



**BfS** Bundesamt für  
Strahlenschutz

# STRAHLEN THEMEN

Oktober 1999

## Elektrische und magnetische Felder im Haushalt

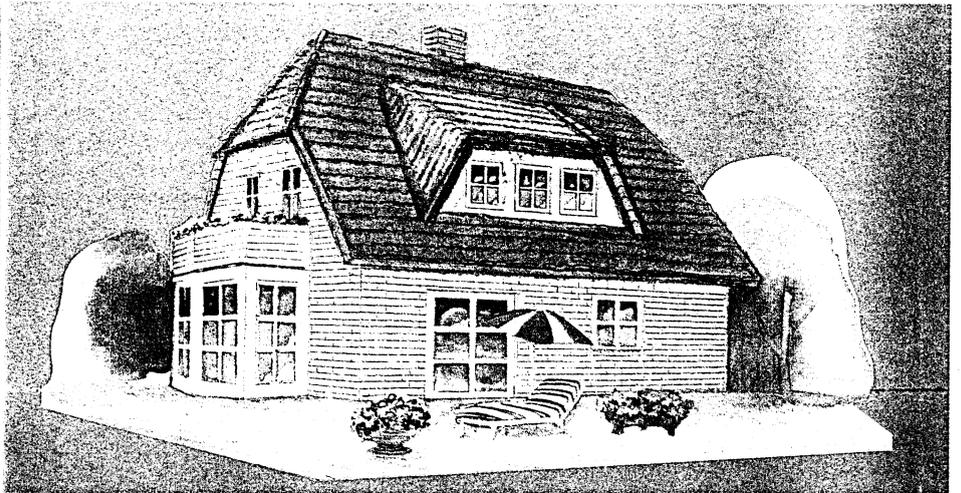
Elektrische Haushaltgeräte sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Wenn wir sie benutzen, wirken elektrische und magnetische Felder auf uns ein.

*Wie stark sind diese Felder und wie*

*wirken sie? Haben sie Einfluß auf unsere Gesundheit, wenn wir am Elektroherd kochen oder uns die Haare fönen?*

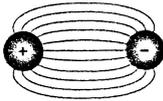
Die meisten Haushaltgeräte arbeiten in Europa mit Wechselstrom,

der eine Frequenz von **50 Hertz** (50 Hz) besitzt, also 50 Schwingungen pro Sekunde vollführt. Elektrische und magnetische Felder mit dieser Frequenz nennt man „niederfrequent“.



# Elektrisches Feld

## Ursache



Das elektrische Feld wird durch **elektrische Ladungen** hervorgerufen. Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Die räumliche Verteilung des Feldes läßt sich durch Feldlinien darstellen.

## Maßeinheit:

Die elektrische Feldstärke **E** wird gemessen in Volt pro Meter (V/m).  
 1000 V/m = 1 kV/m (Kilovolt pro Meter)

## Eigenschaften

In unseren Haushalten sind Netzspannungen von 220V/230V oder 380V/400V bei 50 Hz üblich; bei Hochspannungsleitungen können tausendmal größere Spannungen auftreten.

**Je höher die Spannung ist, desto größer ist auch die elektrische Feldstärke.**

Ladungsträger, die sich an der Oberfläche von Körpern befinden, verschieben sich unter dem Einfluß der Feldkräfte („Influenz“). Die Körperoberfläche wird dadurch aufgeladen und das Innere praktisch feldfrei. Elektrische Felder sind demnach gut durch leitende Materialien abzuschirmen. Hauswände können von außen wirkende elektrische Felder um mehr als 90 Prozent vermindern.

**Die elektrische Feldstärke verringert sich deutlich, je weiter man von der Quelle entfernt ist.**

Viele Geräte betreiben wir in unmittelbarer Körpernähe. Die von ihnen ausgehende elektrische Feldstärke ist jedoch gering und stellt keine Gefährdung dar - erst recht nicht, wenn ein wenig Abstand gehalten wird. (siehe nebenstehende Tabelle)

## Biologische Wirkungen und Wahrnehmungen

Das elektrische Feld dringt kaum in den menschlichen Körper ein, es löst hauptsächlich **Oberflächeneffekte** aus.

Der Grund: Das biologische Wesen „Mensch“ besteht zum großen Teil aus Flüssigkeiten und organischen Geweben; diese enthalten elektrische Ladungsträger und leiten elektrischen Strom viel besser als Luft ihn leitet, fast wie gute elektrische Leiter.

Wirkt ein äußeres elektrisches Feld auf eine Person ein, so wirken Feldkräfte auf diese Ladungen im Körper und können sie „umverteilen“, es fließen Ströme im Körper - „Körperströme“. Dies geschieht solange, bis sich die Körperoberfläche einheitlich aufgeladen hat und im Körperinneren kein elektrisches Feld mehr auftritt. Bei Wechselfeldern wiederholt sich die Ladungsverteilung ständig mit der Frequenz; Körperströme treten dabei im gleichen Rhythmus periodisch auf.

## Direkte Wirkungen

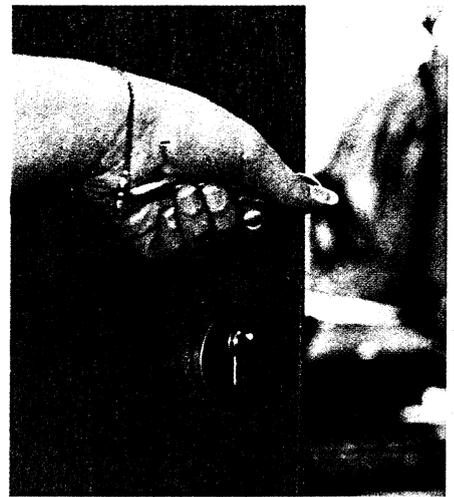
**Aufladungen der Körperoberfläche** durch Influenz: Körperhaare richten sich auf und vibrieren. Weil sie gleichnamig aufgeladen werden, stoßen sie sich gegenseitig ab. Manche Menschen bemerken dies bereits bei Feldstärken ab 1 kV/m, die meisten aber erst oberhalb 10 kV/m. In ausreichend starken elektrischen Feldern nehmen einige Menschen ein Kribbeln auf der Haut wahr.

**Das kann als unangenehm empfunden werden, ist aber nicht gesundheitsschädlich.**

**Innere Körperströme** als direkte Wirkung von elektrischen Feldern sind bei haushaltüblichen elektrischen Feldstärken **äußerst gering**.

### Elektrische Feldstärken in Gebäuden in V/m; gemessen in 30 cm Abstand vom Gerät

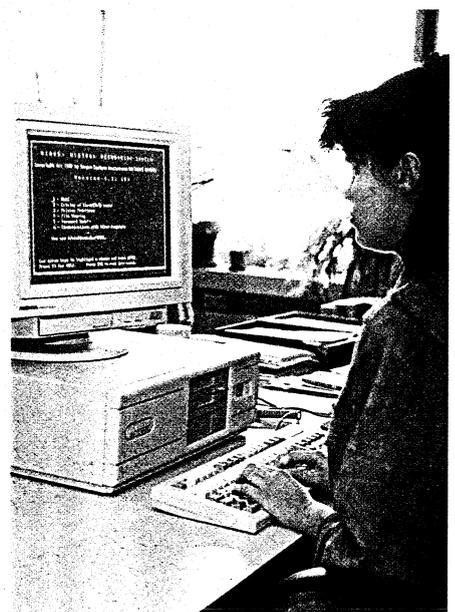
	V/m
<b>Grenzwert der Strahlenschutzkommission für die allgemeine Bevölkerung</b>	<b>5000</b>
Boiler	260
Stereoempfänger	180
Bügeleisen	120
Kühlschrank	120
Handmixer	100
Toaster	80
Haarfön	80
Verdampfer	80
Farbfernseher	60
Kaffeemaschine	60
Staubsauger	50
Uhr (elektrisch)	30
Elektrischer Kochherd	8
Glühlampe	5
<b>Von außen in das Haus wirkende Felder bei Gebäudeüberspannung</b>	<b>20</b>



Vom harmlosen Knistern bis zum „Schlag“ werden **Ableitströme** wahrgenommen („Elektrisierung“). Unterschiedliche Spannungen zwischen Personen und berührten Gegenständen gleichen sich dadurch aus, beispielsweise beim Berühren einer Türklinke.

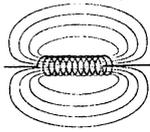
## Indirekte Wirkungen

Die Oberfläche von Bildschirmgeräten ist mitunter stark statisch aufgeladen. Wer mit seinen Fingern den Bildschirm berührt, kann schon mal eine Entladung zu spüren bekommen. Außerhalb des Hauses in Gewitternähe oder direkt unter einigen Hochspannungsleitungen treten teilweise Feldstärken oberhalb einiger kV/m auf. Werden dort große Metallobjekte berührt, beispielsweise ein Auto, kann das zu **Elektrisierungen** führen, die unangenehm empfunden werden, von Frauen und Kindern noch eher als von Männern. Vergleichbare Erscheinungen sind aus dem Alltag bekannt, auch wenn keine elektrischen Felder von außen einwirken; Beispiel: Entladungen an Metallgegenständen nach Gehen über Teppichböden.



Bei Bürocomputern treten elektromagnetische Felder in verschiedenen Frequenzbereichen auf, stets deutlich unterhalb der Grenzwerte. Sie sind gesundheitlich unbedenklich, auch wenn sich viele Monitore auf engem Raum häufen.

# Magnetisches Feld



## Ursachen

Magnetfelder werden durch bewegte elektrische Ladungen erzeugt. Auch ein Magnetfeld läßt sich durch Feldlinien veranschaulichen; jedem Raumpunkt kann darin eine Kraft auf bewegte Ladungsträger zugeordnet werden.

Ein Magnetfeld entsteht also, sobald elektrischer Strom fließt. Je größer die Stromstärke, desto höher ist auch die magnetische Feldstärke. Wechselstrom mit 50 Hz verursacht ein magnetisches Wechselfeld der gleichen Frequenz.

## Maßeinheit

Die magnetische Feldstärke **H** wird gemessen in Ampere pro Meter (A/m)

Oft wird anstelle von **H** die magnetische Induktion **B** angegeben, sie beschreibt die Dichte der magnetischen Feldlinien. **B** wird gemessen in Tesla (T). 1 Tesla ist ein sehr hoher Wert. Im Haushalt sind Werte im Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )-Bereich üblich.

(1  $\mu\text{T}$  = 0,000 001 Tesla, ein Millionstel Tesla)

100 Mikrottesla entsprechen etwa 80 A/m (für Luft und organische Gewebe beträgt der Umrechnungsfaktor 1,256).

## Eigenschaften

Statische Magnetfelder können bewegte elektrische Ladungen von ihrer Richtung ablenken. Veränderliche Magnetfelder verursachen („induzieren“) elektrische Ströme in leitenden Körpern, in der Technik als Wirbelströme bekannt.

Magnetfelder durchdringen Hauswände, fast alle Metalle sowie organische Gewebe und den menschlichen Körper.

**Aber: Auch Magnetfelder verringern sich, sobald man sich von ihrer Quelle entfernt, so auch bei Haushaltgeräten: In 1 m Abstand sind die Feldstärken bereits 100 bis 1000 mal kleiner als an der Oberfläche (vgl. Tabelle letzte Seite).**

## Biologische Wirkungen

Zugvögel oder einige Fische nutzen das natürliche statische Erdmagnetfeld (etwa 40 Mikrottesla) zur Orientierung, sie haben spezialisierte Sinneszellen dafür, sogenannte „Rezeptoren“. Der Mensch

besitzt jedoch kein Sinnesorgan, mit dem er Magnetfelder spüren könnte.

Mit dem Blutstrom und bei der Herzkontraktion werden im Körper natürlich vorhandene elektrische Ladungsträger bewegt. Statische Magnetfelder üben Kräfte auf sie aus, sie können im menschlichen Körper **innere Körperströme** hervorrufen. Magnetfelder, die sich zeitlich ändern, verursachen („induzieren“) Wirbelströme. Würden diese Ströme einen bestimmten Schwellenwert überschreiten, so könnten Nerven und Muskelzellen erregt oder optische Flimmererscheinungen wahrgenommen werden.

**Mehr oder weniger stark ausgeprägte Wirbelströme im Körperinneren sind also typische Wirkungen von magnetischen Wechselfeldern.**

## Grenzwerte

Biologische Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder werden vorrangig danach bewertet, wie groß die **Dichte der erzeugten inneren Körperströme** durch eine bestimmte Fläche ist. Von Natur aus gibt es bereits solche Körperströme: In vielen Organen des menschlichen Körpers sind Körperstromdichten von etwa 1 mA/m<sup>2</sup> (Milliampere pro Quadratmeter) anzutreffen; im Herz und Gehirn treten teilweise bis zu 10 mA/m<sup>2</sup> auf.

Akute Gesundheitsgefahren durch elektrische und magnetische Felder sind auszuschließen, wenn die felderzeugte Körper-

stromdichte auf Dauer nicht größer als **2 mA/m<sup>2</sup>** ist. Dieser Wert liegt im Bereich der natürlichen Körperstromdichten. Gewährleistet wird das bei

**elektrischen Feldstärken** unterhalb von **5 kV/m** und

**magnetischen Flußdichten** unterhalb von **100 Mikrottesla** bei 50 Hz.

Diese Werte wurden als niederfrequente Grenzwerte in die Verordnung über elektromagnetische Felder innerhalb des Bundes-Immissionsschutzgesetzes übernommen (26. BImSchV). Sie gelten für „ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität“ und stützen sich auf Empfehlungen internationaler Strahlenschutzgremien.

Nehmen die Körperstromdichten zu, werden auch die Wirkungen schwerwiegender.

Körperstromdichte mA/m <sup>2</sup>	
> 1000	deutliche Schädigungen möglich, zusätzliche Herzkontraktionen, Herzkammerflimmern
1000	Gesundheitsgefahren möglich, Veränderungen der Erregbarkeit des zentralen Nervensystems bestätigt; Reizschwellen
100	Gut bestätigte Effekte, optische Sinneseindrücke, Berichte über beschleunigte Knochenheilung
10	keine bestätigten Wirkungen, nicht gesicherte Berichte über individuelles Unbehagen
1	Keine gesicherten biologischen Effekte

Internationaler Basis-Wert



Die Grenzwerte gelten für eine Belastung von 24 Stunden am Tag über Jahre hinweg. Wer sich jedoch 10 Minuten lang am Tag elektrisch rasiert oder 3 Stunden lang bügelt, setzt sich damit keiner Dauerbelastung für den ganzen Körper aus.

## Welche Fragen sind offen?

Biologische Spätwirkungen schwacher magnetischer Felder und indirekte Wirkungen sind seit geraumer Zeit Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung. Untersucht werden die Wirkungen elektromagnetischer Felder an einzelnen Zellen oder Tieren sowie am Menschen. Einflüsse auf den Kalziumfluß innerhalb und außerhalb von Zellen sind dabei von Interesse, ebenso Feldwirkungen auf die Zellmembran oder den Hormonhaushalt. Oft ergeben sich Effekte bei speziellen Laborbedingungen. Dabei wird nicht ausgeschlossen, daß schwache Magnetfelder Reaktionsketten auslösen können, die sonst durch körpereigene Reize oder

chemische Substanzen („Botenstoffe“) hervorgerufen werden. Wie häufig in der Grundlagenforschung kommt es zu unterschiedlichen Ergebnissen verschiedener Institutionen. Teilweise sind beobachtete Effekte nicht bestätigt oder reproduzierbar. Einzelne gefundene Phänomene sind nicht automatisch mit Gesundheitsgefährdungen gleichzusetzen oder auf den Menschen zu übertragen. Erst aus der Gesamtheit aller Ergebnisse lassen sich Aussagen ableiten, die man verallgemeinern kann. Weitere Untersuchungen werden durchgeführt, die Forschung auf diesem Gebiet ist nicht abgeschlossen.

**Es ist jedoch nicht gerechtfertigt, eine Gefahr durch schwache elektrische und magnetische Felder daraus abzuleiten, wenn die Grenzwerte eingehalten sind.**

Allerdings sollten empfindliche Personen, so auch Träger von Herzschrittmachern und elektronischen Implantaten, besser berücksichtigt und geschützt werden. Die Elektronik dieser Geräte kann teilweise unterhalb der Grenzwerte beeinflußt werden.

**Wo man Dauerbelastungen durch elektrische oder magnetische Felder herabsetzen kann, sollte man es tun. Am einfachsten erreicht man das durch Abstandhalten zu den Feldquellen; 30cm sind dafür zumeist ausreichend (siehe untenstehende Tabelle).**

**Hersteller sollten ihre Geräte so konzipieren, daß sie möglichst niedrige Emissionen aufweisen.**



### Repräsentative Werte magnetischer Flußdichten von Haushaltgeräten in unterschiedlichen Abständen

gemessen in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ), Gebrauchsabstände hervorgehoben

Gerät	Magnetische Flußdichte [ $\mu\text{T}$ ] im Abstand von		
	3 cm	30 cm	1 m
Haarfön	6 - 2000	0,01 - 7	0,01 - 0,3
Trockenrasierer (Schwinganker)	15 - 1500	0,08 - 9	0,01 - 0,3
Dosenöffner	1000 - 2000	3,5 - 30	0,07 - 1
Bohrmaschine	400 - 800	2 - 3,5	0,08 - 0,2
Staubsauger	200 - 800	2 - 20	0,13 - 2
Mixer	60 - 700	0,6 - 10	0,02 - 0,25
Gasentladungslampe (Leuchtstoff)	40 - 400	0,5 - 2	0,02 - 0,25
Mikrowellengerät	73 - 200	4 - 8	0,25 - 0,6
LötKolben	105	0,3	< 0,01
Radio (tragbar)	16 - 56	1	< 0,01
Küchenherd	1 - 50	0,15 - 0,5	0,01 - 0,04
Waschmaschine	0,8 - 50	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Bügeleisen	8 - 30	0,12 - 0,3	0,01 - 0,03
Geschirrspüler	3,5 - 20	0,6 - 3	0,07 - 0,3
Tauchsieder (1kW)	12	0,1	< 0,01
Toaster	7 - 18	0,06 - 0,7	< 0,01
Monitor (Farbe)	5,6 - 10	0,45 - 1,0	< 0,01 - 0,03
Wäschetrockner	0,3 - 8	0,08 - 0,3	0,02 - 0,06
Wasserkochtopf (1 kW)	5,4	0,08	< 0,01
Computer	0,5 - 3,0	< 0,01	< 0,01
Kühlschrank	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	< 0,01
Uhr (Netzbetrieb)	300	2,25	< 0,01
Diaprojektor	240	4,5	0,15
Heizofen	10 - 180	0,15 - 5	0,01 - 0,25
Kleintrafo	135 - 150	0,6 - 1,05	0,24
Fernsehgerät	2,5 - 50	0,04 - 2	0,01 - 0,15
Videorecorder	1,5	< 0,1	< 0,01

Bereits nach weniger als einer halben Armlänge, nämlich in 30 cm Abstand von den meisten Geräten, wird der Grenzwert von 100 Mikrottesla deutlich unterschritten. Für kürzere Zeiten und lokal begrenzt sind bis zu 1000 Mikrottesla akzeptabel. Es gibt große Unterschiede der Emissionen bei verschiedenen Geräteherstellern.

#### Herausgeber:

Bundesamt für Strahlenschutz  
 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
 Postfach 10 01 49  
 38201 Salzgitter  
 Telefon: 05341/8 85-1 30  
 Telefax: 05341/8 85-1 50  
 Internet: <http://www.bfs.de>  
 Bildmaterial, Grafik: BfS

Gedruckt auf Recycling-Papier



**BfS** Bundesamt für Strahlenschutz

