard vermutet, biologische Effekte gibt, die sich nicht mit der thermischen Wirkung beschreiben lassen, reichen die vorliegenden technischen Daten zur Beschreibung der Luftschnittstelle nicht aus, um damit wissenschaftliche Versuche durchzuführen und mögliche biologische Wirkungen dieser Felder zu klären. Die Forschungsvorhaben, die diese Beschreibung liefern sollen, sind aber schon begonnen. Erst wenn diese Daten vorliegen, können auf die UMTS-Technologie zugeschnittene wissenschaftliche Experimente zur Abklärung möglicher biologischer Wirkungen durchgeführt werden. Im Rahmen der Einführung der zweiten Mobilfunkgeneration wurden eine Vielzahl von Forschungsvorhaben begonnen (Nach der WHO-Datenbank mehr als 250). Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse sind widersprüchlich. Es sind viele Versuche mit unzureichender Technik oder ungenügender Spezifikation der biologischen Systeme durchgeführt worden, die so für eine Bewertung nicht geeignet sind. Da in dieser Forschung die Fehlerquellen sehr vielfältig sind, werden positive Ergebnisse in der Regel erst weiter verwendet wenn sie unabhängig bestätigt wurden. Wenn ein Ergebnis nicht bestätigt werden konnte und beide Gruppen keine Fehler in ihren Experimenten finden, müssen dann weitere Versuche durchgeführt werden. Die meisten Experimente im Bereich unterhalb der thermischen Wirkungsschwelle

zeigten keine Effekte. Dieses kann nun mehrere Ursachen haben; es gibt keine Effekte; der Untersuchungsgegenstand war ungeeignet; das Experiment war nicht geeignet; es gab Fehler im Versuch. Es besteht aber auch die Gefahr damit unerwünschte Erkenntnisse beliebig zu verzögern.

Von den Versuchen, die eine Wirkung in diesem Bereich nachweisen konnten, sind noch keine hinreichend gut reproduziert, dass diese Effekte als anerkannter Stand der Wissenschaft angesehen werden können.

Im Rahmen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gibt es ein Projekt, das sich mit der biologischen Wirkung elektromagnetischer Felder beschäftigt. Im Rahmen dieses Projektes sollen alle für die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen relevanten Arbeiten gesammelt und gesichtet werden. Die Auswertung für den Bereich des Mobilfunks soll bis 2004 abgeschlossen sein. Die Internationale Krebsagentur (IARC) will bis 2003 eine Bewertung des möglichen Zusammenhangs mit Krebs erstellen. Auch die internationale Strahlenschutzorganisation (ICNIRP) und die nationalen Strahlenschutzorganisationen wie die deutsche SSK beschäftigen sich mit diesem Thema.

Die für die UMTS-Netzen vorgesehene Modulationsart/Vielfachzugriffsverfahren CDMA wird schon seit einigen Jahren in den USA in Mobilfunknetzen bei ca. 800 MHz mit ca. 80 Millionen Handys betrieben. Zu einer mögliche biologischen Wirkung dieses Vielfachzugriffsverfahren gibt es in den Staaten schon laufende Forschungsvorhaben. Inwieweit deren Ergebnisse auf die geplanten UMTS-Netze übertragen werden können, muß noch geprüft werden.

Zusammenfassung

Die Auswertung der vorliegenden Literatur und viele Gespräche mit Wissenschaftlern und Betroffenen haben gezeigt, dass zur Zeit noch viele Unklarheiten bestehen.

Zur wissenschaftlichen Diskussion

Zur Zeit gibt es in dieser Frage nicht genug Informationen, um absolut sicher zu sein, dass diese Technologie ohne eine relevantes Risiko ist, andererseits sind die Ergebnisse, die eine mögliche Gefährdung der Bevölkerung in Betracht ziehen, nicht überzeugend.

Zur öffentlichen Diskussion

In der öffentlichen Diskussion zeigt sich immer wieder, dass schon die Grundlagen dieser Technologie und die damit verbundenen Expositionen durch elektromagnetische Felder von den Betroffenen nicht verstanden wurde. Auch haben die Betroffenen keine ausreichenden und für sie verständlichen Informationen zur Bewertung der möglichen Risiken.

Für ein verantwortliches staatliches Handeln werden verschiedene parallel zu verfolgende Maßnahmen für notwendig erachtet.

- Dieser Bereich sollte sorgfältig und eigenständig weiter beobachtet werden. Da die Materie komplex ist und starke wirtschaftliche Interessen damit verbunden sind, müssen diese Beobachtungsgruppen/gremien unabhängig und interdisziplinär sein.
- Fortschreibung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (Novelle 26.BImSchV)
- Festlegung des Rahmes für eine mögliche Vorsorge (Novelle 26.BImSchV)
- Für die Öffentlichkeit müssen die unabhängigen, objektiven und allgemeinverständlichen Informationsmöglichkeiten erheblich verbessert werden.

- Eine aktivere Rolle des Staates in der Auswahl und Koordinierung der Forschung wäre wünschenswert. Diese ist notwendig da die Wahl der Fragestellung und die Auswahl der Untersuchungsmethode hier oft entscheidend sind.
- Bereitstellung weiterer industrieunabhängiger Forschungsmittel.
- Weitere Einbindung der Industrie (Netzbetreiber, Gerätehersteller) in die Forschung und Information der Öffentlichkeit (Novelle 26.BImSchV)
- Da diese Technologie weltweit eingesetzt wird, müssen auch die Forschung und die Grenzwertfindung weltweit abgestimmt werden.
- Für alle beteiligten Kreise muss es adäquate Möglichkeiten der Mitwirkung bei der Gestaltung ihrer zukünftigen Umwelt geben. Diese können unter anderem sein: öffentliche Foren, Mitwirkung bei der Auswahl der Netzstandorte.

Diese sind keine neue Aufgaben und werden auch schon durch die betreffenden Behörden des Bundes und der Länder wahrgenommen. Auch Niedersachsen ist schon seit vielen Jahren auf diesem Bereich des Schutz der Betroffenen aktiv tätig. Um aber bei den begrenzten Ressourcen und den neuen Aufgaben und Technologien im Umweltschutz eine effektive Aufgabenwahrnehmung zu ermöglichen, wäre es hilfreich, wenn sich u.a. die Bundesländer bei der Setzung von Schwerpunkten der Aufgabenwahrnehmung besser abstimmen könnten. Dabei muß auch berücksichtigt werden das immer mehr Entscheidungen nicht mehr auf der nationalen Ebene getroffen werden. Um in diesem Bereich die Interessen wirksam zu vertreten ist eine frühzeitige relevante Einflussnahme nur noch auf Internationaler- oder EU-Ebene möglich.

Da die Wissenschaft zur Zeit noch keine klare Aussage treffen kann, muss der Einzelne und die Gesellschaft als gesamtes eine Aussage darüber treffen, wieviel und welche Vorsorge in diesem Bereich angemessen ist. Dabei sollte aber auch berücksichtigt werden, dass es ein Leben ohne Risiko nicht gibt und auch, dass durch eine Entscheidung für weitere Vorsorge sich hier wohlmöglich andere Risiken erhöhen können, da diese Welt ein sehr komplex vernetztes System ist. Es sollte daher mit Augenmaß gehandelt werden.

Literatur

(als kleine Auswahl)

Grundlagen biologische Wirkung elektromagnetischer Felder:

- Leitgeb, N: Machen elektromagnetische Felder krank?; Springer Verlag Wien New York (2000)
- Neitzke, van Capelle, Depner, Edeler, Hanisch: Risiko Elektromog?; Birkäuser Verlag (1994)
- FS-AK NIR: Handbuch „Nichtionisierende Strahlung“; Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln (1999)

Rechtsvorschriften, Normen

- LAI: Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26.BImSchV); Erich Schmidt Verlag (2000)
- KAN: Normung im Bereich der nichtionisierenden Strahlung; Kommission Arbeitsschutz und Normung; Sankt Augustin (1996/2001)

Zu Mobilfunk:

- Steiner, B: Neue Technologie UMTS; Newsletter der FGF 1/2000
- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden Württemberg: Mobilfunk (2000)

Zu GSM-Basisstationen:

- Gezondheidsraad: GSM base stations; Heath Council of the Netherlands 2500 BB The Hague Niederlande (2000)

Im Internet

technische Informationen zu GSM: <http://www.gsm.org>

technische Informationen zu UMTS: <http://www.utms-forum.org/>

technische Informationen zu Mobilfunktechnik z.B.: <http://www.htw-dresden.de/>

aktuellen Stand der Forschung: <http://www.who.ch/emf>

Informationsblätter der Bundesregierung: <http://www.bfs.de>

Stellungnahmen der Strahlenschutzkommission: <http://www.ssk.de>

Weitere Informationen aus der Forschung: <http://www.fgf.de>