

# Strahlentelex mit ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

10. Jahrgang / Nr. 3

nova-Institut

März 2004

## Verbraucherinformation

### EMF-Belastung an Büroarbeitsplätzen (Teil 1: Niederfrequente Magnetfelder)

**Die Anzahl der Quellen elektromagnetischer Exposition an Büro-Arbeitsplätzen ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Wie Untersuchungen des nova-Instituts an vielen Arbeitsplätzen gezeigt haben, lassen sich die Belastungen jedoch häufig durch sinnvolle Platzierung und sachgemäße Benutzung der Bürogeräte vermeiden oder erheblich reduzieren.**

Die Ausstattung von Büroarbeitsplätzen hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt und unterliegt hinsichtlich der elektromagnetischen Expositionen im Niederfrequenzbereich als auch im Hochfrequenzbereich weiterhin großen Veränderungen. Während noch vor einigen Jahren elektrische Schreib- und Rechenmaschinen sowie erste Computergenerationen die hauptsächlichen Quellen niederfrequenter Magnetfelder an Arbeitsplätzen darstellten, ist heute durch den Einsatz einer immer größeren Zahl von elektronischen Geräten die Anzahl der Quellen gestiegen. Dies gilt ebenso für die jüngste Entwicklung der Expositionen im Hochfrequenzbereich durch Handys, schnurlose Telefone nach dem DECT-Standard, Funk-Netzwerke, etc.

Im Folgenden werden die wichtigsten Quellen niederfrequenter Magnetfelder an Büroarbeitsplätzen aufgeführt, die Höhe der durchschnittlichen Magnetfelder (vgl. Tab. 1) sowie Reduktionsmöglichkeiten beschrieben. Die nachfolgend empfohlenen Mindestabstände beziehen sich immer auf die Einhaltung der Vorsorgeempfehlung des nova-Instituts von  $0,2 \mu\text{T}$ .

In der nächsten Ausgabe des Elektrosmog-Reports werden die hochfrequenten Expositionen am Arbeitsplatz behandelt.

#### Computer

Das wichtigste Arbeitsgerät im Büro ist inzwischen der Computer einschließlich Monitor und Drucker. Vor allem bei den Computermonitoren hat in den letzten Jahren eine erstaunlich positive Entwicklung stattgefunden. Bei allen vom nova-Institut untersuchten Geräten wird im Abstand von 30 cm von der Frontseite die schwedische Bildschirnorm von  $0,2 \mu\text{T}$  eingehalten (vergleiche Kasten). Von den eigentlichen Computergehäusen gehen im Allgemeinen keine weitreichenden Magnetfelder aus. Die Magnetfeldverteilung auf der Gehäuseoberfläche ist sehr inhomogen und je nach Hersteller deutlich unterschiedlich. Ohne nähere Kenntnis über die Einzelgeräte kann als Faustregel empfohlen werden,

- wenn der Computer auf dem Schreibtisch steht, sollte mindestens der gleiche Abstand eingehalten werden wie beim Monitor,
- wenn der Computer unter dem Schreibtisch steht, sollte ein Mindestabstand zum Körper von ca. 20 cm eingehalten werden. Besser ist eine Platzierung seitlich neben dem Schreibtisch.

#### PC-Lautsprecher

Hier interessieren hauptsächlich Lautsprecherboxen mit eingebautem Verstärker, von denen im Wesentlichen zwei Gerätearten im Einsatz sind: Boxen mit internem Netzteil, d.h. eingebautem Transformator und Geräte, bei denen der Transformator im Steckernetzteil eingebaut ist. Da die wesentlichen Magnetfelder vom Transformator ausgehen und das Steckernetzteil im Allgemeinen viel weiter vom Benutzer entfernt ist, sollten die Boxen entweder mindestens 50 cm vom Benutzer entfernt aufgestellt werden oder es sollten Geräte mit externem Steckernetzteil (siehe unten) zum Einsatz kommen.

#### Drucker

Die von Druckern und ähnlichen Zusatzgeräten ausgehenden Magnetfelder sind meist kleinräumig. Ein Körperabstand von 20 cm ist im Allgemeinen ausreichend, um die Vorsorgeempfehlungen einzuhalten.

#### Elektrische Schreibmaschinen

In der Nähe der meisten dieser Maschinen zeigen sich in eingeschaltetem Zustand stark erhöhte Felder. Bei einigen Modellen bleiben die erhöhten Felder selbst in ausgeschaltetem Zustand erhalten und können nur durch Trennung vom Netz beseitigt werden. Da jedoch elektrische Schreibmaschinen inzwischen kaum mehr für Dauerarbeiten genutzt werden, sollte unbedingt darauf geachtet werden, die Maschinen nur bei Benutzung einzuschalten. Bei Maschinen, die auch im ausgeschalteten Zustand Felder erzeugen, hilft nur, sie bei Nichtbenutzung vom Netz zu trennen oder auf einem Seitentisch in ausreichender Entfernung vom Dauerarbeitsplatz aufzustellen.

#### Elektrische Rechenmaschinen

Elektrische Rechenmaschinen sind noch relativ häufig an Arbeitsplätzen anzutreffen. Sie haben im eingeschalteten Zustand relativ hohe Felder und sollten daher bei Nichtbenutzung möglichst im

#### Weitere Themen

##### Magnetfelder und Chromosomenschäden, S. 3

Deutsche Wissenschaftler fanden DNS-Schäden im Gehirn von Mäusen bei Flussdichten oberhalb der ges. Grenzwerte.

##### BGH stärkt Mobilfunkgrenzwerte, S. 3

Aktuelles Urteil des Bundesgerichtshofes weist Klage gegen Mobilfunksendeanlage zurück.

hinteren Schreibtischbereich in ca. 30 cm Entfernung platziert oder ausgeschaltet werden.

## Steckernetzteile

Steckernetzteile haben an der Oberfläche hohe Felder. Hier sollte allgemein – ohne Kenntnis des Einzelgerätes – darauf geachtet werden, einen Abstand von 40 bis 50 cm einzuhalten.

## Höhenverstellbare Arbeitstische

Bei den vom nova-Institut untersuchten höhenverstellbaren Ablagetischen befindet sich unmittelbar unterhalb der Tischoberfläche die Antriebseinheit zur Höhenverstellung. Hierin befindet sich sowohl der Antriebsmotor als auch ein Transformator zur Speisung des Motors. Dieser Transformator ist permanent mit dem Stromnetz verbunden und erzeugt daher ständig ein Magnetfeld unabhängig davon, ob der Tisch gerade verstellt wird oder nicht. Im Ruhezustand wurden in Tischmitte Magnetfelder bis  $12 \mu\text{T}$  gemessen und in typischer Sitzposition des Benutzers noch  $0,6 \mu\text{T}$ . Zur Reduzierung der Magnetfelder wird empfohlen, einen Schalter in das Zuleitungskabel der Antriebseinheit einbauen zu lassen.

## Beleuchtung

Die allgemeine Raumbeleuchtung ist unabhängig von der eingesetzten Beleuchtungstechnik bzgl. der EMF-Exposition unbedenklich. Vermieden werden sollten allerdings Niedervolt-Halogen-Lampen-Installationen, bei denen zwei Leiterseile aus ästhetischen Gründen in großem Abstand geführt werden, da hierdurch großräumige Magnetfelder verursacht werden.

Bei den Arbeitsplatzleuchten ist eine gewisse Sorgfalt angebracht. Unproblematisch bzgl. der EMF-Exposition sind Leuchten mit 230-Volt-Glühlampen. Beim Einsatz von Energiesparlampen sollte

**Tab. 1: Beispiele von Magnetfeldern typischer Bürogeräte**

Gerät	Abstand	Magnetfeld
Kopierer (in Betrieb)	0 cm	bis $1,0 \mu\text{T}$
	40 cm	$0,2 \mu\text{T}$
Frankiermaschine	Bedienposition	bis $0,3 \mu\text{T}$
	Einfüllbereich	bis $1,8 \mu\text{T}$
Bindemaschine	Bedienposition	$2,0 \mu\text{T}$
Aktenvernichter (in Betrieb)	15 cm	bis $20 \mu\text{T}$
	30 cm	bis $2,5 \mu\text{T}$
Rechenmaschine (2003)	0 cm	bis $1,8 \mu\text{T}$
	30 cm	$0,2 \mu\text{T}$
elektrische Schreibmaschine	0 cm	$3,4 \mu\text{T}$
	10 cm	$1,0 \mu\text{T}$
	30 cm	$0,4 \mu\text{T}$
	50 cm	$0,2 \mu\text{T}$
Drucker in verschiedenen Positionen	Frontseite	$< 0,1 \mu\text{T}$
	Oberseite	bis $0,3 \mu\text{T}$
	Rückseite 0 cm	$6,5 \mu\text{T}$
PC-Monitor	20 cm	$< 0,2 \mu\text{T}$
	0 cm	$1,3 \mu\text{T}$
	30 cm	$< 0,2 \mu\text{T}$
PC-Lautsprecher mit Trafo	typ. Kopfposition	$0,06 \mu\text{T}$
	0 cm	$22 \mu\text{T}$
	30 cm	$0,3 \mu\text{T}$
PC-Lautsprecher ohne Trafo	40 cm	$< 0,2 \mu\text{T}$
	0 cm	$< 0,1 \mu\text{T}$
Geldscheinprüfgerät	0 cm	$> 20 \mu\text{T}$
	20 cm	$2,3 \mu\text{T}$
	40 cm	$0,5 \mu\text{T}$
	70 cm	$< 0,2 \mu\text{T}$

auf einen Mindestkörperabstand von 20 cm geachtet werden. Bei Niedervolt-Halogen-Lampen ist stets ein Transformator erforderlich, der häufig im Fuß der Leuchte angebracht ist. Von diesen

## PC-Monitore im Wandel

In der Anfangszeit der Computernutzung in Büros wurden meist relativ kleine Bildschirme verwendet, die häufig für ihre Benutzer eine recht hohe Magnetfeldexposition bewirkten, da bei ihrer Konstruktion die entstehenden Magnetfelder nicht berücksichtigt worden waren. Außerdem arbeiteten diese Bildschirme häufig mit zu kleinen Bildwiederholfrequenzen, was zu einem störend wahrnehmbaren Bildflimmern führte.

Mit größer werdenden Bildschirmen stieg zunächst auch die Magnetfeldexposition, bis dies Anfang der 90er Jahre – zunächst von schwedischen Arbeitsschützern und Gewerkschaften – als Problem erkannt wurde. Kurz nach der Formulierung der sog. „schwedischen Bildschirnormen“, die sich pragmatisch an der technischen Machbarkeit orientierten, waren am Markt praktisch nur noch Bildschirme erhältlich, die diese Normen einhielten, so dass folglich die Magnetfeldexposition eines typischen PC-Benutzers erheblich zurück ging. Nebenbei wurde die Bildwiederholfrequenz erhöht, so dass Probleme mit flimmernden Bildschirmen vermieden wurden und von einem Bildschirmarbeitsplatz im Allgemeinen keine wesentlichen Belästigungen ausgingen.

Andererseits zeigte sich eine zunehmende Empfindlichkeit der PC-Bildschirme auf externe Magnetfelder, die sich in einer zitternden Bildarstellung bemerkbar machen. Die Empfindlichkeit gegenüber externen Magnetfeldern ist eine prinzipbedingte Eigenschaft aller Darstellungsgeräte mit Bildröhre (Kathodenstrahlröhre, Braunsche Röhre) und wächst mit der Größe der Röhre, das heißt große Bildschirme sind stärker betroffen als kleine. Der Effekt ist zum Beispiel an auf Bahnsteigen installierten (fernseherähnlichen) Anzeigegeräten gut zu beobachten, an denen je nach momentaner Stärke des durch den Bahnstrom verursachten Magnetfeldes zitternde Bilder mit Auslenkungen bis in den Zentimeterbereich auftreten. An Computermonitoren wird bereits ein Bildzittern mit erheblich kleineren Auslenkungen als sehr störend empfunden. An modernen hochauflösenden Computerbildschirmen bewirkt schon ein Zittern um Bruchteile eines Millimeters einen deutlich wahrnehmbaren Effekt, der beim Betrachter bereits nach kurzer Zeit zu erheblichen Kopfschmerzen führen kann.

So haben sich (Röhren-)Computerbildschirme von ursprünglich Magnetfeldquellen mittlerweile eher zu Magnetfelddetektoren entwickelt, mit denen eine Magnetfeldbelastung des Arbeitsplatzes entdeckt werden kann, die ihre Ursache z.B. in Bahntrassen, Hochspannungsleitungen oder auch hausinternen Quellen (vornehmlich im industriellen Umfeld) haben kann. Wegen des dadurch verursachten Bildzitterns und der resultierenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen wurden dann teilweise Arbeitsplätze abgeschirmt oder in magnetfeldärmere Gebäudebereiche verlagert und so auch die unmittelbare Magnetfeldbelastung (ohne Umweg über das Bildzittern) verringert.

Mit der aktuell zunehmenden Verbreitung kostengünstiger TFT-Flachbildschirme steht nunmehr eine Bildschirmtechnologie zur Verfügung, die kaum eigene Felder erzeugt und andererseits unempfindlich gegen externe Felder ist und daher keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen am Arbeitsplatz erwarten lässt.

Es ist allerdings anzumerken, dass wegen der ungestörten Einsatzmöglichkeit auch an magnetfeldbelasteten Arbeitsplätzen erheblich weniger Veranlassung gesehen wird, die Arbeitsplätze von externen Magnetfeldern frei zu halten und daher die Magnetfeldbelastung von Büroarbeitsplätzen zum Beispiel in der Nähe von Bahntrassen durchaus wieder steigen kann und langfristig Gesundheitsschäden durch die Einwirkung der Magnetfelder auf den Menschen verursachen könnte.

Transformatoren sollte ein Mindestabstand von ca. 50 cm eingehalten werden, d.h. der Fuß einer solchen Leuchte sollte im hinteren Schreibtischbereich stehen. Der Lampenkopf ist hingegen unbedenklich.

### Elektrische Kleingeräte

In den vom nova-Institut untersuchten Büros waren eine Vielzahl von Kleingeräten in Betrieb, die individuell von den Mitarbeitern eingesetzt werden und teilweise hohe Felder verursachen. Dies sind zum Beispiel Radiowecker, Tischspringbrunnen, Radios, Leuchten, elektrische Uhren, Geldscheinprüfgeräte, etc. Diese Geräte haben meist eingebaute Transformatoren, von denen häufig in unmittelbarer Nähe hohe Magnetfelder ausgehen. Ebenso wie bei den Kleintransformatoren in Steckernetzteilen (siehe oben) sollte auch bei den eingebauten Transformatoren vorsichtshalber ein Mindestabstand von 40 bis 50 cm eingehalten werden.

### Großräumige Magnetfelder

Neben der Belastung durch externe Magnetfelder (Hochspannungsleitungen, Bahntrassen usw. s. auch Kasten PC-Bildschirme) besteht vor allem in großen Bürogebäuden oder Büros in Industriegebäuden die Möglichkeit einer durch die hausinterne Stromversorgung verursachten großräumigen Magnetfeldbelastung. Die Qualität der hausinternen Stromversorgung gewinnt in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung, da in modernen Büros häufig Situationen vorliegen, in denen der wesentliche Stromverbrauch durch Schaltnetzteile (z.B. in Computern, Energiesparlampen, sog. „elektronischen Transformatoren“) verursacht wird und immer weniger durch „klassische“ Stromverbraucher wie Glühlampen, Heizgeräte und Geräte mit normalen Transformatoren oder Elektromotoren.

Die herkömmliche Strategie, durch möglichst gleichmäßige Auslastung der drei Phasen des Drehstromnetzes großräumige Magnetfelder zu vermeiden, wird in dieser Situation zunehmend wirkungslos. In durch Schaltnetzteile dominierten Verbrauchssituationen erlangt die – leider nur selten realisierte – strikte Trennung von Nullleiter N und Schutzleiter PE zentrale Bedeutung nicht nur zur Vermeidung großräumiger Magnetfelder, sondern auch für den störungsfreien Betrieb von DV-Netzwerken usw.

Hier soll nur der Vollständigkeit halber auf diese Problematik hingewiesen werden, da die Belastungen durch großräumige Magnetfelder weitestgehend von den örtlichen Verhältnissen abhängen und ggf. durch eine Messung vor Ort untersucht werden müssen.

### Zusammenfassung

An Büroarbeitsplätzen existiert eine Anzahl Quellen elektromagnetischer Exposition. Wie Untersuchungen des nova-Instituts gezeigt haben, lassen sich die meisten Belastungen bei sinnvollem Umgang vermeiden oder erheblich reduzieren. Darüber hinaus sind viele Arbeitsplätze mit einer individuellen Zusatzausstattung an Elektrogeräten versehen, die ebenfalls in unmittelbarer Nähe durchaus hohe Magnetfelder erzeugen. Bei den meisten Geräten genügt es, die oben genannten Abstände einzuhalten, um die Belastungen stark zu reduzieren. Bei Geräten, wo dies nicht möglich ist (z.B. Kopierer, elektrische Schreibmaschinen, Geldscheinprüfgeräte) sollte auf kurze Bedienzeiten geachtet werden.

Da viele Belastungen durch Unkenntnis entstehen, ist eine entsprechende Schulung der Sicherheitsbeauftragten in den Betrieben bzw. eine allgemeine Mitarbeiterschulung zur EMF-Exposition am Arbeitsplatz zu empfehlen.

**Monika Bathow und Peter Nießen**

## Experimentelle Studien

# Magnetfelder und Chromosomenschäden

**Zu Beginn dieses Jahres wurden Ergebnisse zweier Studien veröffentlicht, die eine mögliche Schädigung der Erbsubstanz durch niederfrequente Magnetfelder untersucht haben. Deutsche Wissenschaftler fanden nach starker und lang andauernder Exposition DNS-Schäden in Zellen des Choroid-Plexus im Gehirn von Mäusen. Eine italienische Arbeitsgruppe beobachtete dagegen keine Auswirkungen auf die DNS von Blutzellen. In beiden Fällen waren deutlich über den gesetzlichen Grenzwerten liegende Flussdichten verwendet worden.**

Wissenschaftler des Instituts für Anatomie und Zellbiologie der Universität Aachen hatten die Auswirkungen eines niederfrequenten 50-Hertz-Magnetfeldes auf die genetische Substanz von Mäusen untersucht (Schmitz et al. 2004). Die Exposition mit einem 1,5 Millitesla starken Feld dauerte 8 Wochen. Danach wurden die Mäuse getötet und die DNS von Nieren- und Gehirnzellen untersucht. Einzig im Bereich der Epithelialzellen des Choroid-Plexus wurden signifikante Veränderungen gefunden. Der Choroid-Plexus produziert die Flüssigkeit, die je nach Lokalisation als Gehirn- oder als Rückenmarksflüssigkeit bezeichnet wird. Die Forscher schließen aus ihrem Experiment, dass „durch eine Exposition mit einem lang andauernden und starken Magnetfeld DNS-Schäden im Zellkern“ entstehen können. In der Tatsache, dass nur Epithelzellen des Choroid-Plexus geschädigt wurden, sehen die Wissenschaftler einen Hinweis, dass die Magnetfelder möglicherweise den Eisen-transport durch die Blut-Hirn-Schranke beeinflussen können. Ein solcher Mechanismus sei aber bisher nicht untersucht.

Eine italienische Arbeitsgruppe aus Rom untersuchte die Wirkung eines niederfrequenten Feldes auf menschliche Blutzellen (Stronati et al. 2004). Diese wurden 2 Stunden lang einem 50-Hertz-Feld einer Magnetfeldstärke von 1 Millitesla ausgesetzt. Dabei ließen sich mittels verschiedener etablierter Verfahren keine Schädigungen der Erbsubstanz ermitteln. Die Forscher fanden unter der EMF-Exposition allerdings eine geringfügige, jedoch signifikante Abnahme der Zellvermehrung.

Die Diskussion um eine mögliche Erbschädigung durch elektromagnetische Felder wurde durch zwei Studien von Forschern der Universität von Washington in Seattle ausgelöst, nach denen sowohl gepulste hochfrequente Strahlung (Lai & Singh 1995) als auch niederfrequente Felder (Lai & Singh 1997) DNA-Einzelstrangbrüche in Gehirnzellen von Ratten verursachten. Die Flussdichten des niederfrequenten 60-Hertz-Magnetfeldes betragen damals 0,1, 0,25 und 0,5 Millitesla, die SAR des mit 500 Hertz gepulsten hochfrequenten 2.450 Megahertz-Feldes 0,6 und 1,2 Watt/kg. Unter allen Bedingungen hatten die Forscher eine Zunahme von Einzelstrangbrüchen festgestellt. Allerdings war das verwendete Verfahren zur Messung der DNS-Brüche kritisiert und die Ergebnisse der Studie in Frage gestellt worden.

**Franjo Grotenhermen**

### Literatur:

1. Lai H, Singh NP. Acute exposure to a 60 Hz magnetic field increases DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 1997;18(2):156-65.
2. Lai H, Singh NP. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 1995;16(3):207-10.
3. Schmitz C, Keller E, Freuding T, Silny J, Korr H. 50-Hz magnetic field exposure influences DNA repair and mitochondrial DNA synthesis of distinct cell types in brain and kidney of adult mice. *Acta Neuropathol (Berl)* 2004;107(3):257-64.