

Effekte ist es hingegen wahrscheinlich, dass die Pulsleistung die entscheidende Kenngröße darstellt.

## Ergebnisse

In vielen Wohnungen sind die Basisstationen der DECT-Telefone die wesentliche Quelle für hochfrequente elektromagnetische Strahlung. Selbst eine Mobilfunkbasisstation auf dem Nachbarhaus führt häufig zu geringeren Belastungen als die DECT-Basisstation in der eigenen Wohnung. Die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Messungen ergaben, dass in der näheren Umgebung (von bis zu einem Meter Abstand von der DECT-Basisstation) je nach Telefonmodell und den Reflexionsbedingungen des Aufstellungsraumes die Vorsorgewerte des nova-Instituts bis zum Faktor 2 überschritten wurden. In kleineren Räumen kam es durchaus vor, dass im gesamten Raum Leistungsflussdichten in Höhe der nova-Vorsorgewerte gemessen wurden.

**Tabelle 2:** Leistungsflussdichten von DECT-Basisstationen in typischen Wohnräumen und Büros (Zusammenfassung der Messdaten)

Räumlichkeit	Pulsleistungen
Büro mit Basisstation Abstand von der Basisstation 0,20 bis 4,00 m	0,005 bis 0,1 W/m <sup>2</sup> (Die höchsten Werte traten im Abstand von 0,25 und 0,50 bis 0,60 m von der Basisstation auf.)
Nachbarbüro Abstand von der Basisstation 3,00 bis 6,50 m	alle Werte unter 0,0064 W/m <sup>2</sup>
Wohnraum Abstand von der Basisstation 0,40 bis 3,00 m	0,004 bis 0,17 W/m <sup>2</sup> (Die höchsten Werte traten im Abstand von 0,40 bis 0,60 m von der Basisstation auf.)
Nebenraum Abstand 4,00 m	0,004 W/m <sup>2</sup> (bei offener Tür) 0,0002 W/m <sup>2</sup> (bei geschlossener Tür)

## Bewertung der Messergebnisse

Aus Sicht des nova-Instituts besteht die Hauptproblematik bei DECT-Telefonen darin, dass die Basisstation rund um die Uhr sendet, unabhängig davon, ob gerade telefoniert wird oder nicht. Die Exposition - insbesondere des Kopfes - bei der Nutzung eines DECT-Handgerätes ist zwar wesentlich höher als durch die Basisstation dieses DECT-Telefons, erfolgt jedoch nur während des Telefonates. Es ist wissenschaftlich bislang ungeklärt, ob eine permanente eher niedrige Strahlung im Vergleich mit einer kurzzeitig höheren Strahlung gefährlicher ist<sup>1</sup>.

Um die Belastung so gering wie möglich zu halten, sollte bei starken Quellen (Mobilfunk-Handys und DECT-Mobilteile) die Belastung so kurz wie möglich und bei schwächeren, aber dauernd sendenden Quellen (Mobilfunk- und DECT-Basisstation) die Intensität so gering wie möglich gehalten werden.

## Vorsorgeempfehlungen

### DECT-Mobiltelefone

• Von den Mobilteilen geht nur während eines Telefonates Strahlung aus. Das ganztägige Herumtragen der Mobilteile am Körper - zur besseren Erreichbarkeit - spielt für die Strahlenbelastung keine Rolle. Für längere Gespräche sollten jedoch nach Möglichkeit normale schnurgebundene Telefone benutzt werden.

<sup>1</sup> Ohne Anspruch auf wissenschaftliche Begründung sei hier der Vergleich mit Lärm-Immissionen erwähnt. Hier kann man sich durchaus einige Stunden Tagesbelastung vorstellen, wenn eine ungestörte Nachtruhe sichergestellt ist.

Die HF-Belastung des Kopfes durch schnurlose DECT-Telefone ist allerdings deutlich geringer als durch Mobiltelefone (Handys).

### DECT-Basisstationen

• Die Strahlung tritt unabhängig vom Telefonieren auf. Zur Minimierung der persönlichen Strahlenbelastung sollte daher der Abstand zur Basisstation so groß wie möglich sein. Durch die komplizierten Reflexionsbedingungen in Innenräumen kann allerdings nicht davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung des Abstandes unbedingt zu einer Verringerung der Exposition führt. Eine DECT-Basisstation sollte daher nach Möglichkeit nicht auf dem eigenen Schreibtisch stehen. Falls die Aufstellung im gleichen Büroraum erfolgen muss, sollten einige Meter Abstand eingehalten werden. Am sinnvollsten ist es, die Basisstation in einen Raum zu stellen, in dem sich nicht ständig Personen aufhalten. Es muss dabei in Kauf genommen werden, dass die Basisstation dann üblicherweise nicht zum Telefonieren genutzt werden kann. Für den eigenen Schreibtisch sollte man zweckmäßigerweise ein zusätzliches Mobilteil mit separater Ladestation anschaffen.

• In Privatwohnungen sollte die Basisstation möglichst in einem nicht für Daueraufenthalte genutzten Raum stehen, insbesondere nicht im Schlaf- und Kinderzimmer. Am besten geeignet ist auch hier ein separater, im Wesentlichen unbewohnter Raum (z.B. Flur oder Abstellraum).

Sofern die Basisstation nicht nur die Kommunikation zu den Mobilteilen herstellt, sondern auch selbst zum Telefonieren genutzt werden kann, bedeutet dieser Vorschlag allerdings unter Umständen eine Nutzungseinbuße.

• Eine Alternative zu den Schnurlos-Telefonen nach dem DECT-Standard sind schnurlose Telefone in Analogtechnik z.B. nach dem CT1+-Standard. Allerdings bieten die DECT-Telefone mehr Komfortmerkmale und bessere Abhörsicherheit. Außerdem werden analoge Schnurlos-Telefone nur noch selten angeboten, und ihre Zulassung läuft in einigen Jahren aus. Der Gesetzgeber sollte hier für eine dauerhafte Betriebserlaubnis sorgen, damit am Markt Alternativen zum DECT-Standard bestehen bleiben.

Michael Karus, Peter Nießen und Monika Bathow

**Quelle:** Nießen, P., Bathow, M. und Karus, M.: Gutachten zur Feststellung der Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung durch schnurlose Telefone nach dem DECT-Standard; nova-Institut, Hürth 2001-12. Auftraggeber: Bundestags-Fraktion Bündnis 90/Die Grünen, Berlin.

## Technik/Verbraucherschutz

# Vagabundierende Ströme - Tipps zur elektrischen Installation

Jeder elektrische Wechselstrom erzeugt in seiner Umgebung ein magnetisches Wechselfeld. Die in typischen Wohnungen und Büros vorkommenden Ströme zur Versorgung von Büro- und Haushaltsgeräten, Beleuchtung usw. haben eine Stromstärke von einigen Ampere. Ein einzelner Leiter, der von einem Strom dieser Größenordnung durchflossen wird, erzeugt im Umfeld einer normalen Büro- oder Wohnungsumgebung ein Magnetfeld, das die Vorsorgewert-Empfehlungen des nova-Instituts für niederfrequente magnetische Wechselfelder deutlich übersteigt.

Im industriellen Umfeld mit elektrisch angetriebenen Produktionsmaschinen erreichen die Stromstärken in zentralen Kabelbäumen leicht einige hundert Ampere, die als Einzelströme natürlich in erheblich größeren Bereichen Magnetfelder weit oberhalb der nova-Vorsorgewert-Empfehlungen verursachen würden.

Bei einer EMV-gerechten Elektroinstallation treten derartige Magnetfelder allerdings nur selten auf. Das liegt daran, dass die Ströme zur Versorgung von Geräten, Lampen, Maschinen usw. - zumindest bestimmungsgemäß - nie als Einzelströme geführt werden, sondern sich die Einzelleiter zur Zuführung (Phasenleiter) und zur Abführung (Nulleiter) des Stroms unmittelbar nebeneinander in einem Kabel oder Installationsrohr befinden. Da diese Leiter zusammen genau den gleichen Strom in Hin- und in Rückrichtung führen, erzeugen sie auch gleich große und (im Außenbereich) entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder, die sich vektoriell addieren. Im Außenbereich des Kabels oder Installationsrohrs führt die vektorielle Addition der Magnetfelder dazu, dass die Magnetfelder der Einzelleiter sich weitgehend gegenseitig aufheben. So ist z.B. im Abstand von 50 cm von einem typischen Installationskabel diese Kompensation der Magnetfelder nahezu perfekt, und die resultierenden Magnetfelder sind sehr gering.

Damit diese Kompensation funktioniert, müssen also zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Hin- und Rückströme werden sehr dicht beieinander geführt, möglichst im Abstand weniger Millimeter innerhalb eines Kabels oder Installationsrohrs.
- Hin- und Rückströme sind gleich groß.

Im Folgenden werden Situationen beschrieben, wo diese Bedingungen verletzt sein können:

### 1. Bedingung (geringer Abstand von Hin- und Rückleitern)

Mit Absicht in größerem Abstand geführte Hin- und Rückleiter sind u.a. in Wohnbereichen zu beobachten, z.B. bei Niedervolt-Halogenlampen-Seilsystemen, bei denen (häufig nur aus optischen Gründen) Hin- und Rückleiter in großem Abstand geführt werden. Auch sind z.B. bei einer Stegleitung (flaches Installationskabel) die Leiterabstände deutlich größer als bei einem Rundkabel und die resultierenden Magnetfelder erstrecken sich entsprechend weiter. Optimal ist hingegen ein mit kurzer Schlaglänge verdrilltes Rundkabel.

Von größerer Bedeutung sind allerdings die unabsichtlich in größerem Abstand geführten Ströme, deren Ursache nachfolgend beschrieben ist:

### 2. Bedingung (Hin- und Rückstrom gleich groß)

Eine Verletzung<sup>2</sup> dieser Bedingung tritt vor allem dann auf, wenn (vornehmlich für den Rückstrom) mehrere alternative Stromwege zur Verfügung stehen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Elektrogeräte oder auch gesamte Unterverteilungen anstatt mit getrenntem Nulleiter (N) und Erdleiter (PE) mit einem gemeinsamen Null-Erd-Leiter (PEN-Leiter) angeschlossen sind, oder aus anderen Gründen Nulleiter und Erdleiter miteinander verbunden sind. In diesem Fall steht für den Rückstrom nicht nur der (bestimmungsmäßige) Nulleiter, sondern auch der Erdleiter und -schlimmer noch - alle mit dem Erdleiter elektrisch verbundenen Teile der Gebäudeinstallation zur Verfügung. Hierzu gehören u.a. metallische Heizungs-, Gas- und Wasserrohre, metallische Bauteile (z.B. Stahlträger) usw.. Dies führt dann häufig zu nicht unbedeutlichen Nulleiterströmen in Rohrleitungen, und - sofern diese Rohre nicht in unmittelbarer Nähe zu den zugehörigen Stromleitungen verlaufen<sup>3</sup> - zu nicht unbedeutlichen Magnetfeldern, die sich über das ganze Gebäude ausdehnen können.

Die geschilderte Problematik, die häufig unter dem Begriff „vagabundierende Ströme“ zusammengefasst wird, tritt auch bereits dann auf, wenn z.B. in einer Etagen-Unterverteilung eine Verbindung zwischen Nulleiter und Erdleiter besteht. Abgesehen von den dadurch entstehenden magnetischen Wechselfeldern können solche vagabundierenden Ströme z.B. auch zu einer stark erhöhten -

elektrochemisch geförderten - Korrosion der betroffenen Rohrleitungen oder Bauteile führen.

## Empfehlungen zur Verhinderung vagabundierender Ströme

Eine der Hauptursachen zur Entstehung unerwünschter großräumiger Magnetfelder in Gebäuden liegt in vagabundierenden Erdströmen. Hierunter versteht man Nulleiterströme, die nicht über den Nulleiter, sondern stattdessen über den Erdleiter und/oder leitfähige Bauteile wie z.B. Wasser oder Heizungsrohre zurückfließen (s.o.).

Zur Verhinderung vagabundierender Ströme muss das gesamte Installationsnetz des Gebäudes als strenges TN-S-System ausgeführt werden, d.h.:

- Nulleiter und Erdleiter müssen im gesamten Gebäude strikt getrennt geführt werden.
- Jegliche Verbindungen zwischen Nulleiter und geerdeten Bauteilen müssen vermieden werden.
- Die Verbindung zwischen Erdleiter und Nulleiter darf nur an genau einer Stelle möglichst nahe an der Kabeleinführung in das Gebäude erfolgen.<sup>4</sup>
- Die notwendige Verbindung von Nulleiter und Erdleiter innerhalb des Gebäudes sollte prüffähig aufgebaut sein, d.h. zu Wartungs- bzw. Kontrollarbeiten sollte man diese Verbindung auftrennen können und - bei vom Versorgungsnetz abgetrenntem Nulleiter - nachmessen können, dass keine Verbindung zwischen dem hausinternen Nulleiter und dem Erdleiter besteht.

Dies entspricht im Wesentlichen einer FI-Schalter fähigen Installation für das gesamte Gebäude.

## Empfehlungen für einen feldarmen Schlafbereich

Für eine feldarme Elektroinstallation im Schlafbereich sollte beachtet werden:

1. Für den Schlafbereich sollte ein eigener Stromkreis installiert werden, der über einen Netzfreischalter abschaltbar ist.
2. Für evtl. Dauerverbraucher (Uhren, usw.) müsste dann ein eigener Stromkreis mit abgeschirmtem Kabel installiert werden. Ein batteriebetriebener Wecker wäre unter dem Aspekt „Magnetfelder“ eine Alternative.
3. Steigleitungen für darüber liegende Geschosse sollten nicht durch den Schlafbereich geführt werden.

Peter Nießen und Monika Bathow

## Elektrosensibilität

### Erfahrungen aus Schweden

Beim Workshop zur Elektrosensibilität vom 27. bis 28. September 2001 in Stockholm präsentierten Forscher der Universität Umeå eine Zusammenfassung ihrer Forschungsergebnisse der vergangenen fünf Jahre. Ihre Studien weisen als Ursache für Beschwerden von Elektrosensiblen auf eine Störung der Balance des vegetativen Nervensystems und auf eine Über-

<sup>2</sup> Natürlich sind entsprechend den Kirchhoffschen Regeln die Hin- und Rückströme insgesamt gesehen immer gleich groß. Gemeint sind hier die Ströme innerhalb eines Kabels oder Installationsrohres.

<sup>3</sup> Für diesen Anteil des Stroms ist hier die Bedingung 1 erheblich verletzt.

<sup>4</sup> Hinweis: Zur Vermeidung unerwünschter Magnetfelder wäre es sinnvoll, auch auf diese Verbindung innerhalb des Gebäudes zu verzichten und diese stattdessen nur in der dazugehörigen Trafostation herzustellen und die Zuleitungskabel zum Gebäude fünfpolig auszuführen, aber so weit sind die VDE-Normen leider noch nicht. Werden Transformatoren innerhalb des Gebäudes betrieben, so ist entsprechend zu verfahren.