

Leitgeb, N., Cech, R.

Unwirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten. Teil 2: Hochfrequenzbereich

Inefficiency of electrosmog-shielding mats.
Part 2: Radio Frequency range

Schlüsselwörter: Elektrosensibilität, Abschirmung, Schutzmaßnahmen

Keywords: electromagnetic hypersensitivity, shielding, protection

Es konnte bereits gezeigt werden, dass Elektromog- Abschirmmatten im Niederfrequenzbereich in alltagstypischen Situationen elektrische Felder nicht verringern, sondern im Gegenteil sogar verstärken. Mit Hilfe von Messungen und numerischer Simulationen wurden die Behauptungen von Herstellern über die Wirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten im Hochfrequenzbereich überprüft, wonach hochfrequente elektromagnetische Felder bis zu 99% abgeschirmt und durch das Erdungskabel (falls vorhanden) zur Erde hin abgeleitet werden könnten.

Es kann gezeigt werden, dass derartige Produkte auch im Hochfrequenzbereich die berechtigten Erwartungen der Käufer nicht erfüllen, sondern meist sogar das Gegenteil, nämlich erhöhte Expositionen verursachen. Die Ergebnisse hängen dabei von den elektrischen Materialeigenschaften ab. Eine gute elektrische Leitfähigkeit kann die Feldüberhöhung sogar noch wesentlich verstärken.

Die Erdung der Abschirmmatte über ein angeschlossenes Erdungskabel mag zwar den Glauben an eine Schutzwirkung verstärken, ist jedoch nicht geeignet, die Schirmwirkung zu verbessern.

Die Untersuchung weist nach, dass die Behauptungen der Herstellerangaben über die Schirmwirkungen von Abschirmmatten gegenüber hochfrequenten elektrischen Feldern trotz des Verweises auf Gutachten grob irreführend sind und den Kunden über die wahren Verhältnisse täuschen.

Insgesamt muss vom Kauf und der Anwendung von Abschirmmatten dringend abgeraten werden.

Eine Schirmwirkung kann allenfalls erreicht werden, wenn sich eine Abschirmdecke zwischen dem Sender und der Person befindet. Auch in diesem Fall ist jedoch die Wirkung weit schlechter, als es die Hersteller versprechen. Sie verringert sich weiter, wenn berücksichtigt wird, dass naturgemäß der Kopf unbedeckt bleibt.

It could already be shown that electromagnetic shielding mats do not reduce but even enhance electric field exposure in daily life situations. By measurements and numerical simulations the claims of manufacturers were checked who pretend that radio frequency electromagnetic fields can be shielded to 99% and more, and transferred to earth by earth cables (if attached).

It could be shown that in the radio frequency range such products do not fulfil the justified expectations of customers, but in most cases even cause the opposite. The results depend on the electric properties of the material. Good electric conductivity of shielding mats even considerably increases electromagnetic field exposure.

To connect the mats with earth potential by an attached cable might increase the beliefs on a protective effect, however, this is not capable to enhance the shielding effect.

The investigation demonstrates that in spite of references made to experts opinions manufacturers claims about the shielding efficiency of radio frequency fields are misleading and fool clients about the real situation.

Overall, acquisition and use of electrosmog shielding mats must be discouraged.

If at all, shielding can be reached by placing a shielding cover between the source and the person. However, even in this case, efficiency is much lower than promised by manufacturers and decreases even more if it is taken into account that the head naturally remains uncovered and hence unshielded.

Einleitung

Unspezifische Krankheitssymptome wie Konzentrationsstörungen, Kopfschmerzen, Nervosität, Schlafstörungen sind nicht selten. Es ist jedoch schwierig, sie auf bestimmte Ursachen zurückzuführen. Immer häufiger wird behauptet, dass sie durch „Elektromog“, insbesondere durch hochfrequente elektromagnetische Wellen des Mobilfunks, verursacht werden, und dies, obwohl internationale und nationale Strahlenschutzgremien Grenzwerte zum Schutz vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen erarbeitet haben [3,5,10,11,15], und trotz des Umstandes, dass die im Alltag auftretenden Felder meist um viele Größenordnungen unterhalb dieser Grenzwerte liegen. Dennoch ist die Angst verbreitet und scheint in letzter Zeit sogar noch zugenommen zu haben [1,4,9,12] und damit auch die Geschäfte mit der Angst.

Auf dem Markt wird derzeit eine Vielzahl verschiedener Abschirmmatten angeboten, die im Wesentlichen ein elektrisch leitfähiges Gewebe oder eine metallisch beschichtete Folie enthalten. Es wird dabei empfohlen, die Abschirmmatte unter die Matratze des Bettes zu platzieren. Viele Abschirmmatten enthalten zusätzlich ein Kabel mit einem Schukostecker, mit dem sie an einer Steckdose geerdet werden sollen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung soll den Behauptungen der Hersteller über die Wirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten nachgegangen werden, dass hochfrequente elektromagnetische Felder durch Abschirmmatten bis zu 99,99% abgeschirmt werden und eine Erdung der Matte über eine Verbindung zur Steckdose die Schirmwirkung verbessern würde.

Methodik

Um die behauptete Schirmwirkung zu untersuchen, wurden mathematische Simulationen durchgeführt und messtechnisch verifiziert. Die Simulation wurde durch Lösen der Maxwell'schen Gleichungen mit Hilfe der Methode der Finiten Integration mit Hilfe des Simulationsprogramms „Microwave Studio“ der Firma CST für die Mobilfunkfrequenz 900MHz durchgeführt.

Zur Berücksichtigung der Schirmeigenschaften des Mauerwerks wurde der ungünstigste Fall, nämlich ein Fertighaus in Leichtbauweise mit Gipskartonplatten und dazwischen liegender Dämmwolle und ein offenes Fenster angenommen.

In Hinblick auf hochfrequente Immissionen wurde berücksichtigt, dass der überwiegende Teil durch Feldquellen verursacht wird, die ausreichend weit entfernt sind, um annehmen zu können, dass am Schlafplatz ebene Wellen auftreten. Dies trifft auch auf jene Fälle zu, in denen sich in benachbarten Räumen ein DECT- Telefon befindet. Der Abstand d_N , ab dem diese Annahmen zutrifft, hängt von der Wellenlänge λ ab und ergibt sich mit der Abmessung der aussendenden Antenne D zu:

$$d_N = 2D^2/\lambda + \lambda/2 \quad (1)$$

Für eine 900MHz- Mobilfunk- Basisstation mit einer Wellenlänge von 33cm und einer Antennenlänge von 120cm treten demnach ab ca. 8,9m Entfernung ebene Wellen auf, bei DECT Geräten mit einer Antennenlänge von 2,5cm und einer Frequenz von 1,9GHz bzw. einer Wellenlänge von 16cm beträgt die Entfernung ca. 9cm.

Es kann daher mit guter Näherung angenommen werden, dass Berechnungen mit der Annahme ebener Wellen den Großteil der im Alltag auftretenden Situationen ausreichend gut repräsentieren.

In Hinblick auf eine mögliche Schirmwirkung durch eine Elektromog- Abschirmmatte wurden mehrere exemplarische Fälle untersucht.

- Einerseits der horizontale und
- ein von oben um 30 Grad geneigter Einfall einer ebenen Welle.

Zur Untersuchung des Einflusses des Schirmmaterials wurden zwei typische Varianten von Abschirmmatten untersucht, nämlich

- eine Abschirmmatte aus elektrisch leitfähigem Vlies mit einer Leitfähigkeit von 10S/m und
- eine elektrisch ideal leitende metallische Abschirmfolie.

Um den Einfluss der Erdverbindung zu ermitteln, wurden die Berechnungen darüber hinaus sowohl für den ungeerdeten als auch für den geerdeten Fall durchgeführt.

Ergebnis

Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen wird durch die Gesetze der geometrischen Optik bestimmt. Wegen der teilweisen Reflexion kommt es daher vor reflektieren-

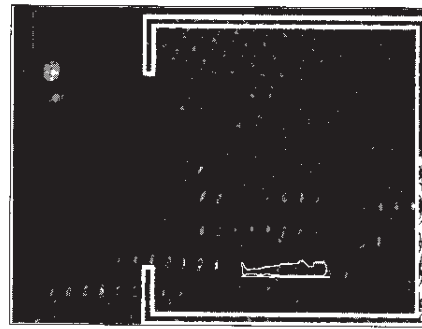


Bild 1. Feldverteilung bei Einbringen einer geerdeten Abschirmmatte in ein homogenes mit 30° von oben einfallendes elektromagnetisches 900MHz-Mobilfunkfeld mit lokalen interferenzbedingten Überhöhungen über einer elektrisch leitfähigen Elektromog-Abschirmmatte (weiß).

den Grenzflächen zur Überlagerung von einfallender und reflektierter Welle und damit zu komplexen Interferenzmustern mit lokalen Intensitätserhöhungen. Dies bedeutet, dass die Reflexionen an Wänden und Gegenständen in einem Wohnraum dazu führen, dass die Feldverteilung elektromagnetischer Wellen sehr inhomogen ist und Schwankungen um mehrere Größenordnungen auftreten können (Bild 1). Da die Schirmwirkung für verschiedene Bezugspunkte auf der Matte verschieden ist, wurde der Schirmfaktor für jeden Punkt als Verhältnis von elektrischer Feldstärke **mit** zu der elektrischen Feldstärke **ohne** Abschirmmatte definiert. Im Fall einer Felderhöhung ist der „Schirmfaktor“ daher größer als 1.

- Bei **horizontalem Einfall** einer ebenen Welle ergibt sich ein periodisches Interferenzmuster mit Überhöhungen vor den reflektierenden Wandflächen. Wenn die elektrische leitende Abschirmmatte parallel zur Ausbreitungsrichtung der Wellen orientiert ist, ergibt sich nur eine vernachlässigbar geringe Beeinflussung der Feldverteilung.

Die Auswertung der Feldverteilung über der Liegefläche der Abschirmmatte zeigt sowohl für den geerdeten als auch für den ungeerdeten Fall periodische Veränderungen. Insgesamt ergibt sich keine Schirmwirkung, sondern überwiegend eine (geringe) Felderhöhung. Die Abhängigkeit vom Material der Abschirmmatte ist in diesem Fall vernachlässigbar. Die mittlere Felderhöhung liegt bei ungeerdeter Matte bei 3%. Eine Erdung bewirkt keine relevanten Änderungen.

Die Abschirmmatten verursachen in diesem Fall keinesfalls die von den Herstellern behauptete Schirmwirkung.

- Ein **horizontaler Einfall** hochfrequenter Wellen stellt einen wenig wahrscheinlichen Sonderfall dar. In der überwiegenden Mehrheit der Fälle sind die externen Sendeanlagen höher positioniert als der betrachtete Wohnraum, sodass ein schräg von oben kommender Einfall der Wellen üblich ist. Bei **geneigtem Einfall** einer ebenen Welle kommt es jedoch auch an der Abschirmmatte zur teilweisen Reflexion der Wellen (Bild 1). Die Reflexionsstärke und damit auch das Interferenzmuster sind vom Material der Abschirmmatte abhängig. Die Feldverteilung schwankt vom proximalen zum distalen Mattenrand stark, insgesamt nimmt jedoch die Exposition zu. Dies zeigt sich im Verlauf des Schirmfaktors.

Bei einem Einfallswinkel von 30° ist die Felderhöhung in Mattenmitte, also im Bereich der maximalen Interferen-

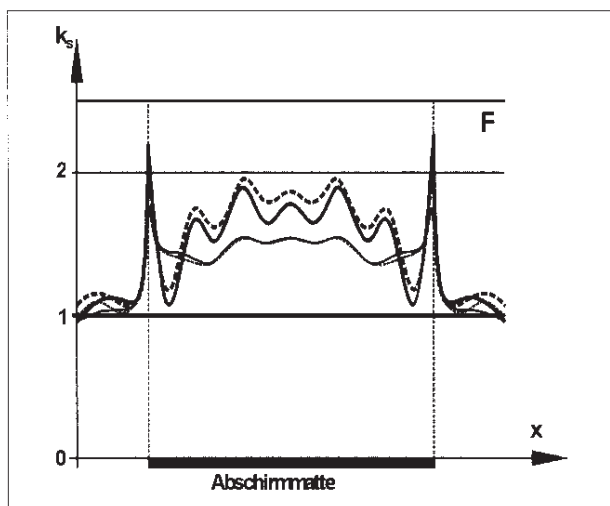


Bild 2. Längsprofile des Schirmfaktors 1,5cm oberhalb der Liegefläche einer metallischen Abschirmmatte (Folie) für den Fall einer mit 30° von oben einfallenden ebenen elektromagnetischen 900MHz-Mobilfunkwelle. durchgezogene Linien ... ungeerdete Abschirmfolie strichlierte Linien ... geerdete Abschirmfolie fett ... Längsprofil entlang des Folienrandes dünn ... Längsprofil entlang der Folienmitte

zwirkung und an den Rändern wegen des Randeffectes relativ am stärksten. Bei **metallischen Folien** erreicht der Schirmfaktor das 2,3fache. Gemittelt über die Längsprofile ergibt sich am Rand eine Felderhöhung um das 1,60fache und in der Mitte um das 1,48fache (Tabelle 1). Eine Erdung führt zu keinen relevanten Veränderungen (Bild 2).

Für ein elektrisch weniger gut leitfähiges Gewebe sind die Reflexionswirkung und damit die Feldüberhöhungen naturgemäß geringer. Aufgrund der Berechnungen für ein Gewebe mit einer Leitfähigkeit von 10S/m und einen Einfallswinkel von 30° beträgt die relativ höchste Felderhöhung das ca. 1,3fache. Die Unterschiede zwischen Mit-

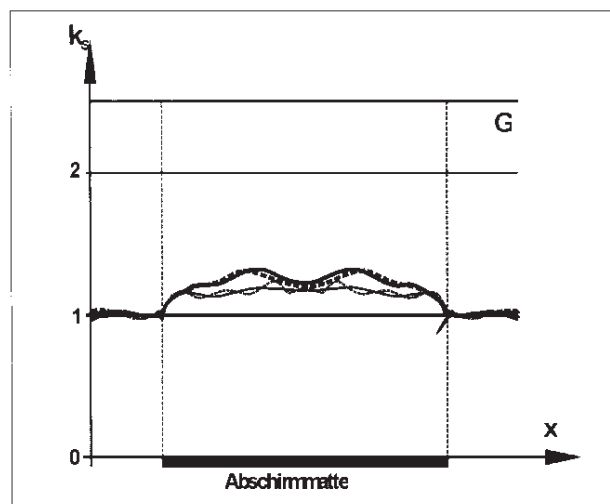


Bild 3. Längsprofile des Schirmfaktors 1,5cm oberhalb der Liegefläche eines elektrisch leitfähigen Abschirmmatte (Gewebe) für den Fall einer mit 30° von oben einfallenden ebenen elektromagnetischen 900MHz-Mobilfunkwelle. durchgezogene Linien ... ungeerdetes Abschirmgewebe strichlierte Linien ... geerdetes Abschirmgewebe fett ... Längsprofil entlang des Geweberandes dünn ... Längsprofil entlang der Gewebemitte

Tabelle 1. Schirmfaktoren bei Verwendung von elektrisch leitfähigen Abschirmmatten mit unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeiten (metallische Folie, leitfähiges Gewebe) bei um 30° geneigten Einfall einer ebenen Mobilfunk-Welle mit 900MHz

Abschirmung		Abschirmmatte	Abschirmdecke
Folie ungeerdet	Rand	1,60	1,08
	Mitte	1,48	0,51
geerdet	Rand	1,68	1,10
	Mitte	1,46	0,54
Gewebe ungeerdet	Rand	1,24	0,84
	Mitte	1,16	0,81
geerdet	Rand	1,23	0,85
	Mitte	1,16	0,81

te und Rand sind geringer als im Fall der metallischen Abschirmfolien. Die Mittelwerte über die Längsprofile ergeben am Rand eine Erhöhung um das 1,23fache und in der Mitte um das 1,16fache. Auch hier ist der Einfluss der Erdung vernachlässigbar klein.

Abschirmdecke

Befindet sich die Abschirmmatte zwischen der Person und der Feldquelle, handelt es sich also um eine Abschirmdecke, lässt sich bei geneigtem Einfall der elektromagnetischen Welle eine Schirmwirkung feststellen. Diese weist lokale Schwankungen auf und ist im Bereich des Mattenzentrums relativ am größten. Am Rand ergeben sich jedoch Felderhöhungen. Die Feldbeeinflussung ist jedoch auch bei Abschirmdecken vom Material der Decke und dem Einfallswinkel der Wellen abhängig. Der Einfluss der Erdung ist jedoch vernachlässigbar.

- Bei einer ungeerdeten metallischen Folie beträgt der Schirmfaktor, gemittelt über das Längsprofil in Mattenmitte das 0,51fache. Der Mittelwert über das Längsprofil am Rand weist eine Felderhöhung um das 1,08fache aus (Bild 4).
- Für elektrisch leitfähiges Gewebe ist die Schirmwirkung naturgemäß schwächer (Bild 5). Die Berechnungen für ein Gewebe mit einer Leitfähigkeit von 10S/m ergeben eine über das Längsprofil in Mattenmitte gemittelte Schirmwirkung um 19%. Insgesamt ist die Schirmwirkung über die Fläche der Abschirmdecke gleichmäßiger als bei Abschirmfolien (Tabelle 1).

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die Behauptung, elektrisch leitfähige Abschirmmatten wären ein „Schutz vor hochfrequentem Elektromog“ nicht den Tatsachen entspricht.

Unter jenen Bedingungen, wie sie für die Immission im Alltag charakteristisch sind, nämlich dass sich die Feldquellen oberhalb der Schirmung befinden, erfüllen Abschirmmatten den behaupteten Zweck nicht. Die Ergebnisse belegen, dass elektrisch leitende „Abschirmmatten“

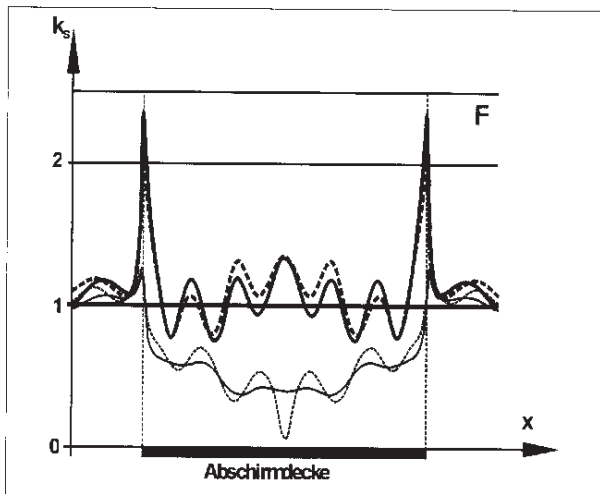


Bild 4. Längsprofile des Schirmfaktors 1,5cm unterhalb einer metallischen Abschirmdecke (Folie) für den Fall einer mit 30° von oben einfallenden ebenen elektromagnetischen 900MHz-Mobilfunkwelle. durchgezogene Linien ... ungeerdete Abschirmfolie strichlierte Linien ... geerdete Abschirmfolie fett ... Längsprofil entlang des Folienrandes dünn ... Längsprofil entlang der Folienmitte

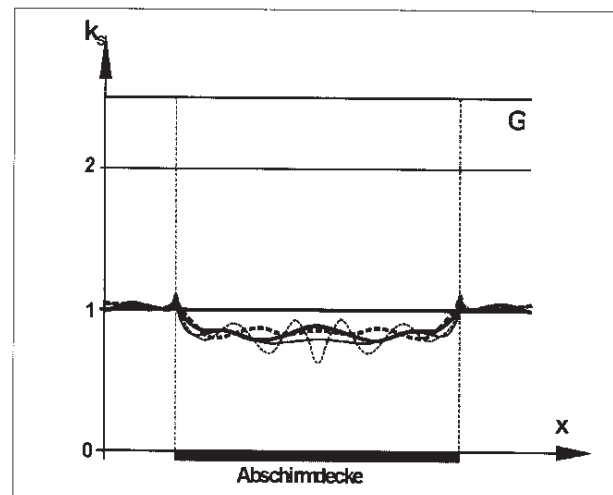


Bild 5. Längsprofile des Schirmfaktors 1,5cm unterhalb der Liegefläche einer elektrisch leitfähigen Abschirmdecke (Gewebe) für den Fall einer mit 30° von oben einfallenden ebenen elektromagnetischen 900MHz-Mobilfunkwelle. durchgezogene Linien ... ungeerdetes Abschirmgewebe strichlierte Linien ... geerdetes Abschirmgewebe fett ... Längsprofil entlang des Geweberandes dünn ... Längsprofil entlang der Gewebemitte

im Hochfrequenzbereich insgesamt keine abschirmende, sondern im Gegenteil eine Feld erhöhende Wirkung zur Folge haben (Tabelle 1). Die Feldverstärkung ist umso größer, je größer die Leitfähigkeit der „Abschirmmatte“ ist.

Auch wenn die Berechnungen nur für ausgewählte Fälle durchgeführt wurden, lassen sich die Ergebnisse verallgemeinern. Bei geringeren Einfallswinkeln nimmt die Feldbeeinflussung ab und kann schließlich bei horizontalem Einfall vernachlässigt werden. Bei größerem Einfallswinkel verstärken sich die Interferenzen über der Matte und die Feldüberhöhungen nehmen zu. Insgesamt ergibt sich kein Fall, bei dem es zur behaupteten Schirmwirkung kommt, wenn sich die Feldquelle oberhalb der Matte befindet.

Eine allfällige Erdung der Matte ist bezüglich der „Schirmwirkung“ vernachlässigbar. Ihre Bedeutung liegt allenfalls darin, den Anwender eine Wirkung vorzutäuschen und den Placebo-Effekt zu verstärken.

Zusammenfassung

Die Untersuchung hat gezeigt, dass „Elektromog-Abschirmmatten“ weder im Niederfrequenzbereich [8] noch im Hochfrequenzbereich die behauptete Schirmwirkung besitzen. In der Regel muss sogar mit einer erheblichen Erhöhung der Exposition gegenüber Elektromog gerechnet werden.

Die elektrische Leitfähigkeit der verwendeten Materialien spielt für die Abschirmwirkung niederfrequenter elektrischer Felder eine vernachlässigbare Rolle, metallische Abschirmmatten können jedoch im Hochfrequenzbereich zur verstärkten Feldüberhöhung führen.

Die Erdung von Abschirmmatten über ein angeschlossenes Erdungskabel ist ungeeignet, die Schirmwirkung zu

verstärken. Die Behauptung, durch die Erdverbindung würde „Elektromog zur Erde abgeleitet“, ist frei erfunden und gehört in das Reich der physikalischen Legenden.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass die Herstellerangaben über Schirmwirkungen von Abschirmmatten grob irreführend sind und verschweigen, dass in der Regel das Gegenteil von der erwünschten Wirkung eintritt. Vor dem Kauf und der Verwendung derartiger „Elektromog-Abschirmmatten“ ist daher dringend abzuraten.

Eine vergleichsweise geringe Schirmwirkung lässt sich lediglich erzielen, wenn sich eine Abschirmdecke zwischen Person und Feldquelle befindet. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine Decke naturgemäß den Körper nicht vollständig bedeckt und daher die tatsächlich erzielbare Schirmwirkung noch geringer ist, als es die Modellrechnungen für diesen Fall ergeben.

Die Modellrechnungen zeigen, dass darüber hinaus eine Schirmwirkung, sofern sie vorhanden ist, von den Angaben der Hersteller weit entfernt ist. Dass Firmen und Gutachter überhaupt zu positiven Aussagen kommen, hängt vor allem daran, dass deren Messgutachten unter Bedingungen und Voraussetzungen durchgeführt werden, die wenig relevante Sonderfälle darstellen, in denen sich die Feldquellen unterhalb der Abschirmmatte befinden [6,13].

Literatur

- [1] Bamberger Appell, 23. Juli 2004
- [2] BfS-Stellungnahme: Abschirmmatten gegen Elektromog. Neuberger 2004, www.bfs.de
- [3] BGBl 66: Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Elektromagnetische Felder. 26. BImSchV 1996
- [4] Freiburger Appell, 9. Oktober 2002
- [5] ICNIRP, 1998, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Vary-

- ing Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300GHz). Health Physics, 74, 494..522
- [6] Leitgeb, N.: Machen elektromagnetische Felder krank? Springer-Verlag, Wien 2000
- [7] Leitgeb, N., Schröttner, J. (2003): Electrosensitivity and Electromagnetic Hypersensitivity. Bioelectromagnetics 24, 387-394
- [8] Leitgeb, N., Cech, R.: Unwirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten. Teil 1: Niederfrequenzbereich. Biomedizinische Technik, im Druck
- [9] Mobilfunk-Petition betreffend den flächendeckenden Ausbau der Mobilfunknetze in Österreich, 30. November 1999
- [10] ÖVE/ÖNORM S1119: Niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 0Hz bis 30kHz. Wien 1994
- [11] ÖVE/ÖNORM S1120: Mikrowellen- und Hochfrequenzfelder. Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 30kHz bis 300GHz. Wien 1992
- [12] Resolution zur Minimierung der allgemeinen Elektromog-Belastung, 19. Oktober 1999, Bonn
- [13] Rose, W.-D.: Gutachten zur Bewertung der Schutzwirkung von Geweben der Fa. Matherm GmbH bei elektromagnetischen Strahlenbelastungen. IGEE, Kitzbühel 2004
- [14] Rose, W.-D.: Gutachten zur elektrobiologischen Bewertung der REGA- STAT Abschirmmatte hinsichtlich der Schutzwirkung gegen Elektromog. IGEE, Kitzbühel 2004
- [15] SSK: Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung bei Exposition durch elektromagnetische Felder (bis 300GHz). Urban & Fischer, München 1999
- [16] Verbraucherzentrale Nordrhein- Westfalen: Elektroschutzprodukte: Geschäfte mit der Angst. Stellungnahme 2005, www.verbraucherzentrale-nrw.de

Korrespondenzanschrift:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing., Dr. Norbert Leitgeb
Institut für Krankenhaustechnik
mit Europaprüfstelle für Medizinprodukte
Technische Universität Graz
Inffeldgasse 18
8010 Graz
ÖSTERREICH
Tel.: 0043(316)873 7397
Fax: 0043(316)873 4412