

Januar 2010 / Gregor Dürrenberger

# HF-EMF und Gesundheit im Überblick <sup>1</sup>

## Vorbemerkung

Im vorliegenden Dokument werden die meist diskutierten Themen zu möglichen Gesundheitsrisiken hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) dargestellt und bewertet. Diese Themen beschäftigen Gesellschaft und Politik zunehmend im Zusammenhang mit neuen Technologiegenerationen und der Nutzung neuer Frequenzbänder durch entsprechend adaptierte bestehende Technologien. Weil die Akzeptanz von Funkanwendungen stark von der objektiven Risikolage als auch der subjektiven Risikowahrnehmung abhängt, sollte das Nachdenken über zukünftige Nutzungsoptionen des Frequenzspektrums die gesundheitlichen Aspekte unbedingt mitberücksichtigen.

## 1) Wirkmechanismen von HF-EMF

Man kann zwei Bereiche unterscheiden: einerseits thermische Wirkungen, andererseits mögliche nicht-thermischen Effekte elektromagnetischen Felder auf unseren Körper.

Der Organismus wandelt die Feldenergie von HE-EMF im Gewebe in Wärme um. Diese Leistungsabsorption führt zu einer Erhöhung der Temperatur der bestrahlten Körperteile. Beim Handy beispielsweise sind das v.a. der Kopf und die Hand, die das Mobiltelefon hält, bei Basisstationen ist es der ganze Körper, weil er sich in aller Regel weit entfernt im Fernfeld der Sendeantenne befindet. Die national und international gültigen Grenzwerte sind so bemessen, dass die Leistungsabsorption weder lokal (im Falle körpernaher Anwendung) noch in Bezug auf die Kernkörpertemperatur eine gesundheitlich problematische Wirkung haben kann.

Man weiss, dass elektrische und magnetische Feldkräfte Zellen, Moleküle und geladene Teilchen in unserem Körper auch direkt beeinflussen. Forschungsergebnisse zeigen, dass insbesondere modulierte HF-EMF solche biologischen Effekte bewirkt. Es ist wissenschaftlich unklar, welcher Wirkmechanismus am Werk ist und es sind bislang keine gesundheitlich negativen akuten Effekte belegt worden. Über mögliche Langzeiteffekte gibt es allerdings noch kaum Daten, insbesondere im Zusammenhang mit neueren Anwendungen wie der Mobilkommunikation.

Fachexperten vermuten, dass falls es eine gesundheitliche Gefährdung durch solche nicht-thermische Wirkungen gibt, diese eher von körpernahen Anwendungen wie dem Mobiltelefon ausgehen dürften als von fixen Installationen wie Basisstationen, denn die Feldkräfte von Handys sind am Kopf mehr als 1000 mal grösser als diejenigen von Basisstationen. Neuere Studien mit grossen Samples relativieren denn auch die in früheren Arbeiten identifizierten Assoziationen zwischen HF-EMF von Rundfunk-Antennen (Radio, TV) oder Mobilfunkba-

---

<sup>1</sup> Überarbeitete Version eines Hintergrunddokuments für einen Round Table zum Thema ‚Radio Diversity‘ am ITAS (Institute for Technology Assessment and Systems Analysis), KTI (Karlsruhe Institute of Technology)

sisstationen und gesundheitlichen Symptomen, insbesondere Leukämie, Schlafqualität, oder Wohlbefinden.

## 2) Gesundheitliche Symptome

Im Bereich der thermischen Wirkungen sind keine Gesundheitsgefährdungen zu befürchten. Die Grenzwerte schützen umfassend vor möglichen Beeinträchtigungen oder gar Schäden durch Erwärmung.

Bei Feldstärken unterhalb der Grenzwerte werden in der Fachliteratur verschiedene biologische Effekte und gesundheitliche Beschwerden beschrieben und manches davon ist auch im Labor untersucht worden. So weiss man etwa, dass gepulste Strahlung, wie sie von einem Handy ausgeht, den Schlaf beeinflussen kann. Diese Einflüsse sind allerdings subtil. Eine Beeinträchtigung der subjektiv empfundenen Schlafqualität konnte nicht nachgewiesen werden. Sodann gibt es vereinzelte Hinweise, dass Handysignale die Gedächtnisleistung beeinflussen können. In einer 2007 veröffentlichten Studie, welche die FSM koordiniert hat, wurde der Einfluss von UMTS-Strahlung vom Typ Basisstation auf das Wohlbefinden und die kognitiven Leistungen von Versuchspersonen untersucht. Die Wissenschaftler konnten keine kurzzeitigen Wirkungen weder auf das Wohlbefinden noch auf Gedächtnisleistungen feststellen.

Bei Rundfunkexpositionen sind die Befunde bezüglich Wohlbefinden weniger klar. Das liegt daran, dass kaum verblindete Studien vorliegen. Verblindung ist wichtig, um den Einfluss der eigenen Überzeugung zu kontrollieren: ist eine Person überzeugt, dass z.B. Radiostrahlung Schlafstörungen verursacht, so kann das Wissen, dass man Radiostrahlung ausgesetzt ist, die Schlafqualität senken. Es bleibt dann unklar, ob die Radiostrahlung oder die Überzeugung der Person die Schlafstörung verursacht hat. Bei verblindeten Studien weiss die Versuchsperson nicht, ob sie – in unserem Fall – HF-EMF ausgesetzt ist oder nicht. Der Einfluss der Strahlung und der Einfluss einer allfälligen subjektiven Überzeugung können auseinandergelassen werden.

Das ist insbesondere im Zusammenhang mit der sog. Elektrosensibilität wichtig. Die Symptome, welche elektrosensible Menschen beschrieben (z.B. Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Nervosität) sind weit verbreitet und können verschiedene Ursachen haben, etwa Stress, Chemikalien in der Umwelt, Lärm, Staub, Überarbeitung, etc. Elektrosensibilität kann nicht objektiv diagnostiziert werden. Es handelt sich um Selbstzuschreibungen. Eine Person wird dann als elektrosensibel bezeichnet, wenn sie das von sich sagt. Neuere verblindete Studien haben bestätigt, dass Elektrosensibilität kaum kausal mit HF-EMF verknüpft ist, sondern dass es sich eher um psychosomatische Effekte handelt (sog. Nocebo-Effekt). Das zeigte auch die oben erwähnte UMTS-Studie. An dieser Studie nahmen auch Personen teil, welche sich als elektrosensibel bezeichnet haben. Auch für diese Gruppe konnte im Kurzzeitexperiment kein Kausalzusammenhang zwischen HF-EMF und Wohlbefinden nachgewiesen werden.

Inzwischen gibt es auch eine ganze Reihe von Studien über den Zusammenhang zwischen Handybenutzung und Krebs, v.a. Tumoren im Kopfbereich. Gegenwärtig lässt sich noch kein endgültiges Fazit ziehen. Die vorliegenden Resultate zeigen insgesamt kein erhöhtes Risiko bei einer Nutzungsdauer von weniger als 10 Jahren. Bei einer längeren Nutzung gibt es Hinweise auf einen möglichen Zusammenhang mit dem Risiko, an einem Tumor des Hörnervs (Akustikusneurinom) oder des Hirngewebes (Gliom) zu erkranken. Die Daten sind aber noch nicht sehr robust und die Aussagen sollten deshalb mit Vorsicht genossen und nicht überinterpretiert werden. Die Risikoerhöhung liegt in der Grössenordnung von Faktor 1.5 bis 2.

### **3) Grenzwerte und Normen**

Die internationale Strahlenschutzkommission ICNIRP gibt für den Frequenzbereich 0Hz bis 300GHz Grenzwertempfehlungen heraus. Diese decken sich weitgehend mit den Empfehlungen von IEEE, sind aber nicht in allen Details identisch. Die meisten Länder und insbesondere die EU stützen sich auf die ICNIRP-Empfehlungen. Als Basis der Empfehlung dienen die wissenschaftlich bekannten und anerkannten gesundheitlichen Effekte, wobei die Strahlenbelastung, welche diese Effekte bewirkt, mit einem Sicherheitsfaktor (für die allgemeine Bevölkerung Faktor 50, für berufliche Exponierte Faktor 10) belegt wird.

Einzelne Länder wie etwa die Schweiz, Italien, Liechtenstein, Belgien, Luxemburg, Polen, Russland oder China, haben strengere Grenzwerte bzw. zusätzlich zu den oben erwähnten Grenzwerten noch Vorsorgewerte verordnet. In der Schweiz werden diese Vorsorgewerte u.a. damit begründet, dass noch keine wissenschaftlich etablierte Erkenntnisse zu Langzeiteffekten vorliegen. Die Vorsorgewerte betreffen nicht Endgeräte / Konsumgüter, sondern ortsfeste Anlagen mit mehr als 6 W Abstrahlungsleistung. Die schweizerischen Vorsorgewerte begrenzen die elektrische Feldstärke für Wohnungen, Schulen, Spitäler, Büros und andere Orte, an denen sich Menschen längere Zeit aufhalten (sog. empfindliche Orte). Die Werte sind einen Faktor 10 tiefer als die „normalen“ Grenzwerte. Im allgemeinen liegen die gemessenen Feldstärken deutlich unterhalb der erlaubten Vorsorgewerte. An einzelnen, besonders exponierten Orten kann es kurzfristig – z.B. um die Mittagszeit wenn eine Basisstation maximal ausgelastet ist – zu einer Ausschöpfung des Vorsorgegrenzwertes kommen.

Für Geräte wie Handys, DECT-Telefone, W-LAN Stationen, Funkbabyphone etc. gelten wie erwähnt diese Grenzwerte nicht. Hier legen internationale Produktnormen (EN 50360 und EN 50361) die maximal erlaubte absorbierte Leistung (SAR = spezifische Absorptionsrate) fest. Schlechte Handys schöpfen den Grenzwerte aus. Ein durchschnittlich gutes Handy liegt bei maximaler Sendeleistung um den Faktor 2-3 unterhalb des Grenzwertes.

### **4) Die Sicht der schweizerischen Behörden**

Aus Sicht von Bundesrat (Regierung), zuständigen Bundesbehörden (Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Gesundheit BAG, Bundesamt für Kommunikation BAKOM), sowie Bundesgericht, schützt die schweizerische Gesetzgebung die Bevölkerung vor gesundheitlichen Schäden. Regierung und Ämter betonen, dass unter dem gültigen Vorsorgeregime 10 mal tiefere Grenzwerte in Kraft sind als international üblich. Die Behörden sehen gegenwärtig keine Veranlassung, die Gesetzgebung zu verschärfen oder zu lockern. Sie haben auch mit Erleichterung zur Kenntnis genommen, dass die Ende 2009 in Liechtenstein zur Volksabstimmung gekommene Verschärfung abgelehnt wurde und sich das Fürstentum weiterhin an der in der Schweiz gültigen Regelung orientiert.

Aus rechtlicher Sicht ist die Lage unkritisch: wenn eine Baueingabe für eine Sendeanlage die gesetzlichen Auflagen erfüllt, insbesondere die NISV, dann muss die Behörde die Baubewilligung erteilen. Das ist insofern auch zwingend notwendig, als Funkkonzessionen den Konzessionären eine Versorgungspflicht auferlegen.

### **5) Die Sicht der WHO**

Aus Sicht der WHO schützen die international üblichen Grenzwerte (sie erlauben Feldstärken die 10mal höher sind als der schweizerische Vorsorgewert) die Gesundheit der Bevölkerung ausreichend. Die WHO ist gegenüber Grenzwerten, die nicht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen sondern aufgrund politischer Erwägungen festgelegt werden, eher skeptisch eingestellt.

## **6) Forschungsbedarf**

Wissenschaftlicher Forschungsbedarf existiert insbesondere in folgenden Bereichen: (i) mögliche nicht-thermische Wirkmechanismen, (ii) Auswirkungen von Handystrahlung auf Kinder, insbesondere auf die Entstehung oder Entwicklung von Krebs, (iii) Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf die Stabilität des Genoms (Erbsubstanz), (iv) methodische Studien zur Erfassung der persönlichen Belastung durch elektromagnetische Felder während längerer Zeit (Dauerbelastungen), (v) Studien zum (besseren) gesellschaftlichen Umgang mit Risiken.

Dieser Forschungsbedarf bezieht sich nicht auf eine spezifische Technologie, sondern ist für alle, insbesondere auch neue Anwendungen, gegeben. Solange keine Wirkmechanismen bekannt sind, können Technologien nicht gezielt auf ihre biologisch relevanten Signalformen (Frequenzfenster, Modulationsverfahren, Amplituden) hin untersucht, bzw. können zukünftige Technologien und Nutzungen des Spektrums nicht hinsichtlich ihrer biologischen und allenfalls gesundheitlichen Wirkungen hin optimiert werden.

## **7) Technologieentwicklung**

Zweifellos wird die breitbandige Erschliessung von öffentlichen Plätzen, Gebäuden und Infrastrukturen voranschreiten. W-LAN Zugang wird an viel frequentierten öffentlichen Orten zum Standard werden und zu entsprechend leicht steigenden Hintergrundexpositionen führen. Zum zweiten wird erwartet, dass die UMTS-Technologie in 5 -10 Jahren von LTE abgelöst wird und dass der Mobilfunk einen Teil der digitalen Dividende (nicht mehr genutzte Bandbreite von ehemaligen analogen TV-Frequenzen im UHF-Bereich) abschöpfen wird. Zum dritten wird die Miniaturisierung bei den Endgeräten weiter voranschreiten. Zunehmend mehr mobile Gegenstände werden mit Funkkarten ausgerüstet werden – Schlüssel, Abonnements, Kundenkarten, Uhren. Das dürfte zu vermehrten lokalen Expositionen der diese Anwendungen nutzenden Personen führen.

Insgesamt dürfte somit die Immissionsbelastung für Menschen zunehmen, nicht dramatisch, aber messbar. Individuell genutzte (End)Geräte dürften in den kommenden Jahren einen grösseren Teil an der persönlichen Gesamtbelastung ausmachen als heute. Die Besorgnis um mögliche gesundheitliche Wirkungen könnte deshalb anhalten. Ohne entsprechende Risikoforschung besteht die Gefahr, dass die Bevölkerung zukünftige breitbandige Anwendungen und effizienterer Nutzungen des Spektrums nicht akzeptiert (Stichwort „Zunahme der Hintergrundbelastung“). Falls diese gesundheitlich motivierten Akzeptanzprobleme geographisch den bisherigen Mustern folgen werden, wird Europa besonders betroffen sein und gegenüber der Konkurrenz, insbesondere Asien, weiter an Boden und Innovationskraft verlieren.

## **8) Gesellschaftliche Akzeptanz**

Bezüglich der Akzeptanz von HF-EMF sind innerhalb Europas keine massiven Differenzen auszumachen. In fast allen europäischen Ländern äussern Bürgerinnen und Bürger Bedenken, vor allem gegen Mobilfunkmasten. Die Meinungslandschaft ist aber nicht statisch. Historisch hat sich die Diskussion zuerst im nördlichen Europa entwickelt. Inzwischen sind aber auch Bevölkerungsteile im südlichen Europa (etwa: Griechenland, Italien, Spanien, Frankreich) besorgt. In Afrika, Südamerika oder Asien hat die Thematik keine mit Europa oder den USA vergleichbare gesellschaftliche Bedeutung.

Die politische Auseinandersetzung dreht sich international vorwiegend um Mobilfunkbasisstationen. Dabei wird vergessen, dass Strahlenquellen in der eigenen Wohnung oder am Arbeitsplatz meist den Hauptteil der persönlichen Belastung ausmachen. Die psychologische Wahrnehmungsmechanik, welche die Aufmerksamkeit auf grosse Antennenanlagen legt, ist

in der Risikoforschung theoretisch wie empirisch untersucht worden und bekannt: auf diese Infrastrukturen hat der einzelne kaum oder nur wenig Einfluss, und er oder sie ist den Emissionen ungefragt ausgesetzt, so wie dem Lärm wegen einer neu gebauten Strasse oder wie der verbauten Aussicht aufgrund eines neuen Gebäudes. Kontrollverlust und Beschneidung der Selbstbestimmung führen in aller Regel zu Risikoaversion.

Speziell ist im Kontext der Mobilfunktechnologie, dass diese Einstellung dazu führt, dass die eher problematische Exposition durch das Mobiltelefon (im Gegensatz zur Exposition gegenüber Basisstationen) erhöht wird: steht eine Antenne aufgrund von Protesten weiter weg von der telefonierenden Bevölkerung (etwa am Dorfrand), reguliert das Handy seine Leistung nach oben – wodurch sich die Strahlenexposition erhöht – um eine gute Verbindungsqualität zu erhalten.

Es gehört jedoch zu den demokratischen Grundrechten, Rechtsmittel zu ergreifen, wenn man Infrastrukturen als störend oder schädlich betrachtet, und es gehört ebenso zur politischen Kultur, Einsprachen im Rahmen der Rechtsordnung korrekt zu behandeln, auch wenn man sie als ungerechtfertigt erachtet und sie Zeit und Geld kosten.

## **9) Ausgewählte Literatur**

BAFU (2005): Elektrosmog in der Umwelt, BAFU, Bern.

BAFU (2007): Hochfrequente Strahlung und Gesundheit, BAFU, Bern.

ICNIRP (2009): Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100kHz-300GHz), ICNIRP, Oberschleissheim.

Pathophysiology (2009), Special Issue, 16, 67-248.

Regel, S.J., Negovetic, S., Rösli, M., Berdiñas, V., Schuderer, J., Huss, A., Lott, U., Kuster, N., Achermann, P. (2006): UMTS base station-like exposure, well being and cognitive performance, in: *EHP 2006*, 114, 1270-1275.

SCENIHR (2009): Health effects of exposure to EMF, European Commission, Health and Consumer Protection DG, Unit C7, Brussels.