



WLAN und andere Funktechnologien im privaten Umfeld



Inhalt

Vorwort	4
1 WLAN und andere Funktechnologien im privaten Umfeld	7
2 Funkfelder und Gesundheit	11
2.1 Quellen hochfrequenter elektromagnetischer Felder	11
2.2 Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen	14
2.3 Rechtliche Regelungen zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen durch elektromagnetische Felder	16
2.4 Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung hochfrequenter elektromagnetischer Expositionen	19
3 Funktechniken im privaten Umfeld	23
3.1 WLAN	23
3.2 Bluetooth	29
3.3 Schnurlostelefon (DECT)	32
3.4 Mobiltelefon statt Festnetzanschluss	37
3.5 Internet-Zugang mit GSM und UMTS	42
3.6 Computer-Arbeitsplatz	45
3.7 Babyphon	50
3.8 Sonstige Funkanwendungen im Haus	53
Quellen für weitere Informationen	59

Sehr geehrte Damen und Herren!



Die Möglichkeiten zur mobilen Kommunikation und zur drahtlosen Übermittlung von Daten haben in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Neben neuen professionellen Funkdiensten und dem Mobilfunk, die nahezu flächendeckend verfügbar sind, gibt es mittlerweile eine Vielzahl an Geräten für eine klein- und kleinsträumige drahtlose Kommunikation und Datenübertragung. Sie werden zunehmend auch im privaten Bereich eingesetzt: Schnurlostelefone, drahtlose Netzwerke (WLAN), Bluetooth-Netzwerke, drahtlose Körpernetzwerke, zum Beispiel zur Steuerung medizinischer Sensoren und Implantate. Vieles fällt uns im Alltag kaum noch als Funktechnik auf: Babyphone, drahtlose Kopfhörer, Wetterstationen, Garagentoröffner. Funkwellen – oder zutreffender formuliert „elektromagnetische Felder“ – umgeben uns nahezu überall.

Viele Menschen hegen deswegen keine Bedenken; andere Bürgerinnen und Bürger sind verunsichert und befürchten gesundheitliche Auswirkungen durch diesen „Elektrosmog“. Unübersichtliche und zum Teil widersprüchliche Informationen kursieren hierzu auch in den Medien. Selbst innerhalb der Wissenschaft wird das Thema kontrovers diskutiert. Ein offener Umgang mit den vorhandenen Daten und der offene Dialog von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft mit der Öffentlichkeit sind daher geboten. Dies gilt umso mehr, da abschließende medizinische

Erkenntnisse nicht vorliegen und eine Risikoabschätzung nur vorläufig getroffen werden kann.

Mit der vorliegenden Broschüre wollen wir dazu beitragen, dass sich jeder Einzelne und jede Einzelne auf der Grundlage der vorliegenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, der humanmedizinischen Bewertungen und der rechtlichen Vorgaben selbst ein Bild machen und eigene Schlüsse daraus ziehen kann. Die Broschüre gibt den privaten Nutzern, die die Vor- und Nachteile der Funktechniken untereinander und im Vergleich mit kabelgebundenen Techniken abzuwägen haben, eine konkrete Hilfestellung. Durch die Befolgung einiger Verhaltensregeln können die Belastungen durch elektromagnetische Felder vermieden oder zumindest vermindert und die Daten- und Gerätesicherheit wesentlich erhöht werden.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre
Ihr

Johannes Remmel
Minister für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

1 WLAN und andere Funktechnologien im privaten Umfeld

Aufgrund der Entwicklung immer kleinerer und leistungsfähigerer elektronischer Komponenten und neuer Verfahren zur Informationsübertragung haben seit Anfang der 1990er Jahre die Möglichkeiten zur mobilen Kommunikation und zur drahtlosen Übermittlung von Daten stark zugenommen. Neben neuen professionellen Funkdiensten und dem Mobilfunk, die größere Gebiete abdecken und nahezu flächendeckend verfügbar sind, gibt es mittlerweile eine Vielzahl an Geräten für eine klein- und kleinst-räumige drahtlose Kommunikation und Datenübertragung, die zunehmend auch im privaten Bereich eingesetzt werden:

- Schon seit Jahren weit verbreitet sind Schnurlostelefone (zum Beispiel DECT) als mobile Erweiterung des Festnetztelefons oder drahtlose Nebenstellenanlage.
- Auch drahtlose Datennetze (Wireless Local Area Network / WLAN) sind mittlerweile Standard. Sie bieten im Vergleich zu kabelgebundenen Techniken (zum Beispiel Ethernet) völlig neue Möglichkeiten hinsichtlich der Flexibilität des Benutzers. So ist zum Beispiel ein Internetzugang praktisch in der gesamten Wohnung und auch vom Garten oder Balkon aus möglich, ohne dass aufwändig Kabel verlegt werden müssen.
- Technologien, wie beispielsweise Bluetooth, erlauben den Aufbau und Betrieb räumlich sehr eng begrenzter Kommunikationsnetze (Wireless Personal Area Networks / WPANs), zum Beispiel zur Vernetzung der Geräte rund um den persönlichen Arbeitsplatz.
- Noch geringer ist die Reichweite in drahtlosen Körpernetzwerken (Wireless Body Area Networks), die Erweiterungspotenziale zum Beispiel in der medizinischen Betreuung haben. Sie bestehen aus sehr kleinen Funk-



übermittlungseinheiten, die ihrerseits mit Sensoren oder Steuereinheiten im oder am menschlichen Körper oder in seiner unmittelbaren Umgebung vernetzt sind. So können physiologische Parameter, wie Blutdruck und Puls, erfasst oder Implantate gesteuert werden.

- Weitere Beispiele für den Einsatz von Funktechniken im Haushalt sind drahtlose Kopfhörer, Babyphone, Videoüberwachungsanlagen, Webkameras, Klingel- und Alarmanlagen, Wetterstationen, Steuer- und Überwachungsgeräte, zum Beispiel zur Regelung von Heizungen und zur Erfassung des Wärmeverbrauchs, Schalter, wie beispielsweise für die Beleuchtung und Garagentoröffner.

Auch wenn die Anwendungen sehr vielfältig, die eingesetzten Techniken im Detail sehr unterschiedlich und die technischen Standards und Herstellerspezifikationen nahezu unüberschaubar sind, so haben sie doch eine Reihe gemeinsamer Merkmale:

- Die Übertragung von Sprache und Daten erfolgt per Funk. Das bedeutet zum einen, dass die ausgesandten Signale mit einem entsprechenden Empfänger auch von anderen Personen als den Adressaten aufgefangen und abgehört werden können, wenn sie nicht hinreichend verschlüsselt sind. Zum anderen kann der Funkweg genutzt werden, um Gerätefunktionen oder Nachrichten zu manipulieren.
- Funkübertragung bedeutet auch, dass von den Geräten elektromagnetische Felder abgestrahlt werden, denen die Nutzer und Personen in der Nachbarschaft ausgesetzt sind. Die Sendeleistungen der meisten im Haushalt betriebenen Geräte sind im Vergleich mit Radio-, Fernseh- und Mobilfunksendern zwar niedrig, oft aber sind die Abstände zwischen Gerät (Sender) und Nutzer nur sehr gering. Dies ist bei der Abschätzung der Auswirkungen auf den menschlichen Organismus zu be-

achten. Zudem ist zu beachten, dass sich die Intensität der von verschiedenen Sendern abgestrahlten Felder summiert.

- Die Emissionen elektromagnetischer Felder bergen zudem die Gefahr von Störungen anderer Geräte. Kritisch kann es werden, wenn Geräte betroffen sind, die als Implantate Körperfunktionen überwachen oder steuern, wie zum Beispiel Herzschrittmacher, oder die der Sicherheit, zum Beispiel von Personen oder Räumen, dienen.
- Schließlich erfordert die Übertragung von Sprache und Daten per Funk zusätzliche Energie, die bei stationären Geräten über einen Anschluss an das Stromnetz und bei mobilen oder unabhängig von einem Netzanschluss betriebenen Geräten über Batterien oder Akkus bereitgestellt wird.

Diese Broschüre gibt einen kompakten Überblick zu verbreiteten Funktechnologien, die im privaten Umfeld zum Einsatz kommen. Sie gibt dem privaten Nutzer, der die Vor- und Nachteile der Funktechniken untereinander und im Vergleich mit kabelgebundenen Techniken abzuwägen hat, Hilfestellung. Durch die Befolgung einiger Verhaltensregeln können die Belastungen durch elektromagnetische Felder vermieden oder zumindest vermindert und die Daten- und Gerätesicherheit wesentlich erhöht werden.

2 Funkfelder und Gesundheit

2.1 Quellen hochfrequenter elektromagnetischer Felder

Funktechniken erlauben die drahtlose Übertragung von Sprache, Daten und Schaltimpulsen. Dazu sind Sender und Empfänger notwendig. Der eine strahlt die Funkwellen mit den ihnen aufgeprägten Informationen über eine Antenne ab, der andere fängt die Funkwellen über eine Antenne auf. Um eine drahtlose Kommunikation zwischen zwei Geräten, zum Beispiel per WLAN zwischen zwei Notebooks, zu ermöglichen, müssen beide mit Sender und Empfänger ausgestattet sein.

Mit dem Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Radiosendern ab dem Jahr 1923 wurden erstmals technische Quellen hochfrequenter elektromagnetischer Felder installiert, denen größere Teile der Bevölkerung ausgesetzt waren. Später kamen Sender zur Ausstrahlung von Fernsehprogrammen hinzu. Radio- und Fernsehsender stellten lange Zeit die Hauptquellen hochfrequenter elektromagnetischer Expositionen der Bevölkerung dar. Seit Anfang der 1990er Jahre ist die Bevölkerung vor allem durch den Aufbau der digitalen Mobilfunknetze und die starke Verbreitung von Mobiltelefonen in einem deutlich zunehmenden Maße hochfrequenter Strahlung ausgesetzt. Aber auch schnurlose Telefone tragen mittlerweile wesentlich dazu bei. Hinzu kommen in den letzten Jahren immer mehr Anlagen und Geräte, die im privaten Umfeld betrieben werden.

Grundsätzlich kann man zwei Typen von Quellen unterscheiden, die zur Hochfrequenzexposition beitragen:

- Quellen in der weiteren Umgebung, deren Emissionen zu meist schwächeren, aber andauernden Expositionen des gesamten Körpers führen. Hierzu zählen Rundfunk-,



Erklärungen von Begriffen und Einheiten

Funkwellen sind **elektromagnetische Felder** mit hohen Frequenzen. Ein elektromagnetisches Feld wird durch seine **Frequenz** und seine Intensität charakterisiert. Von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern spricht man, wenn die Frequenzen im Bereich zwischen 0,03 und 300.000 Megahertz (MHz) liegen. Viele Funktechniken nutzen Frequenzen im Bereich von 100 bis 2.000 MHz.

Für viele Funkanwendungen werden die **ISM-Frequenzbänder** genutzt, das sind Frequenzbereiche, die lizenzfrei für technische, wissenschaftliche und medizinische Zwecke verwendet werden dürfen.

Zur Übertragung von Sprache oder Daten wird die Funkwelle **moduliert**. Je nach Übertragungsverfahren werden beim Sender bestimmte Eigenschaften des Funkfeldes entsprechend den Sprach- oder Datensignalen verändert. Auf der Seite des Empfängers werden die Sprach- oder Datensignale dann wieder aus der Funkwelle herausgefiltert.

Fernseh- und Mobilfunksendeanlagen, aber auch WLAN-Access Points und andere im öffentlichen Raum, in Betrieben und Wohnungen installierte kleinere Sender.

- Quellen, die sich dicht am Körper befinden und in der Regel hohe, aber kurzzeitige Expositionen vor allem des Kopfes verursachen, wie Mobiltelefone und schnurlose Telefone. Ebenfalls körpernah betriebene Strahlungsquellen sind zum Beispiel Notebooks und andere Computer mit Internetzugang per Funk und drahtlos vernetzte Computerperipherie.

Wie stark einzelne Anlagen oder Geräte zur Exposition einer Person mit Funkfeldern beitragen, hängt von einer ganzen Reihe von Faktoren ab. Die wichtigsten sind:

Die **Intensität der Strahlung**, die an einem Ort ankommt, die **Immission**, wird in der Einheit „Watt pro Quadratmeter“ (W/m^2) gemessen. In dieser Broschüre, in der es um Sender mit geringer Sendeleistung geht, wird die kleinere **Einheit „Milliwatt pro Quadratmeter“ (mW/m^2)** benutzt ($1 W/m^2 = 1.000 mW/m^2$).

In Zusammenhängen, in denen es um die Höhe der Bestrahlung geht, der Menschen ausgesetzt sind, wird in dieser Broschüre der Fachbegriff „**Exposition**“ benutzt, da er anders als das umgangssprachliche Wort „Belastung“ neutral ist. Nicht jede Exposition stellt eine Belastung dar.

Als Maß für die von einem Körper in einer gewissen Zeit aufgenommene Energie pro Körpergewicht wurde der **SAR-Wert (Spezifische Absorptionsrate)** eingeführt. Er wird in der **Einheit „Watt pro Kilogramm“ (W/kg)** angegeben.

Wenn Quellen elektromagnetische Wellen aussenden bzw. abstrahlen, spricht man von **Emission**, die von diesen Sendern ausgehen.

- **Die Sendeleistung:** Diese kann im Stand-by-Betrieb deutlich geringer sein als im Normalbetrieb.
- **Die Häufigkeit von Abstrahlungen:** Sender, die nur gelegentlich und kurzzeitig in Betrieb genommen werden, wie zum Beispiel Funkschalter für Klingelanlagen, sind anders zu bewerten als „Dauerstrahler“, wie zum Beispiel die Basisstationen der nach dem DECT-Standard arbeitenden Schnurlostelefone, die oft auch im Stand-by-Betrieb ein Kontrollsignal abstrahlen. (Hier gibt es aber auch neuere Entwicklungen, siehe Kapitel 3.3).
- **Der Abstand der Person zum Sender:** Die Intensität des Funkfeldes nimmt quadratisch mit dem Abstand ab. Das heißt, dass sich die Intensität bei einer Verdoppe-

lung des Abstands auf ein Viertel des Ausgangswertes verringert.

- **Die Ausbreitungsbedingungen:** Befinden sich Wände oder andere Objekte zwischen dem Sender und der Person, wird die Strahlung je nach Material mehr oder weniger abgeschwächt. Wände und Objekte können aber auch dazu führen, dass Funkwellen reflektiert und abgelenkt werden. Dadurch kann es zu Expositionen in Bereichen kommen, die durch den Sender gar nicht direkt erreicht werden.

Weitere Faktoren sind die Bauart der Antenne, von der die Verteilung der Funkfeldintensität im Raum abhängt, und die Art der Funkaussendung, die in Form kurzer Schaltpulse als regelmäßige Folge von Funkpulsen oder kontinuierlich erfolgen kann.

2.2 Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen

Thermische Wirkungen

Es ist schon lange bekannt und wissenschaftlich völlig unstrittig, dass die Bestrahlung mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zu einer Erwärmung in den betroffenen Körperteilen führen kann. Die Stärke der Erwärmung hängt zum einen von der Frequenz und der Intensität der Strahlung, zum anderen von der Art des Gewebes, seiner Lage im Körper und der Durchblutung ab.

Besonders empfindlich gegenüber intensiver Hochfrequenzstrahlung sind Organe mit einem hohen Wassergehalt und einer schlechten Durchblutung, wie zum Beispiel das Auge. Die thermischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder und die bei ausreichend hoher Exposition aus ihnen resultierenden akuten gesundheitlichen Folgen sind wissenschaftlich gut untersucht. Als unkritisch wird eine Erhöhung der Körpertemperatur

um weniger als $0,1^{\circ}\text{C}$ angesehen, lokal gelten Erwärmungen um bis zu 1°C als vertretbar. Dies entspricht in etwa einem SAR-Wert (siehe Kasten Seite 13) von 4 W/kg . Der SAR-Grenzwert für Ganzkörper-Exposition liegt bei $0,08\text{ W/kg}$, für Teilexpositionen des Kopfes und des Rumpfes bei $2,0\text{ W/kg}$ bzw. der Gliedmaßen bei 4 W/kg (siehe Tabelle 1 auf Seite 16).

Nicht-thermische Wirkungen

Wissenschaftlich umstritten ist aber trotz jahrelanger Forschung, ob auch mit Feldern niedriger Intensität gesundheitliche Risiken einhergehen und zu sogenannten „nicht-thermischen“ Effekten führen. Zahlreiche wissenschaftliche Kommissionen haben die vorliegenden wissenschaftlichen Befunde ausgewertet. In Deutschland nimmt solche Auswertungen zum Beispiel die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eingesetzte Strahlenschutzkommission vor. In der neuesten Stellungnahme der Strahlenschutzkommission vom 29./30. November 2011 stellt diese fest, dass auf Basis der durchgeführten Forschungsprojekte die Gesamtproblematik der biologisch-medizinischen Wirkungen der Felder des Mobilfunks nicht endgültig geklärt werden konnte. Daher bleibt weiterer Forschungsbedarf bestehen, auch wenn eindeutige wissenschaftliche Nachweise von negativen gesundheitlichen Auswirkungen bei Expositionen unterhalb der derzeit gültigen Grenzwerte bisher nicht vorliegen.

Langzeitwirkungen

Wegen der vergleichsweise kurzen Zeit der Nutzung der beschriebenen Funktechniken liegen noch keine Erkenntnisse zu eventuellen Langzeitwirkungen, insbesondere bei Kindern, vor. Die IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung der Weltgesundheitsorganisation) hat im Mai 2011 hochfrequente elektromagnetische Strahlung als möglicherweise krebserregend für den Menschen eingestuft. In der neuesten Stellungnahme vom November 2011 vertritt die Strahlenschutzkommission hierzu eine

abweichende Meinung, da aus ihrer Sicht bisher in keiner Weise Anhaltspunkte für eine krebsinitiiierende oder -promovierende Wirkung erbracht wurden. Die Ergebnisse der angelaufenen Studien sollen abgewartet werden und die Frage möglicher genotoxischer Wirkungen sollte durch eine umfassend angelegte Studie geklärt werden.

2.3 Rechtliche Regelungen zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen durch elektromagnetische Felder

Der Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Einwirkungen durch elektromagnetische Felder ist in Deutschland in der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV – Verordnung über elektromagnetische Felder) geregelt (siehe Tabelle 1). Die Verordnung und die darin gesetzlich festgesetzten Grenzwerte gelten nur für gewerblich genutzte ortsfeste Anlagen mit einer Sendeleistung von mehr als 10 Watt.

Für Anlagen mit geringerer Sendeleistung, mobile Sender sowie für privat betriebene Anlagen und Geräte gibt es bisher keine gesetzlichen Grenzwerte. In Deutschland gilt

hier die europäische Gerätenorm EN 62233, die sich auf die EU-Ratsempfehlung 1999/519/EC bezieht. In der EU-Ratsempfehlung wurden anders als in der 26. BImSchV Grenzwerte für alle Frequenzen festgelegt. Grundlage der Grenzwerte sind die wissenschaftlich eindeutig nachgewiesenen negativen gesundheitlichen Auswirkungen starker elektromagnetischer Felder, wenn der gesamte Körper bestrahlt wird. Wird nur ein Teil des Körpers bestrahlt, sind nach der EU-Ratsempfehlung deutlich höhere Werte zulässig; diese werden als Teilkörper-SAR für Kopf und Rumpf oder Gliedmaße bezeichnet. So gilt zum Beispiel für den Kopfbereich ein SAR-Wert von 2 W/kg. Der SAR-Wert für den Kopf ist 25-mal so hoch wie der Wert, der bei Ganzkörper-Exposition eingehalten werden muss. Sämtliche SAR-Werte sind über sechs Minuten zu mitteln. SAR-Werte, die ein Gerät im ungünstigsten Fall verursachen darf, sind bisher nur bei Mobiltelefonen vorgeschrieben.

Bei der Festlegung von Grenzwerten für elektromagnetische Felder wird zwischen **Basisgrenzwerten** und **abgeleiteten Grenzwerten (Referenzgrenzwerten)** unterschieden.

Tabelle 1

Grenzwerte (26. BImSchV, 1999/519/EC) für die von modernen Funktechnologien überwiegend genutzten Frequenzbereiche für die Allgemeinbevölkerung

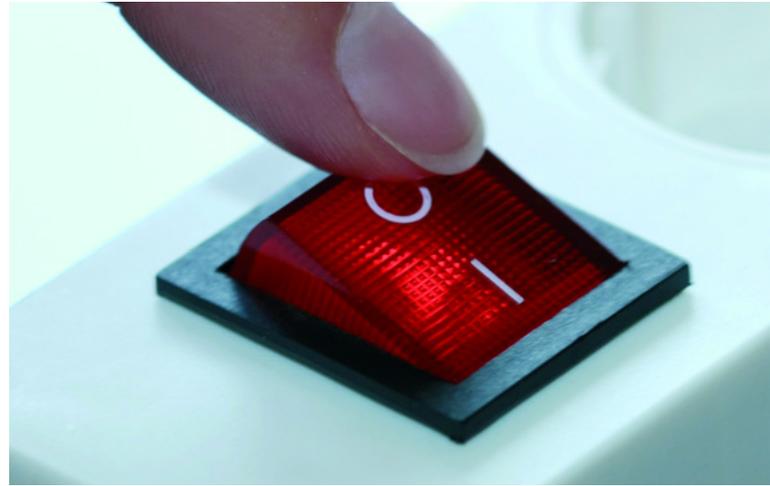
Frequenzbereich (MHz)	Referenzgrenzwerte Ganzkörper-Grenzwert (mW/m ²)	Basisgrenzwerte Ganzkörper-SAR (W/kg)	Teilkörper-SAR (W/kg)	
			Kopf und Rumpf	Gliedmaße
10 bis 400	2.000			
400 bis 2.000	2.000 bis 10.000 abhängig von der Frequenz	0,08	2,0	4,0
über 2.000	10.000			

Basisgrenzwerte beruhen auf nachgewiesenen Schwellenwerten der unmittelbar im Gewebe wirksamen physikalischen Einflussgrößen unter der Berücksichtigung von Sicherheitsfaktoren. Da eine messtechnische Überprüfung der Basisgrenzwerte in der Regel nicht möglich ist, werden abgeleitete Grenzwerte (Referenzgrenzwerte) festgelegt.

Die Einhaltung des Referenzgrenzwertes gewährleistet die Einhaltung des entsprechenden Basisgrenzwertes. Kommt es durch einzelne lokale Immissionsspitzen zur kurzzeitigen Überschreitung der Referenzwerte, bedeutet dies jedoch nicht, dass eine Überschreitung des SAR-Wertes vorliegt.

Außer der europäischen Norm EN 62233 gibt es von Seiten der Bundesnetzagentur für bestimmte Anlagen- und Gerätekategorien Vorgaben zur maximal zulässigen Sendeleistung. Die Exposition einer Person in der Nähe eines sendenden Gerätes hängt nicht nur von dessen Sendeleistung ab, sondern auch davon, wie stark diese durch die Sendeantenne gebündelt wird. Die zulässige Sendeleistung wird anhand eines fiktiven isotropen Strahlers, das heißt eines Strahlers, der in alle Raumrichtungen gleichmäßig Funkwellen aussendet, festgelegt. Diese isotrope Vergleichsleistung wird als Äquivalente isotrope Sendeleistung oder EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power) bezeichnet.

Aufgrund der bisher ungeklärten Fragen zu den nicht-thermischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder haben die Strahlenschutzkommission und das Bundesamt für Strahlenschutz Vorsorgeempfehlungen ausgesprochen. Diese zielen darauf ab, die elektromagnetischen Expositionen der Bevölkerung so gering wie möglich zu halten. Hierbei handelt es sich aber um Empfehlungen, die weder für die Hersteller noch für die Betreiber von Anlagen und Geräten bindend sind.



2.4 Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung hochfrequenter elektromagnetischer Expositionen

Im persönlichen und teilweise auch im beruflichen Umfeld gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten, elektromagnetische Expositionen zu vermeiden oder zu vermindern, die bei fast allen Anlagen und Geräten anwendbar sind: **Überprüfen Sie Bedarf, Nutzen und Alternativen:** Bevor privat funktechnische Anlagen installiert oder Geräte in Betrieb genommen werden, sollten Sie prüfen, ob diese überhaupt notwendig und sinnvoll sind und ob es nicht Alternativen gibt. Auf Geräte, die zu relativ hohen Dauerbelastungen durch elektromagnetische Felder führen können, sollte verzichtet werden. Hinweise hierzu finden Sie in den Steckbriefen im Kapitel 3.

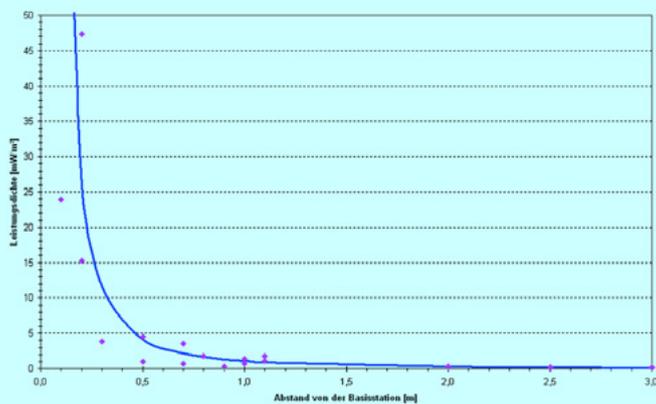
Umweltzeichen „Blauer Engel – weil strahlungsarm“: Fragen Sie beim Kauf nach Geräten mit dem „Blauen Engel“. Leider beantragen nur wenige Hersteller das Umweltzeichen, selbst wenn ihre Geräte die Kriterien erfüllen. Die Hersteller befürchten, dass dann die anderen Geräte ohne den „Blauen



Engel“ als gesundheitsschädlich angesehen und nicht mehr gekauft werden. Fragen Sie vor dem Kauf eines Handys nach dem SAR-Wert des Gerätes.

Schalten Sie nicht benötigte Anlagen und Geräte ab:

Nicht benötigte Anlagen und Geräte sollten Sie vollständig abschalten, denn viele erzeugen auch im Stand-by-Betrieb elektromagnetische Felder. Zudem wird unnötig Energie verbraucht.



Abnahme der Strahlungsintensität mit dem Abstand am Beispiel einer DECT-Basisstation:

Die Quadrate zeigen die Ergebnisse aus verschiedenen Messungen der zeitlichen Mittelwerte der Intensität während eines Telefonats. Die durchgezogene Linie verdeutlicht das erwartete Abstandsverhalten ohne Abschirmung oder Reflektionen. Eine Verdopplung des Abstands führt hiernach zu einer Abnahme der Intensität auf ein Viertel.

Halten Sie Abstand: Da die Intensität des Funkfeldes mit dem Abstand schnell abnimmt, können Expositionen deutlich vermindert werden, wenn Sender möglichst weit weg von Bereichen montiert werden, in denen sich Personen oft oder lange aufhalten (vgl. Abb. oben). Auch bei mobilen

Geräten sollte der Abstand zwischen der Sendeantenne und dem Körper möglichst groß sein.

Nutzen Sie Abschirmungen: Wenn keine Maßnahmen zur Verminderung der Felder an der Quelle möglich sind, zum Beispiel weil die Geräte von Nachbarn betrieben werden, bleibt nur die Möglichkeit der Abschirmung. Es gibt eine ganze Reihe entsprechender Produkte, von Wandbeschichtungen bis zu Gardinen mit Abschirmwirkung (für weitere Informationen s. Anhang). Hier ist jedoch Vorsicht geboten: Es gibt in diesem Bereich viele unseriöse Angebote und beim Anbringen von Abschirmungen kann viel falsch gemacht werden. Deshalb ist vor einer möglicherweise aufwändigen Abschirmmaßnahme eine Messung angebracht, um festzustellen, ob diese überhaupt notwendig ist. Schließlich sollte später überprüft werden, ob die Abschirmung wirksam ist.

Informieren Sie sich! Beratungen zur Verminderung von Belastungen durch elektromagnetische Felder werden ebenso wie Messungen von etlichen wissenschaftlichen Instituten, Baubiologen und anderen Institutionen angeboten. Nicht alle diese Angebote sind seriös. Informieren Sie sich am besten vorher bei einer Verbraucherberatung vor Ort über vertrauenswürdige Anbieter.

3 Funktechniken im privaten Umfeld

Im Folgenden werden für Funktechniken, die im Privatbereich und an Arbeitsplätzen häufig vorkommen, Informationen

- zu den Einsatzmöglichkeiten,
- zur technischen Ausführung,
- zu Art und Höhe der Immissionen,
- zur Bewertung der Immissionen,
- zur Störanfälligkeit und zum Datenschutz gegeben.

3.1 WLAN

Einsatzmöglichkeiten

WLAN (Wireless Lokal Area Network = drahtloses lokales Funknetzwerk) dient zur kabellosen Vernetzung mehrerer Computer oder Notebooks untereinander sowie mit Zusatzgeräten (Drucker, Scanner usw.). Außerdem ermöglicht es über einen so genannten Access Point (= Zugangspunkt, Zugangsknoten) den drahtlosen Zugang zum Internet. So können auch WLAN-fähige Handys und Schnurlostelefone zur Internet-Telefonie eingesetzt werden. Der Aufbau der Netze kann in zwei Arten erfolgen:

1. Im **Ad hoc-Modus** kommunizieren gleichberechtigte Rechner miteinander. Verbindungen sind nur zwischen Rechnern möglich, die sich innerhalb der jeweiligen Reichweite befinden. Sobald mehrere PCs mit Funknetzwerken in Reichweite zueinander gebracht werden, können sie ein Ad hoc-Netzwerk bilden, eine schnelle, unkomplizierte und kostengünstige Art der Vernetzung.
2. Im **Infrastruktur-Modus** erfolgt die Anbindung der Rechner über feste Basisstationen, die Access Points. Diese organisieren die drahtlosen Verbindungen zu und zwischen den (mobilen) Endgeräten, bieten den mobilen



Stationen in der Regel aber auch einen Zugang zu einem stationären Netzwerk oder zum Internet. Um die Reichweite eines Funknetzwerks zu vergrößern, können zusätzlich sogenannte „Repeater“ zum Einsatz kommen. Sie werden am Rande des Sendebereichs des primären Access Points so positioniert, dass sie dessen Signale noch empfangen können. Sie senden diese dann von neuem aus. Dadurch können Geräte, die eigentlich außerhalb des Sendebereichs des primären Access Points stehen, in das WLAN eingebunden werden.

Technische Ausführung

Der internationale Berufsverband IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) hat verschiedene Standards der Reihe 802.11 mit unterschiedlichen Charakteristiken veröffentlicht. Am weitesten verbreitet ist in Deutschland derzeit der Standard 802.11g, der die Nutzung der Frequenzen im Bereich um 2.450 MHz vorsieht und bei dem die Anlagen mit einer isotropen Vergleichsleistung EIRP von maximal 100 mW pro teilnehmendem Gerät betrieben werden dürfen. Bei diesem Standard können bis zu drei unabhängige WLAN-Netze parallel in räumlich überlappenden Bereichen betrieben werden, oh-

ne dass gegenseitige Störungen zu erwarten sind. Bisher noch wenig eingesetzt wird der Standard 802.11h für die Nutzung von Frequenzen aus zwei Bereichen oberhalb 5.000 MHz mit einer EIRP von maximal 200 mW bzw. mit bis zu 1.000 W EIRP (siehe Tabelle 2). Die Reichweiten liegen in Gebäuden typischerweise bei bis zu 50 Metern. Weitere Standards sind in der Entwicklung.

Für WLAN-Anlagen werden zum Teil externe Antennen als Zubehör angeboten, die eine deutlich höhere Richtwirkung haben als die ein- oder angebauten Antennen. Mit diesen Richtantennen wird dann die abgestrahlte Sendeleistung gebündelt, wodurch die Leistung im Strahl erhöht wird. Dadurch kann der zulässige Wert unter Umständen überschritten werden.

Art und Höhe der Immissionen

Die tatsächlichen Sendeleistungen und damit die Immissionen hängen bei WLAN-Teilnehmern in erster Linie vom jeweiligen Datenverkehr ab. Auch wenn kein Datenverkehr stattfindet, sendet der Access Point durchgehend alle 100 Millisekunden (ms) kurze Sendepulse (0,5 ms), damit sich die anderen Teilnehmer im Netz mit ihm synchroni-

Tabelle 2

Parameter der beiden wichtigsten WLAN-Standards

Standard	Sendefrequenz (MHz)	max. EIRP (mW)	Leistungsregelung
802.11g	2.400 – 2.484	100	statisch möglich: Die maximale Sendeleistung kann permanent reduziert werden.
802.11h	5.150 – 5.450	200	dynamisch: Für Anlagen mit maximaler EIRP ist eine an die jeweilige Empfangsbedingung angepasste Sendeleistungsregelung vorgeschrieben.
	5.725 – 5.825	1.000	



sieren können. Die Strahlung weist dann eine regelmäßige Pulsstruktur von 10 Hz auf. In solchen Situationen beträgt die über die Zeit gemittelte Sendeleistung nur 0,5 Prozent der (eingestellten) maximalen Sendeleistung. Bei hohem Datenaufkommen kann die mittlere Sendeleistung bis zu 70 Prozent der maximalen betragen. In Zeiten, in denen Datenverkehr stattfindet, ist die Strahlungsstruktur sehr unregelmäßig, da jedes Gerät mit seiner Übertragung beginnen kann, sobald kein anderes sendet.

Die Höhe der Expositionen ist abhängig von der – unter Umständen geregelten – Sendeleistung, dem Abstand zum Gerät und der Bauart sowie der Umgebung (Abschirmung und Reflektionen). Beispielhafte Messungen (nur für Geräte mit einer EIRP bis zu 100 mW) ergaben für unmittelbar am Körper genutzte Geräte (zum Beispiel ein Notebook auf den Oberschenkeln) lokale Expositionen, die während der Sendepulse Intensitäten bis zu 50.000 mW/m² entsprachen, Berechnungen lieferten zum Teil noch höhere Werte. In einem Meter Abstand vom mobilen Gerät oder vom Access Point bzw. von einem

Repeater liegen die Immissionsspitzen typischerweise zwischen 5 und 20 mW/m²; es wurden auch Werte bis zu 50 mW/mm² festgestellt. Bei drei Metern Abstand erreichen die Intensitäten Werte zwischen 0,2 und 1 mW/mm². Im zeitlichen Mittel liegen die Immissionen entsprechend dem vorhandenen Datenverkehr meist deutlich niedriger. Gerade in größeren Netzen hängt die Gesamtimmission auch davon ab, wie viele Geräte (Access Points, Repeater und Endgeräte) in welchem Abstand aktiv am Netzwerk teilnehmen.

Bewertung der Immissionen

Bei WLAN-Geräten liegen die mittleren Expositionen immer deutlich unter dem gesetzlichen Ganzkörper-Grenzwert und die Teilkörper-Grenzwerte werden grundsätzlich eingehalten. Die über den ganzen Körper gemittelten Expositionen, die direkt mit dem Ganzkörper-Grenzwert verglichen werden können, liegen typischerweise etwa einen Faktor 100 niedriger als die jeweiligen lokalen Werte.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Bei WLAN-Anlagen kann das unbefugte Benutzen oder Abfangen der Daten durch mehrere Methoden erschwert werden, die aber oft erst vom Nutzer selbst nachträglich installiert und aktiviert werden müssen:

- Die voreingestellten Passwörter und Netzwerknamen (SSID) können geändert werden.
- Das SSID-Broadcasting, das Mitversenden des Netzwerknamens, kann deaktiviert werden, so dass Unbefugte das Netzwerk nicht identifizieren können.
- Mit der MAC-Filterung, einem Netzwerk-Zugangsschutz, kann festgelegt werden, wer Zugang zu dem

WLAN bekommen darf. Die einzelnen Nutzerinnen und Nutzer können freigeschaltet oder gezielt blockiert werden.

- Es stehen verschiedene Verfahren der Datenverschlüsselung zur Verfügung. Die nicht immer mögliche WAP-Verschlüsselung (Wi-Fi Protected Access) bietet größere Sicherheit als die WEP-Verschlüsselung (Wired Equivalent Privacy). Dabei ist ein hoher Verschlüsselungscode (256 Bit) sicherer als ein niedriger.

Ohne Kodierung können die im WLAN gesendeten Daten während der Funkverbindung ohne großen Aufwand abgehört werden. Außerdem können sich fremde Nutzer einschleichen und den eigenen Internetzugang kostenlos nutzen. Dabei sind illegale Aktivitäten nicht auszuschließen, die später möglicherweise nur zu dem Besitzer des Internetzugangs und nicht zu dem fremden Computer zurückverfolgt werden können.

Empfehlungen

Gerade in kleinen Wohnungen und wenn im Haushalt nur eine oder zwei Personen einen Computer benutzen, kann der Internetzugang oder das lokale Netzwerk mit Kabeln ausgeführt werden. Wenn dies nicht möglich oder nicht gewünscht ist, sollten Sie folgende Empfehlungen beachten:

- Stellen Sie die maximale Sendeleistung auf den niedrigsten Wert ein, mit dem Verbindungen gerade noch sicher aufgebaut werden können!
- Installieren Sie den Access Point (und den Repeater) in möglichst großem Abstand zu den Plätzen, an denen Personen sich häufiger oder für längere Zeit aufhalten – am besten in einem kaum genutzten Raum!

- Stellen Sie das Endgerät möglichst weit entfernt vom Sitzplatz auf!
- Schalten Sie an den Endgeräten die WLAN-Funktion aus, wenn das WLAN nicht genutzt wird!
- Schalten Sie die gesamte Anlage ab, wenn für längere Zeit, zum Beispiel nachts, niemand das Netzwerk oder den Internet-Zugang nutzt!

Außerdem sollten alle Möglichkeiten zur Erhöhung der Datensicherheit – wie oben dargestellt – genutzt werden.

3.2 Bluetooth

Einsatzmöglichkeiten

Bluetooth ist ein Standard für Sprach- und Datentransfers über kurze Distanzen. Bluetooth-Sender sind klein und billig und benötigen nur wenig Strom. Mit ihnen können zum Beispiel ein Mobiltelefon mit der Freisprecheinrichtung oder ein Notebook und ein Desktop miteinander oder mit Peripheriegeräten wie Tastatur, Maus, Joystick, Lautsprecher, Drucker, Kamera etc. verbunden werden. Es werden laufend weitere Anwendungen entwickelt.



Technische Ausführung

Wenn zwei Bluetooth-Geräte in Reichweite kommen, so beginnen sie meist automatisch miteinander zu kommunizieren. In einfachen Netzen können bis zu acht Geräte miteinander verbunden sein. Ein Gerät übernimmt die Führung (Master) und organisiert den Funkverkehr im Netz. Dieses Gerät sendet auch dann, wenn kein Datenverkehr stattfindet, regelmäßig ein kurzes Signal aus, damit sich die anderen Geräte mit ihm synchronisieren können. Die anderen Geräte (Slaves) können ihre Sender ausschalten, um Energie zu sparen.

Es gibt drei verschiedene Leistungsklassen: Am weitesten verbreitet sind die schwächeren Leistungsklassen 2 und 3 (LK2 und LK3) mit bis zu 2,5 mW bzw. bis zu 1 mW. Geräte der Leistungsklasse 1 (LK1) dürfen mit bis zu 100 mW senden. Um die Batterie zu schonen und andere Anlagen nicht zu stören, ist es vorteilhaft, jeweils nur so stark zu senden, dass das Signal gerade noch empfangen werden kann (Leistungsregulierung). Die Leistungsregulierung ist für die Leistungsklasse 1 obligatorisch, für 2 und 3 optional. Somit ist die effektive Sendeleistung – und damit auch die Strahlenbelastung – teilweise nicht konstant und kleiner als die maximale.

Art und Höhe der Immissionen

Für Bluetooth wird das ISM-Frequenzband um 2,45 GHz genutzt, das in mehrere Kanäle aufgeteilt ist. Zur Vermeidung von Störungen wird der benutzte Kanal innerhalb einer Übertragung mehrfach gewechselt. Die Netzteilnehmer senden nacheinander abwechselnd ihre Daten, wobei ein Benutzer bis zu fünf Zeitintervalle besetzen darf. Dies führt zu einer unregelmäßigen, gepulsten Charakteristik der Strahlung.

Die Höhe der jeweils maximalen Expositionen ist abhängig von der Sendeleistung, dem Abstand zum Gerät und der Bauart. Beispielhafte Messungen ergaben für körpernah genutzte Bluetooth-Geräte lokale Werte zwischen 150 und 400 mW/m² für LK3-Geräte. Bei einem LK2-Gerät traten lokal Werte von knapp 1.200 mW/m² auf. Bei diesen beiden Typen wird schon ab einem Abstand zum Bluetooth-Gerät von etwa 20 Zentimetern der Wert von 1 mW/m² unterschritten. Von LK1-Geräten kann dieser Wert auch noch in einem Abstand von 1,5 Metern überschritten werden. Lokal können LK1-Geräte bei körpernahe Einsatz sogar Werte von bis zu 90.000 mW/m² erzeugen.

Ob ein Bluetooth-Gerät dauerhaft strahlt oder nicht, hängt von seiner Funktion im lokalen Funknetz ab.

Bewertung der Immissionen

Bei LK3- und LK2-Geräten liegen die lokalen Immissionspitzen unter dem gesetzlichen Ganzkörper-Grenzwert. Die über den ganzen Körper gemittelten Expositionen, die direkt mit dem Ganzkörper-Grenzwert verglichen werden können, liegen mindestens um einen Faktor 100 (teilweise bis um den Faktor 1.300) niedriger als die jeweiligen lokalen Werte. Die bei LK1-Geräten gemittelten Ganzkörper-Expositionen liegen ebenfalls unter dem gesetzlichen Grenzwert

Störanfälligkeit und Datenschutz

Im Bluetooth-Standard sind zur Datensicherheit neben dem Kanalwechsel zusätzliche Identifizierungs- und Kodierungsverfahren vorgesehen. Diese werden aber nicht immer automatisch aktiviert. Wenn diese Möglichkeiten nicht genutzt werden, kann sich ein fremdes Gerät in die Kommunikation einschalten und diese ausspähen. Außer-

dem können auf diesem Wege fremde Daten übertragen und so die angeschlossenen Geräte manipuliert werden. So könnte zum Beispiel ein Virus auf einen Computer gelangen oder ein Handy dazu gebracht werden, teure 0180er-Nummern anzurufen oder SMS zu verschicken.

Empfehlungen

In vielen Fällen kann statt mit einer Bluetooth-Funkverbindung auch einfach ein Kabel für die Datenübertragung genutzt werden. Wenn dies nicht machbar oder nicht gewünscht ist, sollten Sie folgende Empfehlungen beachten:

- Verwenden Sie ein Bluetooth-Gerät mit möglichst geringer Sendeleistung (LK3 oder LK2)!
- Das Gerät sollte über eine Leistungsregelung verfügen.
- Der Abstand zwischen dem Gerät und dem Nutzer sollte so groß wie möglich sein.
- Körpernah betriebene Geräte (zum Beispiel Headsets) sollten nur dann getragen werden, wenn sie auch wirklich benutzt werden.
- Die Möglichkeiten zur Datensicherheit (Identifizierungs- und Kodierungsverfahren) sollten aktiviert werden.

3.3 Schnurlostelefon (DECT)

Einsatzmöglichkeiten

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) ist der verbesserte Standard für Schnurlostelefone und der Nachfolger der analogen Standards CT1 und CT2, deren Betriebserlaubnisse Ende 2008 ausgelaufen sind. DECT besitzt eine bessere Übertragungsqualität und er-



möglicht die Nutzung von mehreren mobilen Handgeräten an einem Telefonanschluss.

Technische Ausführung

Die maximale Sendeleistung bei DECT-Geräten beträgt 250 mW, sowohl für die Basisstationen als auch für die Handgeräte. Dies ergibt eine typische Reichweite von bis zu 30 Metern in Gebäuden und etwa des Zehnfachen im Freien. Sie basiert auf einem kombinierten Zeitschlitz- und Mehrkanalverfahren. Für die Funkübertragung werden zehn Frequenzkanäle im Bereich zwischen 1.880 und 1.900 MHz genutzt. Um Störungen zu vermeiden, wird auch während eines Gespräches der Frequenzkanal gewechselt. Im DECT-Standard wird ein Zeitrahmen von 10 ms Dauer verwendet, der wiederum in 24 Abschnitte unterteilt ist. Bei einem einzelnen Gespräch, ohne Zeitschlitzbündelung, wird nur in 2 von den 24 Zeitschlitzten gesendet: einmal von der Basisstation zum Handgerät und einmal zurück. Die anderen Zeitschlitzzeile bleiben sendefrei und stehen für andere Gespräche über die gleiche Anlage zur Verfügung. Dadurch beträgt die Sendeleistung am Handgerät (bei einem einzelnen Gespräch auch an der Basisstation) im zeitlichen Mittel weniger als 10 mW.

Wenn nicht telefoniert wird, sendet das Handgerät gar nicht. Die Basisstation sendet bei normalen DECT-Anlagen durchgehend kurze Pulse aus, damit die Handgeräte jederzeit die Empfangsqualität überprüfen und sich einwählen können. Seit einiger Zeit gibt es so genannte „strahlungsreduzierte“ bzw. „strahlungsarme“ Geräte mit verschiedenen technischen Verfahren zur Strahlungsminderung:

- Leistungsregelung während des Gesprächs: Dabei wird die Sendeleistung abhängig von der Empfangsbedingung geregelt. Wenn sich Handgerät und Basisstation in geringer Entfernung voneinander befinden, wird sie mehr oder weniger reduziert, je nach Modell am Handgerät, an der Basisstation oder an beiden Sendern.
- Regelung im Stand-by: Bei einigen der „strahlungsreduzierten“ DECT-Anlagen senden die Basisstationen keine Kontrollpulse mehr, wenn das Handgerät in der Basisstation steht, andere senken dann die Sendeleistung mehr oder weniger stark ab. Bei mehr als einem an einer Basisstation angemeldeten Handgerät geschieht dies meist aber nicht.

Bei einigen wenigen Anlagen kann eingestellt werden, dass die Basisstation im Stand-by-Betrieb auch dann nicht sendet, wenn das Handgerät nicht in der Basisstation steht. In diesem Fall dauert der Gesprächsaufbau etwas länger als bei normalen Anlagen, da erst die Verbindung zwischen Handgerät und Basisstation wiederhergestellt werden muss.

Art und Höhe der Immissionen

Die Höhe der Expositionen ist abhängig von der – unter Umständen geregelten – Sendeleistung, dem Abstand zum Gerät und der Bauart. Das angewandte Zeitschlitzverfahren führt zu einer regelmäßigen, mit 100 Hz gepulsten Charakteristik der Strahlung. Beispielhafte Messun-

gen ergaben für das körpernah genutzte Handgerät lokale Expositionen zwischen 50.000 und 100.000 mW/m² während der Sendepulse. In einem Abstand von einem Meter zum Handgerät oder zur Basisstation lag die Intensität in den Pulsspitzen zwischen 2 und 40 mW/m², bei drei Metern Abstand zwischen 0,5 und 6 mW/m². Im zeitlichen Mittel betragen die Immissionen beim Handgerät ein Fünfundzwanzigstel und an der Basisstation – abhängig von der Zahl der gleichzeitig geführten Telefonate – zwischen einem Fünfundzwanzigstel und fast der Hälfte der eben genannten Werte. Typischerweise unterschreiten DECT-Geräte während eines Gesprächs im zeitlichen Mittel ab einem Abstand von etwa einem Meter, in den Pulsspitzen erst ab etwa fünf Metern Abstand den Wert von 1 mW/m².

Bewertung der Immissionen

Die mittleren Expositionen bei DECT-Geräten liegen unter dem gesetzlichen Ganzkörper-Grenzwert. Auch die Teilkörper-Grenzwerte werden grundsätzlich eingehalten. Die über den ganzen Körper gemittelten Expositionen, die direkt mit dem Ganzkörper-Grenzwert verglichen werden können, liegen typischerweise etwa um einen Faktor 1.000 niedriger als die jeweiligen lokalen Werte.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Bei DECT-Anlagen wird das unbefugte Benutzen oder Abhören durch drei Methoden erschwert, von denen nur die beiden ersten obligatorisch sind:

1. Anmelden: Jedes Handgerät wird in der Basisstation eingetragen und angemeldet und erhält dabei einen geheimen Schlüssel.
2. Ausweisen: Bei jedem Gesprächsaufbau muss sich das Handgerät bei der Basisstation mit dem geheimen Schlüssel ausweisen.

3. Verschlüsseln: Die Daten werden für die Übertragung kodiert und auf der Gegenseite dekodiert. Der Code ist Sender und Empfänger bekannt, wird aber nicht mit übertragen.

Ohne Kodierung können über DECT-Anlagen geführte Gespräche während der Funkverbindung ohne großen Aufwand abgehört werden. Leider ist bei vielen Anlagen auf der Verpackung nicht angegeben, ob eine Verschlüsselung möglich ist oder nicht.

Empfehlungen

Gerade in kleinen Wohnungen oder wenn im Haushalt nur eine oder zwei Personen telefonieren, kann ein schnurgebundenes Telefon ausreichen. Wenn dies nicht möglich oder nicht gewünscht ist, sollten die folgenden Empfehlungen beachtet werden:

- Fragen Sie beim Kauf nach einer Anlage mit dem „Blauen Engel“, damit wären die beiden folgenden Empfehlungen abgedeckt! Leider hat jedoch bisher noch kein Hersteller seine Anlage zertifizieren lassen.
- Zur Vermeidung unnötiger Dauerexposition sollte eine Anlage benutzt werden, bei der die Möglichkeit besteht, in den Einstellungen einen „strahlungsarmen“ Betrieb auszuwählen, bei dem im Stand-by-Betrieb auf die Aussendung der Kontrollpulse komplett verzichtet wird.
- Während des Gesprächs sollte eine Leistungsregelung auf beiden Seiten (Basisstation und Handgerät) möglich sein.
- Stellen Sie die Basisstation in möglichst großem Abstand zu Daueraufenthaltsplätzen (Bett, Fernseh- oder Lesesessel, Arbeitsplatz, usw.) auf!

- Wählen Sie beim Kauf eine Anlage mit der Möglichkeit zur Datenverschlüsselung.

3.4 Mobiltelefon statt Festnetzanschluss

Einsatzmöglichkeiten

Die meisten Menschen in Deutschland haben ein Mobiltelefon, um auch unterwegs erreichbar zu sein. Einige nutzen die Angebote der Mobilfunkbetreiber für günstige Heimtarife und verzichten auch zuhause ganz auf einen Festnetzanschluss. Sie setzen ganz auf Mobilität und sparen sich eine doppelte Telefonabrechnung.

Derzeit werden hauptsächlich zwei Standards zum Datentransfer eingesetzt. Bei den GSM-Netzen (Global System for Mobile Communication) handelt es sich um den Standard für volldigitale Mobilfunknetze. Das Kürzel UMTS steht für Universal Mobile Telecommunications System. Als Nachfolger von GSM ist UMTS ein Standard, der zum Versenden und Empfangen von großen Datenmengen verwendet wird.



Technische Ausführung

Die Vorgaben für die technischen Parameter (zum Beispiel Frequenz, maximale Sendeleistung und Leistungsregelung, Modulation) sind für die drei Mobilfunknetze unterschiedlich (siehe Tabelle 3).

Die meisten Mobiltelefone können sich in mindestens zwei der Mobilfunknetze einbuchen (Dualband), viele auch in alle drei (Triband). Die vier Betreiber haben jeweils drei (Teil-)Netze – mit unterschiedlicher Flächendeckung – installiert, die mit Frequenzen aus den unterschiedlichen Bereichen arbeiten. Die Mobiltelefone suchen sich für eine Verbindung jedes Mal das Netz mit der besten Empfangsqualität des Vertragspartners (für die verwendete Chip-Karte) und buchen sich dort ein. UMTS-fähige Handys bevorzugen meistens das jeweilige UMTS-Netz.

Art und Höhe der Immissionen

Aufgrund der zeitlichen Organisation sind die Funksignale der Mobiltelefone in den GSM-Netzen mit 217 Hz gepulst, d. h. die Mobiltelefone senden nur in einem Achtel der Zeit, die restliche Zeit steht für andere Netzteilnehmer zur Verfügung. Im UMTS-Netz senden die Handys wäh-

rend der Sprechzeit durchgängig ein „rauschendes“ Signal mit einzelnen Spitzen.

Die Höhe der Expositionen hängt in erster Linie von den Empfangsbedingungen ab. Alle Mobiltelefone arbeiten mit möglichst geringer Sendeleistung, um die Akkulaufzeiten zu verlängern. Bei GSM wird beim Gesprächsbeginn und bei jedem Zellenwechsel mit maximaler Sendeleistung begonnen und dann reduziert, im UMTS-Netz beginnt das Mobiltelefon mit sehr geringer Sendeleistung und steigert diese dann, bis der Empfang ausreichend ist. Wird das Mobiltelefon in einem geschlossenen Raum benutzt, muss die Sendeleistung in der Regel sehr viel höher geregelt werden als im Außenbereich, da das Material der Wände Funkwellen teilweise absorbiert.

Wenn Mobiltelefone in einem der beiden GSM-Netze eingeloggt sind, können die maximalen lokalen Spitzenwerte – zum Beispiel am Ohr – in den Sendepulsen einige hunderttausend Milliwatt pro Quadratmeter erreichen. Bei UMTS liegen diese etwas niedriger bei etwa 100.000 mW/m². Die zeitlich über eine Sendephase gemittelten Maximalwerte liegen in allen drei Netzen je nach Sendekarakteristik der Mobiltelefone zwischen 10.000 und 100.000 mW/m², wobei die meisten Handys neuerer Bauart eher im oberen Bereich liegen. In typischen Gesprächssituationen erreichen die realen Immissionen

Tabelle 3

Parameter für den Mobilfunk

Netz	Sendefrequenz (MHz)	max. EIRP (mW)	Leistungsregelung
GSM900	um 900	2.000	mäßig schnell, am Anfang hohe Sendeleistung
GSM1800	um 1.750	1.000	mäßig schnell, am Anfang hohe Sendeleistung
UMTS	um 1.950	125	schnell, am Anfang niedrigere Sendeleistung

in den beiden GSM-Netzen Werte zwischen 5.000 und 30.000 mW/m², je nach Typ des Telefons und der Empfangsbedingungen. Messungen im Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm haben gezeigt, dass die Expositionen der Nutzer im UMTS-Netz deutlich geringer liegen: In Situationen mit gutem Empfang liegen die Expositionen bei einem Telefonat oft unter 1 mW/m², selten wurden Werte über 10 mW/m² gemessen. Nur bei Datenverkehr – zum Beispiel beim Up- oder Download aus dem Internet – wurden zehn- bis zwanzigmal höhere Werte gemessen.

Bewertung der Immissionen

Die zeitlich gemittelten lokalen Expositionen liegen, wie vom Gesetzgeber gefordert, immer unter den Teilkörper-Grenzwerten für den Kopf. Das gilt auch bei maximaler Sendeleistung. Der maximale SAR-Wert, den Mobiltelefone erzeugen können, liegt also immer unter 2 W/kg. Die über den ganzen Körper gemittelten Expositionen erreichen auch nicht die gesetzlichen Ganzkörper-Grenzwerte.

In typischen Situationen liegen bei GSM die lokalen, gemittelten Expositionen meist nur etwas über den Ganzkörper-Grenzwerten. Bei UMTS werden diese praktisch immer auch lokal unterschritten, so dass ein Mobiltelefonat im UMTS-Netz bei guten Empfangsbedingungen oft zu geringeren Expositionen führt als ein Gespräch mit einem schnurlosen DECT-Telefon. Selbst die Exposition durch ein Bluetooth-Headset ist dann oftmals höher, als die durch das UMTS-Handy selbst.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Beim Mobilfunk ist die Datensicherheit weitgehend gewährleistet. Mit einigem Aufwand können aber auch Mobiltelefone abgehört werden.

Empfehlungen

Solange nicht sichergestellt ist, dass die Empfangsbedingungen überall in der Wohnung ausreichend gut sind und das Mobiltelefon hier immer das UMTS-Netz nutzt, sollte zu Hause das Festnetz genutzt werden. Wenn dies nicht möglich ist, beachten Sie bitte folgendes:

- Benutzen Sie ein UMTS-fähiges Handy!
- Benutzen Sie eine Freisprecheinrichtung – dann muss das Mobiltelefon nicht so dicht am Körper gehalten werden!
- Benutzen Sie bei Verbindungen über die GSM-Netze ein Headset, schalten Sie dieses aber nach dem Gespräch wieder aus!
- Eine Verbindung sollte möglichst nur bei gutem Empfang aufgebaut werden.
- Halten Sie sich während des Telefonats möglichst in Fensternähe auf – dort ist der Empfang meist besser. Noch besser ist er in der Regel auf einem Balkon oder einer Terrasse!
- Im Stand-by-Modus sollte das Mobiltelefon so liegen, dass die Empfangsbedingungen konstant bleiben und es nicht abgeschattet wird, da es sonst immer wieder einen Kontrollpuls zur Basisstation schickt.
- Achten Sie beim Kauf eines Mobiltelefons auf den SAR-Wert! Dieser sollte möglichst niedrig sein. Die Informationen hierzu finden Sie in den Gebrauchsanleitungen der Geräte.

Die SAR-Werte von neueren Mobiltelefonen können zum Beispiel auf folgenden Internetseiten verglichen werden:

www.bfs.de/de/elektro/oekolabel.html
www.izmf.de/html/de/35119.html

3.5 Internet-Zugang mit GSM und UMTS

Einsatzmöglichkeiten

Der Zugang zum Internet kann überall dort, wo der Empfang dieser Mobilfunknetze ausreichend gut ist, auch über GSM- und UMTS-Mobilfunknetze erfolgen. Allerdings ist bei reinem GSM-Empfang die Datenübertragungsrate relativ niedrig. Eine höhere Übertragungsgeschwindigkeit gibt es, wenn die Erweiterungen GPRS (General Packet Radio Service) für GSM und HS{D/U}PA (High Speed {Downlink/Uplink} Packet Access) angeboten werden.

Technische Ausführung

Die Vorgaben für die technischen Parameter (zum Beispiel Frequenz, maximale Sendeleistung und Leistungsregelung, Modulation) der Funkanbindungen an das Internet über die Mobilfunknetze entsprechen denjenigen für Mobiltelefone (siehe Tabelle 3, Seite 38). Die Anbindung an die Mobilfunknetze erfolgt mit einer eingebauten oder einsteckbaren PCMCIA-Karte oder einem USB-Stick mit eingebauter Sendeantenne.

Art und Höhe der Immissionen

Die Pulsstruktur der Funksignale für den Internet-Zugang entspricht den Charakteristiken beim Mobiltelefon (217 Hz bei GSM, dem Rauschen ähnlich mit einzelnen Spitzen bei UMTS). Bei GPRS können zur Erhöhung der Übertragungsraten mehrere der acht Zeitschlitze für einen Nutzer zusammengefasst werden. Dadurch ändert sich die Pulsstruktur. Da sich die Sender für die Internet-Anbin-

dung im Normalfall nicht ganz so dicht am Körper befinden wie ein Mobiltelefon, sind die Expositionen in der Höhe etwas geringer, die Expositionsdauer ist aber oft deutlich länger. Die höchsten Expositionen treten im Normalfall an den Gliedmaßen auf, zum Beispiel an den Händen auf der Notebook-Tastatur oder an den Oberschenkeln, auf denen das Notebook liegt. Die tatsächlichen Werte ändern sich sehr stark mit der Arbeitshaltung und dem Ort, an dem der Sender am Rechner platziert ist.

Die Höhe der Expositionen hängt von dem verwendeten Mobilfunknetz ab: Bei UMTS ist sie am niedrigsten, bei GSM900 am höchsten. Bei GPRS/GSM900 können an den Gliedmaßen sogar lokale Intensitätsspitzen von etwa 100.000 mW/m² auftreten, bei UMTS treten immerhin noch Maxima bis 70.000 mW/m² auf. Am Rumpf liegen die lokalen Spitzen etwa um den Faktor 100 niedriger. Die Ganzkörperexposition liegt für GSM900 zwischen 2 und 550 mW/m² und für UMTS zwischen 1 und 150 mW/m² – abhängig von der Empfangsbedingung, der Auslastung und der Arbeitshaltung.



Bewertung der Immissionen

Nur direkt vor der Sendeantenne, zum Beispiel des Notebooks, können die Grenzwerte für die Ganzkörper-Exposition überschritten werden, dies ist jedoch keine realistischere anzunehmende Anwendungsposition. Die Teilkörper-Grenzwerte werden auch dort praktisch immer eingehalten. Die über den ganzen Körper gemittelten Expositionen, die direkt mit dem Ganzkörper-Grenzwert verglichen werden können, liegen typischerweise um mehr als einen Faktor 1.000 niedriger als die jeweiligen lokalen Werte. In typischen Situationen werden an den Gliedmaßen bei GSM900 etwa der Ganzkörper-Grenzwert und bei UMTS etwa 25 Prozent des Ganzkörper-Grenzwertes für den jeweiligen Frequenzbereich erreicht. Die tatsächlichen Ganzkörper-Expositionen liegen bei GSM900 im Bereich von wenigen Prozent und bei UMTS meist unter einem Prozent des jeweiligen Ganzkörper-Grenzwertes.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Wie beim Mobiltelefon ist die Datensicherheit bei dieser Art des Internetzugangs relativ hoch. Mit dem entsprechenden Fachverstand ist jedoch ein unbefugter Zugriff auf die Daten, die per Mobilfunkverbindung versandt werden, möglich.

Empfehlungen

Wegen der relativ hohen Expositionen, die bei der Internet-Verbindung über die Mobilfunknetze auftreten können, sollte auf diese Art bei stationären Rechnern möglichst verzichtet werden. Wenn ein mobiler Interneteinsatz benötigt wird, sollten Sie folgende Empfehlungen beachten:

- Setzen Sie UMTS-fähige Karten oder Sticks ein!

- Eine Verbindung sollte möglichst nur bei gutem Empfang aufgebaut werden.
- Der Sender sollte so am Notebook angebracht werden, dass er sich in möglichst großem Abstand zum Nutzer befindet.
- Mit einem Verlängerungskabel kann der Stick (oder die Karte) in größerer Entfernung vom Nutzer – vielleicht sogar hinter einer Abschirmung – platziert werden, um so die Exposition des Nutzer zu verringern. Messungen haben gezeigt, dass die Platzierung des Senders auf der Rückseite des Bildschirms dazu führt, dass sich die Exposition des Nutzers durch die Abschirmwirkung des Bildschirms um bis zu 80 Prozent verringern lässt.
- Schalten Sie den Sender ab, wenn die Internet-Verbindung nicht mehr benötigt wird!

3.6 Computer-Arbeitsplatz

Einsatzmöglichkeiten

An einem Computer-Arbeitsplatz können verschiedene Funkanwendungen zum Einsatz kommen. Sie werden vor allem

- zur Anbindung an Funknetze per WLAN (siehe Kapitel 3.1) oder Bluetooth (siehe Kapitel 3.2),
- für den drahtlosen Internetzugang über die GSM- oder UMTS-Mobilfunknetze (siehe Kapitel 3.5) und
- für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen Computer und Peripherie-Geräten, bei denen die Datenübermittlung kabellos erfolgt (zum Beispiel Funkmaus, -tastatur und -kopfhörer oder Funk-Webcam), genutzt.



Technische Ausführung

Die technischen Parameter der Peripherie-Geräte können sehr unterschiedlich sein. Sie alle arbeiten mit Frequenzen, die für technische Anwendungen frei verfügbar sind (sogenannte ISM-Frequenzen – oft bei 27 oder 50 MHz, 433 MHz, 2.400 MHz). Die Sendeleistungen betragen meist nur wenige Milliwatt. Viele dieser Peripherie-Geräte senden nur, wenn sie betätigt werden – zum Beispiel viele Funkmäuse nur, wenn sie bewegt oder ihre Tasten benutzt werden. Webcams sind allerdings durchgehend aktiv, solange sie eingeschaltet sind. Da die technische Entwicklung sehr schnell voranschreitet und die technischen Ausführungen sich ständig ändern, kann das Nachfolgemodell eines Gerätes schon mit anderen Spezifikationen arbeiten. Die Reichweite dieser Geräte ist meist relativ begrenzt (wenige Meter), da sie überwiegend direkt am Computerarbeitsplatz eingesetzt werden.

Eine Sonderstellung nehmen reine Funkkopfhörer ein, da sie nur empfangen und nicht selbst senden. Die Sendeantenne befindet sich damit immer entfernt vom Nutzer, am Computer oder an der Verstärkeranlage. Headsets mit eingebautem Mikrofon arbeiten meist mit dem Bluetooth-Standard (siehe Kapitel 3.2).

Art und Höhe der Immissionen

Höhere Expositionen treten bei den meisten Peripherie-Geräten nur an der bedienenden Hand bzw. den Händen auf. Diese können beim Bedienen von Funkmaus oder -tastatur Intensitäten von knapp über 100 mW/m^2 ausgesetzt sein. Schon ab 10 Zentimetern Abstand werden in den meisten Fällen 10 mW/m^2 unterschritten, in einem Meter Abstand liegt der Wert meist unter $0,5 \text{ mW/m}^2$. Bei mehreren gleichzeitig genutzten Peripherie-Geräten addieren sich die durch die einzelnen Geräte verursachten Immissionen. Dadurch erhöht sich grundsätzlich der zeitliche Mittelwert, der Spitzenwert der Exposition steigt nur, wenn die Geräte (zufällig) gleichzeitig senden bzw. wenn zu einem Dauerstrahler – wie zum Beispiel einer Webcam – der Sendepuls einer Maus oder Tastatur hinzukommt (vgl. Tabelle 4 Seite 48).

Bewertung der Immissionen

Nur direkt vor der Sendeantenne der Geräte können die Grenzwerte für die Ganzkörper-Exposition überschritten werden, dies ist jedoch keine realistische Anwendungssituation. Die Teilkörper-Grenzwerte werden auch direkt vor der Sendeantenne immer eingehalten. Die über den ganzen Körper gemittelten Expositionen, die direkt mit dem Ganzkörper-Grenzwert verglichen werden können, liegen typischerweise um mehr als den Faktor 1.000 niedriger als die jeweiligen lokalen Werte. Da die verschiedenen Geräte meist nicht direkt nebeneinander stehen und nicht gleichzeitig aktiv sind, bleibt diese Einschätzung auch bei mehreren genutzten Geräten gültig.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Die geringe Reichweite der meisten Sender führt dazu, dass sie nur selten andere Geräte stören und nur schlecht

Tabelle 4

Typische Wertebereiche für die von verschiedenen Computer-Peripherie-Geräten verursachten mittleren Immissionen (die Spitzenwerte können z. T. deutlich höher sein) für verschiedenen Abstände

Gerät	Funktechnik	mittlere körpernah	Leistungsdichte [mW/m ²]		Bemerkung
			in 10 cm	in 100 cm	
Sender für den Funkkopfhörer		–	–	< 0,2	Kopfhörer ist nur Empfänger
Funkmaus Funk tastatur	unterschiedlich	≈ 100	< 5	< 0,1	senden meist nur bei Bedarf
Webcam		–	–	≈ 0,2	Dauersender
Verschiedene Geräte mit Anbindung über	Bluetooth (LK2)	bis ≈ 1.000	< 10	≈ 0,1	während der Datenübertragung
	Bluetooth (LK3)	bis ≈ 500	< 5	< 0,1	
WLAN-Karte	802.11g	bis ≈ 20.000	100–500	1–5	Mittelwerte für reale Situationen
USB-Stick für Internet	GSM900	bis ≈ 15.000	200–5.000	2–50	
	UMTS	bis ≈ 10.000	10–1.000	0,1–10	

abgehört werden können. Doch mit einem sehr empfindlichen Empfänger sind die Signale oft auch noch in Nachbarräumen messbar und können dann relativ leicht erkannt werden. Damit ist es grundsätzlich möglich, festzustellen, welche Tasten benutzt werden (zum Beispiel um Passwörter oder PINs auszuspionieren).

Empfehlungen

In den meisten Fällen können die Peripherie-Geräte auch mit Kabel angeschlossen werden. Bei Kopfhörern sind Geräte mit Infrarotübertragung eine Alternative – allerdings ist dafür eine direkte Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger nötig. Wenn auf Funkverbindun-

gen nicht verzichtet werden kann, sollten Sie folgende Empfehlungen beachten:

- Setzen Sie Geräte mit möglichst kleiner Sendeleistung ein! Wenn die Sendeleistung nicht angegeben ist, sind Geräte mit geringerer Reichweite vorzuziehen.
- Benutzen Sie Geräte, die nur senden, wenn sie aktiv benutzt werden!
- Schalten Sie Peripherie-Geräte wie Webcam oder Kopfhörer ab, wenn sie nicht genutzt werden!

3.7 Babyphon

Einsatzmöglichkeiten

Babyüberwachungsanlagen bestehen aus zwei Teilen: Der Sender nimmt die Geräusche im Kinderzimmer auf und leitet diese an den Empfänger weiter. Der Geräuschpegel, ab dem die Signale übertragen werden, kann meist individuell eingestellt werden. Einige Geräte bieten die Übertragungsfunktion auch in die andere Richtung an (= „bidirektional“). Die Eltern können dann schon aus der Ferne beruhigend auf das Kind einreden.

Technische Ausführung

Für die Art der Übertragung gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten; über Kabel oder über Funk, jeweils mit verschiedenen Varianten:

- **Stromnetz:** Nur in ganz seltenen Fällen werden die Signale durch ein eigenes Kabel übertragen. Meist werden sie an einer Steckdose in das hausinterne Stromnetz eingespeist. Für die Übertragung ist es nötig, dass das Empfangsgerät am gleichen Stromkreislauf (d. h. an der gleichen Phase des Stromnetzes) angeschlossen



ist. Diese Geräte sind nur noch selten zu finden, die Übertragungsqualität ist eher mäßig und die Störanfälligkeit relativ hoch. Außerdem sind Mobilität und Reichweite eingeschränkt. Dafür erzeugen diese Anlagen keine Funkwellen.

- **Telefonnetz:** Es gibt Geräte, die an das Telefonnetz angeschlossen werden. Bei entsprechendem Geräuschpegel ruft das Babyphon eine vorher einprogrammierte Telefonnummer an. Dadurch ist die Reichweite praktisch unbegrenzt und es tritt – bei kabelgebundenen Telefonen – keine Strahlung auf. Nachteile: Es muss eine freie Telefonsteckdose vorhanden sein und es fallen unter Umständen Telefongebühren an.
- Die Übertragung per Funk bietet eine deutlich größere Flexibilität. Hierbei werden Frequenzen zwischen 27 und 2.450 MHz aus den frei verfügbaren ISM-Bereichen eingesetzt. Die meisten Babyphone arbeiten mit analogem Funk. Bei diesen Geräten ist die Tonqualität etwas schlechter und die Störanfälligkeit höher als beim digitalen Funk. Dieser entspricht meist der DECT-Technik (siehe oben Kapitel 3.3). Dafür sind beim analogen Funk in den meisten Fällen die elektromagnetischen Emissionen geringer.

Die Sendeleistungen reichen von wenigen Milliwatt bei den meisten analogen Geräten mit einer Reichweite von 100 bis 200 Metern über 250 mW bei den DECT-Babyphonen bis zu maximal 500 mW bei Geräten, die eigentlich Funksprechgeräte („Walkie-Talkies“) darstellen und eine Reichweite von einigen Kilometern haben können.

Art und Höhe der Immissionen

Die Höhe der Immissionen ist auch hier abhängig von der Sendeleistung, dem Abstand zum Gerät und der Bauart. Beispielhafte Messungen ergaben bei einem Abstand von

einem Meter zum Babyphon-Sender Werte von zum Teil deutlich unter 1 mW/m^2 , aber bei den Geräten mit höherer Sendeleistung auch Werte von über 20 mW/m^2 . Bei einem Abstand von drei Metern lagen die Messwerte um 80 bis 90 Prozent niedriger, bei kleineren Abständen waren sie entsprechend höher.

Die meisten analogen Babyphone senden nur, wenn die aufgenommenen Geräusche eine voreingestellte Lautstärke überschreiten. Viele Geräte haben allerdings eine Reichweitenkontrolle: Am Empfänger ertönt ein Warnsignal, wenn der Empfang nicht mehr ausreichend ist. Für diese Funktion muss dann der Sender durchgehend kurze Signale abgeben. Damit werden diese Geräte mit eingeschalteter Reichweitenkontrolle zu Dauersendern, wie es auch die DECT-Babyphone sind.

Bewertung der Immissionen

Die Intensität, der von Babyphonen abgestrahlten Funkfelder, liegt bei den meisten Geräten mit geringer Sendeleistung (bis maximal 100 mW) ab einem Abstand von zwei Metern unter 1 mW/m^2 . Die Geräte mit stärkerer Sendeleistung dagegen können noch in drei Metern Entfernung deutlich höhere Expositionen erzeugen. Die gesetzlichen Ganzkörper-Grenzwerte werden von allen Geräten im normalen Gebrauch grundsätzlich eingehalten.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Nur die digitalen Geräte (zum Beispiel nach DECT-Standard) sind weitgehend störfest und abhörsicher. Bei den analogen Geräten – auch den Geräten, die die Signale über das Stromkabel verbreiten – ist es möglich, dass die Eltern durch die Signale eines Nachbarkindes aufgeschreckt werden. Es ist auch nicht auszuschließen, dass eine andere Person mithört.

Empfehlungen

Babyüberwachungsanlagen mit Übertragung per Kabel erzeugen keine hochfrequenten Expositionen. Solche Geräte sind aber kaum noch im Handel erhältlich. Alle Babyüberwachungsanlagen, ob mit Kabel oder Funk, erzeugen niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Um alle Expositionsarten für die Kinder so klein wie möglich zu halten, sollte der Abstand zwischen dem Kinderbett und dem Gerät immer so groß wie möglich sein.

Um die hochfrequenten Expositionen bei Funkgeräten so gering wie möglich zu halten, sollten Sie Geräte einsetzen, die

- den „Blauen Engel“ tragen,
- eine geringe Sendeleistung haben,
- nicht dauerhaft strahlen.

3.8 Sonstige Funkanwendungen im Haus

Einsatzmöglichkeiten

In Wohnungen gibt es noch viele weitere Funkanwendungen:

- Die Wetterstation, die Außendaten per Funk zum Anzeigegerät in der Wohnung schickt,
- der Türklingelknopf, der bei Betätigung einen Funkpuls an die eigentliche Klingel sendet,
- der Funkschalter zum Ein- und Ausschalten der Beleuchtung oder von elektrischen Geräten,
- die Funkregelung für die Heizungsanlage,
- der Heizkostenermittler, bei dem die Verbrauchsdaten drahtlos vom Heizkörper an die zentrale Erfassungseinheit im Haus übertragen werden,



- die Videoüberwachungskamera für den Außenraum mit Funkübertragung zum Computer oder Terminal,
- Videokomponenten, die Signale per Funk vom TV-Empfänger zum Bildschirmgerät übertragen.

Und es werden immer neue Anwendungen auf den Markt gebracht. In der Erprobung befinden sich derzeit Anlagen zur drahtlosen Vernetzung der verschiedensten Geräte in der Wohnung, zum Beispiel mit dem neuen Standard Zig-Bee.

Technische Ausführung

Die bisher im Einsatz befindlichen Funkübertragungsverfahren sind sehr unterschiedlich. Häufig werden verschiedene Frequenzen aus den frei verfügbaren ISM-Bereichen benutzt. Die Sendeleistungen sind dabei sehr oft nicht angegeben, betragen aber meist nur wenige Milliwatt. Sie können gelegentlich aber auch bis zu 100 mW betragen, so zum Beispiel bei der drahtlosen Video-Überwachung. Viele dieser Geräte senden nur, wenn sie betätigt werden, zum Beispiel Funkschalter, Heizkostenermittler oder Heizkörperschalter, die den Heizkörper abstellen, wenn das Fenster geöffnet wird. Andere Geräteklassen senden durchgehend in regelmäßigen Abständen kurze Pulse,

wie zum Beispiel Wetterstationen oder manche Heizungsregelanlagen. Es gibt aber auch Gerätetypen, die praktisch kontinuierlich senden. Zu nennen sind hier zum Beispiel Überwachungskameras. Die Reichweiten der Geräte betragen oft nur wenige Meter, es gibt aber auch solche, mit denen größere Strecken überbrückt werden können.

ZigBee soll ein Standard für Funknetze werden, der auch für größere Netze, auf denen nur kleine Datenmengen übertragen werden, geeignet ist – im Unterschied zu Bluetooth, das für die Übertragung größerer Datenmengen in kleineren Netzen konzipiert wurde. Ein Entwicklungsziel bei ZigBee ist die deutliche Verlängerung von Batterielaufzeiten, im Wesentlichen durch geringe Sendeleistungen und durch Aktivitätspausen, wenn keine Datenerfassung und/oder Datenübertragung nötig ist. Auch die ZigBee-Geräte sollen zum großen Teil mit einer Sendeleistung von wenigen Milliwatt arbeiten. Für besondere Anwendungen sind aber auch größere Sendeleistungen möglich.

Art und Höhe der Immissionen

Es gibt bisher nur für wenige der genannten Anwendungen verlässliche Immissionsmessungen. Die Intensitäten in den Sendephasen hängen im Wesentlichen von den Sendeleistungen und den Abständen zu den Sendern ab, die Höhe der zeitlich gemittelten Expositionen werden zusätzlich von der Häufigkeit und Länge der Sendephasen bestimmt. Exemplarische Messungen (siehe Tabelle 5 auf Seite 56) ergaben bei einem Abstand von einem Meter vom Sender Werte zwischen $0,00006 \text{ mW/m}^2$ für den Mittelwert bei einer Funkwetterstation und knapp über 7 mW/m^2 für eine Videoüberwachungsanlage. Wenn die Sender solcher Anlagen im Freien aufgestellt sind, sind die Immissionen in der Wohnung nicht nur wegen des größeren Abstandes, sondern auch aufgrund der abschirmenden Wirkung der Gebäudewände deutlich kleiner als hier angegeben.

Tabelle 5

**Exemplarische Werte für die von verschiedenen
Geräten in einem Meter Abstand verursachten
Immissionen (bei direkter Sichtverbindung)**

Gerät	Frequenz [MHz]	Max. Sendeleistung EIRP [mW]	Leistungsdichte	
			Pulsspitze [mW/m ²]	zeitl. Mittelwert [mW/m ²]
Geräte, die nur bei Bedarf senden:				
Funklichtschalter	868	k.A.	0,06	sehr klein, abhängig von der Nutzungshäufigkeit
Heizkörperschalter am Fenster	869	k.A.	0,07	
Geräte, die in regelmäßigen Abständen kurze Pulse senden				
Wetterstation 1, Außenfühler	434	k.A.	0,01	0,00006
Wetterstation 2, Außenfühler	868	k.A.	0,20	0,0001
Thermostat einer automatischen Heizungsregelanlage	868	1	0,20	0,0002
Heizkostenermittler	839	3–10	0,52	0,0001
Geräte, die im Betrieb kontinuierlich senden				
Drahtlose Webcam	2.450	k.A.	0,2	0,2
Sender eines Funkkopfhörers	864	10	0,3	0,3
Drahtloses Video-Übertragungssystem	2.450	k.A.	7,3	7,3

Bewertung der Immissionen

Für die meisten dieser Anwendungen sind die Expositionen aufgrund der geringen Sendeleistung auch während des Sendepulses relativ gering. Bei den nur sporadisch sendenden Geräten verringert sich die mittlere Exposition noch einmal ganz erheblich je nach Häufigkeit und Dauer der Sendephasen. Solange sich die Nutzer nicht direkt vor den Sendern der Geräte mit größerer Sendeleistung und Reichweite aufhalten, ist nicht zu erwarten, dass die

Expositionen in die Nähe der gesetzlichen Ganzkörper-Grenzwerte kommen.

Störanfälligkeit und Datenschutz

Bei Geräten, die mit lizenzfreien Sendefrequenzen aus den ISM-Bereichen arbeiten, ist eine gegenseitige Beeinflussung nicht grundsätzlich auszuschließen. Datenverschlüsselungen sind nicht vorgesehen; sie sind bei

vielen der oben aufgeführten Geräte und Anlagen auch nicht nötig.

Empfehlungen

Bei allen genannten Beispielen von Geräten und Anlagen ist eine Übertragung von Daten oder Schaltpulsen per Kabel möglich und lange bewährt. Wenn jedoch auf Funkverbindungen nicht verzichtet werden kann, weil die Verlegung von Kabeln ausnahmsweise nicht möglich oder zu aufwändig ist, sollten Sie die folgenden Empfehlungen zur Verminderung der Expositionen beachten:

- Die Geräte sollten nur die für die Überbrückung der gegebenen Entfernung notwendige Sendeleistung haben.
- Benutzen Sie Geräte, die nur senden, wenn sie aktiv sind!
- Die Sender sollten nicht in der Nähe zu Daueraufenthaltsplätzen, wie zum Beispiel Bett oder Lieblingssitzplatz, angebracht werden.

Quellen für weitere Informationen

Adressen:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Tel. 0211 4566-666

E-Mail: infoservice@mkulnv.nrw.de

www.umwelt.nrw.de



Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Tel. 0201 7995-0

E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e.V.

Tel. 0211 3809-0

E-Mail: nrw@vz-nrw.de

www.vz-nrw.de

Weitere Informationen im Internet :

www.bmu.de/strahlenschutz/emf_mobilfunk/doc/37662.php

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – niederfrequente und hochfrequente Felder

www.bfs.de/de/elektro

Bundesamt für Strahlenschutz – elektromagnetische Felder

Elektromagnetische Felder

Durch Verwendung bestimmter Technologien – zum Beispiel Stromversorgungsnetz und Mobilfunk – entstehen in der Umwelt des Menschen elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Diese Felder lassen sich durch ihre Stärke (Amplitude), ihre Schwingung (Wellenlänge) sowie Schwingungszahl (Frequenz) beschreiben. Unterschieden werden hoch- und niederfrequente Felder, sie gehören – wie auch die optische Strahlung – zur nichtionisierenden Strahlung. Im Gegensatz zur ionisierenden Strahlung – zum Beispiel Röntgenstrahlung – reicht die Energie dieser Strahlung nicht aus, um Atome und Moleküle elektrisch aufzuladen – zu ionisieren. Trotzdem kann diese Art der Strahlung gesundheitliche Folgen haben. Unterschiedliche Konzepte erwerblen speziell zum Schutz vor unabsichtlichen Gefahren wie auch zur Vermeidung.

BOS-Funk

Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), zum Beispiel Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst, betreiben ein eigenes bundesweites digitales Funknetz (Digitalfunk BOS), das von anderen Funknetzen streng getrennt ist. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat mit der Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOSBS) eine Verwaltungsvereinbarung geschlossen. Informieren Sie sich online zu den Grundlagen des BOS-Funks, der Zusammenarbeit zwischen dem BfS und der BOSBS und zur Frage der möglichen gesundheitlichen Wirkungen von TETRA. mehr...

Neue Frequenzen für die mobile Kommunikation: Gesundheitliche Bewertung

Im Sommer 2010 wurde die Versteigerung zusätzlicher Frequenzen für neue mobile Kommunikationstechnologien durch die Bundesnetzagentur abgeschlossen. mehr...

Erhebungsreport Spezial: Elektromagnetische Felder – Report 347

Das Erhebungsreport ist eine seit 1973 in regelmäßigen Abständen von der Europäischen Kommission in Auftrag gegebene Serie von Meinungsumfragen unter EU-Bürgerinnen und -Bürgern. mehr...

Strahlenschutzkriterien für ein Mobiltelefon-Ökolabel

Bei der Nutzung von Mobiltelefonen tritt insbesondere im Kopf beim

www.emf-forschungsprogramm.de

Seite des Bundesamtes für Strahlenschutz, speziell zum Mobilfunkforschungsprogramm

www.ssk.de/de/

Strahlenschutzkommission

<http://emf2.bundesnetzagentur.de>

Bundesnetzagentur – EMF-Monitoring und Datenbank, Zugang zur Datenbank der Mobilfunkstandorte

www.vzbv.de/ratgeber/elektrosmog_schutz.html

Verbraucherzentrale Bundesverband e. V. – Broschüre „Elektrosmog (Wo er entsteht, was er bewirkt, wie man sich schützt)“

www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_mf_00002.htm

Bayerisches Landesamt für Umwelt – Broschüre „Schirmung elektromagnetischer Felder im persönlichen Umfeld“

www.ecolog-institut.de

ECOLOG – Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung GmbH

www.wilabonn.de

Wissenschaftsladen Bonn e. V.

WISSENSCHAFTSLADEN BONN

Wissenschaftsladen **Fachbereiche** aktuelle Projekte **Arbeitsmarkt** Bildungszentrum **Publikationen** Kontakt

Arbeitsmarkt und Qualifizierung
Umwelt und Gesundheit
Elektromog/ Mobilfunk
Bauen und Wohnen
Kindererziehung
Ernährung
Theater
Umwelttheater
Umweltbibliothek
Bürgerversammlung und Nachhaltigkeit

Fachbereiche >> Umwelt und Gesundheit >> Elektromog/ Mobilfunk

Mess- und Beratungsstelle Elektromog

Viele, die in der Nähe einer Hochspannungsleitung, einer Mobilfunkanlage oder eines Trafostandorts wohnen, sorgen sich um ihre Gesundheit. Wir verschaffen Ihnen Klarheit, ob Ihre Ängste begründet sind. Die Mess- und Beratungsstelle Elektromog des Wissenschaftsladen Bonn wurde 1995 gegründet. >> mehr

E-Smog im Büro: Wie man den Arbeitsplatz gesundheitsverträglich gestaltet

Wer Stunden lang im Büro zubringt, für den lohnt es, z.B. Lampen, Computer und Telefon so auszuwählen, dass Magnetfelder und elektrische Felder möglichst gering sind. Denn diese belasten die Gesundheit. >> mehr

Häufig gefragt

Sind Computerbildschirme gesundheitsbelastend, Trafostationen gefährlich? Welche Wirkungen hat Blue Tooth? Fragen und Antworten..... >> mehr

PRESSE

Hier geht's zu unseren Pressemitteilungen.... >> mehr

Lehrgang Waldpädagogik

Im Mai 2011 startet der nächste zertifizierte Lehrgang für Erzieher/-innen, die mit Kindern regelmäßig oder zeitweise im Wald "arbeiten" wollen.

www.izmf.de

Informationsportal der Mobilfunkbetreiber

Herausgeber:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Referat Öffentlichkeitsarbeit, 40190 Düsseldorf

Fachredaktion:

Referat IV-5
Immissionsschutz bei Lärm und anderen physikalischen Einwirkungen

Fachtext:

ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung GmbH

Gestaltung:

Projekt-PR Gesellschaft für Öffentlichkeitsarbeit mbH, www.projekt-pr.de

Bildnachweis:

Fotolia (T, 6, 10, 19, 22, 33), iStockphoto (Titel, 26, 29, 43, R), Clipdealer (6),
Malzkornfoto (6), Christophe Vandercam/ALIMDI.net (6), STOCK4B-RF
(10), Your_Photo_Today (10, 22), Ralph Kerpa /imagebroker/Okapia (10),
Brigitte Hiss/sinopictures (10), Dominique Ecken/Keystone (10),
Ale Ventura/PhotoAlto (22), Enno Kapitza/LOOK-foto (22), Mehdi Chebil
(37) plainpicture/Ableimages (46), Ale Ventura/PhotoAlto (50),
Dieter Behrendt/Ecolog-Institut (54)

Druck:

Druckstudio GmbH, Düsseldorf
www.druckstudiogruppe.com

Stand:

Januar 2012

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucher-
schutz des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf
Telefon 0211 4566-666
Telefax 0211 4566-388
infoservice@mkulnv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de

