

Gutachten

Abschirmung elektromagnetischer Felder durch Simtex® (Auszug)

Prof. Dr.-Ing. R. Wagner
Universität Osnabrück

Stand der Dinge

Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Die Wirkung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (EMF) auf den Menschen wird zur Zeit meist unter dem Stichwort Elektrosmog sehr kontrovers diskutiert. Dabei reichen die Einschätzungen der Strahlungswirkungen von –„ganz und gar unbedenklich“ bis zu –eindeutig krebsauslösend. Allgemeine Besorgnis bereitet die starke Zunahme von –„ganz und gar“ von Strahlenquellen elektromagnetischer Strahlung die im Haushalt Verwendung finden: Mikrowellenherde, Mobil –und schnurlose Telefone, Computer Monitore, Fernsehgeräte und der Bluetooth PC-Peripherie Geräte, sowie eine stark zunehmende Anzahl von öffentlichen Strahlenquellen (Handysender, Radaranlagen, Funkfeuer, Rundfunk & Fernsehsender). Die durch künstliche Strahlenquellen erzeugten Strahlungsdichten denen der Mensch neben dem natürlichen Strahlungshintergrund ausgesetzt ist, nehmen dabei in den letzten Jahren nahezu exponentiell zu. Der natürlichen Hintergrundstrahlung mit einer Leistungsflussdichte von ca. $50 \mu\text{W}/\text{m}^2$ stehen inzwischen Belastungen von z. T. mehr als $10.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ gegenüber.

Technische Wirkung

Unbestritten ist die thermische Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung. Die Felder zwischen 1 MHz und 10 GHz dringen in exponiertes Gewebe ein und erwärmen dieses durch Energieabsorption, wobei die Eindringtiefe mit steigender Frequenz abnimmt. Die o.g. Leistungsflussdichten der künstlichen Strahlungsquellen liegen jedoch in einem Bereich, für den bislang der Nachweis einer Schädigung des menschlichen Organismus nicht erbracht werden konnte.

Im menschlichen Körper bewirkt elektromagnetische Strahlung unter 1 MHz keine signifikante Erwärmung, kann aber erhebliche elektrische Ströme und magnetische Felder im Körper induzieren. Natürliche Stromdichten im Körper

(„Grundstrom“) liegen bei einer Größenordnung von 10 mA/m^2 . Es ist bekannt, dass induzierte Stromdichten von über 100 mA/m^2 die Normalfunktion des Körpers stark beeinträchtigen und z. B. zu ungewollten Muskelkontraktionen führen.

Die geltenden Grenzwerte für die Immission nicht ionisierender hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung beziehen sich ausschließlich auf deren thermische Wirkung. Dabei werden mittlere spezifische Absorptionsraten (SAR, W/kg) als Maß für die Leistungsaufnahme des menschlichen Körpers verwendet. Die Beurteilung der kritischen Temperaturerhöhung wird dabei zunächst relativ zu der Sonneneinstrahlung von 800 W/m^2 auf die Körperoberfläche eines 75 kg schweren Menschen vorgenommen. Wobei davon ausgegangen wird, dass eine Temperaturerhöhung von 1°K als unkritisch anzusehen ist. Dieses Konzept der „mittleren thermischen Wirkung“ vernachlässigt komplett die starke Variation der elektromagnetischen Feldverteilung und damit auch der davon abhängigen SAR in biologischem Gewebe. Diese breite Streuung der SAR führt in biologischen Gewebe zu starken lokalen Erwärmungen („hot spots“, mikrothermische Effekte) mit $\text{SAR}_{\text{max}}/\text{SAR}_{\text{min}}$ Werten, die bei $\text{SAR}_{\text{max}}/\text{SAR}_{\text{min}} \gg 100$ liegen können. Zusätzlich kann auch, trotz niedriger mittlerer Leistungsflussdichte die in einem Puls absorbierte Leistung sehr hoch sein.

Diese Grenzwerte gehen daher nicht den Grenzwert für die Unbedenklichkeit der thermischen Wirkung von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung wieder, sie stellen vielmehr nach Gewichtung aller Tatsachen und Argumente einen „common sense“ dar der es erlaubt diese Gefährdung rechtlich zu handhaben.

Nicht-thermische Wirkung

Die „offizielle“ gängige Meinung geht davon aus, dass nicht-ionisierende Strahlung in Intensität unterhalb der in Grenzwerten festgesetzten Bereichen unschädlich ist. Im Gegensatz zu hochenergetischen Gamma- und Röntgenstrahlungen reicht die Energie hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung nicht aus, direkt die chemische Bindung in biologisch wichtigen Molekülen wie z. B. DNA zu zerstören. Die dazu benötigte Energie liegt im Bereich von $\sim 1\text{-}5 \text{ eV}$, während die Energie der Strahlung bei 1.8 GHz bei $7 \cdot 10^{-6} \text{ eV}$ ($7 \mu\text{eV}$) liegt, d. h. eine Million mal geringer ist.

Inzwischen ist jedoch auf zellulärer Ebene nachgewiesen, dass hochfrequente elektromagnetische Strahlung dennoch erhebliche Veränderungen in Zellen bzw. einfachen Organismen wie Nematoden bewirken kann (de Pomerai, D. C. Daniells, H. David, J. Allan, I. Duce, M. Mutwakil, D. Thomas, P. Sewell, D. Jones, and P. Candido. 2000. Non-thermal heat-shock response to microwaves. Nature 405.417-418). Dabei werden die mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Zellmembranen und von

subzellulären Kompartimenten wie Mitochondrien verändert, sowie der zeitliche und örtliche Ablauf zellulärer Prozesse stark beeinflusst. Insbesondere hat sich die niederfrequente Modulation der hochfrequenten elektromagnetischen Felder (EMF) als besonders problematisch hinsichtlich der Beeinflussung zellulärer Abläufe erwiesen. Die niederfrequente Modulation der EMF liegt in einem Frequenzbereich, in dem die Regulation vieler zellulärer Prozesse erfolgt. Diese Regelvorgänge können im Resonanzfall reguliert oder de-reguliert werden.

Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf Zellen

Schäden an Proteinen und DNA

Anregung von sogenannten Wring-Resonanzen die zu Veränderungen der 3D-Struktur von langkettigen DNA und Proteinmolekülen führen. Die Resonanzfrequenzen für Wring-Moden liegen bei Proteinen den Trägern zellulärer Funktionen (z. B. Enzyme, Ionenkanäle, Rezeptoren) im Bereich von 1-10 GHz und für DNA Moleküle, die Träger der Erbinformation, im Bereich von 10 Mhz-10 GHz (Mobilfunkfrequenzen 0,9-2 GHz). In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass die Funktion der Protein und DNA-Moleküle im wesentlichen durch deren 3-D Struktur bestimmt wird, d. h. einer Veränderung dieser Struktur blockiert die Funktion.

Veränderung zellulärer Prozesse

Es wurde nachgewiesen, dass hochfrequente elektromagnetische Strahlung zu Veränderungen der Gen-Transkription und - Translation führt. Es gibt experimentelle Belege, dass hochfrequente elektromagnetische Strahlung das Schaltverhalten von Ionenkanälen und die Empfindlichkeit von Membranrezeptoren beeinflusst. Dies gilt auch für die elektrischen und mechanischen Eigenschaften von biologischen Membranen. Unter dem Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung ändert sich die Verteilung von geladenen zellulären Botenstoffen wie Ca^{2+} -Ionen innerhalb der Zellen und auf Membranoberflächen. Hochfrequente elektromagnetische Felder beeinflussen Stoffwechselprozesse und die Biosynthese von Proteinen.

Da die nicht thermischen Wirkungsmechanismen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf einzelne Zellen bereits sehr Vielfältig und komplex sind, ist klar, dass diese Wirkungsmechanismen für den menschlichen Organismus ungleich komplexer sein müssen.

Bisher unklar ist die Nachhaltigkeit dieser durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung induzierten temporären zellulären Veränderungen.

Weiterhin ist bisher nicht klar, in welcher Weise die Beobachtungen auf der Ebene einzelner Zellen und einfacher Organismen auf höhere Organismen übertragbar sind.

Eine vergleichsweise umfangreiche Bestandsaufnahme und Bewertung verschiedener Untersuchungen zum Gesundheitsrisiko durch die nicht-thermische Wirkung von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung wurden von der IEMPG (Independent Group on Mobile Phones, England, (<http://www.iegmp.org.uk/IEGMPtxt.htm>) sowie dem ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung GmbH, (Deutschland) (<http://www.ecolog-institut.de/Index.html>) vorgelegt.

Es erscheint klar, dass ein erheblicher Klärungsbedarf über die Wirkung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf den menschlichen Organismus besteht. Die allgemeine Besorgnis über das mögliche Gesundheitsrisiko durch die stark zunehmende EMF-Exposition der Bevölkerung ist begründet. Die momentan in Deutschland gültigen Immissions-Grenzwerte für EMF sind bedenklich hoch. Um das potentielle Gesundheitsrisiko durch hochfrequente elektrische, magnetische und elektromagnetische Strahlung möglichst gering zu halten sind im öffentlichen Bereich die Grenzwerte als Vorsorge-Grenzwerte möglichst niedrig anzusetzen. Die ungebremste Zunahme künstlicher EMF Strahlenquellen sollte gestoppt werden.

Im privaten Bereich sollten der Gebrauch von EMF Strahlenquellen wie Handys, DECT Telefone etc. sinnvoll eingeschränkt werden. Daneben sollten Personen die eine erhöhte subjektive und objektive Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischer Strahlung zeigen durch geeignete Maßnahme wie Abschirmung EMF-geschützte Lebensbereiche einrichten.

Messung der EMF-Abschirmung durch Simtex® - Vlies an Modellmembranen

Die Abschirmung von biologischer Membranen vor elektromagnetischen Feldern aller Frequenzen lässt sich mit Hilfe von Modell-Membranen direkt nachweisen. Dabei wird eine künstliche „biologische“ Membran nachgebildet und die an dem spezifischen Membranwiderstand und der spezifischen Membrankapazität durch das gesamte Frequenzspektrum der elektromagnetischen Felder induzierten Ströme (Stromrauschen) gemessen. Die Messung der Ströme erfolgt dabei in einem Frequenzbereich von DC (Gleichstrom bis 20 kHz. Damit ist die Zeitdomäne in der die meisten zellulären Regelvorgänge (s - $ms(10^{-3}s)$), sowie Stoffwechselprozesse stattfinden sehr gut erfasst. In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass die auf das exponierte Objekt wirkenden elektromagnetischen Felder isotrop verteilt sind. d. h. von allen Seiten die gleiche Intensität haben. Nur in wenigen Fällen, in denen sich in der Nähe der exponierten Objekte eine starke Strahlungsquelle befindet ist dies nicht der Fall, dann haben die elektromagnetischen Felder eine Vorzugsrichtung.

Die Ergebnisse belegen, dass das Simtex® - Vlies die EMF Leistungsaufnahme von künstlichen Membranen um den Faktor 300 reduziert, Diese Abschirmung hat eine mittlerer reichweite von ca. 0,75 m.

Anhang

Bisher ergibt sich aus der inzwischen sehr umfangreichen Literatur über die Wirkung von Elektromagnetischen Feldern auf den Menschlichen Organismus ein zum Teil eher widersprüchliches Bild. Eine relativ umfangreiche, vorselektierte Datenbank über wissenschaftlichen Arbeiten und begutachteten Zeitschriften zu diesem Thema ist unter

http://wbldb.femu.rwth.aachen.de/db_status.php3?list=BBB&1=g zu finden.

Die Bewertung dieser Literatur im Hinblick auf die mögliche Schädigung des menschlichen Organismus durch gepulste und nicht gepulste hochfrequente elektromagnetische Felder für den menschlichen Organismus ergibt folgende, z. T. nachgewiesene oder signifikant gefährdete Bereiche:

- Zentral Nervensystem
Blut-Hirnschranke

Die Blut-Hirnschranke von Säugern, die das Gehirn von verschiedenen potenziell schädlichen Verbindungen im Blut schützt, wird durch nicht thermische Effekte von elektromagnetischen Feldern niedriger Energie durchlässiger. Zumindest die Signifikanz solcher Änderungen wird bezweifelt (vergl. Ref. 1 - 3)

- Hirnstrom Aktivitäten und kognitive Funktionen

Verschiedene Versuche mit Menschen zeigen, dass die Exposition von Probanden mit Intensitäten unterhalb der geltenden Grenzwerte unterschiedlichste biologische Reizantworten auslösen, die das objektive Verhalten beeinflussen. Es

kommt zu allgemeinen Stressähnlichen Reaktionen. Bei Laborratten konnten durch EMF niedriger Intensität induzierte morphologische Veränderungen, sowie eine Beeinträchtigung kognitiver Leistungen nachgewiesen werden. (vergl. Ref. 4-7).

- Augen

Die EMF Exposition ist für das Auge besonders gefährlich, da wegen der peripheren geringen Durchblutung sich thermische Effekte addieren. In Tierversuchen wurden bei mittlern EMF Intensitäten Augenreizungen und morphologische Schäden (Linsentrübung) nachgewiesen. Bei Primaten führte die EMF Exposition mit gepulsten (gepulsten) Feldern geringer Intensität zu Augenschäden.

- Hormonsystem

Der Melatoninhaushalt bei Säugern wird durch EMF Exposition verändert. Melatonin steuert den Tag/Nacht-Rhythmus und ist an Schutz -und Reparaturmechanismen der DNA beteiligt. Bisher ist jedoch strittig, ob die Verminderung der Melatonin Konzentration im Blut mit der Krebshäufigkeit korreliert.

Gutachten

(Auszug)

Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli
Universität der Bundeswehr,
F, - Mikrowellen- und Radartechnik

- Messobjekt: Abschirmmatte mit der Produktbezeichnung „Simtex“
- Auftrag: Messung der Schirmdämpfung gegen elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 450 MHz bis 2,5 GHz
- Resultat: Die Abschirmmatte „Simtex“ wurde in zwei Messungen in einem Bett unter und auf einer Matratze liegend auf ihre Schirmwirkung gegen elektromagnetische Wellen untersucht. Dabei wurde die Strahlung senkrecht „von unten“ auf das Bett projiziert. Hier zeigte sich, dass die Abschirmmatte „Simtex“ elektromagnetische Wellen im gemessenen Frequenzbereich in Bettmitte durchwegs um 20 dB und mehr abschwächt d. h. im Zentrum auf dem Bett ist weniger als 1 % der von unten angebrachten Leistungsdichte nachweisbar (Details siehe Anlage 1). Die gleiche vertikale Messung, kombiniert mit der Steppdecke, zeigte genauso gute Werte. Zusammengefasst wurde nachgewiesen, dass Personen, die auf einer Simtex Abschirmmatte liegen und die von der Steppdecke mit Einlage gut umhüllt sind, im gesamten Messfrequenzbereich und für alle relevanten Mobilfunkfrequenzen ausgezeichnet geschützt sind, solange sie zugedeckt bleiben.

Abschirmmatte liegt unter der Matratze, die Steppdecke ist darüber ausgebreitet

Anlage 2 zeigt das Resultat dieser Kombination, wobei es bei dieser vertikalen Messordnung keine Rolle spielte, ob die Steppdecke bündig mit der Matratze war oder seitlich herunterhing. Die Dämpfungswerte lagen wieder zwischen 20 dB und 30 dB.

Gutachten

(Auszug)

Dr. L. von Klitzing

Universitätsklinikum Lübeck,

Klinisch-Experimentelle Forschungseinrichtung

Unter dem Begriff Elektrosmog verbirgt sich so ziemlich alles, was in irgendeiner Weise mit elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern hinsichtlich einer Wirkung auf den Menschen in Zusammenhang zu bringen ist. Dabei wird häufig nicht einmal unterschieden, um was für ein Feld es sich letztlich handelt, was auch eine Ursache der derzeit kontrovers geführten Diskussionen ist. Allein schon die Tatsache, dass dem Menschen für diese schwachen Felder jegliche Sensorik fehlt, führt zu einer unendlichen Bandbreite von spekulativen Wirkungsmodellen.

Grundsätzlich muss jedoch zur Kenntnis genommen werden, dass das Phänomen „Elektrosensibilität“ kein subjektives Empfinden einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ist, sondern es sich um eine ernst zu nehmende Erkrankung handelt. Dieses muss vor allem vor dem Hintergrund gesehen werden, dass es sich hier um ein Krankheitsbild handelt, wo die üblichen therapeutischen Ansätze langfristig nicht greifen. Offensichtlich wird in das biologische Regelsystem auf einer bisher nicht bekannten Ebene eingegriffen.

Da die genannten Felder physikalisch eindeutig zu beschreiben sind, ist es zunächst notwendig, die möglichen Wechselwirkungen mit Materie darzustellen. In der allgemeinen Diskussion zum Elektrosmog wird allzu häufig übersehen, dass die physikalisch erklärbaren Wirkungen dieser drei Felder durchaus unterschiedlich sind.

Das elektrische Feld

Beim elektrischen Feld ist es die Influenz, also die Wirkung auf frei bewegliche Ladungsträger: elektrische Dipole, also Massen mit unterschiedlicher Ladungsverteilung orientieren sich im elektrischen Feld entgegengesetzt zu dessen Polarität. In einem elektrischen Wechselfeld erfolgt diese Umorientierung fortlaufend, d. h. es kommt zu einer Bewegung von Ladungsträgern. Befindet sich ein Mensch in einem elektrischen Wechselfeld,

dann ist die elektrische Feldstärke an jedem Punkt des Körpers nicht gleich, was zu einer unterschiedlichen Influenzdichte führt. Die Folge ist, dass die ungleiche Potentialverteilung auf der Körperfläche einen Ausgleichstrom zur Folge hat, der dem Gesetz des niedrigsten ohmschen Widerstands folgt, also auch durch den Körper fließen kann.

Das magnetische Feld

Analog zum elektrischen Feld wirkt ein magnetisches Feld auf magnetische Momente, so wie ein Hufeisenmagnet auf Eisenfeilspäne. Nun gibt es aber einen wichtigen Zusammenhang aus der Elektrodynamik: jede Ortsveränderung einer elektrischen Ladung erzeugt immer ein magnetisches Feld. Eine wenn auch schwache magnetische Feldquelle entsteht aus der Eigenrotation des Elektrons (Spin). Wirkt auf solch einen Elementarmagneten ein äußeres Magnetfeld, dann orientiert sich dieser und damit auch die an ihn gekoppelte elektrische Ladung. Daraus folgt, dass die magnetische Wirkung letztlich auch zu einer Ladungsbewegung, also zu einem Stromfluss führt. Diese Feldwirkung nennt man Induktion. Befindet sich der Mensch in einem magnetischen Wechselfeld, so werden fortlaufend elektrische Ladungen verschoben.

Elektromagnetisches Feld

Das Elektromagnetische Feld ist dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Felder elektrisch und magnetisch miteinander gekoppelt sind: das elektromagnetische Feld verlässt seine Feldquelle mit Lichtgeschwindigkeit und hat somit einen Energiegehalt. Der Energieerhaltungssatz fordert, dass mit der Absorption des elektrischen Feldes eine Energietransformation erfolgt, im allgemeinen in Wärme, also in Joule'sche Energie (Beispiel: Mikrowellenofen).

Grenzwerte sollen den Menschen vor Feldwirkungen schützen

Befindet sich der Mensch in einem dieser Felder dann muss sichergestellt werden, dass es nicht zu kritischen Körperstromdichten (elektrisches/magnetisches Feld) oder Erwärmungen (elektromagnetisches Feld) kommt. Aus diesem Grunde gibt es Grenzwerte, die dieses verhindern soll. Nun hat sich aber herausgestellt, dass die Grenzwerte, die an Modellen berechnet oder an Phantomen experimentell erarbeitet wurden, nicht ausreichen für eine Bewertung der biologischen Relevanz. So zeigt sich bei sensiblen Personen eine Empfindlichkeit bei elektrischen 50 Hz-Feldern der Energieversorgung, die nicht erst durch die 5.000 V/m des Grenzwertes

hervorgerufen wird, sondern bei deutlich weniger als 10 V/m liegt. Ebenso ist es bei den magnetischen Feldern, wo empfindliche Personen auf weniger als 1 % des Grenzwertes von 100 μ T (Mikrotesla) reagieren. Weitaus komplizierter scheinen die Verhältnisse beim elektromagnetischen Feld zu liegen, da hier noch die Charakteristik (Modulationsart) entscheiden mitwirkt.

Wichtig bei dieser Diskussion der Elektrosensibilität ist, dass diese sich erst bei Langzeitexpositionen einstellt. Die Grenzwerte nach ICNIRP (International Commission for Nonionizing Radiation Protection), die auch in der 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (26. BImSchV) festgeschrieben sind, bewerten die akuten Wirkungen, sind also aus biologischer Sicht nicht relevant.

Der häusliche Elektrosmog

Wenn von Elektrosmog geredet wird und damit dann die Hochspannungsleitungen oder Mobilfunktürme im Mittelpunkt der Diskussion stehen, wird häufig vergessen, dass die Belastungen im häuslichen Umfeld allein schon durch die Elektroinstallation Ursache vieler Missstände ist. So verursachen elektrische Feldeinkopplungen in die Zimmerwände elektrische Feldstärken, die durchaus bei Langzeitimmissionen zu erheblichen gesundheitlichen Problemen führen können: im Schlafbereich befindet sich in dieser Situation der Mensch in einem elektrischen Wechselfeld, dessen Dauerreiz dann zu dem individuellen Muster der gesundheitlichen Beeinträchtigung führt. Das Wirkungsmodell der schwachen Feldwirkung ist unbekannt, es gibt jedoch deutliche Hinweise auf eine Irritation des autonomen Nervensystems, was dann letztlich Dauerstress bedeutet.

Eine ähnliche Situation kann auch im magnetischen Wechselfeld der Energieversorgung auftreten. Bedenkt man jedoch, dass nur ein Stromfluss ein Magnetfeld erzeugt, lassen sich durchaus Vorsorgemaßnahmen erreichen, indem während der nächtlichen Ruhephase die Stromverbraucher im Schlafbereich abgeschaltet bleiben. Hier reicht im allgemeinen die lokale Begrenzung aus, da Magnetfelder an die Feldquelle gekoppelt sind und eine begrenzte räumliche Ausdehnung haben. Ausnahmen gibt es jedoch, wenn Fehlströme und somit Magnetfelder infolge mangelhafter Potentialausgleichs praktisch im gesamten Haus zu finden sind. Problematisch ist, dass Magnetfelder nur mit extrem aufwendigen und somit teuren Methoden abschirmbar sind.

Dagegen lassen sich elektrische Felder sehr gut und im allgemeinen auch einfach abschirmen oder reduzieren. Hinzu kommt, dass die Quelle eines elektrischen Feldes gut lokalisierbar ist und Abschirmmaßnahmen allein schon dadurch möglich sind, ein gut leitendes Material einzubringen. Prinzipiell lassen sich auch elektromagnetische Felder abschirmen, nur ist hier die Verteilung des Feldes im Raum durch Reflexionen oder Brechungen weitaus komplizierter.

Wie eingangs erwähnt ist die elektrische Feldkomponente der häuslichen 50-Hz Energieversorgung häufig der Anlass für gesundheitliche Beeinträchtigungen. Dabei geht es interessanterweise nicht um die absolute Feldstärke, sondern um den Feldgradienten, indem sich der Mensch längerfristig aufhalten muss. Ein Feldgradient bedeutet, dass es lokale Unterschiede in der Feldstärke gibt. Am folgenden Beispiel soll dieses erklärt werden: zwischen zwei parallel angeordneten elektrisch leitenden Platten sei eine elektrische Potentialdifferenz. Es bilden sich parallele Feldlinien aus, deren Dichte in dem Raumvolumen zwischen den Platten an jedem Ort identisch ist. Man spricht von einem homogenen elektrischen Feld (Ausnahme: im Randbereich an den Grenzen der beiden Platten gilt dieses nicht mehr). Befindet sich der Mensch in diesem Feld, das beispielsweise 50-mal in der Sekunde die Polarität ändert (=50-Hz Feld), dann kommt es aufgrund der geometrischen Bedingungen des Körpers zu Feldverzerrungen: am Kopf oder an den Extremitäten konzentrieren sich die Feldlinien mehr als am übrigen Körper. Über die Influenz, deren Intensität von der Feldstärke oder genauer von der Dichte der Feldlinien abhängt, ist natürlich auch die Anzahl der „verschobenen“ Ladungsträger pro Hautfläche unterschiedlich. Die so auf der Haut influenzierten elektrischen Potentialdifferenzen werden ausgeglichen durch einen Stromfluss über den Weg des geringsten (ohmschen) Widerstandes. Da dieser Stromfluss auch durch den Körper gehen kann, kann es durchaus entweder zu Irritationen der eigenen, biogenen Ströme (z.B. an der Nervenbahn) oder direkt an der Zellmembran kommen. Üblicherweise liegen diese Fremdströme in einem Bereich, der nicht unmittelbar zu Störungen des Biosystems führt. Andererseits stellen aber diese Fremdströme einen Reiz dar, der über längere Einwirkzeit durchaus relevant werden kann. Entscheiden ist vor allem, ob diese Störsignale als solche erkannt und kompensiert werden können. Dieses ist offensichtlich auch die Ursache für die interindividuelle Empfindlichkeit gegenüber elektrischen Feldern.

Viele Hinweise zeigen jedoch, dass es zunehmend Elektrosensible gibt, die in der Folge einer längeren Feldbelastungen massive Erkrankungen aufweisen. Oft wird dann die Ursache in einer Mobilfunkanlage gesehen – was durchaus auch sein kann – nur wird gerne übersehen, dass in den überwiegenden Fällen auch in der hauseigenen Elektroversorgung das Übel steckt.

Was kann man tun?

Wie schon dargestellt, liegt offensichtlich die biologische Relevanz elektrischer Wechselfelder in der Differenz der Feldstärke an verschiedenen Bereichen des Körpers: das Gradientenfeld ist hier eine entscheidende Größe. Solch ein

Gradientenfeld besteht nur solange, wie es nicht zu einem Ausgleich von elektrischen Potentialdifferenzen kommt. Das heißt, je schlechter die elektrische Leitfähigkeit des Raumvolumens ist, desto länger hält sich der Gradient. Ein elektrisch leitendes Material in diesem Feld vernichtet über den Bereich den Gradienten: die Potentialdifferenz über diesem Material ist Null. Dieser Zusammenhang lässt sich nutzen, wenn sich der Elektrosensible während der Ruhepause, wo er im allgemeinen besonders empfindlich auf jegliche Störung reagiert, auf eine leitende Unterlage legt, die sich über die gesamte Körperlänge erstreckt. Damit kommt es nicht zu elektrischen Potentialdifferenzen über den Körper und somit auch nicht zu artifiziellen influenzierten Strömen. Das ebenfalls möglich Gradientenfeld über Querachse des Körpers spielt auf Grund der geringen Distanz eine untergeordnete Rolle.

Für die praktische Anwendung ist es nicht notwendig, dass diese Unterlage aus einem elektrisch leitenden Material besteht. Da es sich um Feldbedingungen handelt, muss die Voraussetzung erfüllt sein, dass die Leitfähigkeit der Unterlage wesentlich besser ist als die des umgebenden Raums. Da es sich hier üblicherweise um Luft oder nichtleitende Stoffe handelt, kann das Material aus metallisiertem Gewebe oder entsprechend beschichteten Textilien sein.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass die leitende Unterlage eine größere Fläche einnimmt als der darauf liegende Körper. Dieses ist insofern notwendig, als Feldverzerrungen an den Kanten zu lokalen Felderhöhungen führen, was in jedem Fall zu vermeiden ist. Auf keinen Fall sollte die Unterlage geerdet werden: dadurch würden alle elektrischen Feldlinien auf das Erdpotential gezogen werden, wodurch es zu erheblichen Gradientenfeldern kommen kann.

Etwas aufwendiger ist die Abschirmung elektromagnetischer Felder. Beim elektrischen Feld ist der Ortsvektor, also die Richtung der Feldlinien einfach zu bestimmen und das Feld lässt sich durch entsprechende Abschirmmaterialien beeinflussen. Um die Verteilung eines elektromagnetischen Feldes zu verstehen, ist es hilfreich zu wissen, dass im höherfrequenten Bereich die optische Gesetzmäßigkeiten angewendet werden können: strahlt Sonnenlicht (ebenfalls elektromagnetische Wellen) durch ein Fenster in einen Raum, dann ist dieser von Licht erfüllt durch Reflexe und Brechungen: in den Bereichen mit nicht direktem Sichtkontakt zur Feldquelle (Fenster) herrscht keineswegs absolute Finsternis. Es lassen sich also nur über eine räumliche Abschirmung elektromagnetische Felder reduzieren.

Eine Abschirmung elektromagnetischer Felder ist somit aufwendiger als bei elektrischen Feldern. Dieses gilt vor allem, wenn es sich um die zeitschlitzmodulierten Felder des Mobilfunks handelt. Für den Schlafbereich würde eine zusätzliche Abdeckung (Bettdecke) mit entsprechenden Schirmmaterialien wie bei der obengenannten Unterlage zwar in jedem Fall die

elektromagnetische Feldstärke reduzieren; zur Optimierung müssen jedoch folgende Kriterien eingehalten werden.

1. Die Fläche der Abdeckung muss so groß sein, dass sie keine seitlichen Öffnungen durch die üblichen Schlafbewegungen zulässt.
2. Das Abschirmgewebe muss sehr dicht sein, da insbesondere die niederfrequent gepulste Strahlung des Mobilfunks eine sehr hohe Durchdringung hat.

Aber auch unter optimalen Bedingungen werden immer noch Teile des Körpers dem Feld ausgesetzt sein. Wieweit diese Expositionsflächen dann noch relevant sind ist unbekannt. Erschwerend kommt hinzu, dass die interindividuellen Reaktionsschwellen in sich keine Konsistenz aufweisen, wodurch ein Nachweis der Wirkung nur über eine Langzeitstudie erbracht werden könnte. Es ist hinreichend bekannt, dass eine Feldreduzierung die gesundheitliche Gesamtsituation bei Elektrosensiblen durchaus verbessert. Ob andererseits eine totale Abschirmung das Ziel sein sollte muss insofern in Frage gestellt werden, als in der gesamten Menschheitsgeschichte natürliche Feldquellen mit Sicherheit die Evolution mitgeprägt haben. Gegenüber den technisch bedingten Feldern weisen diese Felder jedoch keine strengen Periodizitäten auf, wie zum Beispiel bei der 50 Hz-Energieversorgung oder 217 bzw. 100 Hz-Modulation des Mobilfunks. Da sich aber künstliche und natürliche Felder pauschal nicht voneinander trennen lassen, könnte eine Problemlösung in der Mitte liegen bei „genügend, aber nicht zu viel Abschirmung“. Hier wird der Erfahrungswert des Einzelnen der individuellen Maxime entsprechen.