



# EUROPÄISCHES PARLAMENT

Generaldirektion Wissenschaft - Direktion A

STOA - Technikfolgenabschätzung

Themenpapier Nr. 05/2001

DE

PE Nr. 297.563

Februar 2001

## ELEKTROMAGNETISCHE FELDER UND GESUNDHEIT

Nach dem VORBEUGEPRINZIP<sup>1</sup>, sind die Behörden verpflichtet, die Bürger vor den potentiell schädlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMF)<sup>2</sup> zu schützen. Der Fachliteratur zufolge liegen lediglich neuere Untersuchungen vor, die noch keine exakten Rückschlüsse auf die langfristigen Auswirkungen der elektromagnetischen Strahlung zulassen. Zwar wurden Aussagen zu den kurzfristigen Auswirkungen getroffen, doch hält sich die Wissenschaft hinsichtlich der langfristigen Auswirkungen bedeckt. Bei Versuchen in Speziallabors wurden bereits einige potentielle Folgen einer langfristigen Exposition ermittelt, für endgültige Aussagen ist es jedoch noch zu früh.

### Einleitung

Elektromagnetische Felder entstehen immer dann, wenn Elektrizität erzeugt, transportiert und verbraucht wird. Bei EMF handelt es sich um unsichtbare Kraftlinien, die ein elektrisches Gerät umgeben. Ein elektromagnetisches Feld besteht aus zwei Feldern: einem elektrischen und einem magnetischen Feld. Starkstromkabel, Elektroleitungen und Elektrogeräte erzeugen elektrische und magnetische Felder.

Elektrische und magnetische Felder weisen unterschiedliche Eigenschaften auf und unterscheiden sich möglicherweise auch hinsichtlich ihrer biologischen Wirkungen. So lassen sich elektrische Felder problemlos durch Gegenstände, durch die sie hindurchgeleitet werden (wie Bäume, Gebäude und menschliche Haut), abschirmen oder abschwächen, während sich magnetische Felder mit zunehmender Entfernung von ihrer Quelle abschwächen.

Elektrogeräte und Starkstromleitungen sind sowohl von elektrischen als auch magnetischen Feldern umgeben. In letzter Zeit standen die gesundheitlichen Auswirkungen magnetischer Felder im Mittelpunkt des

allgemeinen Interesses sowie wissenschaftlicher Untersuchungen.

Die Einwirkung elektromagnetischer Strahlen auf den Menschen wird durch Ermittlung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) gemessen. Die SAR misst die von einem Körper aufgenommene Energiemenge und wird in der Regel in Watt je Kilogramm (W/kg) angegeben.

### 1. - Expositionsquellen

Im Folgenden werden einige der wichtigsten EMF-Quellen aufgeführt. Elektromagnetische Felder werden jedoch von allen Geräten erzeugt, die mit Strom betrieben werden, wie Elektrorasierer, Staubsauger, Haartrockner, Radios, Bügeleisen, Kopiergeräte, Kühlschränke, Rekorder, Fernsehgeräte, Mikrowellengeräte usw.

#### 1.1. - Mobiltelefone und Basisstationen

Die Hauptquellen sind Mobiltelefone und Basisstationen, die eine hochfrequente HF<sup>3</sup>-Strahlung<sup>4</sup> aussenden. In beiden Fällen nimmt die Einwirkung mit zunehmender Entfernung von der Quelle ab. Bei Mobiltelefonen ist in erster Linie die Seite des Kopfes der Strahlung ausgesetzt, wenn das Telefon ans Ohr gehalten wird. Bei der Benutzung einer Freisprechanlage ist die Einwirkung auf die Körperteile am größten, die sich dem Telefon am nächsten befinden. Die von Basisstationen ausgehende Strahlung wirkt auf den ganzen Körper ein und betrifft jeden, wobei die Intensität um ein Vielfaches geringer ist als bei den Handapparaten.

#### 1.2. - Freileitungen und Ionen<sup>5</sup>

In letzter Zeit wurden wiederholt Bedenken hinsichtlich der Rolle von Ionen und Ladungsträgern geäußert, die diese möglicherweise in Bezug auf ein erhöhtes Krebsrisiko von in der Nähe von Hochspannungsfreileitungen lebenden Personen spielen. Derartige Leitungen erzeugen sogar Ladungsträger, die sich an in der Luft vorhandene Schadstoffpartikel binden, mit

<sup>1</sup> *Vertrag von Maastricht* - Nach dem VORBEUGEPRINZIP ist die Gesellschaft verpflichtet, umsichtige Maßnahmen zu ergreifen, wenn hinreichende wissenschaftliche Belege (aber nicht unbedingt 100%ige Beweise) dafür vorliegen, dass Tatenlosigkeit schädliche Folgen haben könnte.

<sup>2</sup> EMF: Elektromagnetisches Feld. Ein Raum, in dem die von einer Quelle ausgehende elektromagnetische Energie einen Einfluss auf einen Gegenstand ausübt.

<sup>3</sup> HF: Hochfrequenz/Funkfrequenz. Elektromagnetische Strahlung mit Frequenzen, die für Funk und Mobilfunk eingesetzt werden. Der Begriff wird im Allgemeinen für Frequenzen zwischen 300 Hz und 300 GHz verwendet.

<sup>4</sup> Strahlung ist der Vorgang, bei dem Energie in Form von Wellen und Partikeln ausgesandt wird.

<sup>5</sup> Ionen: elektrisch geladene Atome oder Atomgruppen.

denen dann wiederum der Mensch in Kontakt kommt. Der Schadstoff haftet an der Haut oder wird eingeatmet und bleibt dann auf Grund seiner Ladung an der Lunge haften. Die Hochspannungsfreileitung selbst ist zwar unschädlich, doch sie zieht Schadstoffe in Auspuffgasen usw. an und konzentriert diese.

### 1.3. - Umspannstationen

Die Medien sind voll von Horrorgeschichten über Familien, die in der Nähe von Umspannstationen wohnen und krank werden. Das ist erstaunlich, da Umspannstationen in viel geringerem Maße elektrische oder magnetische Felder erzeugen, als manch einer annimmt. In jedem Haushalt gibt es zahlreiche EMF-Quellen, die stärker sind.

### 1.4. - Kabel

Wo elektrischer Strom fließt, entsteht ein magnetisches Feld. Dieses Grundprinzip bedeutet, dass sämtliche Kabel Felder erzeugen, wenn sie im Einsatz sind.

Häufig konzentrieren sich die Bedenken auf unterirdische Starkstromleitungen, da sie hohe Stromstärken befördern. Diese Kabel verlaufen unter Fußwegen und Straßen und haben aufgrund der Vielzahl von Kabeltypen einen Nennstrombereich von 100 bis 550 A. Dabei spielt die am Kabel anliegende Spannung im Allgemeinen keine Rolle. Ein Kabel mit einer Betriebsspannung von 230 V kann bei gleicher Stromstärke das gleiche magnetische Feld erzeugen wie ein Kabel mit einer Spannung von 11 000 V.

Bei noch höheren Spannungen treten allerdings einige Unterschiede auf. Bei einigen Kabeln mit einer Betriebsspannung von 33 000 V und bei fast allen Kabeln mit darüber liegenden Spannungen ist es üblich, drei einzelne Stränge zu einem Kabel zusammenzufassen. Dabei werden die Stränge in einem bestimmten Abstand zueinander verlegt. Dieser Abstand verursacht jedoch stärkere Magnetfelder, als dies bei einem unmittelbaren Zusammenlegen der Fall wäre.

### 1.5. - Verkehr

Auch in diesem Bereich können elektrische und magnetische Felder entstehen, weil Elektrizität sowohl als Energiequelle als auch als Steuermechanismus zum Einsatz kommt. Aus Oberleitungen gespeiste Züge und Straßenbahnen erzeugen entlang des Fahrdrachts elektrische und magnetische Felder. Bildet eine Stromschiene die Energiequelle, breiten sich elektrische und magnetische Felder entlang dieser Schiene aus.

## 2. - Welchen Schaden können EMF anrichten?

In der Fachliteratur werden häufig Begriffe wie **Wechselwirkung, biologische Wirkung, Risiko** und **Schaden** verwendet.

Wird ein biologisches Gebilde einem elektromagnetischen Feld ausgesetzt, so kommt es zu einer **Wechselwirkung** zwischen der Feldstärke, dem elektrischen Strom und der Ladung des Körpergewebes. Das Ergebnis dieser Wechselwirkung ist die **biologische Wirkung**. Eine biologische Wirkung ist nicht

notwendigerweise ein **Schaden**. Ein Schaden entsteht dann, wenn die biologische Wirkung durch die biologischen Ausgleichseigenschaften des Körpers nicht mehr kompensiert werden kann. Unter **Risiko** versteht man die Schadenswahrscheinlichkeit. Der Einfluss von elektromagnetischen Felder kann **akute** und **chronische** Auswirkungen haben. Akute Auswirkungen sind stets mit einem bestimmten Schwellenwert verbunden, bis zu dem unmittelbare und objektive Auswirkungen verursacht werden. Da chronische Auswirkungen weder unmittelbar noch objektiv sind, können sie als Langzeitwirkungen bezeichnet werden.

### 2.1. - Mechanismus der Wechselwirkung

EMF verursachen ein Drehmoment bei Molekülen, was eine Verdrängung von Ionen aus ihrer Ruheposition, Vibrationen gebundener Ladungen sowie die Rotation und Umorientierung von Dipolmolekülen wie z. B. Wasser bewirken kann. Diese Mechanismen können bei Exposition durch schwache EMF keine nachweisbaren Wirkungen hervorrufen, da sie durch die willkürliche thermische Bewegung überlagert werden. Außerdem muss das System eine Reaktionszeit aufweisen, die für die Wechselwirkung schnell genug ist. Beide Überlegungen implizieren die Existenz einer Schwelle (unterhalb derer keine wahrnehmbare Reaktion stattfindet) sowie einer kritischen Frequenz (oberhalb derer keine Reaktion wahrgenommen wird).

Generell hat die Einwirkung elektromagnetischer Felder eine recht uneinheitliche Ablagerung und Verteilung von Energie im Körper zur Folge. Hinsichtlich der Energieabsorption durch den menschlichen Körper lassen sich elektromagnetische Felder in vier Bereiche einteilen:

- Frequenzen von etwa 10 kHz bis knapp unter 20 MHz, bei denen die Absorption im Rumpf mit abnehmender Frequenz rasch abnimmt, jedoch im Halsbereich und in den Beinen signifikant sein kann;
- Frequenzen von etwa 20 MHz bis 300 MHz, bei denen die Absorption im gesamten Körper relativ hohe Werte erreichen kann, die gegebenenfalls von den Werten in einzelnen Körperteilen noch übertroffen werden;
- Frequenzen von etwa 300 MHz bis zu mehreren GHz, bei denen eine signifikante lokale uneinheitliche Absorption beobachtet wird;
- Frequenzen über ca. 10 GHz, bei denen die Energieabsorption vor allem an der Körperoberfläche erfolgt.

#### 2.1.1. - Zellfunktion

Die Zellen lebender Organismen weisen eine natürliche elektrische Ladung an ihren Membranen auf, die für ein normales Funktionieren menschlicher Gewebe unerlässlich ist und bereits auf sehr schwache elektromagnetische Felder anspricht. Ein Strahlung, die von den natürlichen Frequenzen abweicht, kann eine Verlagerung und Beschädigung von Molekülen sowie Stoffwechselveränderungen bewirken. Der einsetzende kettenreaktionsartige Prozess verändert zunächst die elektrische Stabilität des Organismus und beeinträchtigt

die Polarisation der Zellen. Die daraus resultierende Disharmonie kann schließlich zu Veränderungen der hormonellen Aktivität führen, die Synthese genetischen Materials beeinträchtigen, den Zu- und Abfluss von Substanzen in die und aus den Zellen stören und das Verhalten von Krebszellen verändern.

#### 2.1.2. - Die Entstehung von freien Radikalen<sup>1</sup>

Am grundlegenden schadensauslösenden Mechanismus sind FREIE RADIKALE beteiligt, die Eiweiße und Zellmembranen beschädigen, Gene und DNA verstümmeln, den Spiegel von Antioxidationshormonen wie Melatonin senken, die für normale Funktionen essentiellen enzymatischen und biochemischen Prozesse beeinträchtigen und elektromagnetische Energiestrukturen in den Muskeln stören.

#### 2.1.3. - Anstieg der Histaminfreisetzung

Mastzellen (die Histamine und andere Substanzen freisetzen) werden durch freie Radikale destabilisiert. In Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass sich die Histaminfreisetzung unter Einwirkung von Hochfrequenzstrahlung verdoppelt.

#### 2.1.4. - Störung des Kalziumspiegels

Funkwellen und ihre destruktiven Begleiter, die freien Radikale, bringen den Kalziumspiegel des Körpers durcheinander, und zwar vor allem im Zentralnervensystem, im Gehirn und im Herzen. Man nimmt an, dass der Kalziumspiegel (und möglicherweise auch der Magnesiumspiegel) der Zellen absinkt, was sich auf Zellwachstum, -reproduktion und -teilung auswirkt und die Übermittlung von Signalen zwischen dem äußeren Teil der Zelle und dem Zellkern im Zellinnern beeinträchtigt.

### 3. - Öffentliche Wahrnehmung der EMF-Risiken

Technischer Fortschritt im weitesten Sinne des Wortes war von jeher mit verschiedenen sowohl realen wie vermeintlichen Gefahren und Risiken verbunden. Die Anwendung elektromagnetischer Felder in Industrie, Gewerbe und Haushalten bildet dabei keine Ausnahme. Weltweit befürchtet die Öffentlichkeit, dass die Einwirkung von EMF aus Quellen wie Hochspannungsleitungen, Radaranlagen, Mobiltelefonen und ihren Basisstationen sich negativ auf die Gesundheit vor allem von Kindern auswirken könnte. Das hat dazu geführt, dass die Verlegung neuer Starkstromleitungen und der Ausbau neuer Netze für die Mobiltelefonie in einigen Ländern auf erheblichen Widerstand stoßen.

Die Erfahrungen der jüngsten Vergangenheit zeigen, dass mangelndes Wissen über die gesundheitlichen Folgen des technischen Fortschritts mitunter nicht die einzige Ursache für den Widerstand der Öffentlichkeit gegenüber Neuerungen ist. Hier trifft auch

<sup>1</sup> Freie Radikale: Gruppe von Atomen, die sich normalerweise mit anderen Atomen verbinden. Sie können lediglich für Sekundenbruchteile selbständig existieren. Dabei sind sie vermutlich in der Lage, anderen Zellen Schaden zuzufügen.

Wissenschaftler, Regierungen und die Wirtschaft die Schuld, die nicht auf die Unterschiede in der Risikowahrnehmung eingegangen sind.

#### 3.1. - Gesundheitsgefahren und -risiken

Um einen besseren Einblick in die Risikowahrnehmung zu erlangen, muss zunächst zwischen einer Gesundheitsgefahr und einem Gesundheitsrisiko unterschieden werden. Bei einer **Gefahr** kann es sich um einen Gegenstand oder ein Zusammenwirken von Umständen handeln, die der menschlichen Gesundheit potentiell schaden können. Unter einem **Risiko** ist die Möglichkeit (oder Wahrscheinlichkeit), dass jemand durch eine bestimmte Gefahr zu Schaden kommt, zu verstehen. EMF stellen eine potentielle Gefahr dar, und das Risiko für die Gesundheit eines Menschen hängt von der Intensität der Einwirkung ab.

#### 3.2. - Risikowahrnehmung

Die Entscheidung eines Menschen, ein Risiko einzugehen oder nicht einzugehen, wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst. Der Mensch nimmt Risiken gewöhnlich als vernachlässigbar, akzeptabel, erträglich oder inakzeptabel wahr und vergleicht sie mit dem Nutzen, der wesentlich größer sein sollte als das Risiko. Diese Wahrnehmungen können **vom Alter, vom Geschlecht, vom kulturellen Hintergrund und dem Bildungsstand der betreffenden Person abhängen**.

Das **Wesen eines Risikos** kann die Wahrnehmung beeinflussen. Bei Erhebungen wurde festgestellt, dass die folgenden Paare von Situationsmerkmalen die Risikowahrnehmung im Allgemeinen beeinflussen. Der erste Teil des jeweiligen Paares steigert gewöhnlich die Höhe des vermeintlichen Risikos, während die zweite Teil verringert.

##### 3.2.1. - Unfreiwillige und freiwillige Exposition

Hierbei handelt es sich um einen wichtigen Faktor in der Risikowahrnehmung, gerade im Zusammenhang mit EMF-Quellen. Personen, die kein Mobiltelefon benutzen, empfinden das Risiko, das von den relativ schwachen Hochfrequenzfeldern der Basisstationen ausgeht, als **hoch**. Dagegen empfinden Mobiltelefonbenutzer das von den wesentlich stärkeren Hochfrequenzfeldern ihrer freiwillig gewählten Handapparate ausgehende Risiko als **gering**.

##### 3.2.2. - Gefühl, einer Situation ausgesetzt zu sein oder sie zu beherrschen

Menschen, die bezüglich der Installation von Hochspannungsleitungen und Mobilfunk-Basisstationen vor allem in der Nähe ihrer Wohnungen, von Schulen und Spielplätzen kein Mitspracherecht haben, empfinden das von derartigen EMF-Einrichtungen ausgehende Risiko im Allgemeinen als hoch.

##### 3.2.3. - Vertrautheit und Fremdheit

Die Vertrautheit mit einer Situation oder ein Gefühl, die technische Seite einer Sache zu verstehen, kann zur Verringerung des vermeintlichen Risikos beitragen. Das vermeintliche Risiko nimmt immer dann zu, wenn eine Situation oder Technologie wie die EMF-Technologie

neu, fremd oder schwer zu begreifen ist. Ein Risiko wird häufig immer dann als besonders groß empfunden, wenn die potentiellen Auswirkungen einer Situation oder Technologie auf die Gesundheit wissenschaftlich nicht vollständig geklärt sind.

### 3.2.4. - Gefürchtete und nicht gefürchtete Krankheiten

Einige Erkrankungen und Beschwerden wie Krebs, starke und anhaltende Schmerzen und Behinderungen sind stärker gefürchtet als andere. Deshalb erregt selbst ein geringes Krebsrisiko bei EMF-Exposition vor allem dann große Aufmerksamkeit, wenn Kinder betroffen sein könnten

### 3.2.5. - Ungerechtigkeit und Gerechtigkeit

Wenn jemand den von Mobilfunk-Basisstationen ausgehenden HF-Feldern ausgesetzt ist, selbst aber kein Mobiltelefon besitzt, oder wenn er den elektrischen und magnetischen Feldern von Hochspannungsleitungen ausgesetzt ist, die seinen Wohnort gar nicht versorgen, dann empfindet er dies als ungerecht und ist weniger geneigt, das damit verbundene Risiko zu akzeptieren.

So wird beispielsweise im Falle von Personen, die kein Handy besitzen, die Einwirkung von HF-Feldern in der Umgebung von Mobilfunk-Basisstationen gegebenenfalls aus folgenden Gründen als hohes Risiko empfunden:

- die Exposition durch HF-Felder erfolgt **unfreiwillig**;
- die Exposition ist **ungerecht**, weil die Aufstellung dieser Basisstationen alle Anwohner HF-Feldern aussetzt, während sie nur den wenigen Benutzern von Mobiltelefonen zugute kommen;
- der Bürger fühlt sich **ohnmächtig** gegenüber dem weiteren Vordringen derartiger Netze in die Wohnorte;
- die Technologie der Mobiltelefonie ist den meisten Menschen **fremd** und unverständlich;
- die **wissenschaftlichen Informationen** zu den genauen gesundheitlichen Risiken sind **unzureichend**;
- es besteht die Wahrscheinlichkeit, dass diese Technologie eine **gefürchtete** Krankheit wie den Krebs verursachen kann.

## 4. - Selbstschutz

Die Wirkung von elektromagnetischen Feldern ist kumulativ. So kann unser Körper einer bestimmten Strahlungsenergie, die von Leitungen sowie elektrischen und elektronischen Geräten im Haushalt ausgeht, standhalten. Eine weitere geopathische Belastung, beispielsweise durch Hochfrequenzeinfluss oder Hochspannungsleitungen oder durch unterirdische Wasseradern, könnte das Fass jedoch zum Überlaufen bringen. Eigentlich stellt jede toxische Quelle eine zusätzliche Belastung dar, die den Körper destabilisiert. Nichts lässt sich ausschließen. Daher dürfen wir nichts unversucht lassen, um die Gesamtbelastung zu

reduzieren und zugleich die Vitalität und das Immunsystem des Körpers zu verbessern.

### 4.1. - Stärkung der körpereigenen Abwehrkräfte durch entsprechende Ernährung

Wichtig ist eine fettarme, entschlackende und an Antioxidationsmitteln reiche Ernährung. Große Mengen an gesättigten Fetten verstärken die Aktivität der freien Radikale, und Gebratenes sollte ganz vermieden werden. Stattdessen sollte die Nahrung mit Pektin (das in Äpfeln vorkommt) und Seetang angereichert werden, die Toxine binden und damit zum Schutz des Körpers beitragen. Essen Sie reichlich Brokkoli, Rosenkohl, Blumenkohl und andere Kohlsorten sowie Wasserkresse (vorzugsweise aus organischem Anbau). Verwenden Sie Sonnenblumen-, Saflor-, Oliven- und Rapsöl. Verwenden Sie Sauermilchprodukte wie Joghurt und Buttermilch, die Laktobazillen und andere sich positiv auf die Magen- und Darmflora auswirkende Bakterien enthalten.

Ergänzen Sie Ihre Ernährung mit Antioxidationsmitteln wie Vitamin A, C und E sowie mit Kalzium und Magnesium, den Spurenelementen Selen, Germanium und Vanadium, um die Bildung von freien Radikalen zu unterbinden.

### 4.2. - Konkrete Maßnahmen für den eigenen Schutz

Zunächst einmal sollte man sich der Risiken bewusst sein und sie ernst nehmen. Das ist schwierig, weil elektromagnetische Wellen geruchlos, geschmacklos, geräuschlos und farblos sind, und solange wir nicht daran denken, scheint auch kein Risiko zu bestehen. Wir können unsere Exposition senken, indem wir:

- die Benutzung von schnurlosen und Mobiltelefonen einschränken;
- uns nur dann in die Nähe des Mikrowellenherds begeben, wenn dies erforderlich ist;
- dafür sorgen, dass Kinder nicht zu dicht vor dem Fernseher oder Bildschirm sitzen;
- nicht in dem Teil des Hauses schlafen, der sich unter Freileitungen, Funkleitstrahlen usw. befindet;
- Fernseher oder Computer nicht an der Wand gegenüber von unserem Bett aufstellen;
- einen möglichst großen Abstand zum Fernseher halten;
- Geräte meiden, die auf Funkleitstrahlen angewiesen sind oder Strahlung jeglicher Art aussenden;
- bei allen Elektrogeräten den Stecker aus der Steckdose ziehen, wenn sie nicht in Betrieb sind.

## 5. - Bildschirme und Ihre Gesundheit

Ein Bildschirm ist ein dem Fernsehgerät ähnlicher Monitor, der Informationen anzeigt, die er nicht von einem Fernsehsender, sondern von einem Computer empfängt.

Schon bald nach Ausstattung der ersten Arbeitsplätze mit Bildschirmen machte man diese für zahlreiche Beschwerden verantwortlich, die von Kopfschmerzen über Schwindelgefühl, Müdigkeit, den grauen Star bis zu Schwangerschaftsstörungen und Hautausschlägen

reichten. Es wurden zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt, um festzustellen, ob sich elektromagnetische Felder auf die Gesundheit auswirken. Durch die WHO<sup>1</sup> und andere Organisationen wurden verschiedene Faktoren geprüft, die mit der Bildschirmarbeit in Zusammenhang stehen, darunter die Qualität der Raumluft, berufsbedingter Stress und ergonomische Faktoren wie Körperhaltung und Sitzmöbel. Aus diesen Studien (siehe unten) geht hervor, dass potentielle gesundheitliche Probleme im Zusammenhang mit Bildschirmarbeit auf die Arbeitsbedingungen und nicht auf EMF-Emissionen zurückzuführen sind. Die Ergebnisse der Studien im Überblick:

- **Auswirkungen auf die Schwangerschaft.** Nachteilige Wirkungen der von Bildschirmen erzeugten elektromagnetischen Felder auf die Reproduktionsprozesse konnten nicht nachgewiesen werden. Einschlägige Untersuchungsergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass derartige Wirkungen mit anderen Faktoren am Arbeitsplatz wie berufsbedingtem Stress zusammenhängen.
- **Auswirkungen auf die Augen.** Weder für den grauen Star noch für andere Erkrankungen der Augen konnte ein Zusammenhang mit Bildschirmarbeit nachgewiesen werden. Es wurde festgestellt, dass Blendwirkung und Reflexionen von Bildschirmen in extremen Fällen zur Überanstrengung der Augen sowie zu Kopfschmerzen führen können.
- **Auswirkungen auf die Haut.** Es wurde eine Vielzahl von Symptomen wie Hautausschläge und Juckreiz untersucht. Ein Zusammenhang zwischen diesen Symptomen und der von Bildschirmen erzeugten elektromagnetischen Felder konnte nicht festgestellt werden. An Personen mit diesen Symptomen durchgeführte Labortests ergaben, dass diese Symptome nicht auf die Einwirkung elektromagnetischer Felder zurückzuführen sind.

### 5.1. - Schutzmaßnahmen

Die Furcht vor negativen gesundheitlichen Folgen der von Bildschirmen ausgehenden EMF hat zur Entwicklung einer Vielzahl von Produkten geführt, die angeblich Schutz vor diesen negativen Auswirkungen bieten. Dazu zählen spezielle Schutzabdeckungen, Bildschirmfilter und „strahlenabsorbierende“ Vorrichtungen für Bildschirme. Mit Ausnahme von Filtern zur Unterdrückung der Blendwirkung (die eine Überanstrengung der Augen bewirkt) wird die Verwendung derartiger Schutzvorrichtungen von der WHO nicht empfohlen, da die elektromagnetischen Felder und Strahlen weit unter den international zulässigen Höchstgrenzen liegen. Hier sind jedoch einige Hinweise zu beachten, um zeitweilige oder langfristige Wirkungen zu verhindern. Da sich die Belastung der Augen erhöht, je näher der Abstand zum Bildschirm ist, raten die meisten Experten, die Arbeit am Bildschirm nach jeder Stunde für einige Minuten zu unterbrechen. Besondere Aufmerksamkeit ist sowohl der

natürlichen als auch künstlichen Beleuchtung zu widmen. Um Reflexionen auf dem Bildschirm und damit eine Überanstrengung der Augen zu verhindern, ist dafür zu sorgen, dass sämtliche Lichtquellen einen Winkel von 90° zum Bildschirm aufweisen.

### 6. - Mobiltelefone und Ihre Gesundheit

Mobiltelefone sind Funkgeräte mit kleiner Leistung, die Mikrowellenstrahlung mit Frequenzen von ca. 900 MHz und 1800 MHz senden und empfangen. Ein Teil der Energie der von Mobiltelefonen ausgehenden Funkwellen wird vom Kopf des Telefonbenutzers absorbiert, und zwar zumeist im Oberflächengewebe. In Expositionsrichtlinien für Mobiltelefone ist daher von absorbierter Energie je kleiner Masse Körpergewebe (Kopf) die Rede. Die Festlegung von SAR<sup>2</sup>-Richtlinien ist deshalb sinnvoll, weil sie der Öffentlichkeit Anhaltspunkte dafür geben, bis zu welcher Stärke die von Elektrogeräten ausgesandten Funk- und sonstigen elektromagnetischen Wellen unbedenklich sind.

Laut ICNIRP<sup>3</sup> beträgt der SAR-Grenzwert für die allgemeine Öffentlichkeit **2 Watt je Kilogramm (W/kg)**. Im Auftrag der Zeitschrift „K-Tip“ (Zürich) hat EMC Technologies kürzlich in Australien Untersuchungen zur spezifischen Absorptionsrate durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in der „Sunday Times“ vom 3. Dezember 2000 vorgestellt. Bei den Untersuchungen durch EMC Technologies wurden folgende SAR-Werte ermittelt:

| Mobiltelefon      | SAR in W/kg |
|-------------------|-------------|
| Benefon Twin Dual | 1,01        |
| Bosch GSM 909     | 0,81        |
| Ericsson A2618s   | 0,79        |
| Ericsson R310s    | 0,94        |
| Ericsson R320s    | 0,94        |
| Ericsson T18s     | 0,61        |
| Ericsson T28s     | 1,27        |
| Motorola T2288    | 0,54        |
| Motorola P7389    | 0,83        |
| Motorola V3690    | 1,13        |
| NEC db 4000       | 1,23        |
| Nokia 3210        | 0,81        |
| Nokia 3310        | 0,75        |
| Nokia 6150        | 0,71        |
| Nokia 6210        | 1,19        |
| Nokia 7110        | 0,76        |
| Nokia 8210        | 0,72        |
| Nokia 8850        | 0,22        |
| Nokia 8890        | 0,53        |
| Panasonic EB GD92 | 1,07        |
| Philips Ozeo      | 0,61        |
| Samsung GSH 2400  | 1,17        |
| Siemens S35I      | 0,99        |
| Siemens M35I      | 1,14        |

<sup>2</sup> SAR: Spezifische Absorptionsrate

<sup>3</sup> Die International Commission On Non-Ionising Radiation Protection (Internationale Strahlenschutzkommission für nichtionisierende Strahlung) ist eine unabhängige wissenschaftliche Organisation, die Auskünfte zu den Gefahren der nichtionisierenden Strahlung für die Gesundheit erteilt.

<sup>1</sup> WHO: Weltgesundheitsorganisation

|                     |      |
|---------------------|------|
| Siemens C351        | 1,19 |
| Sony CMD-Z5         | 1,06 |
| Swisscom Trend G366 | 1,05 |
| Trium Aria          | 0,48 |

Die SAR wird in Watt Strahlungsenergie gemessen, wobei der SAR-Grenzwert eine über ein Gramm Gehirngewebe thermisch gemessene Absorptionsschwelle für die Aufnahme von Wärmeenergie darstellt. Nach Ansicht zahlreicher Wissenschaftler sollten SAR-Standards nicht herangezogen werden.

- Die SAR gibt lediglich Auskunft über (simulierte) thermische Wirkungen (Gewebeerwärmung).
- SAR-Berechnungen können ungenau sein.
- Die SAR wird an synthetischen Modellen und durch Simulation und nicht an echtem Gewebe im Kopfrinneren gemessen.
- Die Simulationstestverfahren widerspiegeln nicht die tatsächlichen biologischen Auswirkungen der Strahlung auf den Körper.
- Es gibt keinen einheitlichen internationalen SAR-Standard.
- Die SAR wird durch die Hersteller in Selbstkontrolle gemessen.
- Die SAR wird auf Ohrhöhe gemessen. Eine niedrigere SAR bedeutet nicht, dass das entsprechende Mobiltelefon sicherer ist als andere. Es könnte bedeuten, dass sich der „hot spot“ der Strahlung (Stelle mit erhöhtem Absorptionswert) an eine andere Stelle des Kopfes verlagert hat. Schon eine geringfügige räumliche Veränderung kann sich nachhaltig auf die Höhe der SAR auswirken.
- Die SAR stellt einen Mittelwert für einen bestimmten Zeitraum dar. Einige analoge und praktisch alle digitalen Telefone können mehr als 2 Watt je Kilogramm in das Kopfgewebe abgeben, ohne dass die SAR-Vorgaben überschritten werden, weil der Durchschnittswert der Belastung für einen bestimmten Zeitraum ermittelt wird. Bei Telefonen, die in digitalen GSM-Mobilfunknetzen betrieben werden, dringt die Strahlungsenergie mit Hunderten von Impulsen pro Minute in den Kopf ein. Es wurde nachgewiesen, dass diese gepulste Strahlung biologisch aktiver ist als kontinuierliche Strahlung derselben Intensität und Frequenz.

### 6.1. - Schutzmaßnahmen

Als häufigste Symptome werden von Handybenutzern **unerklärliche Kopfschmerzen, Ohren- und Augenprobleme, Übelkeit und Schwindelgefühl, Kribbeln auf der Haut sowie ein taubes Gefühl und eine Hautrötung im Gesichts- und Nackenbereich** angegeben. Wenngleich die Schädlichkeit der von Telefonen ausgehenden Strahlung wissenschaftlich nicht erwiesen ist, ist ihre Unschädlichkeit ebenso wenig erwiesen. Sollte sich herausstellen, dass die Emission elektromagnetischer Strahlen in den für den Mobilfunk genutzten Frequenzbereichen problematisch ist, wäre die Benutzung eines Gerätes in unmittelbarer Nähe zum

Kopf natürlich sehr bedenklich. Besorgte Mobiltelefonbenutzer können selbst einiges zur Senkung des potentiellen gesundheitlichen Risikos tun:

- Benutzen Sie Ihr Mobiltelefon nur, wenn kein Festnetztelefon in der Nähe ist.
- Ziehen Sie stets die Antenne heraus.
- Ziehen Sie den Einbau einer Autofreisprechanlage in Betracht.
- Benutzen Sie ein Digitaltelefon nach Möglichkeit im Freien, damit das Telefon bei geringerer Leistung senden kann.
- Schränken Sie Zahl und Dauer Ihrer Anrufe ein.

Auch Personen mit Herzschrittmachern und Hörgeräten äußern häufig Bedenken. Was sollten sie tun?

Die Störanfälligkeit von Herzschrittmachern gegenüber GSM-Signalen ist je nach Marke und Modell unterschiedlich. Personen mit Herzschrittmachern, die ein GSM-Telefon benutzen wollen, sollten sich an ihren Kardiologen oder Arzt wenden, der sich eingehend - mit den in der Produktliteratur für den betreffenden Herzschrittmacher enthaltenen Informationen sowie - mit den in der Produktliteratur für das betreffende enthaltenen technischen Parametern beschäftigt wird.

Die Funktion von Hörgeräten kann durch zahlreiche Quellen wie Leuchtstofflampen, Computer und andere elektronische Geräte, zu denen auch Mobiltelefone zählen, gestört werden. Dabei schwankt die Störanfälligkeit der Hörgeräte je nach Modell sehr stark. Generell gilt, dass ältere größere Typen störanfälliger sind. Mittlerweile gibt es bereits Hörgeräte, die Mobiltelefonen gegenüber unempfindlich sind. Besorgten Trägern von Hörgeräten wird Folgendes empfohlen:

- Benutzen Sie das Mobiltelefon nach Möglichkeit am gesunden Ohr.
- Benutzen Sie ein weniger störanfälliges Hörgerät. Kleinere Hörgeräte, die im Ohr getragen werden, sind im Allgemeinen weniger störanfällig als Geräte, die hinter dem Ohr getragen werden. Neue Geräte sollten stets in Verbindung mit dem Mobiltelefon ausprobiert werden, um die Kompatibilität der Geräte festzustellen. Zu bedenken ist auch, dass sich der Leistungspegel des Telefonsendeteils mit dem geografischen Standort verändert;
- Benutzen Sie eine Freisprecheinrichtung. Es gibt verschiedene Zusatzeinrichtungen, die entweder über das Mikrofon oder die T-Spule an das Hörgerät angeschlossen werden können;
- Fragen Sie einen Hörgeräteakustiker um Rat. Solange keine schlüssigeren Beweise bezüglich potentieller gesundheitlicher Risiken vorliegen, ist in Bezug auf Mobiltelefone und deren Benutzung Vorsicht geboten.

### 7. - Die Macht der Information

Angenommen, es wäre erwiesen, dass die von drahtlosen Telefonen ausgesandte Strahlung Krebs

verursacht. Schon ein Zurückhalten dieser Information um sechs Monate wäre sehr viel Geld wert. Wie die Debatten um Tabak, BSE und die globale Erwärmung zeigen, ist die Wirtschaft nicht geneigt, die Erkenntnisse der Wissenschaft tatenlos hinzunehmen, wenn sie an die Gewinne gehen. Was sich in der Bilanz gut ausmacht, ist nicht immer auch der Volksgesundheit zuträglich.

Als Beispiel mag die Arbeit von zwei Wissenschaftlern dienen, die von einem europäischen Telekommunikationsunternehmen finanziert wurde. Ihr erstes Experiment erbrachte wichtige Ergebnisse und erregte bei den Insidern der Branche einiges Aufsehen. Doch nur wenige Personen hatten Zugang zur Originalstudie. Die Öffentlichkeit war ebenso ausgeschlossen wie ein Großteil der Wissenschaftswelt. Lediglich das Telekommunikationsunternehmen hatte Zugang zu den Daten, in die es nur wenigen Personen Einblick gewährte.

So gingen anderthalb Jahre verloren, in denen andere Wissenschaftler die Ergebnisse für eigene Forschungen hätten verwenden können. Außerdem ist die Frage der gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder zu komplex, als dass sie ein Labor im Alleingang lösen könnte.

Wenn aber die Wirtschaft vorzeitig Zugang zu Forschungsergebnissen erhält, hat sie größeren Einfluss darauf, welche Schritte als Nächstes unternommen werden. Dies wiederum berührt politische Entscheidungen über das Tempo und die Finanzierung von Forschungsarbeiten. Damit einher geht unweigerlich ein Vertrauensverlust gegenüber Unternehmensaussagen bei Journalisten und der Öffentlichkeit zur Folge.

Der Vollständigkeit halber muss bei der Beschreibung des Interessenkonfliktes in dieser Sache auch auf die Rolle eines berühmten Beraters eingegangen werden. Die erwähnte Studie wurde bei „Radiation Research“, einer der führenden Fachzeitschriften für Untersuchungen zu Auswirkungen der HF/MW-Exposition auf die Gesundheit, eingereicht, und bei dem Berater handelt es sich um den Mitherausgeber, der in erster Linie für den Bereich nichtionisierende Strahlung zuständig ist. Der Berater steht jedoch gleichzeitig auf der Honorarliste zahlreicher Mobilfunkunternehmen in verschiedenen Ländern.

Dies führt zwangsläufig zu einem Interessenkonflikt. Schlimm genug, dass der Berater von der Mobilfunkbranche bezahlt wird, während er gleichzeitig als Hüter wissenschaftlicher Informationen fungiert. Mobilfunkunternehmen und deren Berater dürften nicht als Erste Zugang zu Forschungsergebnissen erhalten. Was den Zugang zu Informationen betrifft, sind gleiche Bedingungen für alle erforderlich. Solange das nicht der Fall ist, werden private Interessen auch weiterhin einen schädlichen Vorteil genießen.

**Die Kommunen haben ihrer Meinung nach ein Recht darauf zu wissen, welche Vorschläge und Pläne es hinsichtlich der Errichtung von potentiell gesundheitsschädlichen EMF-Anlagen in ihrem Umfeld gibt. Sie wollen, dass man sie in den**

**Entscheidungsprozess einbezieht. Solange es kein effektives System der öffentlichen Information und der Kommunikation zwischen Wissenschaftlern, Regierungen, der Wirtschaft und der Öffentlichkeit gibt, werden neue EMF-Technologien auch weiterhin auf Misstrauen und Furcht stoßen.**

Autor: **Federico BRUCCIANI**, unter federführende Mitarbeit von **Graham CHAMBERS**, Leiter des Referats STOA.

Die in diesem STOA-Themenpapier vertretenen Ansichten geben nicht notwendigerweise die offizielle Meinung des Europäischen Parlaments wider.

Direktion A oder:

Abteilung Industrie,  
Forschung und Energie,  
STOA

Europäisches Parlament  
L-2929 LUXEMBURG  
Fax: (352) 4300 27718

Rue Wiertz 60  
B-1047 BRÜSSEL  
Fax: (32) 2 2844980

#### Bibliographie:

*Salzburger Resolution zu Mobilfunksendeanlagen - Internationale Konferenz Situierung von Mobilfunksendern Wissenschaft & Öffentliche Gesundheit, 2000*  
[www.powerwatch.org.uk/microwave/masts/Salzburg.htm](http://www.powerwatch.org.uk/microwave/masts/Salzburg.htm)

*Video Display Unit and Human Health-Fact Sheet No 201 - 1998*  
[www.who.int/inf-fs/en/facts201.html](http://www.who.int/inf-fs/en/facts201.html)

D. Andreuccetti - *I consigli dell'esperto*  
[www.vialattea.net/esperti/ambiente/emf/index.html](http://www.vialattea.net/esperti/ambiente/emf/index.html)

D. Andreuccetti - *Aspetti tecnico-scientifici. I campi elettromagnetici sono pericolosi ? - 2000*  
[www.iroe.fi.cnr.it](http://www.iroe.fi.cnr.it)

Iacomelli e M. Picciolo - *Dossier Elettrosmog: Il problema corre sull'onda - Campagna Clima 2000*  
[www.greenpeace.it/archivio/clima/elettrosmog.htm](http://www.greenpeace.it/archivio/clima/elettrosmog.htm)

*WHO's Conclusions on Health Effects and Research Needs for EMF - 1999.*  
[www.emfhealth.com/seminar/english/1999/repacholi2.htm](http://www.emfhealth.com/seminar/english/1999/repacholi2.htm)

W. Stewart - *Mobile Phones and Health - 2000*  
[www.nrp.org.uk](http://www.nrp.org.uk)

L. Slesin - *The politics of information: Public Health vs. Private Control - Microwaves News Nov/Dec 2000*  
[www.emfsafe.com/cell\\_interest\\_conflict\\_mwn.htm](http://www.emfsafe.com/cell_interest_conflict_mwn.htm)

J. Steincamp - *ElectroMagnetic Radiation - The Damage And Reducing The Impact - 1998*  
[www.nzine.co.nz/features/emr2.html](http://www.nzine.co.nz/features/emr2.html)

Mobile Phones & Health  
[www.carphonewarehouse.com/NASApp/commerce/gben-kb-KBDisplay?LOCATION=MAIN.UK.INTERNET.KB.HEALTH.HEALTH](http://www.carphonewarehouse.com/NASApp/commerce/gben-kb-KBDisplay?LOCATION=MAIN.UK.INTERNET.KB.HEALTH.HEALTH)

SAR (Specific Absorption Rate)  
<http://www.biztools.co.nz/sar.htm>