

Ruhebetrieb ein kurzes Erkennungssignal.

Bei sinnvoller Platzierung der Access-Points, d.h. hinreichend weit entfernt von den Benutzern oder mit geeigneten Abschirmelementen, ist die Belastung niedrig und liegt fast immer wesentlich niedriger als bei den DECT-Basisstationen schnurloser Telefone.

Funk-Verbindungen zur Computer-Peripherie (Bluetooth)

Entsprechend der Bluetooth-Spezifikation gibt es Geräte in drei verschiedenen Sendeleistungsklassen und entsprechend unterschiedlicher Reichweite:

Klasse	Sendeleistung	Reichweite
Klasse 3 (Leistungsregelung optional)	bis 1 mW	10 Meter im Freifeld, 5 bis 7 Meter im Büro
Klasse 2 (Leistungsregelung optional)	0,25 - 2,5 mW	30 Meter
Klasse 1 (Leistungsregelung von 2,5 mW bis 100 mW)	1 bis 100 mW	100 Meter (Long-Range Bluetooth)

Nur für Geräte der Klasse 1 ist eine Leistungsregelung vorgeschrieben, d.h. die Geräte passen (ebenso wie beim Mobilfunk) die tatsächliche Sendeleistung den momentanen Erfordernissen der Übertragungsstrecke an. Das bedeutet, wenn die Geräte nah beieinander stehen und sich keine Hindernisse in der Funkstrecke befinden, so wird die Sendeleistung reduziert. Bei sinnvollem Einsatz dieser Geräte ist die von ihnen ausgehende Strahlungsbelastung relativ gering. Dazu sollte darauf geachtet werden, die Sendeleistung so gering wie möglich zu wählen und nur Geräte mit Leistungsregelung (in den Klassen 2 und 3 optional) zu verwenden. Soweit möglich sollten sich die Geräte nicht in unmittelbarer Körpennähe befinden und – wie bei allen Geräten mit HF-Emissionen – nur dann eingeschaltet werden, wenn sie auch wirklich benötigt werden. Für festinstallierte Geräte im Dauereinsatz wie z.B. Drucker ist ein Kabelanschluss vorzuziehen, was auch aus rein technischer Sicht sinnvoll ist, da dann die Übertragungskapazität des Funknetzes für mobile Geräte erhalten bleibt.

Mobilfunk-Basisstationen

Die Höhe der Belastung, die an Büroarbeitsplätzen von Basisstationen ausgeht, hängt sehr von der Lage des Büros innerhalb des Gebäudes ab. Die Immissionen sind naturgemäß höher, wenn das Büro auf der der Basisstation zugewandten Seite des Gebäudes liegt und/oder sich der Arbeitsplatz in Sicht zur Antenne befindet. Ebenfalls spielt die Stockwerkhöhe in Relation zum Antennenhauptstrahl und/oder Nebenzipfel eine Rolle. Nicht zu unterschätzen sind auch die unterschiedlichen Abschirmwirkungen der im Gebäude verwendeten Baumaterialien. So ist eine Wärmedämmverglasung mit Metallbedampfung ebenfalls gut zur Abschirmung elektromagnetischer Strahlung geeignet. Häufig lassen sich schon durch unaufwendige Maßnahmen wie Schreibtischversetzung, Büroverlegung, etc. die Immissionen um einige Faktoren reduzieren.

Kurzzeitige Belastungsquellen

Handys, Mobilteile von schnurlosen Telefonen

Handys und die Mobilteile von schnurlosen Telefonen senden nur, wenn sie benutzt werden. Allerdings ist die Belastung am Kopf während des Handytelefonats sehr hoch. Es ist wissenschaftlich bisher nicht beantwortbar, ob kurze hohe oder permanente niedrigere Strahlenbelastung größere gesundheitliche Relevanz besitzt. Hinweise gehen in die Richtung, dass durch die hohen (aber kurzzeitigen) Belastungen möglicherweise eher Tumorerkrankungen und degenerative Gehirnerkrankungen gefördert werden und durch die (niedrige) Dauerbelastung eher neurologische Effekte (Konzentrations- und Schlafstörungen) auftreten könnten. Da in der

Regel alle Arbeitsplätze über Festnetzanschluss verfügen, sollte das Handy am Arbeitsplatz grundsätzlich ausgeschaltet werden.

Mikrowellenherde

Viele Teeküchen sind inzwischen mit Mikrowellenherden ausgestattet, die in unmittelbarer Nähe (30 bis 50 cm bei neueren Modellen, bis zu einigen Metern bei älteren Modellen) eine deutliche Hochfrequenz-Exposition verursachen. Die Aufenthaltsdauer in der direkten Umgebung sollte daher möglichst begrenzt werden. Auf jeden Fall sollte darauf geachtet werden, dass das Metallgehäuse des Mikrowellenherdes unbeschädigt und nicht verbeult oder verzogen ist, da ansonsten leicht Mikrowellen-Lecks entstehen können, durch die ein Teil der Mikrowellenstrahlung nach außen dringen kann. Wenn man die Mikrowellensendeleistung von z.B. 750 W in Relation zur Sendeleistung eines Handys (max. 2 W) oder eines WLAN-Access-Point von 0,03 W betrachtet, ist gut vorstellbar, dass aus einem beschädigten Mikrowellenherd leicht beträchtliche Strahlungsleistung entweichen kann.

Zusammenfassung

Wie Untersuchungen des nova-Instituts gezeigt haben, lassen sich die elektromagnetischen Expositionen im Niederfrequenzbereich (vgl. Elektromog-Report 03/2004) als auch die Expositionen gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung an Büroarbeitsplätzen bei entsprechender Kenntnis der Wirkungen dieser Geräte mit teilweise geringem Aufwand erheblich reduzieren. Bei dem nach wie vor sehr unsicheren Kenntnisstand bezüglich der (Langzeit-)wirkungen elektromagnetischer Felder erscheint es unter Vorsorgegesichtspunkten ratsam, dass Personen, die in HF-exponierten Büros arbeiten während der übrigen Tages- und vor allem der Nachtstunden auf ein möglichst feld- und strahlungsarmes Umfeld achten.

Monika Bathow und Peter Nießen

Zellexperimente

EMF und zelluläre Stressreaktionen

Zwei Forschergruppen kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Untersuchung der Frage, ob niederfrequente EMF Stressreaktionen in Zellen verursachen. Während britische Forscher bei der Exposition menschlicher weißer Blutkörperchen keine Wirkungen auf die so genannten Hitzeschockproteine fanden, zeigten die Experimente deutscher Forscher mit menschlichen Leukämiezellen, dass diese Proteine vermehrt gebildet wurden.

Hitzeschockproteine, abgekürzt HSP, gelten als die am besten untersuchten Stress-Proteine der Zelle, die nach Veränderungen der physiologischen Bedingungen vermehrt gebildet werden. Sie wurden erstmals 1962 entdeckt und traten nach Hitze-bedingtem Stress auf. Sie können allerdings nicht nur nach Hitze auftreten, sondern auch als Abwehrreaktion auf andere plötzliche Milieu-Veränderungen, wie beispielsweise Sauerstoffmangel, Stoffwechselveränderungen oder toxische Chemikalien. Das vermehrte Auftreten von Hitzeschock-Proteinen ist nicht gleichzusetzen mit einer biologischen Schädigung, da wohl dosierter Stress auch nützlich sein kann, da er die Zellen gegenüber starkem Stress resistent machen kann. Es ist allerdings ein Hinweis auf eine biologische Wirkung. In den vergangenen Jahren wurde wiederholt eine Beeinflussung von Hitzeschock-Proteinen durch Expositionen mit hoch- oder

niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (EMF) beobachtet (z. B. Kwee 1998, Velizarov 1999), während andere Gruppen keine Einflüsse feststellten (z.B. Laszlo 1998), so dass anhaltend darüber gestritten wird, ob hier ein echter biologischer Effekt existiert, der unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte auftritt. Wie zur Bestätigung dieser widersprüchlichen Ergebnisse wurden fast zur gleichen Zeit zwei weitere Studien vorgestellt, die ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangten.

In einer Studie an der Universität Sheffield wurden menschliche Leukozyten (weiße Blutkörperchen) niederfrequenten Magnetfeldern mit Stärken zwischen 0 und 100 Mikrottesla (μ T) entweder allein oder in Kombination mit Wärme ausgesetzt (Coulton 2004). Eine vierstündige Exposition mit Magnetfeldern bei 37°C verursachte keine messbare Wirkung auf die Hitzeschockproteine HSP27, HSP70A und HSP70B, während eine zweistündige Erwärmung auf 42°C eine 10-, 5- bzw. 12-fache Zunahme der drei Proteine verursachte. Eine Kombination der Exposition mit EMF und Wärme führte nicht zu einer Verstärkung des Effektes, der nach alleiniger Wärme auftrat.

Eine Studie von Wissenschaftlern der Universität Dresden kam dagegen zu anderen Ergebnissen (Tokalov 2004). Menschliche Leukämiezellen wurden 30 Minuten lang niederfrequenten Feldern mit Stärken zwischen 10 und 140 μ T allein und in Kombination mit Wärme (43°C) ausgesetzt. Es zeigte sich eine deutliche Zunahme verschiedener Hitzeschockproteine, insbesondere der HSP70-Proteine. Selbst die geringste Dosis von 10 μ T, die damit deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten von 100 μ T liegt, führte zu einer signifikanten Induktion von HSP70A, HSP70B und HSP70C. Ein maximaler Effekt trat bei Flusssichten zwischen 60 und 80 μ T auf.

Franjo Grotenhermen

Literatur

1. Coulton LA, Harris PA, Barker AT, Pockley AG. Effect of 50 Hz electromagnetic fields on the induction of heat-shock protein gene expression in human leukocytes. *Radiat Res* 2004;161(4):430-4.
2. Kwee S, Raskmark P. Radiofrequency electromagnetic fields and cell proliferation. In: Bersani F, ed. *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. New York: Plenum Press, 1998.
3. Laszlo A, Chen MS, Davidson T. Is the heat shock response activated by exposure to RF fields? In: Bersani F, ed. *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. New York: Plenum Press, 1998.
4. Tokalov SV, Gutzeit HO. Weak electromagnetic fields (50 Hz) elicit a stress response in human cells. *Environ Res* 2004;94(2):145-51.
5. Velizarov S, Raskmark P, Kwee S. The effects of radiofrequency fields on cell proliferation are non-thermal. *Bioelectromagn. Bioenerget* 1999;48:177-80.

Epidemiologie

Umfrage zu Mobilfunk

Das Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel führte eine Befragung unter Personen durch, die gesundheitliche Symptome im Zusammenhang mit der Exposition mit elektromagnetischen Feldern (EMF) angaben. Es ging dabei nicht darum, eine kausale Beziehung zwischen den Symptomen und EMF zu untersuchen, sondern um eine beschreibende Analyse. Insgesamt wurden 429 Fragebögen an das Institut zurückgeschickt. 394 Personen mit einem Durchschnittsalter von 51 Jahren und einem Frauenanteil von 57 Prozent berichteten von Symptomen. Im Vergleich zum Durchschnitt der gesamten Schweizer Bevölkerung waren dieses Kollektiv älter, wies ein höheres Bildungsniveau auf

und war häufiger verheiratet. Die häufigsten Beschwerden waren Schlafstörungen (58 Prozent), Kopfschmerzen (41 Prozent), Nervosität und Stress (19 Prozent), Müdigkeit (18 Prozent) und Konzentrationsstörungen. Als Ursachen für die Beschwerden wurden am häufigsten Mobilfunkbasisstationen (74 Prozent) angegeben, gefolgt von Mobiltelefonen (36 Prozent), schnurlosen Telefonen (29 Prozent) und Hochspannungsleitungen (27 Prozent). 85 Prozent der Betroffenen, die sich wegen der Beschwerden an eine Behörde wandten, waren mit der Antwort unzufrieden, während eine Konsultation von Selbsthilfegruppen oder Bauökologen meistens die Erwartungen erfüllte. Zwei Drittel der Betroffenen hatten etwas unternommen, um die Symptome zu vermindern, darunter vor allem die Entfernung von Quellen für elektromagnetische Felder in Innenräumen.

Quelle: Roosli M, Moser M, Baldinini Y, Meier M, Braun-Fahrlander C. Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure - a questionnaire survey. *Int J Hyg Environ Health* 2004;207(2):141-50.

Verbraucherschutz

ÖKO-TEST warnt vor sämtlichen DECT-Schnurlos-Telefonen

Die Titelseite der Februar-Ausgabe 2004 der Zeitschrift ÖKO-TEST macht neugierig: „Schnurlose Telefone – Welche nur wenig strahlen“. Wer dann den Test liest, ist enttäuscht. Acht DECT-Telefone sind „mangelhaft“, die restlichen sechs „ungenügend“. Der Grund: Alle Geräte senden permanent eine „erhebliche Dosis gepulster elektromagnetischer Strahlung aus“. Weiter heißt es: „Die Basisstationen der Telefone strahlen im Schnitt eine Nuance schwächer als bei unserem Test im Jahr 2002. Lagen die Werte damals bei 8.800 – 20.500 Mikrowatt pro qm (8,8 bis 20,5 mW/m²), liegen sie nun im Bereich von 7.600 – 18.200 Mikrowatt pro qm (7,6 bis 18,2 mW/m²).“ Alle Geräte über 10.000 Mikrowatt pro qm (10 mW/m²) erhielten ein „ungenügend“. Es ist richtig, dass DECT-Basisstationen stets funken und in der Regel in den betreffenden Wohnungen für höhere Belastungen sorgen als umliegende Mobilfunkmasten. Eine Überarbeitung des DECT-Standards wäre sicherlich sinnvoll.

ÖKO-TEST rät den Verbrauchern, möglichst Schnurlos-Telefone nach dem analogen CT1+-Standard zu kaufen, von denen es noch einige wenige Modelle gibt. Weitere Empfehlungen sind die Teilabschirmung der Basisstationen durch eine Alufolie und die richtige Aufstellung weg vom Schlaf- oder Kinderzimmer.

Insgesamt bleibt der Verbraucher aber recht ratlos zurück. Aus Sicht des nova-Instituts sollten Verbraucher nur dann DECT-Technik einsetzen, wenn ein Aufstellort für die Basisstation zur Verfügung steht, der durch mehrere Wände von Daueraufenthaltsbereichen gut abgeschirmt ist (Abstellkammer, Keller oder günstig gelegener Flur) und dies in Mehrfamilienhäusern auch für die Nachbarwohnungen gilt. Dabei sind Modelle im Vorteil, die Ladeschale und Basisstation voneinander trennen. Hierauf geht ÖKO-TEST nicht ein.

Schließlich sind auch die ersten BlueTooth-Schnurlostelefone am Markt, die gegenüber dem DECT-Standard eine geringere Belastung aufweisen. Ihre Reichweite ist deutlich kleiner, in den meisten Fällen aber ausreichend. Diese Geräte wurden im Test leider nicht berücksichtigt.

Michael Karus