

Hans Brümmer

## Wie gefährlich ist "Elektrosmog" ?

oder

### Die elektromagnetische Verträglichkeit des Menschen.

1	Vorbemerkungen	2
2	Physikalische Grundlagen	3
2.1	Elektrische Felder	3
2.2	Magnetische Felder	4
2.3	Frequenz	4
2.4	Elektromagnetische Felder	5
3	Elektromagnetische Felder und Gesundheit	6
3.1	Allgemeines	6
3.2	Wissenschaftliche Methoden	6
3.3	Gesundheitliche Auswirkungen im Niederfrequenzbereich (50 Hz)	8
3.4	Gesetzliche Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen	9
3.5	Vermutete Langzeitwirkungen im Niederfrequenzbereich (50 Hz)	10
3.5.1	Hormonhaushalt und Immunsystem	10
3.5.2	Krebs	11
3.5.3	Nervensystem und Verhalten	12
3.6	Gesundheitliche Auswirkungen im Hochfrequenzbereich (Hf)	12
4	Empfehlungen für den Verbraucher	15
4.1	Magnetische und elektrische Feldbelastung durch Haushaltsgeräte	15
4.2	Empfehlungen für den Wohn- und Schlafbereich	16
4.3	Netzfreisalter	17
4.4	Feldmessungen in Privatwohnungen	17
5	Schlußbemerkung	18
6	Literatur	18

## 1 Vorbemerkungen

In der letzten Zeit wird in den Medien häufig über mögliche gesundheitliche Beeinflussungen des Menschen durch elektromagnetische Felder berichtet. Durch die zum Teil widersprüchlichen Aussagen und die oft selektive Darstellung von Teilergebnissen wissenschaftlicher Studien ist in Teilen der Bevölkerung eine erhebliche Verunsicherung entstanden. Der emotionsbeladene Begriff "Elektrosmog" ist zu einem Schlagwort geworden.

Bei der Verteilung und Nutzung der elektrischen Energie entstehen niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Da die elektrische Energieform eine erhebliche Bedeutung für unseren derzeitigen Lebensstandard besitzt, ist jeder Mensch in seinem Lebensbereich von solchen Feldern umgeben. Außerdem treten durch die immer stärkere Verbreitung von Mobiltelefonen ("Handies") in unmittelbarer Umgebung der Menschen hochfrequente Strahlungsquellen auf. In dieser Situation ist ein sachlich geführter Dialog besonders wichtig.

Der mögliche Einfluß schwacher elektromagnetischer Felder auf die Gesundheit des Menschen wurde lange Zeit ignoriert. Lediglich sehr starke Belastungen, wie sie an manchen Arbeitsplätzen auftreten und die zu akuten Gesundheitsschäden führen können, wurden in die zulässigen Grenzwerte aufgenommen. Die Einstellung zu diesen Problemen ist nicht nur von wirtschaftlichen Interessen und technischem Fortschrittsglauben geprägt, sondern resultiert auch aus wissenschaftlicher Unkenntnis. Erst in jüngster Zeit gewannen Wissenschaftler Verständnis über die im Organismus unter dem Einfluß schwacher Felder ablaufenden Prozesse.

Die heutige öffentliche Diskussion über die gesundheitlichen Risiken wird einerseits von den Energieversorgungsunternehmen geführt. Diese streiten, um ihre Anlagen nicht unter hohen Kosten verändern zu müssen, eine Gesundheitsgefährdung durch den üblichen Umgang mit elektrischer Energie ab. Auf der anderen Seite stehen die Baubiologen, die häufig in unwissenschaftlicher Herangehensweise die dramatischen Beschreibungen ihrer Kunden in direkte Verbindung zu vermuteten elektromagnetischen Ursachen bringen. Leider beteiligen sich nur wenige Wissenschaftler an diesen Diskussionen. Der heutige Stand der Forschung zeigt, daß elektromagnetische Felder Prozesse auf Zellebene beeinflussen können. Es sind aber noch umfangreiche Forschungsarbeiten erforderlich, bis es sich zeigt, ob Elektrosmog ein Schlüssel zum Verständnis bisher ungeklärter Zivilisationskrankheiten ist, oder ob dieser als ein eher kleines Gesundheitsrisiko einzustufen ist.

Eine Umfrage zur Risikoeinschätzung der Bevölkerung in den USA zeigt auf, wie die Möglichkeit eines Gesundheitsrisikos durch elektrische und magnetische Felder gesehen wird. Dabei sollten potentielle Risiken in die Kategorien "*freiwillig*" oder "*unfreiwillig*" sowie "*neu*" oder "*vertraut*" eingeordnet werden. Vertraute und freiwillig eingegangene Risiken finden in der Bevölkerung prinzipiell eine hohe Akzeptanz, während neue und unfreiwillige Dinge auf hohe Ablehnung stoßen. Es ergab sich, daß bekanntermaßen hohe Gesundheitsrisiken, wie Motorrad- oder Skifahren aufgrund ihrer Einschätzung als vertraut und freiwillig sehr wohl akzeptiert werden. Auch die Elektrizität als solche gehört dazu. Die mit der Anwendung der Elektrizität verbundenen elektrischen und magnetischen Felder dagegen stoßen bei den Menschen überwiegend auf Ablehnung. Die Einschätzung der Felder als "*neues Risiko*" macht deutlich, wie wichtig die Verbreitung fundierter und sachlicher Informationen zu diesem Thema ist.

## 2 Physikalische Grundlagen

Elektrische oder magnetische Felder kann man sich nicht ohne weiteres vorstellen. Allerdings sind die natürlichen Felder der Erde vertraut. Das magnetische Feld der Erde wird genutzt, um sich mit Hilfe der Kompaßnadel zu orientieren. Das natürliche elektrische Feld der Erde ist normalerweise sehr schwach. Bei Gewittern wird das elektrische Feld so groß, daß es sich über die Luft in Form von Blitzen entlädt.

### 2.1 Elektrische Felder

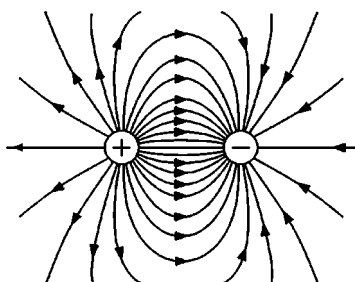


Bild 2.1: Elektrisches Feld zwischen parallelen Leitern mit entgegengesetzter Ladung

Die Ursache für ein *elektrisches Feld* ist eine elektrische Spannung (genauer: eine elektrische Ladung). Die Stärke des elektrischen Feldes wird in Volt pro Meter (V/m) oder auch Kilovolt pro Meter ( $\text{kV/m} = 1000 \text{ V/m}$ ) angegeben. Vereinfacht kann man sagen, daß die elektrische Feldstärke mit Erhöhung der Spannung ansteigt. Im Einflußgebiet eines elektrischen Feldes wird auf andere elektrisch geladene Körper eine Kraftwirkung ausgeübt. Die in Richtung der wirkenden Kraft verlaufenden Linien werden elektrische Feldlinien genannt. Elektrische Felder entstehen beispielsweise zwischen den Polen einer Batterie, zwischen den spannungsführenden Leitern unseres Stromversorgungsnetzes (Bild 2.1), vor der Bildröhre eines Fernsehgerätes sowie durch Reibungselektrizität bei schlecht leitenden Materialien.

Wird in das elektrische Feld ein leitfähiger Körper gebracht, so verschieben sich unter der Wirkung der elektrischen Anziehungskräfte die positiven Ladungen an die dem negativen Anschluß gegenüberliegende Oberfläche, während sich die andere Seite negativ auflädt. Bei Wegfall des Feldes verschwindet die Erscheinung wieder. Diese vorübergehende Verschiebung von Ladungen wird als *Influenz* bezeichnet (Bild 2.2). Wird das äußere elektrische Feld durch eine Wechselspannung erzeugt, werden die Oberflächenladungen ständig zwischen den beiden Seiten ausgetauscht - es fließt ein Wechselstrom durch den Körper. Dieser Vorgang tritt auch im menschlichen Körper auf.

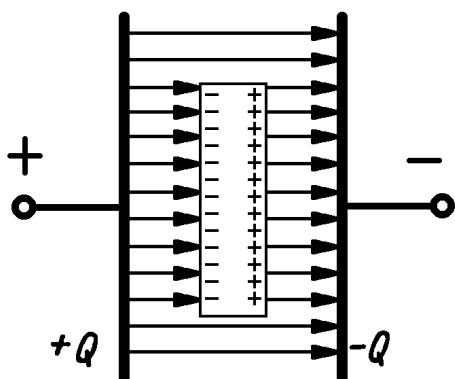


Bild 2.2: Prinzip der Influenz

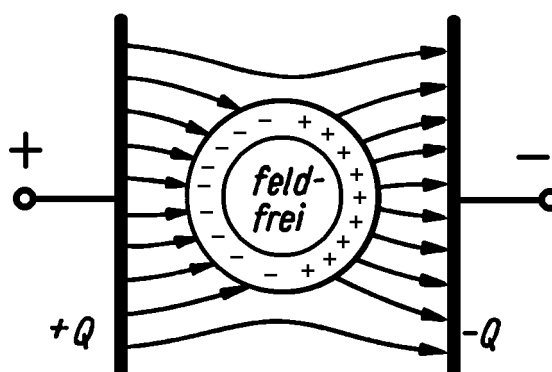


Bild 2.3: Abschirmung elektrischer Felder

Elektrische Feldlinien besitzen einen Anfang und ein Ende, sie beginnen auf einer positiven und enden auf einer negativen Ladung. Dadurch lassen sie sich mit einfachen Mitteln abschirmen, z.B. durch engmaschige metallische Gewebe oder durch dünne Metallfolien. Geschlossene metallische Abschirmungen werden auch als Faraday'scher Käfig bezeichnet (Bild 2.3).

## 2.2 Magnetische Felder

Die Ursache für ein magnetisches Feld sind die Pole eines Dauermagneten (z.B. das magnetische Erdfeld) oder stromdurchflossene Leiter. Eine in ein magnetisches Gleichfeld gebrachte Magnetnadel stellt sich stets in Richtung der Feldlinien ein. Magnetische Feldlinien sind immer in sich geschlossen (Bild 2.4 und 2.5). Die magnetische Feldstärke wird in Ampere pro Meter (A/m) angegeben. Meist wird aber statt der Feldstärke die magnetische Flußdichte mit der Einheit Tesla (T) oder Mikrottesla ( $1 \mu\text{T} = \text{ein millionstel Tesla}$ ) verwendet. Beide Größen können direkt über die Beziehung  $1 \text{ A/m} = 1,256 \mu\text{T}$  ineinander umgerechnet werden.

Durchsetzt ein sich veränderndes magnetisches Feld eine Leiterschleife, so wird in dieser eine elektrische Spannung induziert (Induktionsgesetz). Dieser Zusammenhang ist eine Basis der elektrischen Energieerzeugung und -übertragung. Dabei darf die Bezeichnung "Leiterschleife" nicht allzu wörtlich genommen werden, denn Spannungen und daraus resultierende Ströme werden auch z.B. in Metallschichten oder im menschlichen Körper induziert.

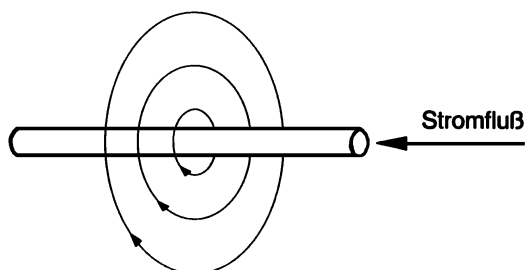


Bild 2.4: Magnetisches Feld eines stromdurchflossenen Leiters

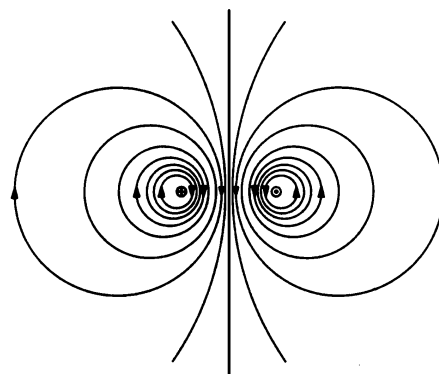


Bild 2.5: Magnetisches Feld zweier in Gegenrichtung durchflossener Leiter (Strom senkrecht zur Zeichenebene)

## 2.3 Frequenz

Zur Beschreibung eines Feldes wird zusätzlich die Frequenz benötigt: Mit Frequenz wird allgemein die Anzahl von Schwingungen bzw. Richtungswechseln pro Sekunde bezeichnet. Die Einheit der Frequenz ist Hertz ( $1 \text{ Hz} = 1 \text{ Schwingung pro Sekunde}$ ).

$$\begin{aligned} 1 \text{ kHz} &= 10^3 \text{ Hz} = 1.000 \text{ Hz}; \\ 1 \text{ MHz} &= 10^6 \text{ Hz} = 1.000.000 \text{ Hz}; \\ 1 \text{ GHz} &= 10^9 \text{ Hz} = 1.000.000.000 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Bei den Feldern werden sogenannte *Gleichfelder* (Frequenz = 0 Hz) und *Wechselfelder* (Frequenz größer als 0 Hz) unterschieden. Die elektrischen und magnetischen Gleichfelder werden durch eine Gleichspannung bzw. einen Gleichstrom, wie man ihn aus einer Batterie kennt, verursacht.

Die Wechselfelder können mit sehr unterschiedlichen Frequenzen auftreten. Sie reichen von den Frequenzen der elektrischen Energieversorgung (50 Hz) über die Rundfunk- und Fernsehwellen, die Mobilfunk- und Mikrowellen über Wärme- und Sonnenstrahlung bis hin zu den extrem hohen Frequenzen der Röntgen- und Gammastrahlung. Dieses breite Spektrum macht deutlich, daß die Wirkung der elektrischen und magnetischen Felder auf den menschlichen Organismus sehr stark von ihrer Frequenz abhängt. Bild 2.5 zeigt in sehr grober Abstufung die verschiedenen Frequenzbereiche, ihre Anwendung sowie die überwiegende biologische Wirkung.

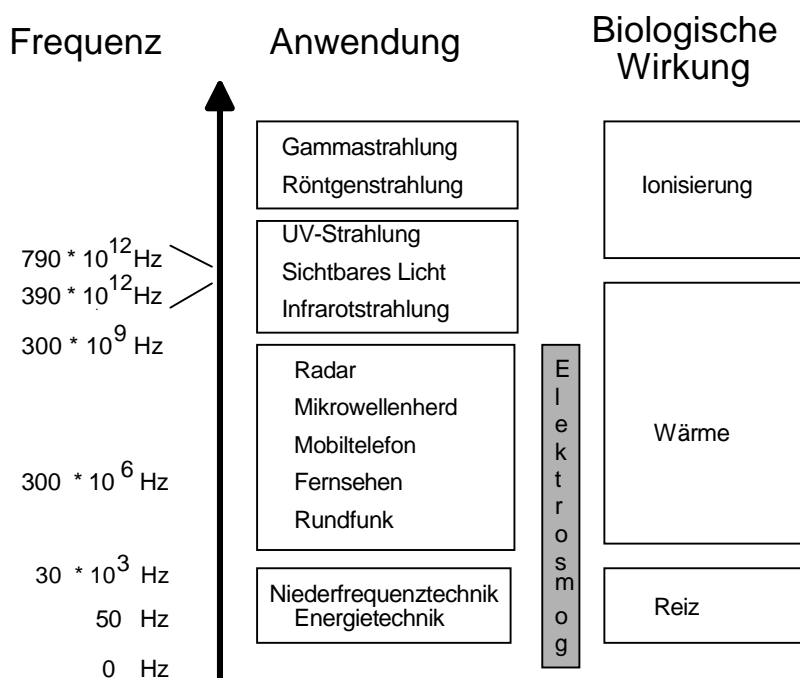


Bild 2.5: Frequenzbereiche, Anwendung und biologische Wirkung

## 2.4 Elektromagnetische Felder

Elektrische und magnetische Felder sind Spezialfälle in der Betrachtung des elektromagnetischen Feldes. Im Niederfrequenzbereich ist es möglich, die elektrischen und magnetischen Felder getrennt zu betrachten - was zur Anschaulichkeit sehr beiträgt.

Bei hohen Frequenzen gibt es Wechselwirkungsphänomene, die dazu führen, daß sich beide Felder wechselseitig erzeugen. Die verknüpften elektromagnetischen Felder besitzen einige neue Eigenschaften - sie lösen sich vom erzeugenden System (etwa einer Antenne) ab und breiten sich im Raum aus. Der Hochfrequenzbereich (Hf) beginnt etwa bei 30 kHz und endet bei 300 GHz. Beim Langwellen-Rundfunk werden Frequenzen ab etwa 150 kHz = 0,15 MHz verwendet, Mobilfunktelefone im D-Netz werden bei etwa 900 MHz betrieben.

Elektromagnetische Felder übertragen in Ausbreitungsrichtung Energie. Ein Maß für die Stärke einer elektromagnetischen Strahlung ist die Leistungsflußdichte  $S$  in  $W/m^2$ . Je weiter man sich von der Antenne entfernt, desto geringer wird die Leistungsflußdichte.

### 3 Elektromagnetische Felder und Gesundheit

#### 3.1 Allgemeines

Die Diskussion, ob "Elektrosmog" eine Gesundheitsgefährdung darstellt oder nicht, wird dadurch erschwert, daß das Thema teilweise emotional angegangen wird. Für den interessierten Laien ist es nicht einfach, sich über den Stand der Forschung "ideologiefrei" zu informieren. In diesem Zusammenhang sei auf das Buch "Elektrosmog" [5] hingewiesen, das verschiedene Seiten zu Wort kommen läßt und ein umfangreiches Literatur- und Adressenverzeichnis enthält.

In der wissenschaftlichen Fachwelt ist heute wohl unbestritten, daß die im Alltag auftretenden elektromagnetischen Felder eine Reihe biologischer Effekte verursachen können. Dabei findet sowohl die Frage nach einem möglichen Krebsrisiko als auch die Beeinflussung des Hormonhaushaltes besonderes Interesse. Bei der Entwicklung plausibler Wirkungsmodelle liegen inzwischen verschiedene, sich zum Teil ergänzende, Ansätze vor.

Die sehr starken und sehr unterschiedlichen Auswirkungen, von denen *Baubiologen* berichten, sind derzeit wissenschaftlich nicht oder nur ungenügend abgesichert. Die Baubiologie greift auf Erfahrungen zurück, die in den letzten zwei Jahrzehnten in der praktischen *Elektrobiologie* gewonnen wurden. Diese entstand aus dem Bemühen, Menschen zu helfen, die sich in der Nähe bestimmter elektrischer Geräte und Installationen unwohl oder sogar krank fühlen, von offiziellen Stellen aber nicht ernst genommen werden. Es wird berichtet, daß gerade auch therapieresistente Patienten gesunden können, wenn in ihrem Lebensraum, vorrangig am Schlafplatz, die elektrischen und magnetischen Felder minimiert werden. Die wissenschaftliche Bewertung solcher Aussagen ist sehr schwierig, da solche Sanierungsmaßnahmen nicht im Doppelblindversuch vorgenommen wurden; dabei können unbekannte Kofaktoren und die Psyche der betroffenen Personen eine große Rolle spielen. Das Verhältnis zwischen Baubiologie und Wissenschaft scheint derzeit ähnlich zu sein wie zwischen Heilpraktikern und Schulmedizinern.

Das selten auftretende Phänomen der *Elektrosensibilität* ist wissenschaftlich noch umstritten. Dabei handelt es sich um kurzfristige Reaktionen auf schwache elektromagnetische Felder mit Folgen für Wohlbefinden und Gesundheit. Bei vielen Personen, die angeben, elektrosensibel zu sein, spielen psychische Faktoren eine dominante Rolle [5].

#### 3.2 Wissenschaftliche Methoden

In *Menschenversuchen* werden freiwillige Versuchspersonen exakt bestimmbarer äußerer Feldern ausgesetzt und die Auswirkungen auf physiologische und psychologische Vorgänge gemessen bzw. beobachtet; dieses sind z.B. Herzfrequenz, EEG, EKG sowie Veränderungen im Blut, Urin oder Hormonhaushalt. Ebenso werden unangenehme oder angenehme Gefühle sowie im Dunkeln auftretende Lichterscheinungen erfaßt. Aus ethischen und praktischen Gründen sind diesen Versuchen bestimmte Grenzen gesetzt. Außerdem sind die an jungen gesunden

Versuchspersonen gewonnenen Erkenntnisse nicht unbedingt auf Kranke oder alte Menschen übertragbar.

Verschiedene Auswirkungen elektromagnetischer Einflüsse können in *Tierversuchen* untersucht werden, dabei sind die Randbedingungen im Labor exakt dosierbar und meßbar. Die Ergebnisse solcher Experimente sind kritisch zu bewerten, da sie nicht unmittelbar auf den Menschen übertragbar sind.

Wichtige Methoden sind *epidemiologische Studien*. Diese verfolgen das Ziel, zwischen einer Kranken- oder Todesstatistik (z.B. Leukämieerkrankungen) und einer Einfluß- bzw. Belastungsgröße (z.B. magnetischer Flußdichte) einen Zusammenhang herzustellen oder diesen auszuschließen. Es wird überprüft, ob in den belasteten Personengruppen gewisse Krankheiten im Vergleich zur (möglichst) unbelasteten Kontrollgruppe gehäuft auftreten. Die Aussagekraft einer solchen Studie hängt vor allem von der "Fallzahl" (Anzahl der erkrankten oder verstorbenen Menschen) sowie von der Gesamtzahl der Untersuchten ab. Wichtig ist die genaue Erfassung der Belastung. Neben der zu untersuchenden Belastung können auch andere Faktoren Einfluß auf das Ergebnis haben. Das Problem liegt häufig darin, daß solche Kofaktoren oft nicht bekannt sind und deshalb nicht berücksichtigt werden können. Bekannte Kofaktoren bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldern und Leukämie sind z.B. Radioaktivität und Benzol.

Das Ergebnis epidemiologischer Studien wird in *Risikofaktoren* (engl.: odds rate oder OR) ausgedrückt. Ein OR-Wert von 1 bedeutet, daß es keinen Unterschied zwischen Kontroll- und belasteter Gruppe gibt. Bei  $OR = 2$  sind doppelt so viele Krankheits- bzw. Todesfälle in der belasteten Gruppe aufgetreten.

*Zellexperimente* stellen eine weitere Untersuchungsmethode dar, bei der mit geringem experimentellem und finanziellem Aufwand Zellkulturen von Einzellern oder aus menschlichem oder tierischem Gewebe elektromagnetischen Feldern ausgesetzt werden. Die Übertragung der Ergebnisse auf den Menschen ist noch problematischer als bei Tierexperimenten. Beispielsweise sind Effekte, die erst bei Belastung ganzer Organe (z.B. Auge) auftreten, in Zellexperimenten prinzipiell nicht nachweisbar. Da andererseits der menschliche Organismus äußere Störungen durch Regelmechanismen ausgleichen kann, müssen sich auf Zellebene festgestellte Effekte nicht unbedingt als Gesundheitsstörung im Körper auswirken.

Die Aussagekraft einer Studie steigt, wenn ein plausibles *Erklärungsmodell* für den Zusammenhang zwischen untersuchter Einflußgröße und Wirkung (z.B. eine Erkrankung) vorhanden ist. Dabei ist aber zu bedenken, daß für neue Effekte in der Regel zunächst kein Modell existiert. Eine einfache Dosis-Wirkungs-Beziehung wird i.a. als Indiz für einen Zusammenhang zwischen der Belastungsgröße und der beobachteten Wirkung angesehen. Bei Elektromog ist dieser Zusammenhang nicht immer gerechtfertigt - in einigen Experimenten sind "Fenstereffekte" beobachtet worden, d.h. Wirkungen, die nur in einem schmalen Frequenz- oder Amplitudenbereich auftreten und bei weiterer Steigerung der Frequenz oder Amplitude verschwinden.

Mit Hilfe von Modellen lassen sich quantitative Voraussagen machen, die experimentell überprüft werden können. Modelle gelten nur dann als abgesichert, wenn sie durch eine Vielzahl unterschiedlicher Versuche bestätigt wurden. Tritt eine Beobachtung auf, die nicht aus den Vorhersagen aus dem Modell abgeleitet werden kann, gilt das Modell als widerlegt. Es muß immer

bedacht werden, daß Modelle keine vollständige Beschreibung der Wirklichkeit darstellen, sondern von Menschen aufgestellte und begrenzte Bilder der Wirklichkeit sind. Für die Wirkung elektromagnetischer Felder auf Organismen existiert noch kein vollständiges und widerspruchsfreies Modell. Das Hauptproblem liegt am Übergang von der physikalischen auf die biochemische Ebene.

### 3.3 Gesundheitliche Auswirkungen im Niederfrequenzbereich (50 Hz)

Als Maß für die gesundheitlich nachteiligen Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder wird die im Körper erzeugte mittlere Stromdichte angegeben. Das *Körperstromdichtemodell* ist nach Ansicht mancher Wissenschaftler nur noch bedingt haltbar, dient aber mangels echter Alternativen immer noch als Grundlage für die nationale und internationale Festsetzung von Grenzwerten.

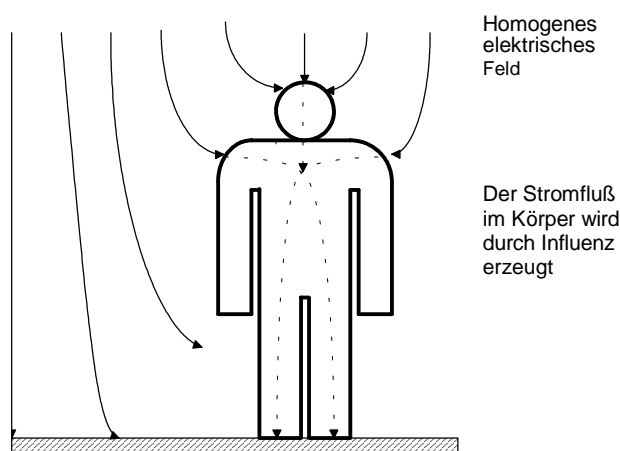


Bild 3.1: Mensch im elektrischen 50 Hz-Wechselfeld

Gelangt ein Mensch in ein homogenes, also überall gleichstarkes, *elektrisches Feld*, so dringt das Feld nicht in den Körper ein. Es wird verzerrt und Feldlinien enden auf der Oberfläche der Haut (Bild 3.1). Es tritt die im Abschnitt 2.1 beschriebene Erscheinung der *Influenz* auf. Da sich die Richtung des äußeren Feldes 50mal in der Sekunde umkehrt, ändert sich auch entsprechend häufig die Ladungsverteilung im menschlichen Körper. Dieses ist gleichbedeutend mit einem elektrischen Stromfluß.

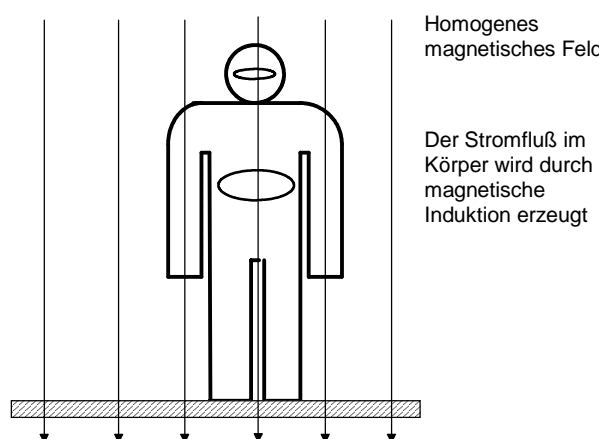


Bild 3.2: Mensch im magnetischen 50Hz-Wechselfeld

Das *magnetische Feld* durchdringt den menschlichen Körper praktisch ungehindert. Es erzeugt dort durch magnetische Induktion (Abschnitt 2.2) elektrische Ströme, die sich kreisförmig um die magnetischen Feldlinien ausbilden.

Körperströme werden also sowohl durch elektrische als auch magnetische Felder erzeugt. Als Maß für die influenzierten oder induzierten Ströme wird die *Stromdichte* in  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  angegeben. Es ergibt sich nun die Frage, welche Wirkungen diese Ströme im menschlichen Körper hervorrufen und welche Grenzwerte zugelassen werden können.

Als unbedenklicher Wert für die absorbierte spezifische Leistung wird der *Grundumsatz* angesehen; dieser stellt das Energieminimum dar, welches notwendig ist, um die Lebensfunktionen gerade aufrechtzuerhalten.



Um den *thermischen Grundumsatz* des Körpers von  $1 \text{ mW/cm}^3$  zu erreichen, müßte die mittlere Stromdichte etwa  $1,6 \text{ mA/cm}^2$  betragen. Das magnetische Feld induziert eine Stromdichte im Rumpf von etwa  $0,4 \text{ nA/(cm}^2 \cdot \mu\text{T)}$ . Der Grundumsatz wird danach erst bei einer Flußdichte von  $4\text{T}$  erreicht, die im Lebensbereich des Menschen nicht auftritt. Eine Erwärmung des Rumpfes durch niederfrequente magnetische Felder ist also nicht zu erwarten.

Eine weitere Beeinflussungsmöglichkeit besteht in Reizwirkungen auf das Nervensystem. Die Stromdichte in den *Nervenmembranen* beträgt im Ruhezustand des Gehirns etwa  $0,1 \mu\text{A/cm}^2$ . Eine Erregung oder Reizwirkung ist ab  $10 \mu\text{A/cm}^2$  zu erwarten. Die induzierte Stromdichte beträgt für Herz und Gehirn etwa  $0,25 \text{ nA/(cm}^2 \cdot \mu\text{T)}$ , so daß die Ruhestromdichte des Gehirns erst bei einer magnetischen Flußdichte von  $400\mu\text{T}$  erreicht ist [8].

Aus praktischen Gründen (Meßbarkeit) werden häufig nicht die Körperstromdichten, sondern die abgeleiteten Grenzwerte in  $\mu\text{T}$  für das magnetische Feld und  $\text{kV/m}$  für das elektrische Feld verwendet. Die Umrechnung von elektrischen und magnetischen Feldgrößen in Körperstromdichten ist wegen der nur groben Annäherung des Körperstrommodells nicht unumstritten. Ebenso wird von manchen Forschern bezweifelt, daß die Körperstromdichte wirklich der geeignete Maßstab für biologische Wirkungen ist.

### 3.4 Gesetzliche Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen

Zur Abschätzung der Gesundheitsrisiken durch magnetische Wechselfelder kam die Weltgesundheitsorganisation (WHO 1984 und 1987) für 50/60-Hz-Felder zu folgenden Ergebnissen:

- ▶ Unter etwa  $500 \mu\text{T}$ : Keine gesicherten biologischen Effekte.
- ▶ Etwa  $500 \dots 5.000 \mu\text{T}$ : Schwache biologische Effekte.
- ▶ Etwa  $5.000 \dots 50.000 \mu\text{T}$ : Gutbestätigte Effekte, optische Sinneseindrücke. Berichte über beschleunigte Knochenbruchheilung.
- ▶ Etwa  $50.000 \dots 500.000 \mu\text{T}$ : Gesundheitsgefahren möglich. Veränderung der Erregbarkeit des zentralen Nervensystems bestätigt.
- ▶ Über  $500.000 \mu\text{T}$ : Akute Gesundheitsschäden, zusätzliche Herzkontraktionen, Herzkammerflimmern.

Für die elektrische Feldstärke schreibt das Bundesamt für Strahlenschutz [2]: "Empfindliche Personen können elektrische Felder bereits ab  $1 \text{ kV/m}$  wahrnehmen, häufiger jedoch erst ab  $10 \text{ kV/m}$ . Zu nennen wären Hautkribbeln oder Vibrationen von Körperhaaren. (...) Ernsthafte Gesundheitsschäden sind jedoch auch bei langfristigem Einwirken nicht bekannt". Die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 16.12.1996 leitet aus solchen Feststellungen folgende Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen ab:

Frequenz in Hertz (Hz)	Effektivwert der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flußdichte	
	Elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m)	Magnetische Flußdichte in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )
50-Hz-Felder	5	100
16 2/3-Hz-Felder	10	300

Kritiker dieser Grenzwerte verweisen auf Empfehlungen der amerikanischen Nationalen Rats für Strahlenschutz und Strahlenmessung (NCRP), die einen Grenzwert von lediglich  $0,2 \mu\text{T}$  vorsehen. Damit liegt der deutsche Wert um das 500fache über den Empfehlungen aus den USA. Die USA-Forscher befürchten, daß Elektromog verschiedene Krebsarten auslöst.

Die Umsetzung dieses niedrigen Grenzwertes ist zwar technisch machbar, jedoch sehr teuer. Beispielsweise müßten Hochspannungsfreileitungen aus Wohngebieten vollständig verschwinden, Freileitungen durch Erdkabel ersetzt und Sendemasten erhöht werden. Ein Milliardenaufwand allein für die Energieversorgungsunternehmen, der an die Verbraucher weitergegeben werden muß. Hinzu kämen weitere Kosten für die Verbraucher, denn viele Elektrogeräte müßten besser abgeschirmt werden. Allerdings wird dieser Grenzwert von  $0,2 \mu\text{T}$  zunehmend international diskutiert. Das schwedische Zentralamt für Elektrosicherheit will den Bau von Kindergärten und Schulen nur noch dann zulassen, wenn der Abstand zur nächsten Hochspannungsleitung die Einhaltung dieses Grenzwertes gewährleistet. Gebäude, in denen die Feldstärke  $0,2 \mu\text{T}$  überschreitet, sollten nicht mehr von Kindern genutzt werden [7].

### 3.5 Vermutete Langzeitwirkungen im Niederfrequenzbereich (50 Hz)

Spontane Reaktionen des Menschen auf energietechnische Felder, wie sie unter üblichen Bedingungen in seinem Lebensbereich auftreten, gibt es nicht. Es wird aber immer wieder über Forschungsergebnisse berichtet, die bei einem kleinen Teil der exponierten Personen mittel- und langfristige Auswirkungen auf den Hormonhaushalt, das Immunsystem oder einen Zusammenhang zur Krebsentstehung aufzeigen. Die bisher bekannten Studien sind aus verschiedenen Gründen noch nicht so aussagekräftig, daß aus ihnen eine allgemeine Gesundheitsgefährdung abgeleitet werden kann. Da eine abschließende Bewertung heute noch nicht möglich ist, sollten die Bedenken dieser Wissenschaftler aber nicht einfach ignoriert werden.

#### 3.5.1 Hormonhaushalt und Immunsystem

Hormone spielen eine zentrale Rolle bei der Steuerung zahlreicher körperlicher Funktionen. Das Hormon *Melatonin* und seine Vorstufe *Serotonin* scheinen im Zusammenhang mit Elektromog eine besondere Rolle zu spielen. Melatonin reguliert zahlreiche Funktionen im Bereich von biologischen Rhythmen (z.B. Schlaf), Fortpflanzung und Immunabwehr. Serotonin wirkt als Überträgerstoff für Nervenreize, hat eine gefäßverengende Wirkung und es spielt eine wichtige Rolle beim Zustandekommen von Migräne. Melatonin wird in der Zirbeldrüse ausgeschüttet, die sich mitten im Gehirn befindet. Die Ausschüttungen sind nachts erheblich höher als am Tag, wobei die nächtliche Melatoninsynthese durch einwirkende elektrische und magnetische Felder verringert wird.

Eine wichtige Variable für die Beeinflussung der Melatoninerzeugung könnte die Anstiegszeit der magnetischen Flußdichte sein. Nicht nur Wechselstromheizdecken, sondern auch Gleichstromheizdecken, die von einer Temperaturregelung ständig ein- und ausgeschaltet werden, üben Einfluß auf den Melatoninspiegel aus. Untersuchungen an Ratten zeigten schon bei "schwachen" Feldern, wie sie beim Betrieb von Haushaltsgeräten auftreten können, eine signifikante Erniedrigung der Melatoninkonzentration [5]. Eine reduzierte Melatoninausschüttung wird beim Menschen u.a. in Zusammenhang gebracht mit:

- ▶ Stimmungsbeeinträchtigungen und verschiedenen Depressionen,
- ▶ Schlafstörungen und Müdigkeit, Störungen des Tag-Nacht-Rhythmus,
- ▶ Immunschwäche,
- ▶ Erhöhtes Krebsrisiko.

Die Verminderung des nächtlichen Melatoninspiegels normalisiert sich in der Regel nach wenigen Tagen, nachdem die elektromagnetische Belastung beendet wurde.

### 3.5.2 Krebs

Die für die Krebsentstehung verantwortlichen Faktoren und deren genaues Zusammenwirken sind heute noch nicht vollständig bekannt. Außerdem reagieren verschiedene Personen sehr unterschiedlich auf die Risikofaktoren. Nach dem Modell von BERENBLUM (zitiert nach [8]) kann die Krebsentstehung in zwei Phasen unterteilt werden:

1. Die Krebsauslösung durch Mutation (Veränderung einer Erbanlage) und
2. die Krebsförderung durch Begünstigung des Wachstums der Krebszellen (Promotion).

Die Veränderung einer Erbanlage allein führt nicht notwendigerweise zum Krebs, wenn das Wachstum der Krebszellen nicht zusätzlich begünstigt wird. Beide Vorgänge sind in der Regel von unterschiedlichen Faktoren abhängig. Niederfrequente Magnetfelder lösen nach heutigem Kenntnisstand mit hoher Wahrscheinlichkeit keinen Krebs aus [8].

Weniger übereinstimmend sind die Ergebnisse verschiedener Studien über eine *krebsfördernde* Wirkung niederfrequenter Magnetfelder. Seit dem Ende der 70er Jahre wurde durch epidemiologische Studien mit Hilfe statistischer Auswertungen von Krankheitsfällen das Krebsrisiko von Personen untersucht, die in der Nähe von Hochspannungs-Freileitungen wohnen. Als Vergleichsgruppe sind solche Personen herangezogen worden, die nicht im Nahbereich solcher Leitungen wohnen. Der Nachteil solcher Studien besteht darin, daß sie nur statistische Zusammenhänge zeigen können. Eine Unterscheidung zwischen den möglichen Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder und den übrigen alltäglichen, zum Teil sehr schädlichen Umwelteinflüssen ist nicht möglich.

Eine oft zitierte Studie wurde in Stockholm unter der Leitung von Prof. Ahlbom durchgeführt (nach [5]). Dabei wurden etwa 440.000 Personen, die zwischen 1960 und 1985 in einer Entfernung von 300 Metern oder weniger von *Hochspannungsleitungen* wohnten, einbezogen. Diese Studie wird häufig verkürzt mit dem Ergebnis eines 2,7-fachen *Leukämierisikos* für Kinder in einem Magnetfeld von mehr als 0,2  $\mu\text{T}$  zitiert (3,8-fach über 0,3  $\mu\text{T}$ ). Problematisch bleiben, worauf Ahlbom selbst hinweist, die kleinen Fallzahlen: Insgesamt lagen nur 142 Fälle von Kinderkrebs vor. In der Belastungsgruppe mit 0,3  $\mu\text{T}$  stützt sich die Studie auf lediglich sieben Leukämiefälle. Bei Erwachsenen hat man kein erhöhtes Krebsrisiko festgestellt.

Das absolute Krebsrisiko durch Hochspannungsleitungen ist nach dieser Studie im Vergleich zu anderen Krebsrisiken relativ gering. Bei etwa 12 Millionen Kindern in Deutschland, von denen ca. 1,5% (=180.000) in der Nähe von Hochspannungsleitungen wohnen, wären dieses 9 zusätzliche Leukämiefälle pro Jahr.

Eine weitere epidemiologische Studie wurde in drei kanadischen und französischen Unternehmen der Elektrizitätswirtschaft unter der Leitung von Prof. Goldberg durchgeführt [3]. Bei dieser 1994 veröffentlichten Studie wurden etwa 224.000 bei diesen Firmen beschäftigte Männer berücksichtigt. Es wurden einige Indizien für einen Zusammenhang zwischen einer beruflich bedingten Einwirkung von Magnetfeldern und einigen Leukämie-Arten sowie bösartigen Gehirntumoren gefunden. Keinerlei Hinweise ergaben sich im Hinblick auf ein erhöhtes Risiko von bösartigen Melanomen oder anderen Krebsarten. Hinsichtlich der Einwirkung elektrischer Felder ergaben sich keine Hinweise auf krebserregende Wirkung.

Auch bei dieser Studie wird die statistische Unsicherheit der Resultate unterstrichen, da sie teilweise auf sehr geringen Fallzahlen beruht. Da die Risiken bei einer Einwirkung höherer Feldstärken nicht größer waren als bei niedrigen, kann nicht von einer Dosis-Wirkungs-Beziehung gesprochen werden. Außerdem sind die Resultate bei den einzelnen Unternehmen uneinheitlich. Aus heutiger Sicht bleibt die Frage nach einer kanzerogenen Wirkung elektrischer und magnetischer Felder ein Problem der Forschung.

Neben den zahlreichen epidemiologischen Studien über Hochspannungsleitungen gab es einige wenige über andere Belastungsquellen im Wohnbereich. Eine 1990 im Raum Denver (SAVITZ, nach [5]) durchgeführte Studie befaßte sich mit der Auswirkung *elektrischer Heizdecken* bei Kindern bis zu einem Alter von 15 Jahren. Die Risikofaktoren betragen bei der Benutzung der Heizdecken während der ersten vier Monate nach der Geburt  $OR = 4,4$  bei Gehirntumoren,  $OR = 2,3$  bei Leukämie und  $OR = 1,6$  für alle Krebsarten.

### 3.5.3 Nervensystem und Verhalten

Durch verschiedene Untersuchungen wurde gezeigt, daß elektrische und magnetische Felder das Verhalten von Tieren und Menschen beeinflussen können. Durch Verhaltensstudien, die Flucht- und Vermeidungsverhalten bei Tieren untersuchten, wurde nachgewiesen, daß für solche Reaktionen verhältnismäßig hohe Feldstärken notwendig sind. Beim menschlichen Verhalten hängen die beobachteten Effekte von der Art des Feldes, der Feldstärke und der Frequenz des Feldes ab. Es gibt keinen einfachen Zusammenhang zwischen Feld und Wirkung, sondern die komplexe Wechselwirkung tritt nur in bestimmten Amplituden- oder Frequenzfenstern auf. In vielen Einzeluntersuchungen wurden Einflüsse auf Atmung, Pulsrate, Reaktionszeit, Psyche, Kalziumstoffwechsel und Vorgänge an den Zellmembranen ermittelt. Was dabei im einzelnen im Körper passiert und wie dieses zu bewerten ist, kann mit dem heutigen Wissenstand erst in Ansätzen erklärt werden.

## 3.6 Gesundheitliche Auswirkungen im Hochfrequenzbereich (Hf)

Für die gesundheitlichen Auswirkungen ist es entscheidend, wieviel Hf-Strahlungsenergie auf den Körper oder einzelne Organe einwirkt. Außer der Stärke des Senders ist dabei vor allem der Abstand zur Sendeantenne von Bedeutung. Hierbei sind besonders Funktelefone problematisch, da sich deren Antenne in unmittelbarer Nähe des Kopfes befindet. Zur Abschätzung der biologischen Wirksamkeit von Hf-Strahlung wird neben der bereits genannten Leistungsflußdichte  $S$  (Abschnitt 2.4) eine weitere Größe benötigt - die spezifische Absorptionsrate (SAR). Der in der Einheit  $W/kg$  angegebene SAR-Wert beschreibt, wieviel Hf-Energie im Organismus absorbiert

und damit thermisch wirksam wird.

An dieser Stelle kann nicht näher auf die biologische Wirkung bei hohen Leistungsflußdichten eingegangen werden, wie sie in unmittelbarer Nähe von Rundfunksendern oder Radaranlagen auftreten (Bild 3.3). Dabei sind vor allem Organe mit schlechter Durchblutung gefährdet, wie z.B. die Hoden und die Augen. Augen können irreversibel durch Trübung der Linse, Schädigung der Hornhaut sowie krankhafte Veränderung der Retina geschädigt werden.

Beim Betrieb leistungsstarker Mobiltelefone in Kopfnähe können durchaus sehr hohe Leistungsflußdichten auftreten und über "hot-spot"-Effekte (lokale Absorptionsspitzen) verstärken, daß irreversible Augenschäden nicht auszuschließen sind.

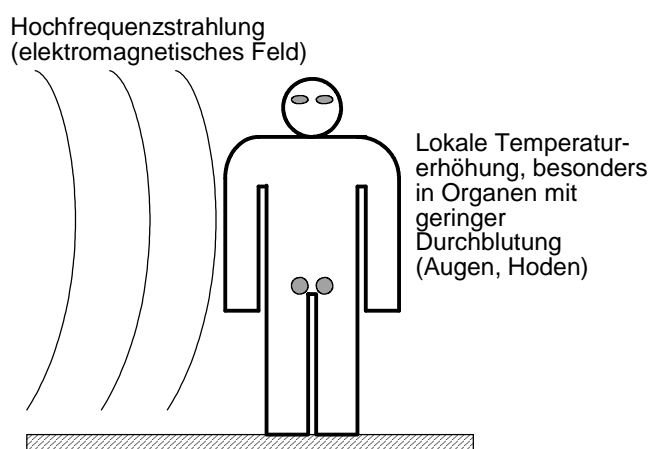


Bild 3.3: Mensch im hochfrequenten Energiefeld

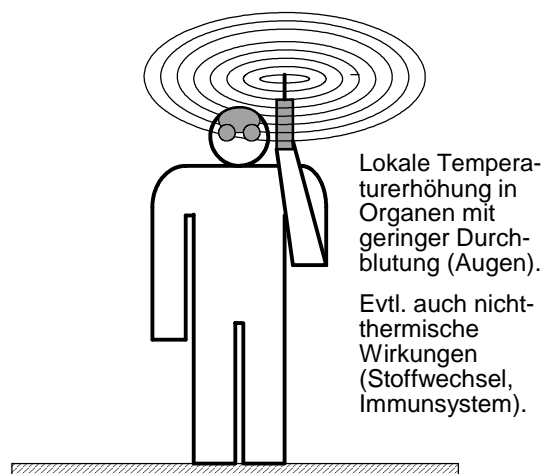


Bild 3.4: Mensch im Hf-Feld eines Mobiltelefons

Das Bundesamt für Strahlenschutz [2] teilt dazu mit: "Übermäßige Erwärmung wird vermieden, wenn die Grenzwerte eingehalten werden. Werden bei *Handies* im D-Netz Ausgangsleistungen bis zu 2 Watt (Spitzenleistung) nicht überschritten und im E-Netz bis zu 1 Watt so gibt es keine gesundheitlichen Bedenken. Die empfohlenen Grenzwerte sind selbst dann eingehalten, wenn das Gerät direkt ans Ohr gehalten wird. Im C-Netz ist dies für *Handies* bis 0,5 Watt der Fall".

Prinzipiell sollte die Antenne so weit wie möglich vom Kopf entfernt sein. Bei einer Wahlmöglichkeit zwischen Geräten mit kurzer oder langer Antenne, sollten Sie die längere bevorzugen; bei dieser ist die Strahlenbelastung geringer als bei einer kurzen Antenne. Mobiltelefone sollten nicht innerhalb von Wohnungen und schon gar nicht im Auto verwendet werden, da die Strahlenbelastung durch Reflexionen an Metallteilen ansteigt. Manche Mobiltelefone können im Auto mit einer Außenantenne verbunden werden. Beim Autotelefon sollte die Außenantenne so weit wie möglich von den Insassen entfernen angebracht sein. Fußgänger sollten Mindestabstände von 0,5...1 Meter zu Autoantennen einhalten.

Lange Gespräche sollten bevorzugt mit normalen Telefonen geführt werden, dies gilt besonders für Kinder sowie alte und kranke Menschen. Personen mit Herzschrittmachern oder anderen

elektronischen Implantaten sollten lt. BfS auch von leistungsschwachen Handies einen Abstand von 30 cm (D-Netz) bzw. 1 Meter (E-Netz) einhalten. Schnurlose Haustelevone haben so geringe Leistungen, daß in der Regel kein Sicherheitsabstand zur Antenne erforderlich ist.

Neben den beschriebenen thermischen Wirkungen werden seit einiger Zeit auch *nichtthermische Wirkungen* auf Stoffwechsel und Zellstrukturen diskutiert. Dabei handelt es sich z.B. um Störungen des Immunsystems und eine damit zusammenhängende verminderte Krebsabwehr. In den USA liegen bereits erste Klagen wegen möglicherweise durch Mobiltelefone ausgelöste Hirntumore vor.

Besondere Wirkungen durch impulsmodulierte Strahlung, wie sie auch in den D-Netzen verwendet wird, wurden bei den *Gehirnwellenfrequenzen* gefunden. Hier spielen die Puls- und Modulationsfrequenzen eine besondere Rolle und nicht die Werte der Leistungsflußdichte. KLITZING (Universität Lübeck, nach [5]) fand eine reproduzierbare, starke Beeinflussung des EEG. Die Leistungsflußdichten lagen dabei in der Größenordnung von einem Tausendstel des untersten zulässigen Grenzwertes. Die Untersuchungen weisen darauf hin, daß die periodische Stimulation, wie sie bei frequenzstabilen Pulsen von Hochfrequenzsignalen (D-Netz) erfolgen, eine biologische Antwort finden. Über die biologische Relevanz kann derzeit (1993) noch keine Aussage gemacht werden. Man fand keine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung, sondern ausgeprägte Energiefenster (... "in bestimmten Energiebereichen passiert etwas, darunter passiert nichts, noch weiter herunter passiert es wieder" ...)

Das D-Netz wurde bereits breit eingeführt, bevor die biologische Wirkung der impulsmodulierten Hf-Strahlung auf das menschliche Gehirn abgeschätzt werden konnte. Von keiner anderen Technologie werden so viele Menschen im Kopfbereich mit so hohen Leistungsflußdichten und einer in ihren Auswirkungen noch nicht abschließend zu beurteilenden Modulationsart bestrahlt. Der Aufbau des digitalen Mobilfunknetzes stellt einen riesigen Menschenversuch mit ungewissem Ausgang dar. In der Versicherungswirtschaft wurde bereits vor einem möglichen Schadenspotential gewarnt, dessen Ausmaß nicht einmal ungefähr abzuschätzen ist. Für künftige Haftpflichtversicherungsverträge wird bereits empfohlen, Personenschäden durch elektromagnetische Felder auszuschließen.

## 4 Empfehlungen für den Verbraucher

### 4.1 Magnetische und elektrische Feldbelastung durch Haushaltsgeräte

Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder stellen einen gesundheitlichen Risikofaktor dar, der heute noch nicht vollständig abgeschätzt werden kann. Bei *sachgerechtem Umgang* mit elektrischer und hochfrequenter Energie dürfte dieses Risiko - verglichen mit den heute üblichen Alltagsrisiken wie z.B. Rauchen oder Teilnahme am Verkehr - recht klein sein. Ob dieses auch für den häufigen und zeitlich ausgedehnten Umgang mit Handies gilt, kann hier nicht beurteilt werden.

Das Bundesamt für Strahlenschutz [2] schreibt: Wo man Dauerbelastungen durch elektrische oder magnetische Felder herabsetzen kann, sollte man es tun. **Am einfachsten erreicht man das durch Abstandhalten zu den Feldquellen.** In einem Meter Abstand sind auch bei Haushaltsgeräten die Feldstärken 100 bis 1.000 mal kleiner als an der Oberfläche. Die wesentliche Belastung

für die Gesundheit erfolgt durch das magnetische Feld; in Bild 4.1 wurden Werte für einige typische Haushaltsgeräte zusammengestellt. Der Wert am rechten Rand des jeweiligen Balkens entspricht der Messung an der Geräteoberfläche, der linke wurde in 30 cm Abstand ermittelt. Bild 4.2 zeigt die elektrische Feldbelastung durch einige typische Feldquellen. Die Skalen für die magnetische Flußdichte und die elektrische Feldstärke sind logarithmisch geteilt.

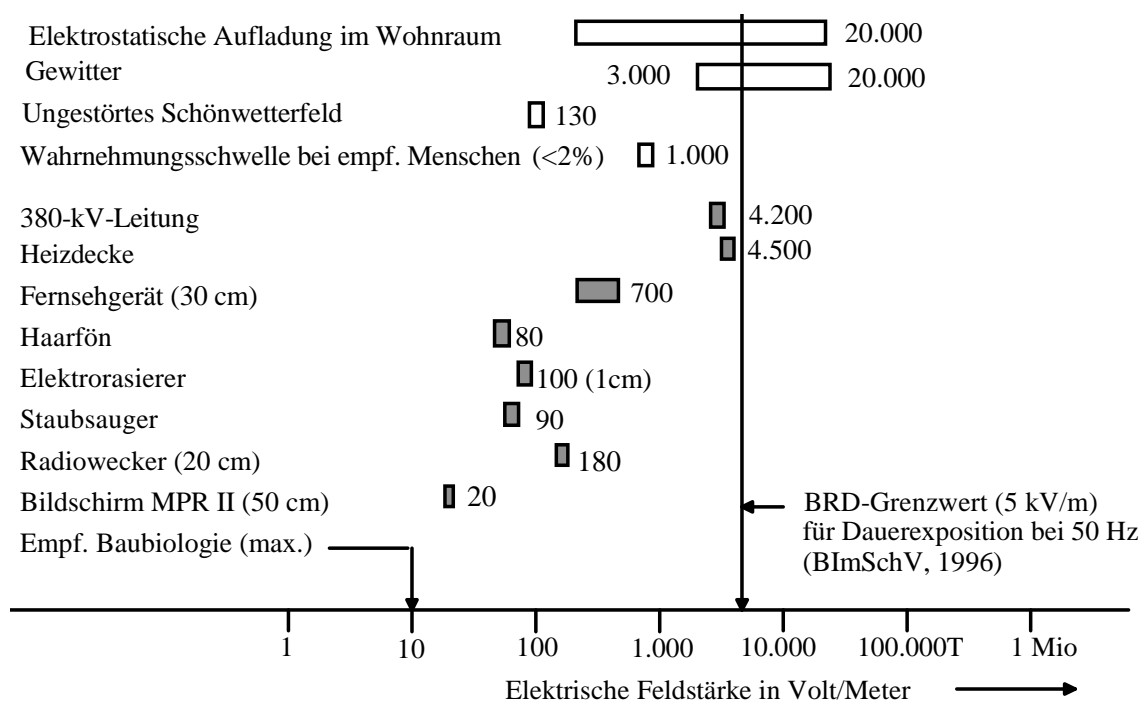


Bild 4.1: Beispiele für magnetische Feldbelastung durch Haushaltsgeräte bei 50 Hz

Vergleicht man die magnetischen Belastungen mit dem für die BRD seit 1996 für Dauerexposition geltenden Grenzwert von  $100 \mu\text{T}$ , so liegen einige Meßwerte an der Geräteoberfläche erheblich darüber. Allerdings handelt es sich dabei überwiegend um kurzzeitige Belastungen. In anderen Literaturquellen (z.B. [2]) findet man zum Teil abweichende Werte; dieses liegt zum Teil an einer anderen Meßentfernung oder anderen Geräteauswahl.

## 4.2 Empfehlungen für den Wohnbereich

Die in der USA von der NCRP empfohlenen  $0,2 \mu\text{T}$  liegen weit unter dem in der BRD gesetzlich festgeschriebenen Grenzwert. Der untere Grenzwert der Baubiologie dürfte in jeder üblichen Wohnung weit übertroffen werden. Wem sollte man nun glauben? Die Wissenschaft hat bis heute unter  $0,2 \mu\text{T}$  keinerlei signifikante Veränderungen feststellen können. In [5] werden im Hinblick auf vorsorgenden Gesundheitsschutz und unter Einbeziehung des wissenschaftlichen Forschungsstandes folgende 24-Stunden-Grenzwerte für elektrische und magnetische Felder in Wohnräumen empfohlen:

- ▶ Magnetisches Wechselfeld:  $0,4 \mu\text{T}$  (nachts  $0,2 \mu\text{T}$ )
- ▶ Elektrisches Wechselfeld:  $20 \text{ V/m}$  (nachts  $10 \text{ V/m}$ ).

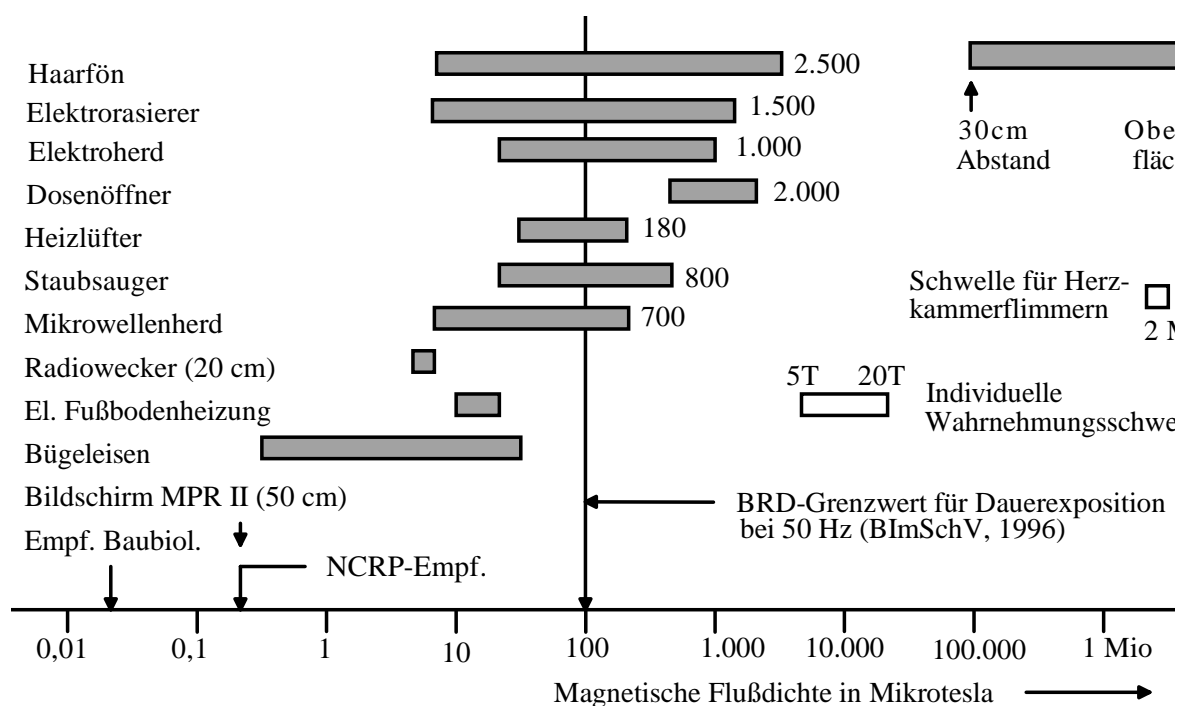


Bild 4.2: Beispiele für elektrische Feldbelastung durch typische Feldquellen

In dieser Quelle werden als Durchschnittswerte in Wohnungen genannt:

- ▶ Magnetisches Wechselfeld: 0,01...0,3  $\mu\text{T}$
- ▶ Elektrisches Wechselfeld: 5...40 V/m,

wobei starke Abweichungen möglich sind.

In den folgenden Abschnitten sollen einige Empfehlungen für den praktischen Umgang mit elektrischen und magnetischen Feldern im privaten Bereich gegeben werden. Die wichtigsten Quellen für störende Felder innerhalb der eigenen Wohnung sind:

- ▶ Elektroinstallation und Verlängerungskabel,
- ▶ Elektrogeräte, Beleuchtung und Elektroheizung,
- ▶ Mobiltelefone, Amateurfunk.

Quellen außerhalb der Wohnung sind:

- ▶ Steigleitung (Miethäuser) und Nachbarwohnungen,
- ▶ Öffentliche Stromversorgung (Hochspannungsleitungen, Erdkabel, Transformatorstationen usw.),
- ▶ Öffentlicher Nahverkehr (Straßenbahn, S-Bahn, Bundesbahn)
- ▶ Rundfunk und Fernsehsender).



Der Schlafbereich ist in vielen Wohnungen besonders hoch belastet, da

- ▶ rund um das Bett Elektrokabel unter Putz verlaufen,
- ▶ häufig Verlängerungskabel und Mehrfachsteckdosen unter dem Bett liegen, von denen aus andere Elektrogeräte im Zimmer versorgt werden,
- ▶ in unmittelbarer Kopfnähe Radiowecker oder sogar komplette HiFi-Anlagen oder Fernseher stehen,
- ▶ Kleinkinder oft unmittelbar neben einem Babyphon schlafen.

Von Unterputzkabeln und Steckdosen gehen elektrische Felder aus, sobald dort Spannung anliegt. In unmittelbarer Nähe einer Steckdose kann die Feldstärke 1.000 V/m betragen, die allerdings in einem Abstand von 17 cm auf etwa 10 V/m abgesunken ist. Sobald Geräte eingeschaltet sind, d.h., wenn Strom fließt, werden Magnetfelder erzeugt. Das gilt auch für Geräte im Stand-by-Betrieb oder für Geräte, die nur auf der Sekundärseite des Netztransformators abgeschaltet werden. Geräte mit einem hohen Stromverbrauch (Durchlauferhitzer, Heizlüfter, Tauchsieder usw.) erzeugen besonders starke Magnetfelder. Ab einer Leistung von etwa 500 Watt muß man im Betrieb in der Nähe des Gerätes stärkere Magnetfelder erwarten, insbesondere in der Nähe von Transformatoren, die z.B. in jedem Radio-Wecker oder HiFi-Gerät vorhanden sind.

Die Belastung, die von den meisten dieser Quellen ausgeht, kann man durch eine Abstandsvergrößerung gering halten. Diese Maßnahme fällt allerdings aus bei elektrischen Fußbodenheizungen, elektrischen Heizdecken oder elektrisch beheizten Wasserbetten. Hier kann man nur raten, solche Anlagen und Geräte nicht zu verwenden.

### 4.3 Netzfreischalter

Wenn ein Wohn- oder Schlafbereich einen eigenen Stromkreis besitzt, kann ein Netzfreischalter eingesetzt werden. Dieser wird im Verteilerkasten hinter der Sicherung eingebaut, deren Stromkreise vom Netz abgetrennt werden sollen, sobald der letzte Verbraucher ausgeschaltet ist. Danach legt der Netzfreischalter eine geringe Prüfgleichspannung auf die Phasenleitung. Sobald ein Verbraucher, z.B. eine Nachttischlampe eingeschaltet wird, gibt der Freischalter das Netz wieder frei.

**Auf jeden Fall sollte man sich an die Empfehlung des BfS halten:**

- ▶ **Abstand zu den elektrischen Geräten und Leitungen halten und nicht benötigte Verbraucher ausschalten!**

### 4.4 Feldmessungen in Privatwohnungen

Von verschiedenen Firmen werden preiswerte Meßgeräte zur Messung magnetischer oder elektrischer Felder angeboten. Bei einigen dieser Geräte wird ein Produkt aus Feldstärke und Frequenz angezeigt und als "praxisgerechter" Meßwert angepriesen; diese Aussage muß bezweifelt werden. Um festzustellen wo sich im Schlafzimmer der feldärmste Platz befindet, mögen diese Geräte einigermäßen nützlich sein - quantitative Messungen sind mit ihnen nicht möglich. Für

die Messung elektrischer Felder sind diese Geräte ungeeignet, da die Felder sowohl durch die bedienende Person als auch das Meßgerät selbst stark verzerrt werden.

Für zuverlässige Messungen sollte man sich geeigneter Institute bedienen, von denen verschiedene z.B. in [5] genannt werden.

## 5      **Schlußbemerkungen**

Wie gefährlich ist "Elektrosmog" nun wirklich - wem kann man glauben? Einerseits gibt es eine emotions- und mediengesteuerte Skepsis gegenüber den Folgen von Naturwissenschaft und Technik, die politisch zu immer niedrigeren Grenzwertfestsetzungen führt. Andererseits führt dieses zu immer höheren Kosten bei Herstellern und Betreibern - die dann wieder auf die Benutzer umgelegt werden. Es stellt sich somit die Frage nach einem sinnvollen Kompromiß.

Das Schädigungspotential von Elektrosmog hinsichtlich der Krebspromotion ist sicher sehr viel geringer als jenes durch Nikotin (Lungenkrebs, aber auch Mund-, Speiseröhren-, Kehlkopf- und Bauchspeicheldrüsenkrebs) und falsche Ernährung (vor allem Magen-, Darm- und Mundkrebs) bedingte. Die Anzahl der dadurch verursachten Todesfälle liegt sehr viel höher als z.B. bei der Leukämie [6]. Die durch Elektrosmog vermutete Wirkung bei der Leukämieentstehung ist bisher noch nicht eindeutig nachgewiesen worden.

Der Elektrosmog gehört inzwischen zu den gesellschaftlich umstrittenen Themen, ähnlich wie die Kernkraft. Dadurch entsteht das Problem, daß die beteiligten Wissenschaftler sich sehr bemühen müssen, ihre aufgrund ihres Weltbildes zu diesen Themen evtl. schon vor Abschluß der Forschungen festehende Meinung nicht in den Ablauf oder das Ergebnis der Untersuchungen einfließen zu lassen. Erschwert wird diese Unvoreingenommenheit oft durch wirtschaftliche Interessen. Zitat eines Beteiligten: "Die Versuche haben mehr Aufschlüsse über die Psyche der beteiligten Wissenschaftler als über die Auswirkung der Mikrowellenstrahlung ergeben" (zitiert nach [5]).

Das gesundheitliche Risiko wird vor allem durch die persönliche Lebensführung geprägt - diese Regel kann auch auf den Umgang mit Elektrosmog ausgedehnt werden. Gehen Sie bewußt mit elektrischer Energie um, halten Sie Abstand zu Feldquellen und schalten Sie diese nach Möglichkeit ab, wenn sie nicht benötigt werden. Und: Benutzen Sie Handies nur dann, wenn es sich nicht umgehen läßt.

## 6      **Literatur**

- [1]    Bernhardt, J. H.: Mobilfunk und Elektrosmog. Biologische Wirkungen elektromagnetischer Strahlung. Phys. Bl. 51 (1995) Nr. 10, S. 947...950.
- [2]    Div. Unterlagen des BfS - Bundesamt für Strahlenschutz, Postfach 100149, 38201 Salzgitter, 1994
- [3]    Bonenfant, S. u.a.: Einwirkung von elektrischen und magnetischen Feldern. Zusammenfassung einer Studie. Elektrizitätswirtschaft. Jg 93 (1994), Heft 16, S. 911
- [4]    Brümmer, H.: Elektronische Gerätetechnik, Vogel-Verlag Würzburg, 1980.

- [5] Katalyse-Institut für angewandte Umweltforschung e.V., Weinsbergstr. 190, 50825 Köln: "Elektrosmog - Gesundheitsrisiken, Grenzwerte, Verbraucherschutz". C. F. Müller Verlag Heidelberg, 1995
  - [6] Schuh, H.: Das neue Bild vom Krebs. DIE ZEIT Nr. 45, S. 50, 31.10.1997.
  - [7] Silvanus, W.: Elektromagnetische Felder könnten doch Krebs fördern. VDI nachrichten Nr. 44, 03.11.95, S. 3
  - [8] Stamm, A.: Untersuchungen zur Magnetfeldexposition der Bevölkerung im Niederfrequenzbereich. VDE-Verlag, Berlin 1993.
- 

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr.-Ing. Hans Brümmer  
Steinberg 12  
D-31832 Springe  
Tel. 05041.5773

e-mail: [hans.bruemmer@etech.fh-hannover.de](mailto:hans.bruemmer@etech.fh-hannover.de)