



Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

Elektrische und magnetische Felder im Alltag

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 103. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 18. April 1991

Veröffentlicht in: – Bundesanzeiger Nr. 144 vom 06. August 1991
– Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 24

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	3
2	Elektrische und magnetische Felder mit Netzfrequenz	3
3	Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen	
3.1	Akute Wirkungen	4
3.2	Spätwirkungen	5
3.3	Beeinflussung von Herzschrittmachern	5
4	Grenzwerte.....	6
5	Zusammenfassende Bewertung der Wirkungen durch elektrische und magnetische Felder im Alltag	7

1 Einführung

In weiten Teilen der Bevölkerung werden gesundheitsschädigende Wirkungen durch elektrische und magnetische Felder befürchtet. Diskutiert werden vor allem Berichte, in denen ein Zusammenhang zwischen Feldwirkungen und dem Auftreten von Kopfschmerzen, Erschöpfungszuständen, Allergien, Erbschäden oder Krebs hergestellt wird.

Die vielfältigen elektrischen und magnetischen Felder in der technischen Umwelt unseres Alltags werden oft als "Elektrosmog" bezeichnet. Dieser bildhafte Begriff bedarf allerdings einer genauen Spezifikation, da Feldwirkungen nach Frequenzbereich und Feldstärke unterschiedlich sind und zudem andersartige Wirkungsmechanismen als bei dem durch chemische Substanzen verursachten Smog vorliegen. In den Medien tauchen darüber hinaus Begriffe wie Elektrostreß oder Elektrosensibilität auf. Angesprochen sind hierbei Wirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern mit einer Frequenz von 50 Hz in der Nähe von Elektroinstallationen, elektrischen Haushaltsgeräten oder Hochspannungsfreileitungen.

Die vorliegende Empfehlung der Strahlenschutzkommission gibt einen Überblick über die im Alltag auftretenden elektrischen und magnetischen Feldstärken, beschreibt mögliche biologisch-medizinische Wirkungen und bewertet die Einführung neuer Sicherheitsnormen.

2 Elektrische und magnetische Felder mit Netzfrequenz

Bei den im Haushalt üblichen Betriebsspannungen von 220 oder 380 Volt entstehen elektrische Felder mit Feldstärken von etwa 10 Volt pro Meter (V/m). Diese sind auch dann vorhanden, wenn keine Geräte eingeschaltet sind, d.h., wenn kein Strom fließt. An der Oberfläche einzelner Geräte (z.B. Elektroherde oder Heizdecken) können Feldstärken von 500 V/m erreicht werden.

Hochspannungsfreileitungen mit Betriebsspannungen zwischen 110 und 380 Kilovolt (kV) erzeugen in der Nähe des Erdbodens elektrische Felder mit Feldstärken von 1 bis 10 kV/m. Bei in der Erde verlegten Kabeln ist das elektrische Feld so weit abgeschirmt, daß es an der Erdoberfläche nicht mehr wirksam wird. Hauswände können die Feldstärken elektrischer Felder um bis zu 90 % reduzieren.

Magnetische Felder treten dann auf, wenn elektrischer Strom fließt. Im Gegensatz zu elektrischen Feldern lassen sich diese in der Praxis nicht abschirmen. Direkt an der Oberfläche von elektrischen Haushaltsgeräten können magnetische Feldstärken bis zu 800 Ampere pro Meter (A/m), entsprechend einer magnetischen Flußdichte von 1 Millitesla (mT), auftreten. Diese vermindern sich in einem Abstand von beispielsweise 30 cm auf Werte unter 30 A/m. Zum Vergleich: Das natürliche, statische Magnetfeld der Erde beträgt etwa 40 A/m.

Unter Freileitungen treten in Bodennähe bei höchstmöglichem Betriebsstrom magnetische Feldstärken bis etwa 25 A/m auf. Auch bei in der Erde verlegten Kabeln liegt die magnetische Feldstärke in diesem Bereich. In unmittelbarer Nähe von Kabelverteilerschränken wird ein Spitzenwert von etwa 600 A/m erreicht. Dieser Wert beträgt im Abstand von ein bis zwei Metern weniger als 25 A/m.

Durch den Betrieb der Elektromotoren von Lokomotiven, S- und Straßenbahnzügen können an der Bahnsteigkante oder im Zug Magnetfeldstärken bis zu etwa 40 A/m auftreten.

3 Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen

3.1 Akute Wirkungen

Ist der Mensch einem elektrischen Wechselfeld ausgesetzt, so erfolgt eine mit der Frequenz wechselnde Ladungsumverteilung im Körper. Die Folgen sind mit der Frequenz wechselnde elektrische Ladungen an der Körperoberfläche und elektrische Ströme innerhalb des Körpers.

Bei hinreichend hohen Feldstärken führen Oberflächenladungen zu wahrnehmbaren Oberflächeneffekten wie Bewegung von Körperhaaren oder Bildung von Funken zwischen Haut und Kleidung. Die Schwellenwerte der Wahrnehmung können von Person zu Person verschieden sein. Eine Feldstärke von 1 kV/m wird von etwa 1 bis 3 % der Versuchspersonen infolge von Vibrationen der Körperhaare wahrgenommen, 10 kV/m von etwa 20 bis 55 % der Versuchspersonen. Die Wahrnehmung elektrischer Felder durch Bewegung von Körperhaaren, Funkenentladungen und Spüren von Entladeströmen sowie von Magnetfeldern durch visuelle Flimmererscheinungen wird gelegentlich als Belästigung und Beeinträchtigung des Wohlbefindens empfunden.

Die im Körper durch elektrische oder magnetische Felder induzierten Ströme können in Abhängigkeit von der Stromdichte, gemessen in Milliampere pro Quadratmeter (mA/m^2), biologische Wirkungen hervorrufen.

Unterhalb von 1 mA/m^2 sind keine wissenschaftlich abgesicherten biologischen Wirkungen bekannt. Solche Stromdichten können im Organismus durch elektrische Felder von mehr als etwa 2 kV/m oder durch magnetische Wechselfelder von über etwa 50 A/m erzeugt werden.

Laborversuche mit Zellkulturen wie auch mit Nagetieren haben ergeben, daß bei Stromdichten oberhalb von 1 mA/m^2 vorübergehende zellbiologische Effekte auftreten können. Entsprechende Beobachtungen beziehen sich auf zumeist marginale Veränderungen von Zellproliferation, Nukleinsäuresynthese, Membranfunktionen, Ionenverteilungen oder Hormonspiegeln. Für den Gesamtorganismus liegen keine Hinweise auf langfristige Wirkungen vor. Versuche mit Freiwilligen, die zwischen drei Stunden und einer Woche elektrischen Feldern bis zu 20 kV/m ausgesetzt wurden, erbrachten ebenfalls keine Hinweise auf statistisch gesicherte Wirkungen. Untersucht wurden Reaktionszeiten auf akustische und optische Reize, psychologische Faktoren, EEG, EKG, Blutdruck, Pulsfrequenz, Körpertemperatur, hämatologische Parameter, biochemische Eigenschaften des Harns sowie Enzymfunktionen und Stoffwechselfaktoren.

Akute Gefahren für die Gesundheit durch Störung von Nerven-, Muskel- und Herzfunktionen treten erst bei Körperstromdichten im Bereich von 100 mA/m^2 - 1000 mA/m^2 auf. Elektrische und magnetische Felder, die im Körper derart hohe Stromdichten erzeugen, kommen im Alltag nicht vor.

Als indirekte oder mittelbare Feldwirkung wird eine Reihe von Erscheinungen bezeichnet, die aus dem Alltagsleben durchaus bekannt sind. Beim Annähern an leitfähige Gegenstände in

einem elektrischen Feld oder beim Berühren derselben können je nach Größe und Anordnung Entladungsströme durch den Körper fließen. Solche Effekte sind auch durch statische Aufladungen ohne ein direktes Einwirken elektrischer Felder möglich. Man bezeichnet sie allgemein als "Elektrisierung". Bekannte Beispiele hierfür sind Entladungsströme an Kraftfahrzeugen oder an Türgriffen nach dem Begehen isolierender Bodenbeläge, die einen schmerzhaften Funkenüberschlag verursachen können.

Die Wahrnehmungsschwelle für Funkenentladungen hängt von der Empfindlichkeit der betroffenen Körperstelle ab. Die Stärke der Empfindung ist umso größer, je größer das leitfähige Objekt und die herrschende Feldstärke ist. In elektrischen Feldern, z.B. unter einer Hochspannungsleitung, können unter ungünstigen Umständen Elektrisierungen bereits bei Feldstärken von ca. 0,5 kV/m wahrgenommen werden.

Die im Alltag durch indirekte Wirkungen hervorgerufenen Effekte werden nicht als gesundheitsgefährdend angesehen, können aber als Belästigung oder Schmerz empfunden werden.

3.2 Spätwirkungen

Obwohl bisher weder Dosiswirkungsbeziehungen noch Induktionsmechanismen für die Karzinogenese durch elektrische oder magnetische Felder bekannt sind, wurde von verschiedenen Autoren eine promovierende Wirkung bei der Krebsentstehung diskutiert. Insbesondere gaben epidemiologische Studien in Nordamerika und Schweden Anlaß zu Vermutungen, daß eine langdauernde Exposition durch Magnetfelder, wie sie im Alltag vorkommen, die Entstehung von Krebs und Leukämie fördert. Dem stehen jedoch Negativbefunde gegenüber. Wegen der großen statistischen Streubreite konnte aus keiner dieser Untersuchungen ein eindeutiger Zusammenhang abgeleitet werden. In den meisten Studien bestanden Unzulänglichkeiten bei der Abgrenzung von Begleitfaktoren sowie bei der Auswahl der Kontrollkollektive. Auch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Internationale Strahlenschutzassoziation (IRPA) sehen einen solchen Zusammenhang nicht als erwiesen an. Zur endgültigen Abklärung der Frage nach Spätwirkungen durch elektrische oder magnetische Felder erscheint jedoch, auch im Hinblick auf Kombinationswirkungen, weitere Forschungsarbeit notwendig.

3.3 Beeinflussung von Herzschrittmachern

Bei etwa 170.000 Patienten in der Bundesrepublik wird der Herzschlag mit Hilfe von implantierten elektronischen Herzschrittmachern überwacht, um im Falle eines ausbleibenden Herzschlages eine Kontraktion durch einen elektrischen Impuls auszulösen. Werden nun in den Kreis, den die Elektrode zwischen dem Herzzinneren und dem im oberen Brustkorbbereich implantierten Gerät bildet, durch elektromagnetische Felder Signale eingekoppelt, kann dies zu einer Beeinflussung des Schrittmachers führen. Die Palette der Auswirkungen reicht von einer unbedeutenden einmaligen Intervallverlängerung bis hin zu "Stolperrhythmen", wenn zum Eigenrhythmus noch der des Herzschrittmachers hinzu kommt. Eine Lebensgefährdung durch eine Störbeeinflussung ist extrem selten. Sie wurde bisher nur beim Zusammentreffen von mehreren ungünstigen Konstellationen beobachtet.

Eine Störbeeinflussung kann durch magnetostatische Felder von mehr als 240 A/m oder durch 50 Hz-Wechselfelder von mehr als 16 A/m bzw. 2,5 kV/m hervorgerufen werden. Auch wenn diese Werte, vor allem im Nahbereich von Magnetfeldern im Haushalt oder Betrieb, überschritten werden können, erwächst daraus für den Schrittmacherpatienten bei den im Alltag üblichen

Tätigkeiten keine Gefahr. Als Regel kann gelten, daß ein Abstand zwischen felderzeugendem Gerät (einschließlich Mikrowellen-Gerät) und Herzschrittmacher von 30 cm und mehr eine Beeinflussung ausschließt.

Mittlerweile ist das Problem der möglichen Beeinflussung von Herzschrittmachern bekannt. Dies hat dazu geführt, daß an Geräten oder Installationen, von denen eine Beeinträchtigung von Herzschrittmachern ausgehen kann, Warnhinweise oder Schutzzäune angebracht wurden. Zur Beunruhigung für Schrittmacherpatienten besteht kein Anlaß.

4 Grenzwerte

Grenzwerte zum Schutz von Personen bei Einwirkung elektromagnetischer Felder werden in der Bundesrepublik in DIN-VDE-Normen festgelegt. Da die am Arbeitsplatz oder im Alltag auftretenden elektrischen und magnetischen Felder aufgrund der bisher vorliegenden Erkenntnisse nicht eindeutig mit Spätwirkungen (Krebs) in Verbindung gebracht werden können, beziehen sich die vorgeschlagenen Grenzwerte auf akute Wirkungen (vgl. 3.1: Akute Wirkungen).

In der Norm DIN VDE 0848 Teil 4, Oktober 1989, sind Sicherheitsgrenzwerte für beruflich Exponierte und für die Gesamtbevölkerung festgelegt. Danach dürfen bei einer Frequenz von 50 Hz elektrische Felder 20 kV/m und magnetische Felder 4000 A/m nicht überschreiten. Diese Grenzwerte schließen induzierte Stromdichten für den Kopf bzw. das Herz von mehr als 10 mA/m² aus.

Derzeit werden niedrigere Grenzwerte für die Bevölkerung diskutiert, welche die besondere Schutzbedürftigkeit empfindlicher Personengruppen, die Möglichkeit dauernder Feldeinwirkungen sowie die unfreiwillige und unwissentliche Einwirkung auf Personen berücksichtigen sollen. Die Strahlenschutzkommission empfiehlt unter dem Aspekt der Vorsorge eine Orientierung an den Grenzwertempfehlungen der IRPA. Mit diesen Grenzwertempfehlungen für die Gesamtbevölkerung werden auch gleichzeitig erhebliche Belästigungen durch direkte akute und indirekte Wirkungen ausgeschlossen, die bisher wie bei den beruflich in elektrischen und magnetischen Feldern Exponierten als akzeptabel galten. Die Grenzwertempfehlungen der IRPA basieren auf der Begrenzung von Körperstromdichten, die durch elektrische oder magnetische Wechselfelder im Organismus erzeugt werden können. Dabei sollen für den Daueraufenthalt von Personen der Bevölkerung elektrische Körperstromdichten von 1 bis 2 mA/m² nicht überschritten werden. Hieraus leiten sich die Grenzwerte von 5 kV/m für die elektrische und von 80 A/m für die magnetische Feldstärke ab. Die Strahlenschutzkommission weist darauf hin, daß Meßgeräte für elektrische und magnetische Felder bei den Elektrizitätswerken zur Verfügung stehen, mit deren Hilfe die Einhaltung der Grenzwerte überprüft werden kann.

Der Strahlenschutzkommission ist bekannt, daß die Festlegung der Grenzwerte auf die Wirkungen nur eines Umwelteinflusses zugeschnitten ist. Das mögliche Zusammenwirken mit anderen physikalischen Einflüssen, chemischen Noxen oder biologischen Faktoren bleibt dabei unberücksichtigt. Darüber hinaus ist bekannt, daß bei empfindlichen Personen elektrische Felder auch unterhalb der Grenzwerte als Belästigung und Beeinträchtigung des Wohlbefindens empfunden werden können. Langfristige Gesundheitsschäden sind jedoch nicht bekannt.

5. Zusammenfassende Bewertung der Wirkungen durch elektrische und magnetische Felder im Alltag

Nach dem derzeitigen Stand der Forschung besteht kein nachweisbarer Zusammenhang zwischen einer Einwirkung von elektrischen oder magnetischen Feldern im Alltag und dem Auftreten von Kopfschmerzen, Übererregung, Erschöpfungszuständen, Allergien oder Spätwirkungen wie Erbschäden und Krebs. Die aus epidemiologischen Untersuchungen abgeleiteten Hinweise auf eine Krebs- oder Leukämieinduktion durch Stromversorgungssysteme haben wegen methodischer Mängel keine hinreichende Beweiskraft. Andererseits kann angesichts fehlender Kenntnisse über entsprechende Wirkungsmechanismen die Möglichkeit einer Induktion oder Promotion von Spätwirkungen nicht prinzipiell ausgeschlossen werden. Durch weitere Forschungsarbeit sollte die Bedeutung experimentell festgestellter Kurzzeiteffekte (z.B. Änderung der Ionenverteilung, Membranfunktion, Zellproliferation) sowie die Möglichkeit von Wirkungen in "Reaktionsfenstern" (bei bestimmten Feldstärken, Frequenzen oder Wellenformen) auch im Hinblick auf eine Auslösung von Spätwirkungen weiter abgeklärt werden. Hinsichtlich der im Alltag vorherrschenden elektrischen und magnetischen Felder sprechen alle bisher vorliegenden Kenntnisse und Erfahrungen gegen gesundheitsschädigende Wirkungen.