

N. Leitgeb, R. Cech

## Unwirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten. Teil 1: Niederfrequenzbereich

Inefficiency of electrosmog- shielding mats.  
Part 1: Low Frequency range

Institut für Krankenhaustechnik mit Europaprüfstelle für Medizinprodukte, Technische Universität Graz

Schlüsselwörter: Elektrosensibilität – Abschirmung – Schutzmaßnahmen

Keywords: electromagnetic hypersensitivity – shielding – protection

Trotz des Umstandes, dass die im Alltag auftretenden niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder meist um einige Größenordnungen unterhalb der bestehenden Grenzwerte liegen, gibt es nicht nur Angst vor Elektromog, sondern auch Geschäfte mit der Angst und ein Angebot von mehr oder weniger seriösen Produkten mit zum Teil stark überhöhten Preisen. Mit Hilfe numerischer Simulationen wurden die Behauptungen von Herstellern über die Wirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten überprüft. Demnach könnten niederfrequente elektrische Felder bis zu 98 % abgeschirmt und durch das Erdungskabel (falls vorhanden) zur Erde hin abgeleitet werden.

Es kann gezeigt werden, dass derartige Produkte die berechtigten Erwartungen der Käufer nicht erfüllen, sondern meist sogar das Gegenteil bewirken. Die Erdung der Matte über das angeschlossene Erdungskabel mag zwar den Glauben an eine Schutzwirkung verstärken, sie ist jedoch ungeeignet, die Schirmwirkung zu verbessern und führt meist sogar zum Gegenteil, nämlich zu einer teilweisen erheblichen Verstärkung der einwirkenden elektrischen Felder. Die elektrische Leitfähigkeit der derzeit angebotenen Abschirmmatten spielt eine vernachlässigbare Rolle und kann die erheblichen Preisunterschiede nicht erklären.

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

Despite of the fact that environmental electric and magnetic fields are magnitudes below the existing limits, fear from electromagnetic pollution increase and so does business with fear by offering more or less plausible products with partly excessively high prices. Based on numerical simulation the claims of manufacturers on the efficiency of electromagnetic shielding mats were tested. It is pretended that electric fields can be shielded to 98 % and more, and transferred to earth by earth cables (if attached).

It could be shown that in general such products do not fulfil the justified expectations of customers, but in contrary even cause the opposite. 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 but in most cases this causes even the contrary by partly considerably increasing electric field exposure. The electric conductivity of the used shielding mats plays a neglectable role and cannot explain the considerable price differences.

The investigation demonstrates that in spite of references made to expert's opinions manufacturer's claims about the shielding efficiency are misleading and fooling clients about the real situation.

### Einleitung

Auch wenn über die Sinnhaftigkeit einzelner Anwendungen die Meinungen auseinander gehen mögen hat insgesamt die Nutzung elektrischer Energie unser Leben in vielfacher Hinsicht einfacher, bequemer und sicherer gemacht und uns eine Vielfalt neuer umwälzender Möglichkeiten eröffnet. Besonders in Verbindung mit der raschen und flächendeckenden Einführung neuer und für Laien schwer durchschaubarer Technologien hat sich jedoch auch vielfach Angst vor gesundheitlich nachteiligen Wirkungen der elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder breit gemacht, die mit der Nutzung elektrischer Energie ungewollt oder beabsichtigt in der Umwelt auftreten.

Obwohl Untersuchungen über potentielle gesundheitliche Auswirkungen derartiger Felder bereits seit vielen Jahrzehnten intensiv vorgenommen werden und internationale und nationale Strahlenschutzgremien Grenzwerte erarbeitet haben, die vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen schützen sollen [3,6,11,12,16], und trotz des Umstandes, dass die im Alltag auftretenden Felder meist um einige Größenordnungen unterhalb dieser Grenzwerte liegen, ist vielfach die Angst geblieben. Sie scheint in letzter Zeit sogar noch zugenommen zu haben – und damit auch die Geschäfte mit der Angst. Verstärkt wird die Angst durch die Behauptung, die Gesundheit von Elektrosensiblen könnte durch die Einwirkung von alltäglichem „Elektromog“ ernstlich beeinträchtigt werden [1,4,8,9,13] und mache zusätzliche Schutzvorkehrungen nötig.

Derzeit scheint auf dem Markt für Elektromog-Schutzprodukte eine wahre Goldgräber-Stimmung zu herrschen. Zu teilweise extrem überhöhten Preisen wird eine Vielfalt von mehr oder weniger zweifelhaften Produkten zum Schutz vor „Elektromog“ angeboten, von Chips, Aufklebern, Amuletten, Schlüsselanhängern, Armbändern, Steinen, Pyramiden, Entstörsendern, Abschirmanstrichen, Tapeten, Jalousien, Vorhängen, Baldachinen, bis hin zu Abschirmmatten. Die Preisspannweite für vergleichbare Produkte ist dabei erheblich. So beträgt z. B. bei Abschirmmatten der Unterschied zwischen dem günstigsten und teuersten Produkt das 1.500fache; die Preise reichen von ca. € 1,2 bis € 1.896,- (Tabelle 1).

Die Meinungen über Sinnhaftigkeit und Wirksamkeit dieser Produkte gehen weit auseinander. Sie reichen von Dankschreiben begeisterter Kunden und Gutachten von mehr oder weniger anerkannten Experten über die Wirksamkeit von Produkten bis hin zu Warnungen von Strahlenschutz- und Konsumentenorganisationen [2,17].

Im Rahmen dieser Arbeit soll den Behauptungen der Hersteller über die Wirksamkeit von Elektromog-Abschirmmatten im Detail nachgegangen werden. Es wird behauptet, dass niederfrequente elektrische Felder

- durch eine elektrisch leitfähige Abschirmmatte bis zu 98 % abgeschirmt und
- durch das Erdungskabel (falls vorhanden) zur Erde hin abgeleitet werden können.

Behauptungen über eine Schirmwirkung von niederfrequenten **magnetischen** Feldern liegen – zutreffender Weise – nicht vor. Die Hersteller akzeptieren, dass sich diese

Felder durch derartige Maßnahmen nicht abschirmen lassen. Dies ist umso bemerkenswerter, als Magnetfelder hinsichtlich einer biologischen Wirkung kontroversieller diskutiert werden, als elektrische Felder. Dass dennoch umfassend von „Elektromog“-Abschirmmatten gesprochen wird, obwohl nur eine teilweise Abschirmung (wenn überhaupt) vorgesehen ist, ist daher irreführend.

Auf dem Markt wird eine Vielzahl verschiedener Abschirmmatten angeboten, die im Wesentlichen ein elektrisch leitfähiges Gewebe oder eine metallisch beschichtete Folie enthalten. Viele Produkte sind darüber hinaus mit einer Verbindungsleitung versehen, die in Verbindung mit einem Schukostecker zur Erdung der Matte über eine Steckdose vorgesehen ist. In den Anwendungshinweisen wird empfohlen, die Abschirmmatte unter der Matratze des Bettes, jedenfalls jedoch unterhalb der Person zu platzieren.

### Methodik

Die messtechnische Überprüfung der Schirmwirkung von Elektromog-Abschirmmatten hat gezeigt, dass diese nicht nur von den geometrischen Verhältnissen, insbesondere der Position der Feldquelle relativ zur Matte, abhängt, sondern zusätzlich entscheidend auch vom Ort der Messung auf der Matte.

Um die Schirmwirkung von Abschirmmatten umfassend untersuchen zu können, wurden daher detaillierte mathematische Simulationen durchgeführt. Dabei wurden die Auswirkungen der Abschirmmatte auf niederfre-

Tabelle 1. Abschirmmatten-Marktübersicht

Produkt	Preis €	Schirmwirkung		Wirkung	Material
		NF-E	HF		
BIO THERM	bis 1.896,-	97,9%	–	elektrische Felder werden zu Mattenränder gebeugt und über Erdleitung abgeleitet.	extrem leitfähige Kupfereinlage
Rega Stat	69,95 bis 1.598,-	<100mV	große Erfolge	Ableitung der Ankopplungsspannung durch Kupferkabel zur Erde	leitfähiges Textil
Simtex	290,-	–	99,99%	reflektiert die HF-Strahlung	metallisierte hoch leitfähige Einlage
marburg	69,99	?	?	keine näheren Angaben	weiße waschbare Baumwolle mit Erdungsanschluss
Heoma-Sleeper	39,-	?	?	schützt vor Elektromog	Folie aus spezieller Metalllegierung zwischen zwei PE-Folien
NSE	–	–	99,9%	verringert die auftreffende HF-Strahlung	NSE-Vlies mit Schafwolle und Erdungsstecker
Rettungsdecke	1,12 bis 3,85	–	–	keine Behauptungen über Schirmwirkung	PE-Folie mit Gold- u. Silberbedampfung

quente elektrische Felder mit Hilfe des „Static Field Solvers“ des Programms „EM Studio“ der Firma CST durchgeführt, mit dem die dreidimensionalen Feldverteilungen durch Lösen der Maxwell'schen Gleichungen mit Hilfe der Methode der Finiten Integrationstechnik berechnet werden [18].

Da die Schirmwirkung von den geometrischen Verhältnissen abhängig ist, wurden mehrere im Alltag interessierende Grenzfälle untersucht:

- Einerseits wurde angenommen, dass sich eine elektrische Feldquelle (z. B. eine an der Decke befindliche Leuchtstoffröhre) ausreichend weit oberhalb der Abschirmmatte befindet, sodass sich im Bereich des Bettes näherungsweise ein homogenes vertikal orientiertes elektrisches Feld ergibt. Ergänzend dazu wurde auch der Fall untersucht, dass sich die Feldquelle unterhalb der Matte befindet.
- Andererseits wurde angenommen, dass sich eine elektrische Linienquelle in der Nähe der Abschirmmatte befindet, und zwar 20 cm tiefer bzw. höher gelegen. Damit wurde der Fall einer am Bett vorbei führenden unter Spannung stehenden Elektroleitung simuliert, die in bzw. an der Wand verläuft.
- Die Untersuchungen wurden für zwei unterschiedliche Materialien, nämlich ein elektrisch leitfähiges Gewebe und eine metallbedampfte Folie durchgeführt.

Da sich die im Alltag vorkommenden häufigsten Situationen zwischen den Grenzfällen homogenes Flächenfeld und inhomogenes Linienfeld einordnen lassen, ist eine umfassende Bewertung der Schirmwirkung von Abschirmmatten gegen niederfrequente elektrische Felder möglich.

### Ergebnis

Die Simulationsergebnisse bestätigen wie erwartet das elektrotechnische Grundwissen, dass eine Beeinflussung des elektrischen Feldes von der Form und Entfernung der Feldquelle abhängt. Aus diesem Grund hängt die Wirkung einer Abschirmmatte auch von ihrem Erdungszustand ab. Insgesamt zeigt es sich, dass die Schirmwirkung für verschiedene Bezugspunkte auf der Matte verschieden ist. Als Schirmfaktor  $\alpha$  wurde daher jeweils das am Untersuchungspunkt auftretende Verhältnis von elektrischer Feldstärke **mit** ( $E_A$ ) zu der elektrischen Feldstärke **ohne** Abschirmmatte ( $E_0$ ) definiert. Wenn eine Schirmwirkung auftritt, ist daher der Schirmfaktor kleiner als eins.

$$\alpha(x) = E_A(x)/E_0(x) \quad (1)$$

Da die elektrische Leitfähigkeit selbst von leitfähigen Geweben mit ca. 10S/m um 15 Größenordnungen besser ist, als jene von Luft, sind die im Vergleich dazu geringen Unterschiede zwischen Gewebe und metallbedampfter Folie hinsichtlich der Feldbeeinflussung vernachlässigbar.

Um den Einfluss der Erdungsbedingungen der Abschirmmatte zu untersuchen, wurden die Simulationen für beide untersuchte Quellenarten jeweils für eine ungeerdete und eine geerdete Matte durchgeführt.

#### a) Ungeerdete Matte

##### *Homogenes elektrisches Feld einer großflächigen bzw. weit entfernten Quelle*

Im Fall eines homogenen vertikal orientierten elektrischen Feldes verlaufen die Äquipotentialflächen horizontal. Es ergibt sich daher grundsätzlich keine Feldbeeinflussung, wenn eine elektrisch leitfähige Abschirmmatte horizontal, also in eine Äquipotentialebene, eingebracht wird, weil sich naturgemäß an der Matte keine Potentialunterschiede und damit keine Feldverzerrungen ergeben. Es ist dabei irrelevant, wie gut elektrisch leitfähig die Matte ist.

Aus grundlegenden physikalischen Gründen tritt daher im Fall der ungeerdeten Abschirmmatte unabhängig von deren elektrischer Leitfähigkeit oder der Entfernung der (großflächigen) Feldquelle **keine** Feldbeeinflussung und damit auch **keinerlei** Schirmwirkung auf.

##### *Inhomogenes elektrisches Feld einer Linienquelle*

Wenn sich eine elektrische Linienquelle im Nahbereich der Abschirmmatte befindet, ist das elektrische Feld räumlich inhomogen und die elektrisch leitfähige Matte schneidet in jedem Fall die Äquipotentialebenen. Es ergibt sich daher auch bei ungeerdeten Matten eine Feldbeeinflussung. Dabei ist es jedoch entscheidend, ob sich die Feldquelle oberhalb oder unterhalb der Abschirmmatte befindet (Abb. 1). Für die Berechnung wurde der ungeerdeten Matte jenes Potential zugewiesen, das in der Mitte des distalen Mattenrandes im ungestörten Feld auftritt.

Befindet sich die Linienquelle **oberhalb** der ungeerdeten Abschirmmatte, überwiegt an der Matte nicht die **Schirmwirkung**, sondern im Gegenteil die Felderhöhung. Diese verringert sich zwar mit zunehmender Entfernung zur Linienquelle, steigt jedoch am hinteren Mattenrand wieder an (Abb. 2).

Für eine 10 cm seitlich und 20 cm **über** der ungeerdeten Matte befindliche Linienquelle beträgt die Felderhöhung 15 mm oberhalb der ungeerdeten „Abschirmmatte“ am nächstliegenden Mattenrand das 3,3fache. Die Felderhöhung bleibt an den seitlichen Mattenrändern über ca. 2/3 der Länge erhalten, geht im Fußbereich in eine Feldschwächung über und steigt am hinteren Rand wieder auf eine 1,3fache Feldverstärkung an. Gemittelt über das gesamte Längsprofil entlang der Matte erhält man für das randständige Längsprofil eine mittlere Feldüberhöhung um das 1,47fache (Abb. 2).

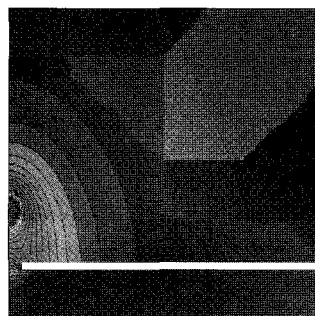


Abb. 1. Verteilung des elektrischen Feldes einer unter Spannung (zum Fußboden) stehenden Linienquelle nach Einbringen einer geerdeten Abschirmmatte (weißer Strich) für die Positionierung der Linienquelle oberhalb der Matte.

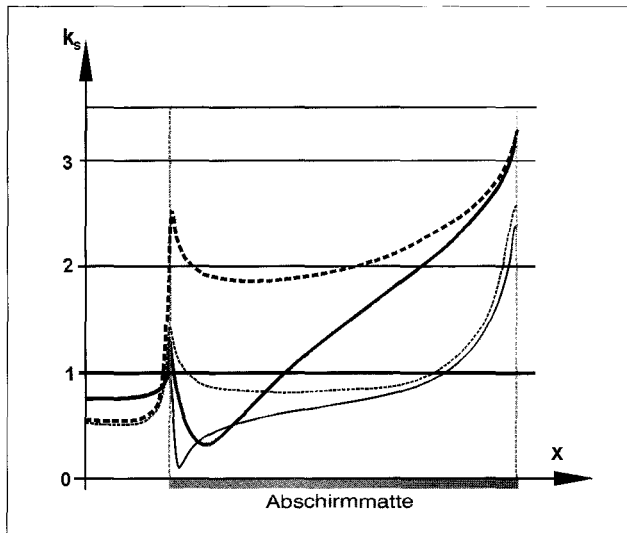


Abb. 2. Längsprofile des „Schirmfaktors“ einer Abschirmmatte, berechnet in 15 mm Abstand über der Liegefläche für den Fall einer 20 cm oberhalb befindlichen elektrischen Leitung (Linienquelle).  
 durchgezogene Linien – ungeerdete Matte  
 strichlierte Linien – geerdete Matte  
 fett – Längsprofil entlang des Mattenrandes  
 dünn – Längsprofil entlang der Mattenmitte

In Mattenmitte zeigt das Längsprofil zunächst ebenfalls eine Feldüberhöhung. Diese beginnt beim 2,4fachen und bleibt, stetig abfallend im Kopfbereich der Matte bestehen, ehe eine Schirmwirkung um ca. 30 % einsetzt, die in der Nähe des unteren Mattenrandes ein Minimum von 80 % erreicht. Am hinteren Rand erreicht der Schirmfaktor den Wert 1. Gemittelt über das mittige Längsprofil der Matte beträgt der Schirmfaktor 0,81 (Abb. 2).

Auch wenn sich die Linienquelle **unterhalb** der ungeerdeten Abschirmmatte befindet, ergibt sich keine gesicherte Schirmwirkung, sondern ein differenziertes Bild. Es tritt zwar eine Schirmwirkung auf, die besser ist, als im Fall der oberhalb der Matte befindlichen Quelle, jedoch weit schlechter bleibt, als von den Herstellern behauptet. Auch in diesem Fall lässt sich an den Rändern eine Feldüberhöhung feststellen.

Für eine 20 cm unterhalb der ungeerdeten Abschirmmatte befindliche Linienquelle kommt es am Mattenrand zu einer Felderhöhung, die, beginnend beim 2,6fachen und zunächst abfallend auf ca. 40 % der Länge, also über den Thoraxbereich, erhalten bleibt und anschließend in eine Schirmwirkung übergeht, die zum distalen Rand erneut verschwindet und in einer ca. 2,2fachen Felderhöhung endet. Gemittelt über das randständige Längsprofil der Matte lässt sich rechnerisch eine geringe Feldüberhöhung um das 1,02fache, jedenfalls jedoch keine Schirmwirkung ermitteln (Abb. 3). In Mattenmitte zeigt das Längsprofil eine Schirmwirkung, die über große Teile zwischen 0,2 und 0,3 bleibt und sich am hinteren Mattenrand wieder verschlechtert. Am hinteren Rand erreicht der Schirmfaktor den Wert 1. Gemittelt über das Längsprofil beträgt die mittlere Schirmwirkung in der Mitte der Matte das 0,39fache und bleibt somit auch in diesem relativ günstigsten Fall von den Herstellerangaben deutlich entfernt (Abb. 3).

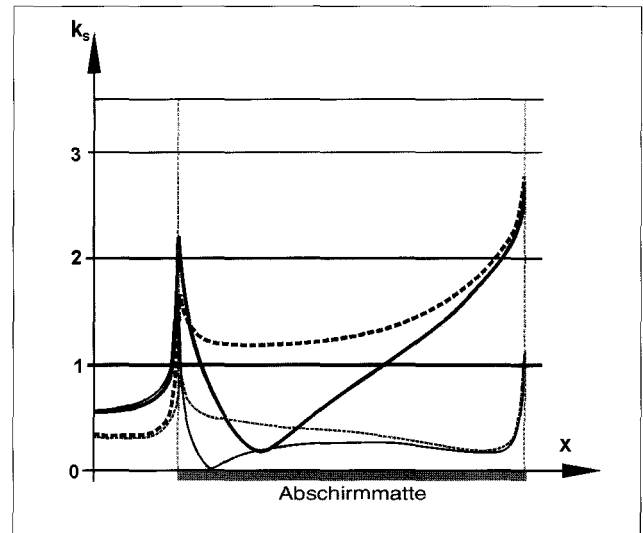


Abb. 3. Längsprofile des „Schirmfaktors“ einer Abschirmmatte, berechnet in 15 mm Abstand über der Liegefläche für den Fall einer 20 cm unterhalb befindlichen elektrischen Leitung (Linienquelle).  
 durchgezogene Linien – ungeerdete Matte  
 strichlierte Linien – geerdete Matte  
 fett – Längsprofil entlang des Mattenrandes  
 dünn – Längsprofil entlang der Mattenmitte

#### b) Geerdete Abschirmmatte

Wenn die Abschirmmatte geerdet wird, hat dies in jedem Fall, also auch im homogenen Feld, eine Änderung der Potentialverhältnisse und damit eine Beeinflussung der elektrischen Feldverteilung zur Folge. Allerdings führt dies zu keiner verbesserten Abschirmung, sondern zu einer ausgeprägteren Feldüberhöhung.

#### Homogenes elektrisches Feld einer großflächigen bzw. weit entfernten Quelle

Wenn die sich die Feldquelle **oberhalb** der Abschirmmatte befindet, verringert sich wegen der Erdung der Abschirmmatte der Abstand  $d$  des Gegenpotentials zur Feldquelle. Da sich im homogenen Feld die elektrische Feldstärke  $E_0$  mit der Spannung  $U$  zu

$$E_0 = U/d \quad (2)$$

erhöht sich somit über der Liegefläche wegen der Verringerung des Abstandes  $d$  selbst im homogenen Fall die elektrische Feldstärke und es findet keine Schirmwirkung, sondern im Gegenteil eine Erhöhung der elektrischen Feldstärke statt, und der Schirmfaktor  $\alpha$  wird größer als 1.

Im einfachsten Fall kann der Schirmfaktor durch das Verhältnis der Abstände  $d_0$  (Raumhöhe) zu  $d_A$  (Abstand der Abschirmmatte von der Feldquelle) beschrieben werden, nämlich:

$$\alpha = d_0/d_A \quad (2)$$

Für ein Zimmer mit 3m Raumhöhe und 40cm Bodenabstand der Abschirmmatte ergäbe sich somit eine Feldverstärkung um 15%. Berücksichtigt man jedoch die wesentlich stärkeren Feldüberhöhungen an den Rändern der Matte, ergibt sich eine noch deutlich größere Feldver-

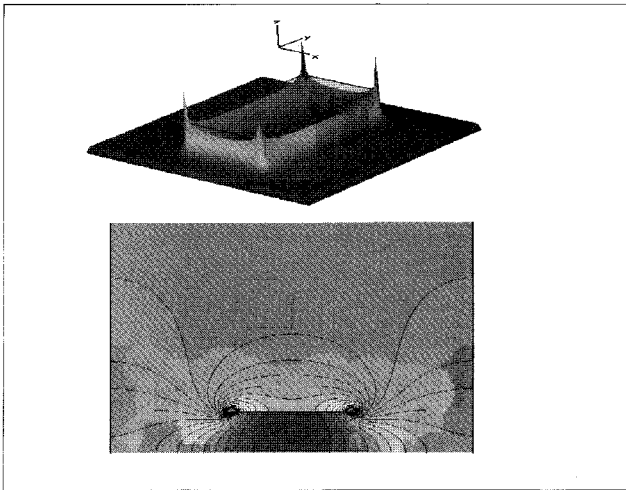


Abb. 4. Feldverteilung eines homogenen vertikal orientierten elektrischen Feldes nach Einbringen einer geerdeten Abschirmmatte für die Positionierung der Feldquelle oberhalb der Matte.

oben – 3D-Plot mit Feldüberhöhungen an den Mattenrändern.  
 unten – Feldverteilung im Querschnitt durch die Mattenmitte

stärkung. Die Feldverzerrung bewirkt, dass die Feldlinien den Mattenrand umgreifen und auch auf der der Quelle abgewandten Seite zu einer Feldüberhöhung führen (Bild 4).

Im homogenen Feld ist die Feldverzerrung durch die Matte grundsätzlich symmetrisch. Befindet sich die Feldquelle oberhalb der Matte, kommt es am Mattenrand zu einer Felderhöhung um das 5,8fache die allmählich zur Mattenmitte auf das 3,3fache abfällt und zum Mattenende wieder ansteigt (Bild 5). Gemittelt über das randständige Längsprofil der Matte ergibt sich daher keine Schirmwirkung, sondern eine Felderhöhung um das 3,56fache. Auch in Mattenmitte zeigt das Längsprofil eine Schirmwirkung, die zwar etwas geringer ist, jedoch ebenfalls über die gesamte Länge erhalten bleibt. Beginnend mit einer Feldüberhöhung um das 3,3fache fällt der Ver-

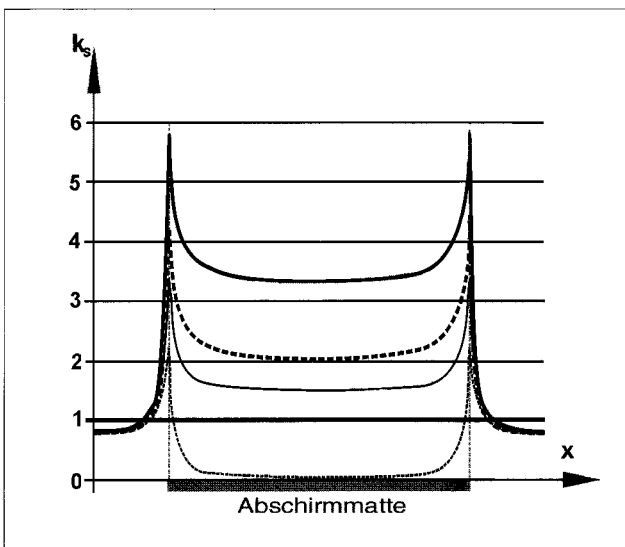


Abb. 5. Längsprofile des „Schirmfaktors“ für geerdete Abschirmmatten, berechnet in 15 mm Abstand über der Liegefläche für den Fall homogener Felder durchgezogene Linien – Feldquelle oberhalb der Matte  
 gestrichelte Linien – Feldquelle unterhalb der Matte  
 fett – Längsprofil entlang des Mattenrandes  
 dünn – Längsprofil entlang der Mattenmitte

stärkungsfaktor zur Mattenmitte auf das 1,6fache ab und steigt zum Mattenende wieder auf das 3,3fache an. Gemittelt über das Längsprofil beträgt die mittlere Feldverstärkung entlang Matten- Mittellinie das 1,65fache. Dieses Ergebnis steht somit im krassen Widerspruch zu den Herstellerangaben.

Selbst wenn sich die homogene Feldquelle unterhalb der Abschirmmatte befindet, ergibt sich ein differenziertes Bild. Es tritt zwar im zentralen Mattenbereich eine gute Schirmwirkung auf, auch in diesem Fall lässt sich jedoch an den Rändern eine Feldüberhöhung feststellen.

Für eine Abschirmmatte in 40 cm (Boden-) Abstand (Betthöhe) von einer am Fußboden liegenden Flächenquelle (z. B. eine elektrische Fußbodenheizung) kommt es am Mattenrand zu einer Felderhöhung, die, beginnend beim 4,2fachen zur Mattenmitte hin auf das ca. 2fache abfällt und zum Mattenende wieder ansteigt. Gemittelt über das randständige Längsprofil der Matte ergibt sich eine Feldüberhöhung um das 2,25fache. Entlang der Mattenmitte zeigt das Längsprofil nach der Randerhöhung um das ca. 2fache eine Schirmwirkung, die über große Teile im Bereich von 0,04 bleibt und am hinteren Mattenrand wieder in die 2fache Feldverstärkung übergeht. Gemittelt über das Längsprofil beträgt die mittlere Schirmwirkung in der Mitte der Matte das 0,16fache.

#### Inhomogenes elektrisches Feld einer Linienquelle

Befindet sich die Linienquelle oberhalb der geerdeten Abschirmmatte, kommt es im Vergleich zur ungeerdeten Matte zu einer besonders ausgeprägten Felderhöhung (Abb. 2).

Für eine 10 cm seitlich und 20 cm über der geerdeten Matte befindliche Linienquelle beträgt die Felderhöhung 15 mm oberhalb der ungeerdeten „Abschirmmatte“ am nächstliegenden Mattenrand das 3,3fache. Die Felderhöhung bleibt an den seitlichen Mattenrändern über die gesamte Länge erhalten und steigt am hinteren Rand wieder auf das 2,5fache an. Gemittelt über das gesamte Längsprofil entlang der Matte erhält man für das randständige Längsprofil eine mittlere Felderhöhung um das 2,17fache (Abb. 2). Entlang der Mattenmitte zeigt das Längsprofil zunächst ebenfalls eine Felderhöhung. Diese beginnt beim 2,6fachen und bleibt, stetig abfallend im Kopfbereich der Matte bestehen, ehe eine geringe Schirmwirkung von ca. 20 % erreicht wird. In der Nähe des unteren Mattenrandes geht die Schirmwirkung wieder in eine Felderhöhung über, die am distalen Rand das 1,4fache erreicht. Gemittelt über das mittige Längsprofil der Matte ergibt sich keine Schirmwirkung. Der Schirmfaktor bleibt mit 1,05 über eins (Abb. 2).

Auch wenn sich die geerdete Linienquelle unterhalb der Abschirmmatte befindet, ergibt sich ein differenziertes Bild. Es tritt zwar im zentralen Mattenbereich eine Schirmwirkung auf, die besser ist, als im Fall der oberhalb der Matte befindlichen Quelle, jedoch weit schlechter bleibt, als von den Herstellern behauptet. Auch in diesem Fall lässt sich an den Rändern eine Felderhöhung feststellen.

Für eine 20 cm unterhalb der Mattenhöhe befindliche Linienquelle kommt es am Mattenrand zu einer Felderhöhung, die, beginnend beim 2,6fachen, auf das ca. 1,3fache abfällt, jedoch über die gesamte Länge erhalten bleibt und am distalen Ende wieder auf das 1,7fache ansteigt (Abb. 3). Gemittelt über das randständige Längsprofil der Matte ergibt sich eine Feldüberhöhung um das 1,47fache. Entlang der Mattenmitte zeigt das Längsprofil eine Schirmwirkung bis zum 0,3fachen, die sich jedoch mit zunehmender Entfernung zur Quelle wieder verschlechtert und am distalen Mattenrand 0,8 beträgt. Gemittelt über das Längsprofil ergibt sich eine Schirmwirkung um das 0,39fache. Auch in diesem Fall bleibt die Schirmwirkung somit von den Herstellerangaben deutlich entfernt.

### Diskussion

Die biologischen Wirkungen elektrischer Wechselfelder sind gut bekannt. Die Wechselwirkungsmechanismen beruhen einerseits auf der wechselnden Influenz von Oberflächenladungen, die zu Haarvibrationen führen oder, bei starken Wechselfeldern, zusätzlich als unangenehm empfundene Mikroentladungen verursachen. Diese Effekte werden relevant, noch bevor im Körper die Stromdichten der dielektrischen Verschiebungsströme hoch genug sind, um eine Reizwirkung auf Nerven- und Muskelzellen ausüben zu können [7]. Die Grenzwerte für elektrische Felder sind für die Allgemeinbevölkerung mit 5 kV/m festgelegt worden und werden im Haushalt im Allgemeinen weit unterschritten.

Es ist bemerkenswert, dass dieser Wissenstand an sich in der Bevölkerung nicht umstritten ist. Diskussionen beschränken sich daher auch im Wesentlichen auf hypothetische Wirkungen von magnetischen Wechselfeldern. Von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) wurden magnetische Wechselfelder in einer Größe, wie sie im Haushalt auftreten kann, als „potentiell karzinogen“ eingestuft [5]. Objektiv gesehen besteht daher in Wohnungen keine Veranlassung, zusätzliche Schutzmaßnahmen vor elektrischen Umgebungsfeldern zu ergreifen. Dass Konsumenten dennoch überredet werden, Produkte zur Reduktion elektrischer Felder zu kaufen, ist dadurch erklärbar, dass aus physikalischer Sicht elektrische Felder mit vergleichsweise einfachen Maßnahmen reduziert werden können, während dies für die biologisch eher relevanten magnetischen Felder nicht möglich ist.

Während Netzfreeschalter, die die Netzspannung auf eine niedrige Stromkreisüberwachungs-Gleichspannung reduzieren, eine objektiv nachvollziehbare Verringerung

der elektrischen Felder bewirken können, sofern im Alltag die zahlreichen Fallstricke vermieden werden, die einen funktionsfähigen Netzfreeschalter wirkungslos machen können [7], zeigen die hier vorgestellten Ergebnisse, dass die Behauptung, elektrisch leitfähige Abschirmmatten wären ein „Schutz vor Elektromog“ im Allgemeinen nicht den Tatsachen entsprechen. Der Schirmfaktor ist nur für wenig realistische Sonderfälle und nur in begrenzten Bereichen der Abschirmmatte kleiner als 1 (Tabelle 2).

Die Untersuchung der Wirkung von „Abschirmmatten“ durch numerische Simulation hat mehrere Vorteile.

- Es kann die Feldverzerrungen durch die Messsonde vermieden werden (Messsonden lassen sich nur bezüglich ihrer Feldverzerrung in homogenen elektrischen Feldern kalibrieren.)
- Das Ergebnis einer Messung entspricht der Mittelung über die Sensorfläche. Diese ist zur Beurteilung von Feldexpositionen mit 100 cm<sup>2</sup> festgelegt [6,11]. Messungen ermöglichen daher nicht jene räumliche Auflösung, die für eine differenzierte Beurteilung erforderlich ist.
- Die Messgenauigkeit erlaubt es nicht, gleich geringe Veränderungen festzustellen, wie die numerische Simulation.
- Im Gegensatz zu punktuellen Messungen ermöglicht die numerische Simulation eine Aussage über die „Schirmwirkung“ über der gesamten Oberfläche der Abschirmmatte

Unter den Bedingungen, wie sie für die elektrischen Immissionen im Alltag charakteristisch sind, nämlich, dass sich die Feldquellen oberhalb der Abschirmmatte befinden, erfüllen Abschirmmatten den behaupteten Zweck nicht, sondern verursachen im Gegenteil sogar verstärkte Expositionen (Tabelle 2). Sie können daher aus physikalischen Gründen unabhängig von der Leitfähigkeit des Materials die Erwartungen eines Konsumenten nicht erfüllen.

Dass dennoch Firmen und Gutachter zu Aussagen über Abschirmwirkungen über 95 % kommen, hat mehrere Gründe:

1. Die Angaben gelten besten Falls für ausgewählte Sonderfälle und an beschränkten Bereichen einer Matte. Im Gegensatz zu fachlich anerkannten Gutachten sind in den angeführten Gutachten die Untersuchungsbedingungen nicht ausreichend nachvollziehbar dokumentiert. So fehlen z. B. sowohl Angaben über die für die Untersuchung verwendete Feldquelle, als auch die Spezifizierung, wo genau gemessen wurde [14,15].
2. Da die Schirmwirkung einer Abschirmmatte bei elektrischen Feldern im Allgemeinen und bei inhomogenen Feldquellen im Besonderen über der Abschirm-

Tabelle 2. Mittelwert des Schirmfaktors über Matten- Längsprofile bei Verwendung von elektrisch leitfähigen Abschirmmatten zum vermeintlichen Schutz vor elektrischen Feldern, bezogen auf 15mm Abstand von der Matte (Zahlengrößen geben Feldverstärkungen an).

Matte		Feldquelle			
		oberhalb der Matte		unterhalb der Matte	
		homogen	Leitung	homogen	Leitung
ungeerdet	Rand	1	1,47	1	1,02
	Mitte	1	0,81	1	0,24
geerdet	Rand	3,56	2,17	2,25	1,47
	Mitte	1,56	1,05	0,16	0,39

matte äußerst unterschiedlich ist, ist die Angabe eines punktuell gemessenen Schirmfaktors nicht ausreichend und täuscht über die wesentlich schlechteren Bedingungen abseits des ausgewählten Messpunktes hinweg.

3. Da die Wirkung einer Abschirmmatte von der Form, Ausdehnung und Position der Feldquelle abhängt, ist es irreführend, aus einem punktuell für einen Sonderfall ermittelten Schirmfaktor eine allgemeine Aussage über die Schirmwirkung in einer Alltagssituation abzuleiten [10, 14, 15]. Wegen der Felderhöhung an den Mattenrändern ist grundsätzlich davon auszugehen, dass eine Schirmwirkung, wenn sie gegeben ist, nicht über der gesamten Mattenfläche zu erwarten ist.
4. Der Kunde wird nicht darüber aufgeklärt, dass sich positive Messgutachten auf Bedingungen und Voraussetzungen beziehen, die wenig relevante Sonderfälle darstellen. Es wird vielmehr der Eindruck erweckt, als ob sich die Schirmwirkung allgemein einstellen würde.
5. Es wird verschwiegen, dass die behauptete Schirmwirkung in den alltagstypischen Expositionsfällen in das Gegenteil verkehrt und die „Abschirmmatte“ zum Feldverstärker wird.

### Zusammenfassung

Die Untersuchung von „Elektromog-Abschirmmatten“ hat gezeigt, dass derartige Produkte im Niederfrequenzbereich im Allgemeinen die behauptete Schirmwirkung nicht nur nicht besitzen, sondern im Gegenteil in der Regel sogar eine Erhöhung der Exposition gegenüber elektrischen Feldern verursachen. Darüber hinaus sind sie als Maßnahme gegen magnetische Felder grundsätzlich ungeeignet. In diesem Zusammenhang daher allgemein von einer Abschirmmatte gegen „Elektromog“ zu sprechen, der ja aus elektrischen und magnetischen Anteilen besteht, ist daher grob irreführend.

Die elektrische Leitfähigkeit der verwendeten Materialien spielt für die Abschirmwirkung von elektrischen Feldern eine vernachlässigbare Rolle. Der enorme Preisunterschied der angebotenen Produkte ist daher in Hinblick auf die Schirmwirkung nicht nachvollziehbar.

Die Erdung von Abschirmmatten über das angeschlossene Erdungskabel ist ungeeignet, die Schirmwirkung zu verstärken. Wegen der dadurch entstehenden ungünstigen Beeinflussung der Potentialverteilung führt diese Maßnahme sogar zu einer zusätzlichen erheblichen Felderhöhung. Die Behauptung, dadurch würde „Elektromog zur Erde abgeleitet“, gehört daher in den Bereich der modernen physikalischen Legenden.

Abgesehen von dem Umstand, dass die Sinnhaftigkeit von Maßnahmen gegen die im Schlafbereich auftretenden elektrischen Felder an sich zu hinterfragen ist, sind

die Herstellerangaben über Schirmwirkungen von Abschirmmatten grob irreführend 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.

### Literatur

- [1] Bamberger Appell, 23. Juli 2004
- [2] BFS- Stellungnahme: Abschirmmatten gegen Elektromog. Neuherberg 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] IARC: Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monograph vol. 80, Lyon 2002
- [6] ICNIRP, 1998, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300GHz). Health Physics, 74, 494...522
- [7] Leitgeb, N.: Machen elektromagnetische Felder krank? Springer-Verlag, Wien 2000
- [8] Leitgeb, N., Schröttner, J. (2003): Electrosensitivity and Electromagnetic Hypersensitivity. Bioelectromagnetics 24, 387-394/10/
- [9] Mobilfunk-Petition betreffend den flächendeckenden Ausbau der Mobilfunknetze in Österreich, 30. November 1999
- [10] Nessler, N.: Messung der Abschirmwirkung von VITALIFE 2000. Universität Innsbruck, 2000
- [11] ÖVE/ÖNORM S1119: Niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 0Hz bis 30kHz. Wien 1994
- [12] ÖVE/ÖNORM S1120: Mikrowellen- und Hochfrequenzfelder. Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 30kHz bis 300GHz. Wien 1992
- [13] Resolution zur Minimierung der allgemeinen Elektromog-Belastung, 19. Oktober 1999, Bonn
- [14] Rose, W.-D.: Gutachten zur elektrobiologischen Bewertung der REGA- STAT Abschirmmatte hinsichtlich der Schutzwirkung gegen Elektromog. IGEF, Kitzbühel 2004
- [15] Rose, W.-D.: Gutachten zur Bewertung der Schutzwirkung von Geweben der Fa. Matherm GmbH bei elektromagnetischen Strahlenbelastungen. IGEF, Kitzbühel 2004
- [16] SSK: Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung bei Exposition durch elektromagnetische Felder (bis 300GHz). Urban & Fischer, München 1999
- [17] Verbraucherzentrale Nordrhein- Westfalen: Elektroschutzprodukte: Geschäfte mit der Angst. Stellungnahme 2005, www.verbraucherzentrale-nrw.de
- [18] Weiland, T.: Eine Methode zur Lösung der Maxwellschen Gleichungen für sechskomponentige Felder auf diskreter Basis. AEU 31 (1977), 116...120

Korrespondenzanschrift:  
 Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Leitgeb  
 Institut für Krankenhaustechnik  
 mit Europaprüfstelle für Medizinprodukte  
 Technische Universität Graz  
 Inffeldgasse 18  
 A-8010 Graz  
 Tel.: +43(316)873 7397  
 Fax: +43(316)873 4412  
 E-Mail: Leitgeb@bmt.tu-graz.ac.at