

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 Verletzung² 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 verlaufen³ - 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.⁴
- 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-

² 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.

³ Für diesen Anteil des Stroms ist hier die Bedingung 1 erheblich verletzt.

⁴ 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.

reaktion auf Sinnesreize hin. Auf der Tagung, die von der Schwedischen Vereinigung der Elektrosensiblen organisiert worden war, stellten etwa 30 Ärzte und Wissenschaftler ihre Erfahrungen zur Diskussion.

Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe am Nationalen Institut für das Arbeitsleben in Umeå basieren vor allem auf drei Studien.

Flackerndes Licht und andere Auslöser

In der ersten Studie überprüften Dr. Monica Sandström und Kollegen (1997), ob neben den elektromagnetischen Feldern andere Faktoren in der Büroumgebung das autonome oder das zentrale Nervensystem in einer Weise beeinflussen, dass beeinträchtigende Haut- oder neurologische Symptome auftreten können. Flackerndes Licht wurde als ein möglicher Faktor identifiziert. Zehn Patienten, die unter Elektrosensibilität litten, und die gleiche Anzahl gesunder Kontrollen wurden amplitudenmoduliertem Licht ausgesetzt. Es zeigte sich, dass die Elektrosensiblen eine höhere Empfindlichkeit des Gehirns, gemessen mittels visuell evozierter Potenziale, aufwiesen.

Reaktion auf niederfrequente Magnetfelder

In einer weiteren Studie untersuchten Dr. Eugene Lyskov und Kollegen (2001a) aus Umeå mögliche neurophysiologische Auswirkungen eines intermittierend ein- und ausgeschalteten Magnetfeldes von 10 µT (Mikrotesla) auf 20 Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität und 20 Kontrollpersonen. Zu den gemessenen Größen zählten die Hirnströme mittels EEG (Elektroenzephalogramm), die visuell evozierten Potenziale, die elektrische Aktivität der Haut (EDA, elektrodermale Aktivität), die Reizleitung des Herzens mittels EKG (Elektrokardiogramm), sowie der Blutdruck.

Die Magnetfeldexposition hatte in beiden Kollektiven keine Auswirkungen auf die gemessenen physiologischen Parameter. Allerdings unterschieden sich die beiden Gruppen in ihren Ausgangswerten der Herzfrequenz und der elektrodermalen Aktivität. Die Autoren vermuten, dass elektrosensible Menschen möglicherweise eine bestimmte physiologische Prädisposition für eine Sensibilität gegenüber physikalischen und psychosozialen Stressoren besitzen.

Neurophysiologische Charakteristika

Zur Klärung der Frage, ob Elektrosensible bestimmte neurophysiologische Charakteristika der vegetativen und zentralnervösen Regulation aufweisen, führte die Arbeitsgruppe eine weitere Studie durch (Lyskov et al. 2001b). Dazu wurden 20 Personen mit neurasthenischen Symptomen (allgemeine Müdigkeit, Schwäche, Schwindel, Kopfschmerzen) und Hautreaktionen (Brennen, Jucken, Rötung) untersucht. Die mittlere Herzfrequenz in Ruhe war in dieser Gruppe höher als in einer Kontrollgruppe. Die Variabilität der Herzfrequenz und die Kreislaufreaktion auf einen Stehtest war im Patientenkollektiv geringer. Die Patienten wiesen einen schnelleren Beginn, eine höhere Amplitude und eine stärkere Asymmetrie zwischen rechter und linker Hand bei den Hautreaktionen auf bestimmte Reize auf. Diese Daten unterstützen nach Auffassung der Autoren, dass Elektrosensible einen Trend zu einer vegetativen Überreaktion auf Sinnesreize aufweisen.

Charakteristika von Elektrosensiblen in Schweden

Dr. Berndt Stenberg von der Hautklinik des Universitätskrankenhauses von Umeå stellte Charakteristika von Elektrosensiblen vor, die zwischen 1980 und 1998 in seiner Klinik behandelt worden waren. 250 von 350 Patienten nahmen an einer Befragung mittels selbst auszufüllendem Fragebogen teil. 50 Teilnehmer wurden als

elektrosensibel und 200 als unter einer Bildschirm-Dermatitis (Dermatitis = Entzündung der Haut) leidend klassifiziert (vgl. Bildschirme und Hautreaktionen, Elektromog-Report, Januar 2002). Insgesamt habe der Fragebogen gezeigt, dass Elektrosensible im Vergleich mit Bildschirmsensiblen ausgeprägtere medizinische und psychosoziale Probleme sowie eine schlechtere Prognose der Krankheitsentwicklung aufwiesen.

NEMESIS-Projekt

Dr. Christopher Müller stellte auf der Tagung das vom Schweizer Umweltministerium initiierte NEMESIS-Projekt vor (siehe Elektromog-Report, Januar 2001), darunter eine Laborstudie. Dabei waren sieben der 63 Teilnehmer in der Lage, 50-Hz-Felder einer Stärke von 100 Volt/Meter und 6 Mikrotesla wahrzunehmen. Es gab dabei keinen Unterschied zwischen den sich als elektrosensibel Bezeichnenden und den nicht-elektrosensibeln Kontrollen. Danach ist Elektrosensitivität als Fähigkeit zur Wahrnehmung von elektromagnetischen Feldern von Elektrosensibilität als gesundheitsbeeinträchtigender Symptomatik zu unterscheiden.

Fazit

Die Wahrnehmung relativ schwacher elektromagnetischer Felder (Elektrosensitivität) ist ein von der Elektrosensibilität unabhängiges Phänomen. Symptome der Elektrosensibilität können auf anderen, in einem technisierten Umfeld auftretenden Auslösern basieren als auf elektromagnetischen Feldern, beispielsweise auf flackerndem Licht. Elektrosensible zeigten im Vergleich mit Kontrollpersonen unterscheidende neurophysiologische Charakteristika, die auf eine verstärkte vegetative Reaktion auf äußere Reize hindeuten. Dies kann zu schweren Gesundheitsproblemen führen.

Franjo Grotenhermen

Literatur

1. Lyskov E, Sandstrom M, Hansson Mild K. Neurophysiological study of patients with perceived 'electrical hypersensitivity'. Int J Psychophysiol 2001b;42(3):233-241.
2. Lyskov E, Sandstrom M, Mild KH. Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics. Bioelectromagnetics 2001a;22(7):457-462.
3. Müller CH, Krüger H, Schierz C. Project NEMESIS: perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment). Bioelectromagnetics 2002;23(1):26-36.
4. Sandström M, Lyskov E, Berglund A, Medvedev S, Mild KH. Neurophysiological effects of flickering light in patients with perceived electrical hypersensitivity. J Occup Environ Med 1997;39(1):15-22.
5. The Swedish Association for the ElectroSensitive. Workshop on Electrosensitivity. 27. bis 28. September 2001, Stockholm. Abstract-Band aus dem Internet: <http://www.feb.se/NEWS/index.html#Wshop010927>.

Impressum – Elektromog-Report im Strahlentelex

Erscheinungsweise: monatlich im Abonnement mit dem Strahlentelex
Verlag und Bezug: Thomas Dersee, Strahlentelex, Rauxeler Weg 6, D-13507 Berlin, ☎ + Fax 030 / 435 28 40. Jahresabo: 58 Euro.

Herausgeber und Redaktion:

nova-Institut für politische und ökologische Innovation, Hürth Michael Karus (Dipl.-Phys.) (V.i.S.d.P.), Monika Bathow (Dipl.-Geogr.), Dr. med. Franjo Grotenhermen, Dr. rer. nat. Peter Nießen (Dipl.-Phys),

Kontakt: nova-Institut GmbH, Abteilung Elektromog, Goldenbergst. 2, 50354 Hürth, ☎ 02233 / 94 36 84, Fax: / 94 36 83
 E-Mail: EMF@nova-institut.de; <http://www.EMF-Beratung.de>;
<http://www.HandyWerte.de>; <http://www.datadiwan.de/netzwerk/>