

## Der Mensch im elektromagnetischen Feld

Dr. Lebrecht von Klitzing,

Medizinische Universität zu Lübeck

Zunächst erst einmal vielen Dank für die Einladung. Meine Damen und Herren. Ich bin soeben gefragt worden, an welchem Institut ich in Lübeck tätig bin. Es ist die Klinische Experimentelle Forschungseinrichtung, somit eine zentrale Einrichtung der Universität, also kein Institut im eigentlichen Sinne.

Das heutige Thema ist Mobilfunk und da geht es in erster Linie um Grenzwerte. Es wurde ja schon viel über Grenzwerte geredet aber nicht alles erklärt und deshalb muss dazu noch einiges gesagt werden. Der Kernpunkt ist eigentlich folgender: Grenzwerte sollen dafür sorgen, dass es nicht zu kritischen Temperaturerhöhungen bei der Absorption durch elektromagnetische Feldenergie kommt, bzw. zu Nervenreizungen bei den elektrischen und magnetischen Feldern. Das Problem, was wir aber haben und darauf wird eigentlich nie so richtig eingegangen, ist, dass diese ganzen Grenzwerte ausschließlich an Modellen, konkret an einem Phantom (Strommodell) entwickelt worden sind. Das heißt konsequenterweise, dass der Mensch als Bestandteil eines thermodynamischen Systems gesehen wird. Das heißt weiterhin, es werden nur die physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Energieumsetzung in Wärme gesehen. Im Gegensatz zu dem „toten“ Strommodell laufen beim intakten Biosystem noch andere Prozesse ab, die hier nicht im geringsten berücksichtigt worden sind. Dieses wird der Schwerpunkt meiner weiteren Ausführungen sein. In welchem Bereich die Grenzwerte liegen, haben Sie heute schon gesehen; ich brauch diese Tabelle nicht mehr zu zeigen. Aber warum geht es jetzt? In der allgemeinen Diskussion werden die drei Felder, um die es hier geht, nämlich elektrisch., magnetisch und elektromagnetisch pauschal unter „Elektrosmog“ abgehandelt. Nicht beachtet wird, dass diese physikalisch verschiedenen Felder durchaus unterschiedliche Wirkungen auf das Biosystem haben. Welche jeweiligen Belastungen für den Menschen verträglich sind, wurde an dem schon erwähnten Strommodell errechnet und sind letztlich in unsrer Gesetzgebung in der 26. Verordnung zum Bundesimmissionschutzgesetz (26. BImSchV) festgeschrieben. Grundsätzlich geht es darum, akute physikalisch durchaus erklärbare Wirkungen zu vermeiden. Nun hat sich aber herausgestellt, dass weit unterhalb dieser thermischen Wirkungen es zu Irritationen im biologischen System des Menschen kommt, die im extrem niederenergetischen Bereich liegen (sog. *athermische* Wirkungen).

Über den ersten Bereich der gesetzlichen Grenzwerte ist heute schon ausführlich diskutiert worden, nur ist ein wesentlicher Punkt bei den elektromagnetischen Feldern, um die es ja heute geht, vergessen worden: Die Grenzwerte sind für den kontinuierlichen Hochfrequenzstrahler entwickelt worden. In der Zeitdarstellung ändert sich die Charakteristik dieser elektromagnetischen Welle weder in der Amplitude noch in der Frequenz. Die Amplitudenhöhe ist ein Maß für die Leistung beziehungsweise für die Energie ( $\text{Energie} = \text{Leistung} \times \text{Zeit}$ ).

Soll auf dem Hochfrequenzsignal eine Information übertragen werden, dann wird entweder die Amplitude entsprechend moduliert oder auch die Frequenz.

Die Sonne als quasikontinuierlicher Hochfrequenzstrahler (Licht und Wärme sind auch elektromagnetische Wellen) mit z.B. 800 Watt/m<sup>2</sup> Leistungsdichte auf der Erde darf je-

doch nicht gleichgesetzt werden mit einem amplitudenmodulierten Kurzwellensender, mit derselben gemittelten Leistungsdichte. Hier ist aus der Erfahrung bekannt, dass die Amplitudenmodulation auch unterhalb der Grenzwerte bei Langzeitexposition zu gesundheitlichen Störungen führt. Berühmtes Beispiel ist mittlerweile abgeschaltete Kurzwellensender Schwarzenburg in der Schweiz. Also, bei den Grenzwerten ist die Modulationsart nicht berücksichtigt.

Noch deutlicher stellt sich diese Problematik bei den zeitschlitzmodulierten Feldern des Mobilfunks dar. Zeitschlitzmoduliert heißt, dass ein Hochfrequenzsignal periodisch in Pulsen mit der digitalisierten Information emittiert wird. Soll jetzt bei diesem Emittenten eine Feldmessung durchgeführt werden, dann gibt die entsprechende Norm vor: gemittelt über sechs Minuten, was dazu führt, dass man sogar in wenigen Metern Abstand von Mobilfunkbasisstationen schon auf Grund des Puls/Pausen-Verhältnisses im scheinbar grünen Bereich der 26. BImSchV ist. Hier ist eigentlich nur die Spektrumanalyse das einzige Verfahren, was angewendet werden darf. In der Zeitdarstellung des emittierten Feldes eines Handys ist die Frequenz der 217 Pulse/Sekunde (217 Hz) deutlich erkennbar. In der logarithmischen Darstellung der Amplitude ist weiterhin zu sehen, dass die Signaländerung 60 dB beträgt oder für den Laien 1:1.000.000. Das Biosystem ist offensichtlich empfindlich gegenüber den hohen extrem kurzzeitigen Signaländerungen und wie sich gezeigt hat auch gegenüber der strengen Periodizität der niederfrequenten Pulsung. Wenn jetzt Kritik an den GSM-Sendeanlagen geübt wird, sollte hinterfragt werden, wie viele zu Hause auch einen Mobilfunksender in Form eines schnurlosen DECT-Telefons stehen haben. Dieses System nutzt eine ähnliche Technik mit dem wesentlichen Unterschied, dass es mit 100 Hz pulst. Die biologische Wirkung ist vergleichbar, wenn auch noch intensiver beim DECT-Telefon, das übrigens unabhängig von einem Telefonat ununterbrochen sendet.

Am folgenden Beispiel soll die Diskrepanz zu den Grenzwerten aufgezeigt werden: Gegeben sind zwei Emittenten elektromagnetischer Energie: zum einen eine Glühlampe mit einer kontinuierlichen Leistung von 20 W, zum andern ein Stroboskop oder eine Blitzröhre mit einer gemittelten Leistung von 20 W ( Stroboskopdaten: 20 Ws, 1 ms Pulsdauer, Pulsfolge 1 s ). Aus Sicht der Grenzwerte sind beide Emittenten identisch; aus biologische Sicht jedoch keineswegs, wenn bei entsprechender Veranlagung durch die streng periodische Blitzfolge des Stroboskops es zu epileptischen Anfällen kommen kann. Hier zeigt allein schon die Erfahrung, dass die Mathematik der Grenzwertberechnungen durchaus ihre Grenzen hat. Es ist also unzulässig die biologische Relevanz allein über die thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten zu definieren.

Dieser wohlbekanntes Effekt im Niedrigenergiebereich wird bedauerlicherweise bei anderen gepulsten elektromagnetischen Feldern deshalb ignoriert, da der Mensch nur eine sehr begrenzte Sensorik für die unmittelbare Wahrnehmung hat. Hier zeigen klinische Daten und auch zahlreiche Hinweise von Ärzten ein anderes Bild, wenn sich sensible Personen über längere Zeit in der Nähe von Mobilfunksendern aufhalten Innerhalb von wenigen Wochen bis Monaten kommt es zu den hier gezeigten Befindlichkeitsstörung bis hin zur massiven gesundheitlichen Beeinträchtigung. Verlässt man dann den Expositionsbereich, dann kommt es innerhalb von drei bis sechs Wochen zur Normalisierung. Erfolgt dann erneut wieder eine längere Immission, dann treten die Beschwerden innerhalb weniger Tage in der gesamten Bandbreite auf, was darauf hinweist, dass durch das vorangegangene Ereignis eine Sensibilisierung stattgefunden hat.

Auf Grund dieser Erkenntnisse haben wir in Zusammenarbeit mit Umweltmedizinern folgende *biologischen* Grenzwerte entwickelt. Am Beispiel. GSM 900, also D-Netz beträgt der Grenzwert (nach 26. BImSchV) 4600 mW/m<sup>2</sup>.

An gesunden Testpersonen haben wir festgestellt, dass sich innerhalb weniger Minuten die Hirnströme (EEG) verändern bei 1 mW/m<sup>2</sup> Leistungsflussdichte.

Herr Friedrich von der Forschungsgemeinschaft Funk hat sich zuvor in seinem Referat über unsere Experimente abfällig geäußert, da angeblich unsere Testpersonen eingeschlafen seien und zudem die Reproduzierbarkeit ausstehe. Die Daten der internationalen Literatur zu EEG-Veränderungen zeigen jedoch ein anderes Bild. Hier wäre die Forschungsgemeinschaft Funk gut beraten, die bestehenden Informationsquellen der internationalen wissenschaftlichen Literatur besser zu nutzen und entsprechend der dort gewonnenen Erkenntnisse umzusetzen.

Also, zwischen dem technischen Grenzwert der 26. BImSchV und dem Immissionswert, wo es innerhalb weniger Minuten zur Reaktion kommt liegen einige Größenordnungen. Beim GSM-900, also D-Netz; ist das Verhältnis ca 1:5.000, bei GSM-1800, also E-Netz ca 1:10.000 und beim DECT-Telefon sogar 1:100.000.

Was geschieht aber mit demjenigen, der dauer diesem Feld ausgesetzt ist, der in der Nähe einer Basisstation wohnt oder ein DECT-Telefon im Wohnumfeld betreibt? Da gibt es eben Erfahrungswerte, die als gesichert angesehen werden können: 0,01 mW/m<sup>2</sup> für GSM und für DECT-Telefon 0,001 mW/m<sup>2</sup>. Hier offenbart sich die Diskrepanz zu den Grenzwerten. Das ist die Situation mit der wir hier umgehen müssen. Nun, was heißt mein voriger Hinweis „empfindliche Personen“? Nicht jeder, der diesen Feldern ausgesetzt wird, muss krank werden, eine Vorbelastung kommt hinzu. In den meisten Fällen sind dieses Holzschutzmittel, Nahrungsmitteltunverträglichkeiten usw., das heißt die gesamten Reaktionen im Niedrigenergiebereich sind intra- und auch interindividuell. Dieses ist übrigens das Hauptproblem einer statistischen Analyse.

Was heißt weiterhin „in Nähe einer Mobilfunkbasisstation“? Das wurde heute schon gezeigt. Erinnern Sie sich bitte daran, dass die Ausrichtung des Hauptstrahls, der Antennengewinn und der Höhenunterschied mit in die Bewertung einfließen, einschließlich der gesamten Topographie der Landschaft. So bleibt die Frage: wo erreiche ich die 1 mW/m<sup>2</sup>, wo es zu Reaktionen des vegetativen Nervensystems kommt? Bei einer typischen Antennenanordnung in einem Wohnkomplex mit mehreren Hochhäusern, stellt sich die Situation so dar, wie es in einem Prospekt der DeTeMobil aufgezeigt ist. Sowohl im Haus mit der Antenne als auch im Nachbarhaus werden diese Werte erreicht. Die im Vergleich zu den Grenzwerten gemachten Angaben von weniger als 1 Promille dürfen nicht über diese Realität hinweg täuschen. So zeigt die Erfahrung, dass der Bewohner im obersten Stockwerk des Nachbarhauses bei mehr als 1 mW/m<sup>2</sup> Langzeitimmission spätestens nach sechs Monaten erhebliche gesundheitliche Probleme haben wird. Und an diesen Tatsachen müssen wir uns orientieren, das heißt die Grenzwerte sind zu hoch.

Anhand der typischen Antennendaten von zwei KATHREIN-Antennen mit einer Eingangsleistung von 10 W und Öffnungswinkeln von 33° und 90° habe ich für Freifeldbedingungen die Immission im Hauptstrahl bei verschiedenen Entfernungen berechnet. So sind 1 mW/m<sup>2</sup> bei rund 300 m bzw. bei der aufgeweiteten Antenne bei etwa 200 m erreicht. Eine Langzeitexposition bei den empfohlenen Leistungsflussdichten von 0,01 mW/m<sup>2</sup> wären erst bei der jeweils 10-fachen Entfernung gegeben. Dieses ist bei der heutigen Senderdichte illusorisch, zumindest soweit Sichtkontakt besteht. In Bauwerken kommt es zu erheblichen Dämpfungen, die durchaus 90 % Reduzierung ergeben. Wichtig ist hier also der Zeitfaktor. Nicht die Grenzwerte mit den (thermischen) Sofortreaktionen interessieren, sondern die biologischen Wirkungen der Langzeitexposition.

Herr Friedrich erwähnte vorhin die vielen Studien, die bisher keinen Hinweis einer Schädigung gezeigt haben. Erwähnt werden muss, dass es keine einzige Studie zu Langzeitexpositionen in der Nähe von Mobilfunksendeanlagen gibt.

Was wurde untersucht bisher? Einen Schwerpunkt bildet die Frage nach Wirkungen auf das vegetative Nervensystem. Hier sind es die EEG-Untersuchungen, EGK und Mikrozirkulation der kapillaren Hautdurchblutung, aber auch die Durchlässigkeit der Blut/Hirn-Schranke.

Sie sehen an der schon heute geführten Diskussion das Problem: Es wird nur ein Teil der Wahrheit verwertet und dann bedarfsweise umformuliert. Auch die von uns publizierten Hinweise der EEG-Veränderungen werden kommentiert mit „*nicht reproduzierbar*“. Unterdrückt werden bei dieser Aussage alle anderen Publikationen, die genau das feststellen, was wir gemessen haben. Als ein Beispiel zeige ich hier einen Hinweis in den VDI-Nachrichten vom 16. Februar 2001, zu einer entsprechenden Arbeit an der ETH Zürich mit dem Titel „Mobilfunk verändert Hirnströme“. Sie sehen, so einfach machen es sich die Betreiber und die mit ihnen verbundenen Interessengruppen.

Aber es gibt noch weitere Arbeiten zu dem Thema, wie z. B. Blutdruckveränderungen, wie in LANCET publiziert oder nochmals EEG von der Arbeitsgruppe der Berliner Bundesanstalt für Arbeitssicherheit. Oder auch die berühmte Arbeit von ROESCHKE und MANN aus Mainz, die aber von den selben Autoren in einer anderen Arbeit anders dargestellt worden ist, - warum auch immer. Hier wäre es gut, wenn man auch die Hintergründe kennt, die dazu geführt haben. Dann die Sache mit der Blut-Hirn-Schranke, die deutlich auch noch den nicht-linearen Zusammenhang, zwischen Dosis und Wirkung aufzeigte.

Diese typische biologische Eigenschaft der Nicht-Linearität führt dazu, dass bei bestimmten individuellen Intensitäten keine Effekt auftritt, jedoch darüber als auch darunter. Das Versuchsdesign bestimmt somit das Ergebnis, was man ausnutzen kann, um das Ergebnis in eine bestimmte Richtung zu bringen. So geschehen bei Auftragsstudien zur Blut-Hirn-Schranke mit dem Resultat: keine Beeinflussung der Blut-Hirn-Schranke. Der seriöse Wissenschaftler weiß aber auch, dass es bei der Bewertung mehrerer Arbeiten zu einem Thema nicht nach der demokratischen Spielregel Pro und Kontra geht. Und dann das Thema „*Reproduzierbarkeit*“: kein Wissenschaftler wird Versuche exakt wiederholen, da er Gefahr läuft, das selbe heraus zu bekommen, was dann natürlich nicht publikationsfähig ist. Also, was macht er? Intuitiv wird er versuchen, etwas am Experiment in seinem Sinne zu verändern. Dieses Verhalten ist übrigens durchaus legal, hilft nur nicht bei der Lösung des Problems, mit dem wir hier konfrontiert sind.

Die Literatur muss also sorgfältig gelesen werden und nicht in Kategorien eingeteilt werden, wie an dem obengenannten Beispiel der 10.000 Arbeiten zum Mobilfunk.

Interessant in diesem Zusammenhang auch die Arbeit von SANTINI, der die gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufzeigte, die sich in der Nähe von Mobilfunksendern darstellten. Für seine weitere berufliche Tätigkeit war diese herausgegebene Information keineswegs von Vorteil.

Bedauerlicherweise argumentieren die Verantwortlichen nach dem Prinzip „*was nicht tötet, ist gut*“. Explizit ist dieses auch in der Auslegung der Grenzwerte zu sehen, wo nur akute Reaktionen zählen.

Es ist heute schon viel über die SAR-Werte gesagt worden. SAR bedeutet spezifische Absorptionsrate, angegeben in W/kg, also eine absorbierte Leistung pro Masse. Ich habe es ja vorhin schon gezeigt, dass eine 20 W Glühlampe und die mit 20 W über die

Zeit gemittelte Leistung des Stroboskops zum gleichen SAR-Wert führen, aber biologisch gesehen haben wir da einen erheblichen Unterschied. Hinzu kommt noch ein anderer Punkt: Die Relevanz der SAR-Werte bezieht sich auf den thermischen Eintrag: für das anstehende Problem der Wirkungen im niederenergetischen Bereich stellt der SAR-Wert keine Information dar.

Vielen Dank meine Damen und Herren.