



WISSENSCHAFTSLADEN BONN

# Elektrosmog-Ratgeber Büroarbeitsplatz



Wie Sie Ihre elektromagnetische Feldbelastung  
im Büro senken können

## I. Was ist Elektromog?

Unter Elektromog versteht man die durch technische Einrichtungen und Geräte erzeugten elektromagnetischen Felder, Wellen und Strahlen. Genau genommen unterscheidet man im wesentlichen drei unterschiedliche Arten von Elektromog: niederfrequente elektrische Felder, niederfrequente magnetische Felder sowie hochfrequente elektromagnetische Wellen (Strahlung). Bei großen Intensitäten verursachen sie akute gesundheitliche Störungen. Durch Grenzwerte und Normen ist jedoch sichergestellt, dass Belastungen mit akuten Wirkungen ausgeschlossen sind. Die Normen und Grenzwerte berücksichtigen nicht die möglichen Gesundheitsrisiken durch langfristige Einwirkung von Elektromog. Zum Schutz vor den noch unzureichend erforschten gesundheitlichen Wirkungen schwacher aber ständig einwirkender elektromagnetischer Felder sind weitergehende Schutzmaßnahmen sinnvoll.

In den letzten Jahren hat eine große Zahl von elektrischen Geräten für Kommunikation und Verwaltung am Büroarbeitsplatz Einzug gehalten. Mit der Zahl an elektrischen Geräten hat sich nicht nur die Arbeitsgeschwindigkeit und

Produktivität erhöht, sondern auch die gesundheitliche Belastung der Menschen, die dort arbeiten. Denn viele Geräte erzeugen elektromagnetische Felder und Wellen. Wie ist die elektromagnetische Belastung am Büroarbeitsplatz aus gesundheitlicher Sicht einzuschätzen und wie kann man sich davor schützen?

## II. Computer, Notebooks und Computerbildschirme

Die Strahlung, die von Computern selbst ausgeht, ist sehr gering. Und auch die LCD-Monitore, die heute praktisch an jedem Arbeitsplatz stehen, verursachen so geringe elektromagnetische Felder, dass von ihnen kein Risiko für die Gesundheit zu erwarten ist. Sie alle halten wie auch die Notebook-Monitore die so genannte TCO-Norm ein. Diese wurde 1991 von der schwedischen Angestelltenengewerkschaft TCO für die damaligen Röhrenmonitore vorgelegt, nachdem sich immer mehr schwedische Büroangestellte über Kopfschmerzen, geschwollene Schleimhäute, trockene Augen und ein andauerndes Grippegefühl sowie Ausschlag im Gesicht beklagt hatten. Obwohl die TCO-Norm bis heute nicht rechtsverbindlich ist, setzte sie sich in den nachfolgenden Jahren weltweit durch.

TIPP: Bei Notebooks ist die stärkste Feldquelle das Netzteil. Dieses sollte man z.B. auf dem Boden oder hinter dem Notebook mit mindestens einem Meter Abstand zum Kopf des Nutzers positionieren.

### INHALT

- I. Einleitung: Was ist Elektromog?
- II. Computer, Notebooks und Computerbildschirme
- III. Systeme zur Datenübertragung
  1. Funkübertragung per Bluetooth
  2. Funkübertragung per WLAN
  3. Kabelnetze
  4. Technischer Vergleich: Kabel, Blue Tooth oder WLAN
- IV. Telefone
  1. Schnurlostelefone
  2. Mobiltelefone
- V. Trafostationen in Bürogebäuden
- VI. Büroeinrichtung und Möbel
  1. Büromöbel
  2. Deckenleuchten und Schreibtischlampen
- VII. Exkurs
  1. Luftionen: Luftqualität verbessern
  2. Luftschadstoffe vermeiden—Kopierer, Drucker und Fax
  3. Strom sparen



TCO Label für Computerbildschirme



Das Netzteil eines Notebooks mit möglichst großem Abstand zum Benutzer z.B. hinter dem Gerät positionieren.

### III. Systeme zur Datenübertragung

**W**er Daten und Dateien von einem Computer auf den anderen übertragen will, kann dies per Kabel oder auch per Funk tun. Auch Maus, Tastatur und Drucker lassen sich auf beide Weisen ansteuern. Wann macht welche Lösung Sinn?

Die drahtlosen Datenübertragungssysteme nutzen zur Übertragung normalerweise Mikrowellenstrahlung im lizenzfreien Frequenzbereich von 2400 bis 2483,5 MHz. In diesem Frequenzbereich arbeitet auch der Mikrowellenherd in der Küche.

#### 1. Funkübertragung per Bluetooth

Bluetooth dient in erster Linie der Funkvernetzung von Geräten wie Drucker, Tastatur und Maus mit einem Computer oder Laptop. Da Bluetooth außer Daten auch Sprache gut übertragen kann, wird dieser Standard auch bei Funkkopfhörern und Funkheadsets eingesetzt. Bluetooth arbeitet in drei Leistungsklassen mit unterschiedlicher Sendeleistung. Entsprechend unterschiedlich ist die Belastung durch die Funkstrahlung:

Klasse 1 Sendeleistung 100 mW, Reichweite 100 m  
 Klasse 2 Sendeleistung 2,5 mW, Reichweite 10 m  
 Klasse 3 Sendeleistung 1 mW, Reichweite 5 m

Die Klassen 2 und 3 sind am meisten verbreitet. Ihre Sendeleistung ist so gering, dass gesundheitliche Risiken sehr unwahrscheinlich sind. Geräte der Klasse 1 (z.B. Bluetooth USB-Adapter) sind zwar universeller, weil sie auch zur Datenübertragung über größere Entfernungen einsetzbar sind, sie erzeugen aufgrund ihrer relativ hohen Sendeleistung jedoch in ihrer unmittelbaren Umgebung elektromagnetische Belastungen, die über Vorsorgeempfehlungen liegen. Da andere Systeme (WLAN) wegen ihrer wesentlich höheren übertragbaren Datenraten vorzuziehen sind, wenn es um Datenverbindungen über mehr als einige Meter geht, gibt es eigentlich keinen Grund, Bluetooth Adapter der Klasse 1 zu verwenden.

TIPP: An der Art der Stromversorgung lässt sich die Leistungsklasse abschätzen: Geräte, die mit kleinen Batterien betrieben werden (Mäuse, Tastaturen, Kopfhörer), haben nur einen geringen Stromverbrauch und entsprechen daher in der Regel den Klassen zwei oder drei. Drahtlose Tastaturen und Mäuse können zwar auch nach einem anderen Standard als Bluetooth arbeiten. Die Sendeleistung ist jedoch auch dann sehr gering, gesundheitliche Risiken durch die Verwendung drahtloser Tastaturen und Mäuse sind nicht zu erwarten. Bluetooth USB-Adapter können auch der Klasse 1 entsprechen.

#### 2. Funkübertragung per WLAN

Zur drahtlosen Übertragung von Daten und zum Aufbau kabelloser Computer-Netzwerke wurden verschiedene technische Standards entwickelt, von denen sich das so genannte WLAN (Wireless Local Area Network) durchgesetzt hat.

Im Vergleich zu kabelgebundenen Netzwerken haben Funknetzwerke einige betriebliche Nachteile, die man beachten sollte: Die bei Datennetzen angegebenen nominellen Datenraten sind stets Bruttodatenraten. Da zur



Kopfhörer Bluetooth



WLAN USB-Adapter

Regelung des Zugriffs auf den Access Point ein großer Teil der Übertragungskapazität benötigt wird, betragen die Nettodatenraten in Funknetzen auch bei nur einem Benutzer höchstens 50 Prozent der Bruttodatenrate. Wenn schlechte Verbindungsqualität (größere Entfernung zum Access Point, dicke Mauern) oder Störungen durch andere Funkanwender Fehlerkorrekturen notwendig machen oder mehrere Endgeräte gleichzeitig auf den Access Point zugreifen, kann die Nettodatenrate unter 10 Prozent der Bruttodatenrate sinken. In Kabelnetzwerken erreicht die Nettodatenrate etwa 90 Prozent der Bruttodatenrate.

Ein Problem kann die Datensicherheit von drahtlosen Netzwerken sein. Während der Zugriff auf übertragene Daten bei Kabeln einfach zu regeln ist (Wer keinen Zugriff auf das Kabel hat, kann nicht auf die übertragenen Daten zugreifen.), ist das Anzapfen von Funk-Netzwerken nicht ausgeschlossen, da die Funkwellen weder vor Gebäude- noch vor Grundstücksgrenzen Halt machen. Um das eigene drahtlose Datennetz vor unbefugtem Zugriff zu schützen, sollten nach der Installation unbedingt die vorhandenen Einrichtungen zur Erhöhung der Datensicherheit (Verschlüsselung) aktiviert werden.

Durch die relativ geringe Reichweite und aus Kapazitätsgründen (max. 15 Rechner pro Access-Point) werden bei der Funkvernetzung in größeren Gebäuden mehrere Access-Points benötigt, die ihrerseits an ein Kabelnetz angeschlossen sind und daher das Verlegen von Kabeln sowie die Installation von weiterer kabelgebundener Netzwerktechnik (Switch/Hub) erforderlich machen. Die Einrichtung weiterer Access-Points ist auch kabellos über Extension-Points möglich, dann müssen aber deutliche Einschränkungen der übertragbaren Datenraten akzeptiert werden.

Funknetze sind sinnvoll, wenn kurzfristig und zeitlich begrenzt ein Netzwerk z.B. für eine bestimmte Veranstaltung aufgebaut werden soll oder wenn es auf die Mobilität der Endgeräte ankommt. Auch zur Netzanbindung eines Gebäudes über eine Straße oder fremde Grundstücke hinweg ist der Einsatz

von Funkanwendungen sinnvoll. In diesem Fall sollte man aber Richtfunkantennen einsetzen, die die Sendeenergie in einem begrenzten Strahlungssektor bündeln. Für dauerhafte Installationen sind kabelgebundene Netzwerke wegen ihrer größeren Leistungsfähigkeit, ihrer Strahlenfreiheit und höheren Datensicherheit vorzuziehen.

WLAN strahlt meist stärker als Bluetooth. Dadurch ist es leistungsfähiger und kann durchaus auch zu Strahlenbelastungen führen, die über den internationalen Vorsorgeempfehlungen liegen (Internationale Vorsorgeempfehlung: Leistungsdichte von  $1 \text{ mW/m}^2$ , siehe auch Seite 3). D.h.: Eine Beeinträchtigung des kognitiven Leistungsvermögens sowie das Auftreten von Befindlichkeitsstörungen wie Kopfschmerzen oder Schlafstörungen sind nicht auszuschließen. Aus Vorsorgegründen sollte man daher versuchen, die Belastung durch WLAN möglichst gering zu halten.

TIPP:

- Schalten Sie die am Rechner bzw. Laptop installierte WLAN-Karte nur dann ein, wenn Sie tatsächlich Daten übertragen wollen. Dadurch reduziert man den Zeitraum, in dem die Antenne strahlt. Die Antenne ist am oder im Rechner – und damit in unmittelbarer Nähe des Nutzers – angebracht.
- Lassen Sie den WLAN-Router (Fritz!Box) nicht an einem Ort installieren, an dem Sie oder andere sich häufig bzw. dauerhaft aufhalten. Eingeschaltete WLAN-



WLAN-Router/Access Point

Router senden permanent mit 10 Hz gepulste Mikrowellenstrahlung aus. Sie strahlen auch dann mit voller Sendeleistung, wenn keine Daten übertragen werden. Zumindest nachts sollte man den WLAN-Router abschalten. Dies kann meistens automatisch geschehen, indem man am Computer über die Benutzeroberfläche des Routers die automatische Nachtabschaltung aktiviert. Dabei können die Ein- und Ausschaltzeiten nach Bedarf gewählt werden. Durch das Abschalten wird nebenbei auch Strom gespart. Die WLAN-Funktion kann am Router meist auch manuell durch Tastendruck am ausgeschaltet werden.



Switch eines Kabelnetzes

### 3. Kabelnetze

Kabelnetze strahlen nicht. Sie sind abhörsicher (Wer nicht an das Kabel heran kommt, kommt auch nicht an die Daten.) und werden durch benachbarte Funkanlagen bzw. Mikrowellengeräte nicht gestört. In einem Kabelnetz können über mehrere Stockwerke oder Zimmer hinweg deutlich größere Datenraten übertragen werden als mit WLAN. Die tatsächlich nutzbare Übertragungsrate von Daten kann 90 % der angegebenen Bruttodatenrate erreichen.

Nachteilig sind im Vergleich zu Funknetzen der höhere Aufwand und die höheren Kosten beim Aufbau eines Kabelnetzes.

### 4. Der technische Vergleich: Kabel, Bluetooth oder WLAN

Der Einsatz von Bluetooth ist dann sinnvoll, wenn es um die kurzfristige Vernetzung oder Zusammenschaltung unterschiedlicher IT-Geräte geht, z.B. auf Tagungen. Zur Bildung drahtloser Netze mit mehreren Rechnern ist WLAN wegen der größeren übertragbaren Datenraten besser geeignet als Bluetooth. Doch bei WLAN fällt nicht nur die gesundheitliche Belastung negativ ins Gewicht: Es kann bei WLAN zu Übertragungsfehlern kommen, da die für WLAN frei gegebenen Frequenzbänder von jedermann lizenzfrei genutzt werden dürfen. Mit Störungen durch andere Nutzer ist vor allem im 2400 MHz-Band zu rechnen. So arbeitet (und stört) z.B. auch die Mikrowelle in der Küche in diesem Frequenzbereich. Im Büro ist wegen der geringeren Störanfälligkeit und der besseren Leistung eine Zusammenschaltung mit Kabeln zu bevorzugen. Wegen des Fre-

quenzsprungverfahrens ist die Störanfälligkeit von Bluetooth geringer, leider aber auch die übertragbare Datenrate.

TIPP:

- Prüfen Sie, ob Sie nicht ohne WLAN auskommen. Drahtlose Datenübertragung ist nur da sinnvoll, wo es auf die Mobilität des Endteilnehmers ankommt, oder wo der vorübergehende Anschluss von Endteilnehmern an ein Kabelnetz zu aufwändig wäre, z.B. bei einer Tagung oder Konferenz. Kabelnetze strahlen nicht, sind sicherer, leistungsfähiger sowie weniger anfällig gegen Störungen und sollten daher im professionellen Bürobetrieb immer bevorzugt werden.
- Wer neue Netze zur Datenübertragung installieren lässt, sollte bedenken: Auch Funknetze kommen meist nicht ohne Verkabelung aus. Schon in kleineren Gebäuden müssen so genannte Access Points verkabelt werden, um annehmbare Funk-Übertragungsraten zum Beispiel zwischen mehreren Stockwerken zu erreichen. Daher ist die Einsparung der Teilverkabelung gegenüber einem reinen Kabelnetz oft gar nicht so groß. Sinnvoll kann der Einsatz von WLAN als Richtfunkstrecke sein, wenn z.B. zwei Betriebsteile über Straßen oder fremde Grundstücke hinweg vernetzt werden sollen. Wegen der geringeren Störanfälligkeit und der größeren Reichweite (mit Richtantennen einige Kilometer) sind hierfür die 5000 MHz-Bänder zu bevorzugen. Voraussetzung ist allerdings eine freie Sichtverbindung zwischen beiden Sende- und Empfangsantennen.

- Wer neue Kabel verlegt, sollte statt der für 100/10 Mbit Ethernet üblichen Kabel der Kategorie 5 (CAT5) lieber Kabel und eventuell auch Dosen der Kategorie 6 (CAT6, bis 250 MHz) oder noch besser der Kategorie 7 (CAT7, bis 600 MHz) verwenden. Diese können zwar doppelt so teuer sein wie herkömmliche Kabel, sind dann aber auch schon dafür ausgelegt, weit größere Übertragungsraten in der Zukunft zu schaffen. Aufrüsten auf Gigabit Ethernet ist dann durch den preisgünstigen Austausch der Hubs bzw. Switches ohne weiteren Aufwand möglich.

nach dem DECT-Standard oder - wenn über den PC und das Internet (VoIP) telefoniert wird – über WLAN.

Damit man mit einem Schnurlostelefon mobil telefonieren kann, sind je nach Größe des zu versorgenden Gebietes eine oder mehrere DECT-Basisstationen oder WLAN-Accesspoints erforderlich. Diese stellen meist durch Kabel die Verbindung zum Telefonnetz - oder bei VoIP - zum Internet her. Die Verbindung erfolgt bei beiden Standards über gepulste Mikrowellen, wobei die Basisstationen meist ein permanentes Signal aussenden, selbst wenn nicht telefoniert wird.

TIPP:

- Die DECT-Basisstation sollte keinesfalls auf dem Schreibtisch bzw. in seiner Nähe stehen (möglichst nicht im selben Raum), da sie stetig gepulste Mikrowellen abgibt, die den Vorsorgewert von 1 mW/m<sup>2</sup> überschreiten.
- Achtung: Mitunter sind diese DECT-Basisstationen in schnurgebundene Telefone eingebaut. Diese benötigen wegen des DECT-Moduls eine eigene Stromversorgung und haben daher in der Regel neben dem Telefonanschluss auch einen Anschluss an das Stromnetz. Es gibt allerdings auch Systeme, bei denen das DECT-Modul über das Telefonnetz mit Strom versorgt wird.
- Bei kleinen Anlagen, die mit einer einzelnen Basisstation auskommen, gibt es eine Alternative zu den DECT-Anlagen, die dauernd senden: Die Schweizer Firmen Orchid und Swissvoice (Internet) haben DECT-Telefone auf den Markt gebracht, deren Basisstationen nur noch während der Telefonate strahlen und deren Mobilteile ihre Sendeleistung dem Bedarf anpassen und herunterregeln können. Auch andere Hersteller bieten inzwischen DECT-Telefone an, deren Basisstationen keine Dauersender mehr sind (Fulleco-DECT).
- Statt ein eigenes betriebsinternes Schnurlostelefonssystem aufzubauen, können z.B. Firmen, Behörden oder Krankenhäuser Kosten sparen und eine zusätzliche Strahlenbelastung für ihre Mitarbeiter vermeiden, wenn sie mit einem Mobilfunkanbieter (z.B. O2) einen Sondervertrag abschließen, so dass interne Telefonate über ein Mobilfunknetz geführt werden können.

## IV. Telefone

### 1. Schnurlostelefone

Schnurlose Telefone werden am klassischen Büroarbeitsplatz eigentlich kaum benötigt, trotzdem nimmt auch in diesem Bereich die drahtlose Kommunikation zu, um die Erreichbarkeit und Flexibilität der Mitarbeiter zu verbessern. Schnurlose Telefone arbeiten heute entweder



DECT-Schnurlostelefon mit Fulleco-Modus

Übrigens: Zum Schutz seiner Mitarbeiter hat der Autohersteller BMW im Jahr 2004 einen firmeneigenen Vorsorgericht-

wert für die Strahlung von DECT-Telefonanlagen im Bürobereich eingeführt, der 100.000fach unter dem gesetzlichen Grenzwert liegt. Um diesen Richtwert einzuhalten, wurden die Basisstationen von den Schreibtischen der Mitarbeiter entfernt und durch Stationen ersetzt, die unter den Decken der Büros installiert und mit nach unten abschirmenden metallbedampften Glasplatten versehen sind.

Strahlungsarme DECT-Telefongeräte sollten nach den Forderungen des Bundesamtes für Strahlenschutz folgende Kriterien erfüllen:

- Abschaltung oder mindestens eine 100.000fache Absenkung des Kontrollsignals im Stand-by-Betrieb unabhängig von der Anzahl der angemeldeten Mobilteile, wobei sich das Mobilteil nicht notwendigerweise in der Basis befinden muss;
- Bedarfsgerechte Regelung der Sendeleistung des Mobilteils beim Telefonieren in mehr als zwei Stufen ähnlich der beim Handy;
- Bedarfsgerechte Regelung der Sendeleistung auch der Basisstation während des Telefonierens;



Handy mit Kabel-Headset

- Möglichkeit des Anschlusses eines Headsets an das Mobilteil; Möglichkeit der Einstellung / Begrenzung der Reichweite.

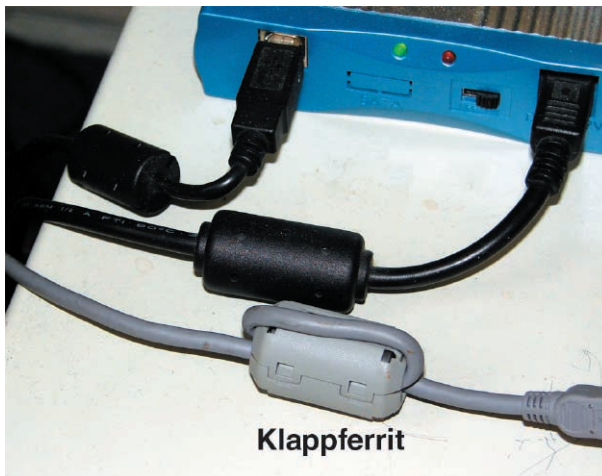
Beim Kauf eines neuen Schnurlostelefone sollten Sie darauf achten, dass es den Forderungen des BfS entspricht. Besonders wichtig sind die ersten drei Punkte. Seit Dezember 2008 vergibt das Umweltbundesamt auch einen Blauen Engel für DECT-Schnurlostelefone, bisher (Sommer 2010) wurde er aber noch für kein DECT-Telefon beantragt.

## 2. Mobiltelefone

Mobiltelefone können wegen der größeren Sendeleistung beim Telefonieren höhere Belastungen im Bereich des Kopfes verursachen als Schnurlostelefone. Die ohnehin hohen gesetzlichen Grenzwerte werden von manchen Modellen fast ausgeschöpft. Die Belastungen durch ein Mobiltelefon werden als SAR-Wert (spezifische Absorptionsrate in Watt/Kilogramm, W/kg), als TCP-Wert (Telephone Communication Power in Watt, aus der Schwedischen TCO-Norm für Handys) oder als normierter connect-Strahlungsfaktor der Fachzeitschrift connect (ebenfalls in Watt) angegeben. Der SAR-Wert ist ein Maß für die Strahlungsleistung, die während eines Handytelefonates vom Kopf absorbiert wird. Der TCP-Wert gibt an, wie effektiv das Handy die abgestrahlte Leistung für die Verbindung zur Basisstation nutzt, der connect-Strahlungsfaktor ebenfalls. Je höher die Effektivität, desto geringer die Strahlenbelastung des Kopfes. Die gesundheitlichen Belastungen sind klein, wenn der SAR-Wert möglichst niedrig (unter 0,6 Watt/kg, möglichst nicht über 0,2 Watt/kg), der TCP-Wert möglichst groß (mindestens 0,3 Watt) und der connect-Strahlungsfaktor negativ (- 0,5 oder negativer) ist.

Tipp:

- Beim Kauf eines Mobiltelefons sollte man darauf achten, dass der SAR-Wert möglichst klein ist. Auf jeden Fall sollte er unter dem Wert von 0,6 W/kg liegen, den das Umwelt-Siegel „Blauer Engel“ fordert. Für den TCP-Wert kann man sich an den Anforderungen der schwedischen TCO-Norm orientieren. Diese verlangt einen Wert von mindestens 0,3 Watt. Einen aktuellen Überblick über die SAR-Werte von Handys findet man unter [www.handywerte.de](http://www.handywerte.de) oder beim Bundesamt für Strahlenschutz unter [www.bfs.de/de/elektro/oekolabel.html](http://www.bfs.de/de/elektro/oekolabel.html).



Kabel mit Ferriten

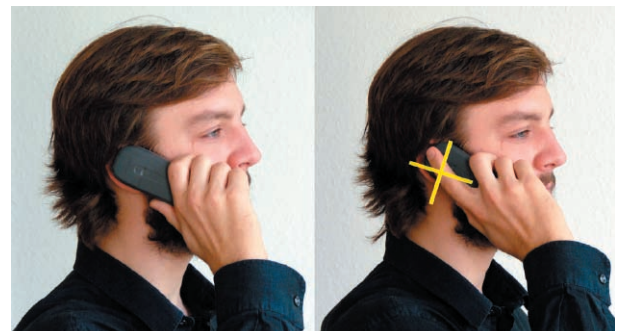
Einen ausführlichen Überblick über TCP-Werte sowie weitere Informationen über Handys findet man auf der Webseite der Schwedischen TCO-Gewerkschaft unter [www.tcodevelopment.de](http://www.tcodevelopment.de). Der SAR-Wert eines Handys wird im übrigen in der Bedienungsanleitung oder vom Hersteller im Internet angegeben, der TCP-Wert dagegen meist nicht. Angaben über der connect-Strahlungsfaktor findet man unter [www.connect.de](http://www.connect.de).

- Keine gesundheitliche Belastung muss fürchten, wer für die Telefonate mit dem Mobiltelefon die Freisprecheinrichtung benutzt. Nicht alle Handys sind damit ausgerüstet. Die Freisprecheinrichtung kann man allerdings nur in einigermaßen ruhiger Umgebung nutzen.



Headset mit Akustikkoppler

- Mit einem Headset kann man die Immissionen im Kopfbereich während der mobilen Telefonate ebenfalls senken. Ein Headset besteht aus einem Ohrhörer und einem Mikrofon, die über ein Kabel mit dem Handy verbunden werden. An alle Mobiltelefone kann man ein Headset anschließen. Da es eine Vielzahl von Steckern gibt, sollte man darauf achten, dass der Anschluss passt. Ein Headset lässt sich auch benutzen, wenn es rundherum laut ist. Bei den meisten Headsets kann Strahlung über das Kabel vom Handy zum Ohrhörer gelangen, so dass die Schutzwirkung je nach Headset unterschiedlich ist. Abhilfe schaffen Klappferrite, die zwischen Ohr und Handy auf das Kabel geklipst werden und die den Übergang der Strahlung vom Handy zum Ohrhörer sperren.
- Am sichersten sind Kopfhörer mit so genanntem Akustikkoppler. Bei diesen ist die Weiterleitung von Hochfrequenzstrahlung durch die Leitung zwischen Handy und Ohrhörer ausgeschlossen, weil diese Leitung aus einem dünnen Kunststoffschlauch besteht, über den der von einer schwingenden Membran erzeugte Schall wie beim Stethoskop eines Arztes zum Ohr geleitet wird. Kopfhörer mit Akustikkoppler bekommt man in speziellen Geschäften oder im Internet ([www.gigahertz-solutions.de](http://www.gigahertz-solutions.de)).
- „Besser als nichts“ gilt für kabellose Headsets: Da sie mit Funktechnik arbeiten (in der Regel nach dem Bluetooth Standard), muss eine gewisse Belastung in Kauf genommen werden. Diese ist aber ganz erheblich geringer, als wenn man sich das Handy direkt ans Ohr und damit an den Kopf hält.
- Wer weder ein Headset noch eine Freisprecheinrichtung für seine Handytelefonate zur Verfügung hat, kann trotzdem noch etwas zur Verminderung der Strahlenbelastung tun: Da sich die Antenne eines Handys im oberen Teil der Rückseite befindet, kann die Funktion der Antenne verbessert und damit die Sendeleistung gesenkt werden, indem man das Handy nur an seiner unteren Hälfte hält (Bild).







*Trafostation architektonisch in die Fassade integriert*

## V. Trafostationen in Bürogebäuden

Größere Büro- und Verwaltungsgebäude haben oft eine eigene Trafostation (Mittelspannungsstation), die in das Gebäude eingebaut ist. Trafostationen erzeugen magnetische Wechselfelder, die je nach Leistung und Bauart der Station unterschiedlich stark sind. In den meisten Fällen ist die Reichweite der Felder sehr gering: Doch wer sich in den unmittelbar an die Station angrenzenden Räumen dauerhaft aufhält, kann durchaus Belastungen ausgesetzt sein, die deutlich über den empfohlenen Vorsorgewerten liegen.

Die hauptsächlichen Feldquellen einer Trafostation sind nicht der Trafo oder die Mittelspannungsleitung, sondern die Nie-



*Trafostation hinter neutraler Stahltür*

derspannungsverteilung sowie die einphasigen Niederspannungskabel zwischen Trafo und Niederspannungsverteilung. Vom Abstand zu diesen Komponenten und deren technischer Ausführung sowie der elektrischen Leistung der Station hängt im wesentlichen die Stärke der magnetischen Immissionen ab. Durch relativ einfache Maßnahmen in der Station können häufig wesentliche Verbesserungen erzielt werden. Jedoch kann man den Stromversorger nur schwer zu diesen Maßnahmen veranlassen, da die gesetzlichen Grenzwerte immer eingehalten werden. Wenn Arbeitsplätze näher als 3 – 4 m neben oder unmittelbar über einer Trafostation liegen, kann die durchschnittliche magnetische Feldbelastung den Vorsorgewert der TCO-Norm (200 nT) überschreiten. Falls eine Vergrößerung des Abstandes auf mindestens 5 m nicht möglich ist, sollten durch eine Messung die magnetischen Feldimmissionen bestimmt werden.

Größere Firmen haben oft ihre eigene Trafostation und betreiben diese selbst. In solchen Fällen sind die Aussichten auf die Durchführung von Immissionsmessungen und Schutzmaßnahmen besser, da eigenes Personal betroffen ist.

## VI. Büroeinrichtung und Möbel

Ein moderner Büroarbeitsplatz kommt ohne eine Vielzahl von elektrischen Anschlüssen nicht mehr aus. Zur Stromversorgung, für Telekommunikation und Datenaustausch werden zahlreiche Verbindungen benötigt. Die Folge ist oft ein unentwirrbarer Kabelsalat unter den Tischen, der in hohem Maße zur elektrischen Feldbelastung am Arbeitsplatz beitragen kann. Vor allem die Stromversorgungskabel können Feldbelastungen hervorrufen, da jedes ans Stromnetz angeschlossene nicht abgeschirmte Kabel von einem elektrischen Wechselfeld umgeben ist. Anders als von Baubiologen für Schlafplätze empfohlen kann man am Büroarbeitsplatz zur Reduzierung von elektromagnetischen Feldbelastungen den Strom nicht abschalten, weil die meisten Geräte ständig einsatzbereit sein müssen. Hier sind andere Schutzmaßnahmen erforderlich. Hilfreich ist in jedem Fall eine abgeschirmte Steckerleiste. Man erkennt sie am wegen der Abschirmung dickeren Zuleitungskabel und an der geerdeten abschirmenden Metallfolie, welche die Steckerleiste größtenteils umgibt. Zur Verbesserung des Schutzes sind auch abgeschirmte Anschlusskabel zu empfehlen.

## 1. Büromöbel

Obwohl Büromöbel keine elektrischen Geräte sind, können sie einen wesentlichen Einfluss auf die elektrischen Feldbelastungen am Arbeitsplatz haben. Am besten sind Möbel und Regale aus Holz, Span- oder Tischlerplatten. Ungünstig für Büromöbel ist Metall, da alle Metalle elektrische Felder gut weiterleiten. Schrauben stören nicht, doch die weit verbreiteten Bürotische mit Metallrahmen und Metallbeinen können starke elektrische Feldbelastungen für die daran arbeitende Person verursachen, wenn vorhandene elektrische Felder durch den Metallrahmen weitergeleitet werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn ein Bein des Tisches in oder neben einem Knäuel aus nicht abgeschirmten Netzkabeln steht, wie man sie sehr häufig unter oder hinter Schreibtischen findet. Von Telefonkabeln oder Kabeln zur Datenübertragung gehen keine relevanten Felder aus.

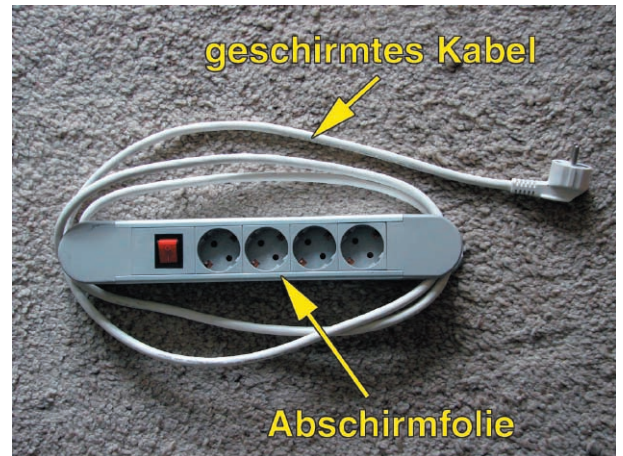
Auch Metallschränke oder andere Metallmöbel, auf denen oder in denen ans Netz angeschlossene ungeerdete Elektrogeräte stehen, können weiträumig abstrahlende elektrische Feldquellen sein.

Tipp:

1. Am besten ist es, wenn alle an einem Schreibtisch mit Metallrahmen erforderlichen Netzkabel durch Kabel in geschirmter Ausführung ersetzt und an eine ebenfalls geschirmte Steckdosenleiste angeschlossen werden (Fachhandel, Internet). Geschirmte Netzkabel strahlen keinerlei elektrische Felder ab.

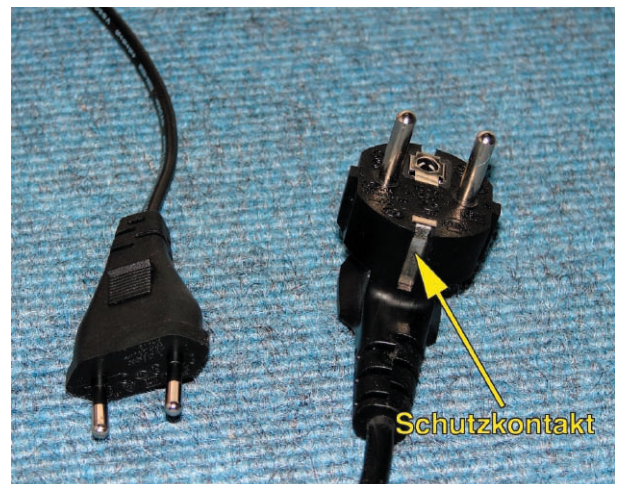


Tische mit Metallrahmen und Beinen im Kabelsalat



Abgeschirmte Steckerleiste

2. Nicht abgeschirmte Netzkabel so kurz wie möglich halten.
3. Nicht geschirmte Netzkabel so verlegen, dass sie möglichst großen Abstand zu den Metallbeinen von Schreibtischen haben. Kabelknäuel aus Netzkabeln in der Nähe der Metallbeine vermeiden.



Eurostecker (links) und Schuko-stecker

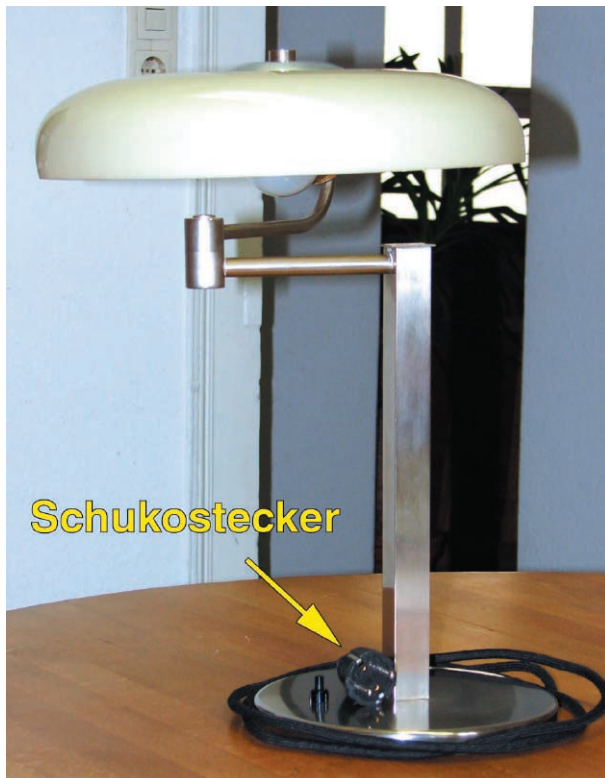
## 2. Deckenleuchten und Schreibtischlampen

Leuchten erzeugen elektromagnetische Felder in unterschiedlicher Stärke und Frequenz. Während die magnetischen Feldbelastungen einer Lampe im wesentlichen durch die Art des Leuchtmittels bestimmt werden, hängen die elektrischen Feldemissionen fast nur von der Konstruktion der Leuchte und nicht vom Leuchtmittel ab.

Auch wenn die Reichweite der Felder gering ist, können die Immissionen bei Abständen von bis zu einem Meter die Vorsorgewerte überschreiten. Das heißt: Vor allem bei Schreibtischlampen ist Vorsicht geboten.

### Tipp:

Grundsätzlich gilt: Am günstigsten sind Leuchten mit einem geerdetem Metallgehäuse. Ihre elektrischen Feldemissionen sind praktisch gleich null. Man erkennt geerdete Leuchten am Schukostecker mit seinen seitlichen Schutzkontakten (siehe Abb.). Leider haben meist nur höherwertige Leuchten ein Netzkabel mit Schukostecker. Leuchten und Geräte, deren Netzkabel mit einem flachen Eurostecker ausgerüstet sind, besitzen keine eigene Erdung. Ungeerdete Leuchten sind häufig Quellen erhöhter elektrischer Felder. Die Nachrüstung einer Erdung durch einen Elektrotechniker ist möglich, macht aber nur bei Leuchten Sinn, deren Gehäuse aus Metall bestehen. Leuchten aus Holz, Glas oder Kunststoff und



Schreibtischleuchte mit Metallgehäuse und Schukostecker

anderen nicht leitenden Materialien können nicht geerdet werden. Bei diesen können die elektrischen Feldemissionen aber deutlich gesenkt werden, wenn die Anschlussleitungen durch im Fachhandel erhältliche abgeschirmte Kabel ersetzt werden.



Deckenleuchte mit Leuchtstoffröhren

**Leuchtstoffröhren:** Als Hauptbeleuchtung in Büros werden fast durchweg Leuchtstoffröhren eingesetzt, da ihr Stromverbrauch niedrig ist. Ihre Vorschaltgeräte erzeugen erhöhte Magnetfelder, und wegen der Länge der Röhren ist auch die Abstrahlung elektrischer Felder intensiver als bei Glühlampen. Der Abstand zwischen Röhren und sitzenden Personen ist bei üblicher Raumhöhe jedoch so groß, dass die Belastung deutlich unterhalb der internationalen Vorsorgeempfehlungen liegt.

Weit verbreitet sind mit kleinen konventionellen Leuchtstoffröhren vom Typ *Dulux S* (Osram) bestückte Schreibtischleuchten (*Bild S. 12*). Wie bei allen Leuchtstofflampen wird auch bei diesem Lampentyp ein magnetische Felder erzeugendes Vorschaltgerät benötigt. Dieses ist von konventioneller Bauart (am hohen Gewicht erkennbar), erzeugt daher keine höherfrequenten Felder und ist in den Stecker am Ende des Netzkabels integriert. An der Leuchte selbst entstehen nur relativ schwache Magnetfelder. Diese mit konventionellem Vorschaltgerät bestückten Leuchten können als Schreibtischleuchten empfohlen werden. Das Vorschaltgerät sollte mit einem Abstand von mindestens einem Meter zum Arbeitsplatz positioniert werden, was wegen der Länge des Zuleitungskabels kein Problem sein sollte. Die Abstrahlung elektrischer Felder hängt stärker als bei anderen nicht abgeschirmten Leuchten von der Polung des Netzsteckers ab. Leider ist die optimale Polung des Netzsteckers bei diesen Lampen nur durch eine Feldmessung festzustellen.

**Energiesparlampen:** Die elektronischen Vorschaltgeräte von Sparlampen erzeugen hochfrequente, elektromagnetische Felder (Langwellenbereich, Frequenzen bis über 40 kHz). Da die elektrischen Feldintensitäten noch im Abstand von einem halben Meter die TCO-Richtwerte überschreiten kön-



Schreibtischleuchte mit Lampe Dulux S

nen, sollten Energiesparlampen nicht in Leuchten eingesetzt werden, die sich auf dem Schreibtisch bzw. in der Nähe des Kopfes befinden.

**Glühbirnen:** Herkömmliche Glühbirnen erzeugen nur sehr schwache Magnetfelder im Niederfrequenzbereich (50 Hz). Sie sind am ehesten für Leuchten zu empfehlen, die sehr dicht am Kopf betrieben werden (Schreibtischleuchte).

**Niedervolt-Halogenlampen:** Niedervolt-Halogenlampen selbst erzeugen nur geringe Magnetfelder. Die Felder sind geringfügig stärker als die von normalen Glühlampen. Kritisch bei den Niedervolt-Lampen ist der Transformator (Trafo) bzw. das Netzteil, mit denen die erforderliche niedrige Spannung (12 Volt) bereitgestellt wird. Der Trafo, der sich meist im Fuß einer Leuchte befindet, ist eine starke magnetische Feldquelle. Zu empfehlen ist, zu diesem mindestens einen Abstand von 0,5 m einzuhalten.

NV-Halogenlampen werden oft auch zur allgemeinen Raumbeleuchtung eingesetzt. Wegen der höheren Leistung (oft mehr als 100 Watt) sind die Felder der Trafos entsprechend stärker als bei einer einzelnen Leuchte. Wenn sie an der Decke montiert sind, bedeuten sie für die darunter sitzenden Personen wegen des großen Abstandes keine erhöhte Belastung. Zu beachten ist aber, dass im Bodenbereich des darüber liegenden Stockwerks über dem Trafo erhöhte Magnetfelder auftreten, da die Felder alle Baumaterialien ungehindert durchdringen.

Werden die NV-Halogenlampen an Seilsystemen montiert, können bei großem Seilabstand im gesamten Raum erhöhte Magnetfelder auftreten, die von den Seilen selbst ausgehen. Um diese Immissionen zu vermeiden oder zumindest zu senken, sollte man den Abstand der Leiterseile klein halten (möglichst kleiner als 5 cm) und den Trafo nicht an den Enden des Seilsystems, sondern in der Mitte installieren.

Man kann ein bestehendes NV-Halogenlampen-Seilsystem auf Gleichstrombetrieb umstellen und so die Entstehung von Elektrosmog (magnetische Wechselfelder) vermeiden. Die bei Gleichstrombetrieb erzeugten statischen Felder sind gesundheitlich unproblematisch. Wegen des erforderlichen Gleichstromnetzteils (eine einfache Gleichrichtung genügt nicht) ist die Umstellung allerdings mit einem höheren Aufwand verbunden und ein Fall für den Fachmann.

**Hochvolt-Halogenlampen:** Ideal für den Schreibtisch sind Hochvolt-Halogenlampen. Anders als es der Name vermuten lässt, erzeugen sie nur sehr schwache Magnetfelder. Es gibt sie mit gewöhnlichem Lampengewinde (E27 oder E14) und als Reflektorlampen mit Steckfassungen. Die Typen mit Lampengewinde können an Stelle normaler Glühbirnen verwendet werden. Bei gleicher Wattzahl sind HV-Halogenlampen heller als normale Glühbirnen.

**Dimmer:** Auf das Dimmen von Leuchten (nur bei Glühlampen und HV-Halogenlampen möglich) sollte grundsätzlich verzichtet werden, wenn man Wert auf niedrige elektromagnetische Belastungen legt. Durch die Regelung der Dimmer entstehen starke Oberwellen, die entlang der Zuleitungskabel und an den Lampen als entsprechende Felder abgestrahlt werden.

## VII. Exkurs:

### 1. Luftionen: Luftqualität verbessern

Elektrisch geladene Luftmoleküle, sogenannte Luftionen, sind natürliche Bestandteile der Luft. Saubere Luft im Freien enthält einige tausend Ionen pro Kubikzentimeter. Die Luftionen beeinflussen in gewissem Maße das Wohlbefinden, die Arbeitsleistung und die Anfälligkeit gegenüber Infektionen. Man nennt sie auch Luftvitamine. In geschlossenen, namentlich in klimatisierten Räumen und in

verschmutzter Luft kann der Ionengehalt der Raumluft stark zurückgehen oder von der natürlichen Zusammensetzung erheblich abweichen. Eine schlechte Ionenqualität in der Atemluft ist vermutlich an der Entstehung des „Sick-Building-Syndroms“ beteiligt. Besonders beeinträchtigend auf die Luftionenqualität wirken elektrische Felder von Elektrogeräten, elektrostatisch aufgeladene Flächen aus Kunststoff und synthetischen Fasern (Gardinen, Teppiche) sowie Feinstaub und Rauch. Luft, die frei von Ionen ist, steigerte im Tierversuch die Sterblichkeit.

Auch wenn die bei Untersuchungen gefundenen Wirkungen von Luftionen auf die meisten Menschen eher subtil waren (z.B. geringer senkender Einfluss auf Blutdruck und Pulsfrequenz bzw. geringe Steigerung des Sauerstoffgehaltes im Blut), sollte im Büro und an allen Daueraufenthaltsbereichen in geschlossenen Räumen auf einen möglichst natürlichen Gehalt dieser Bestandteile in der Atemluft geachtet werden.

Luftionen entstehen durch Sonnenstrahlung (UV), elektrische Entladungen (Gewitter), kosmische Strahlung, radioaktive Strahlung, offene Flammen und beim Zerstäuben von Wasser (Wasserfalleffekt). In geschlossenen oder klimatisierten Räumen kann die Ionenkonzentration durch spezielle im Handel erhältliche Luftreiniger mit Ionisation oder auch durch Zimmerspringbrunnen und brennende Kerzen erhöht werden. Jedoch ist es meist wirkungsvoller, wenn man statt dessen „Ionenkiller“ so weit wie möglich aus dem Büro verbannt.



Luftreiniger mit Ionisator

Tipp:

- **Häufig Lüften.** Frische Luft enthält mehr Ionen als die Luft in geschlossenen Räumen.
- **Auf Teppiche verzichten oder Teppiche aus Naturfasern bevorzugen.** Teppiche aus Kunstfasern laden sich durch Reibung beim Darübergehen elektrostatisch auf und „saugen“ dann Ionen aus der Luft an.
- **Keine Gardinen aus Kunstfasern.** Sie können sich durch Reibung (z.B. durch Windbewegungen beim Lüften) elektrostatisch aufladen und ziehen dann Ionen aus der Luft an.
- **Auf ausreichende Luftfeuchtigkeit achten** (z.B. durch Heizungsverdampfer, Zimmerpflanzen, Luftbefeuchter oder Zimmerspringbrunnen). Die relative Luftfeuchtigkeit sollte zwischen 50 und 70 % liegen. Bei niedriger Luftfeuchtigkeit bauen sich die Luftionenqualität beeinträchtigende elektrostatische Ladungen nur langsam ab.
- **Elektrische Feldquellen vermeiden.** Netzkabel möglichst kurz halten oder abgeschirmte Kabel verwenden; Monitore mit Kathodenstrahlröhre gegen LCD-Monitore austauschen.
- **Im Büro nicht rauchen.** Die Rauchpartikel verbinden sich mit den Luftionen zu biologisch unwirksamen Großionen.

## 2. Luftschadstoffe vermeiden – Kopierer, Drucker und Fax

Moderne Kopierer, Drucker oder Faxgeräte produzieren meist nur schwache elektromagnetische Felder. Sie können aber unterschiedliche Schadstoffe abgeben und sollten daher nur sehr eingeschränkt oder gar nicht in der Nähe von Büroarbeitsplätzen stehen.

Das Funktionsprinzip von Kopierern entspricht dem von Laserdruckern: Beide arbeiten mit pulverförmigen Tonern und Hochspannungen von 5 bis 15 kV. Im Betrieb entsteht durch die hohen elektrischen Feldstärken Ozon, außerdem werden aus dem Toner flüchtige organische (z.B. Benzol, Styrol) und zinnorganische Verbindungen freigesetzt. Vor allem ältere Geräte geben auch Tonerstaub ab. In einigen

neueren Geräten entsteht aufgrund geänderter Technologie (Transferrollertechnologie) kein Ozon mehr. Nach einer Untersuchung der Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) vom März 2008 ([http://www.bfr.bund.de/cm/252/bfr\\_schliesst\\_arbeiten\\_zur\\_toner\\_problematik\\_ab.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/252/bfr_schliesst_arbeiten_zur_toner_problematik_ab.pdf)) nimmt die Feinstaubbelastung in den Büros nach Inbetriebnahme von Laserdruckern und Fotokopierern deutlich zu.

Tipp:

- Nur Geräte mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ kaufen.
- Häufig benutzte Kopierer und Laserdrucker sollten nicht am Arbeitsplatz stehen. Das gilt besonders für ältere Geräte. Am besten stehen häufig benutzte Kopierer und Laserdrucker in einem separaten, gut durchlüfteten Raum.
- Stets mit geschlossenem Vorlagendeckel kopieren, um unnötigen Tonerverbrauch zu vermeiden.
- Die „gesündere“ Alternative zu Laserdruckern sind Tintenstrahldrucker. Sie sind sehr emissionsarm und sollten überall da eingesetzt werden, wo Drucker nah am Arbeitsplatz stehen müssen. Ein Nachteil von Tintenstrahldruckern ist ihre im Vergleich zu Laserdruckern geringere Druckgeschwindigkeit und die bei Verwendung von Normalpapier schlechtere Druckqualität.

Faxgeräte können mit einem Laser-, Thermo- oder Tintenstrahldrucker bestückt sein. Thermodrucker verursachen ähnlich wie Tintenstrahldrucker kaum Immissionen, dru-



*Schaltbare Steckerleiste mit angeschlossenen Geräten*

cken aber schneller als diese. Nachteilig ist vor allem, dass Spezialpapier benötigt wird und die Ausdrücke von Thermodruckern nicht archivierbar sind, weil sie nach einiger Zeit verblassen. Da es bei Faxgeräten auf hohe Druckgeschwindigkeit meist nicht ankommt, sollten Tintenstrahlfaxe bevorzugt werden.

### 3. Strom sparen

Fast alle Geräte der modernen Bürokommunikation besitzen keine eigentlichen Netzschalter mehr. Diese werden von den Herstellern aus Kostengründen eingespart. Auch im ausgeschalteten Zustand verbrauchen die meisten Geräte noch Strom und können elektromagnetische Felder erzeugen. Bei Faxgeräten, Servern oder Anrufbeantwortern ist eine permanente Betriebsbereitschaft erforderlich. Aber dass ausgeschaltete PCs, Monitore, Drucker oder Scanner auch nach Feierabend noch Strom verbrauchen, macht keinen Sinn.

Um unnötigen Stromverbrauch zu vermeiden, empfiehlt es sich, alle Geräte eines Arbeitsplatzes (Rechner, Monitor, Drucker, Scanner usw.) an eine schaltbare Steckdosenleiste anzuschließen. Es ist dann auch nicht nötig, alles separat auszuschalten, es genügt (nach Herunterfahren des Rechners) das Ausschalten der Steckerleiste.



**WISSENSCHAFTSLADEN BONN**

#### IMPRESSUM

**Wissenschaftsladen Bonn e.V.**

Buschstr. 85 | 53113 Bonn

**Kontakt:** Telefon: (02 28) 201 61-0

Fax: (02 28) 265287

info@wilabonn.de

www.wilabonn.de

**Text :** Dr. Klaus Trost

**Redaktion:** Brigitte Peter

**Gestaltung:** Andreas Fieberg

**Layout:** Rainer Vogelsang

**Titelfoto:** Klaus Trost

**Druck:** November 2010

## Grenzwerte und Vorsorgeempfehlungen für Elektromagnetische Felder

In den meisten westlichen Industrienationen gelten für elektromagnetische Felder von Stromversorgungs- und Funkanlagen die von der „Internationalen Kommission zum Schutz vor Nichtionisierender Strahlung“ (ICNIRP) ausgearbeiteten Grenzwerte. Die ICNIRP ist demokratisch nicht legitimiert, ihre Mitglieder ernennen sich gegenseitig. In Deutschland wurden die Empfehlungen der ICNIRP ohne Änderung in die Regelungen der 26. Bundesimmissionsschutzordnung (26. BImSchV) übernommen. Problem: Das Grenzwertkonzept versucht lediglich, Strahlenbelastungen (gemessen in Körperstromdichten oder Erwärmung von Gewebe) auszuschließen, die die menschliche Gesundheit akut gefährden. Langzeitwirkungen, die durch schwache aber permanent einwirkende elektromagnetische Felder hervorgerufen werden können, bleiben dabei unberücksichtigt. Zahlreiche Ergebnisse wissenschaftlicher Studien aus den letzten 20 Jahren weisen jedoch darauf hin, dass auch unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte bei Langzeitbelastung mit Erkrankungsrisiken zu rechnen ist.

### Niederfrequente Felder:

Die in der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV) festgelegte Grenzwert für elektrische und magnetische Felder des öffentlichen Stromnetzes betragen 5.000 V/m (Volt pro Meter) bzw. 100.000 nT (Nanotesla, entspricht 100 Mikrottesla). Internationale Gremien empfehlen aus Vorsorgegründen Richtwerte, die weit unterhalb der gesetzlichen Werte in Deutschland liegen: Der nationale Strahlenschutzrat der USA (NCRP) sprach sich 1995 nach Auswertung einer umfangreichen Untersuchung dafür aus, die magnetische Induktion von Netzstromfeldern auf 200 nT zu begrenzen. Die Grenzwerte für elektrische Felder sollten auf 10 V/m Feldstärke reduziert werden. Bis heute wurden diese Empfehlungen allerdings nicht umgesetzt. Im Jahre 1991 empfahl die schwedische TCO-Gewerkschaft, die elektromagnetischen Immissionen an Bildschirmarbeitsplätzen auf das mit vertretbaren Mitteln erreichbare Maß zu beschränken. Als Immissionswerte wurden für die elektrische Feldstärke 10 V/m und für die magnetische Induktion 200 nT in die TCO-Norm aufgenommen, die sich inzwischen als Standard für Computermonitore weltweit durchgesetzt hat.

### Hochfrequente Felder:

Je nach Frequenz liegt der Grenzwert der 26. BImSchV für die Leistungsdichte hochfrequenter Felder zwischen 2.000 und 10.000 mW/m<sup>2</sup> (Milliwatt pro Quadratmeter). In mehreren Studien wurde beobachtet, dass sich bei Menschen die Erkenntnis- und Informationsverarbeitung verschlechtert, wenn sie Leistungsdichten<sup>1</sup> ausgesetzt sind, die über 10 mW/m<sup>2</sup> liegen. Selbst bei teilweise noch geringeren Leistungsdichten wurden mehrfach Veränderungen der Gehirnstromaktivität (EEG) im Schlaf- und Wachzustand festgestellt. Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) stuft die Wirkungen auf das EEG als wissenschaftlichen Hinweis auf eine Beeinflussung ein. Die gesundheitliche Relevanz dieser Befunde ist allerdings unklar.

Bei Expositionen ab 10 mW/m<sup>2</sup> existieren zahlreiche Hinweise für das Auftreten von Befindlichkeitsstörungen wie Müdigkeit, Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Nervosität und veränderte Schlafqualität. Gesundheitliche Effekte wie krebserregende Wirkungen, Beeinflussung des Immunsystems, gentoxische Effekte, Aktivierung von Hitzeschock-Proteinen sowie Beeinflussung der Zellproliferation (Zellvermehrung) wurden erst bei Leistungsdichten über 100 - 1000 mW/m<sup>2</sup> beobachtet. Leistungsdichten so hoher Intensität können beim Telefonieren mit einem Handy auftreten, nicht aber in der Umgebung von z.B. WLAN-Accesspoints oder Basisstationen von Schnurlostelefonen. Die Dauerbelastung durch hochfrequente elektromagnetische Felder sollte vorsorglich unter 1 mW/m<sup>2</sup> liegen. Die STOA (Scientific and Technological Options Assessment), ein beratendes Gremium der EU, das sich mit der Abschätzung von Technikfolgen beschäftigt, schlug für die Strahlung von Mobilfunkanlagen 2001 einen Vorsorgerichtwert von nur 0,1 mW/m<sup>2</sup> vor.

<sup>1</sup> Die Leistungs(fluss)dichte ist ein Maß für die Intensität hochfrequenter elektromagnetischer Felder (Strahlung), gemessen als Leistung pro durchstrahlter Fläche (Milliwatt pro Quadratmeter, mW/m<sup>2</sup>).