

GUG

1 ■ 2016



Grundstücksmarkt und Grundstückswert

www.gug-aktuell.de

Zeitschrift für
Immobilienwirtschaft
Bodenpolitik und
Wertermittlung

G 20858
Januar/Februar 2016
Art.-Nr. 21832601
ISSN 0938-0175

Herausgeber:
MinRat a. D. Prof. Dipl.-Ing.
Wolfgang Kleiber
Schriftleitung:
Dr. Daniela Schaper

Aus dem Inhalt

- **Bewertung von Gemeinschaftsunterkünften für Flüchtlinge und Asylbegehrende**
Ullrich Werling
Seite 1
- **Die typische Fehlerquelle bei der Verkehrswertermittlung im Zusammenhang mit Erbbaurechten: Der Erbbauzins**
Albert M. Seitz
Seite 6
- **Bewertung von Biogasanlagen**
Heinz Peter Jennissen
Seite 16
- **Kann Elektromog den Immobilienwert beeinflussen? – Niederfrequente Felder (Strom, Spannung)**
Dietrich Moldan
Seite 23

Online
Ausgabe

auf jurion.de

Werner Verlag

Kann Elektromog den Immobilienwert beeinflussen? – Niederfrequente Felder (Strom, Spannung)

– Teil 1 –

Dietrich Moldan,
Iphofen

Technik und Strom sind aus unserer heutigen technisierten Welt nicht mehr wegzudenken. Aber mit ihrer Nutzung entstehen auch unerwünschte Nebeneffekte, elektromagnetische Felder, kurz Elektromog genannt. Was ist Elektromog, wie wird er gemessen, welche biologischen Wirkungen hat er und wie kann er reduziert werden? Wie wirkt er sich auf den Immobilienwert aus?

1 Einführung

Elektromagnetische Felder (EMF) können in der Regel vom menschlichen Organismus nicht erkannt werden. Eine zunehmende Anzahl an Menschen ist jedoch elektrosensitiv bzw. elektrosensibel. Für sie können bestimmte Konstellationen an EMF zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Zusätzlich nimmt die Zahl der Menschen zu, die sich kritisch mit dem Einfluss elektromagnetischer Felder auf den Menschen auseinandersetzen und bereits im Vorfeld – zur Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigungen – bewusst mit dem zu mietenden oder zu kaufenden Objekt und seiner Umgebung beschäftigen. Im folgenden Beitrag wird auf die verschiedenen Arten von EMF eingegangen, deren Entstehung und Vermeidung sowie Hinweise auf mögliche Wertminderungen.

2 Elektromagnetische Felder (EMF) und Elektromog

Elektromagnetische Felder (EMF) entstehen bei der Nutzung von Spannung und Strom sowie Hochfrequenz. Mit den uns zur Verfügung stehenden Sinnen können wir diese Felder nicht wahrnehmen. Es gibt jedoch eine zunehmende Anzahl an Personen, die mit gesundheitlichen Beschwerden darauf reagiert. Das alltägliche Leben von elektrosensiblen Personen wird dadurch teilweise oder stark eingeschränkt. Zusätzlich werden sie häufig von gesunden Menschen als Eingebildete, Spinner oder Hypochonder bezeichnet. Im folgenden Beitrag soll auf die Entstehung, Messung und Reduzierung von EMF im Detail eingegangen werden. EMF können nicht nur die Gesundheit von Menschen beeinträchtigen sondern unter Umständen auch zur Wertminderung von Immobilien führen bzw. durch die Gefahr der Zerstörung von Baustoffen größere Schäden anrichten.

Was ist unter der Bezeichnung »Elektromog« zu verstehen? Es ist die umgangssprachliche Bezeichnung für das Vorkommen vom Menschen erzeugter elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder in unserer Umgebung im Zusammenhang mit gesundheitlichen Risiken.

Zu den elektromagnetischen Feldern werden folgende fünf Feldarten gezählt:

- statische elektrische Felder (Elektrostatik, elektrisches Gleichfeld, EGF)
- statische magnetische Felder (Magnetostatik, magnetisches Gleichfeld, MGF)
- niederfrequente elektrische Wechselfelder (EWF)
- niederfrequente magnetische Wechselfelder (MWF)
- hochfrequente elektromagnetische Wellen (Hochfrequenz, HF)

3 Statische elektrische und magnetische Felder EGF bzw. MGF

Die statischen elektrischen und magnetischen Felder (Gleichfelder) sind von Natur aus vorhanden und Lebewesen haben sich daran gewöhnt bzw. benötigen sie u.U. auch zum Leben. Zu den magnetischen Gleichfeldern zählt zum Beispiel das Erdmagnetfeld, an dem sich nicht nur Zugvögel orientieren. Unterschiedlich starke elektrische Gleichfelder sind je nach Wetterlage vorhanden. Entladungen zwischen Wolken und Erde finden z.B. über Blitze statt. Die statischen Felder sind zwar »ruhende« Felder, sie weisen aber in der Regel gewisse Schwankungen auf, die jedoch nicht streng periodisch sind.

Vom Menschen verursachte statische Felder treten im Alltag u.a. in folgenden Bereich auf: Elektrostatik bei Teppichen, Laminatfußböden, Kleidung usw. mit hohem Kunststoffanteil sowie bei Oberleitungen von U-Bahnen und Straßenbahnen, die mit Gleichspannung fahren. Magnetostatik wird durch magne-

tisierbare Stahlteile im Bauwesen, Autos sowie den Strom in Oberleitungen und Schienen von U-Bahnen und Straßenbahnen verursacht.

4 Niederfrequente elektrische Wechselfelder EWF

Bei den niederfrequenten Wechselfeldern handelt es sich um vom Menschen erzeugte Felder, die in der Regel streng periodische Verläufe aufweisen. Gerade diese Periodizität kann in Lebewesen zu Beeinträchtigungen und gesundheitlichen Störungen führen.

Elektrische Wechselfelder werden im Alltag in zunächst zwei typischen Frequenzen eingesetzt: mit 16,7 Hz bei der elektrifizierten Bahnlinie und mit 50 Hz in der gesamten Stromversorgung für Gewerbe, Industrie und Endverbraucher. Während eine Netzfrequenz von 50 Hz, also 50 Sinusschwingungen pro Sekunde bzw. 100 Halbwellen pro Sekunde, europaweit anzutreffen ist, werden in den USA 60 Hz verwendet.

Sobald eine Stromleitung an das Stromnetz angeschlossen wird, zum Beispiel durch das Einschalten einer Sicherung im Verteilerkasten, steht die Leitung »unter Spannung«. Dies gilt dann nicht nur für die Leitung vom Sicherungskasten bis zum Lichtschalter oder zur Steckdose, sondern auch für alle in die Steckdose eingesteckten Geräte mit ihren Stromleitungen, auch wenn die Geräte ausgeschaltet oder im Stand-by sind. Die unter Spannung stehenden Leitungen, sei es nun ein zwei-, drei- oder mehradriges Kabel, strahlen ihrerseits ein elektrisches Wechselfeld rundherum ab.

Die Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke RWE hatten 1984 in einer Arbeitsinformation informiert, dass Neurite (Nervenzellen) sich reizen lassen und die Reizung von der Frequenz abhängig sei: die höchste Reizung wurde bei 50 Hz ermittelt.

Biologische Systeme reagieren nicht einheitlich auf die Einwirkung von technischen Feldern. Viele Menschen spüren den Einfluss von elektrischen Wechselfeldern in keinsten Weise. Andere wiederum haben Schwierigkeiten beim Einschlafen, wachen nachts schweißgebadet auf oder haben Durchschlafprobleme.

Vielfach trifft man auf die Meinung, dass von einer ausgeschalteten Nachttischlampe, die in einer Steckdose eingesteckt ist, keine Felder mehr abgestrahlt werden können. Dies ist faktisch falsch, da die Leitung bis zum Schalter im Bereich der Nachttischlampe unter Spannung steht. Schlimmer noch, wenn an dem einpoligen Schalter in der Zuleitung nicht die Phase, also der Spannung führende Draht unterbrochen wird, sondern der Neutralleiter, also der Rückleiterdraht, dann entstehen besonders hohe elektrische Wechselfelder.

Am Beispiel einer »falsch« herum eingesteckten Nachttischlampe, wo der Neutralleiter und nicht die Phase am Schalter unterbrochen wurde, soll dies grafisch verdeutlicht werden.¹

In der Abbildung 1 ist die Fläche eines Bettes zu sehen, wobei auf der linken Seite der Kopfbereich und auf der rechten Seite der Fußbereich dargestellt ist.

Im Kopfbereich (Messpunkt drei unten links) waren 150 V/m (Volt pro Meter) ermittelt worden. Dort ist die »falsch eingesteckte« Nachttischlampe positioniert. Durch »richtiges« Einstecken des Netzsteckers erfolgte eine Reduzierung auf 25 V/m (ohne Abbildung). Die Darstellung erfolgt für den Bereich von 1 V/m bis 100 V/m: je heller, desto geringer die elektrische Feldstärke, je dunkler, desto höher ist sie.

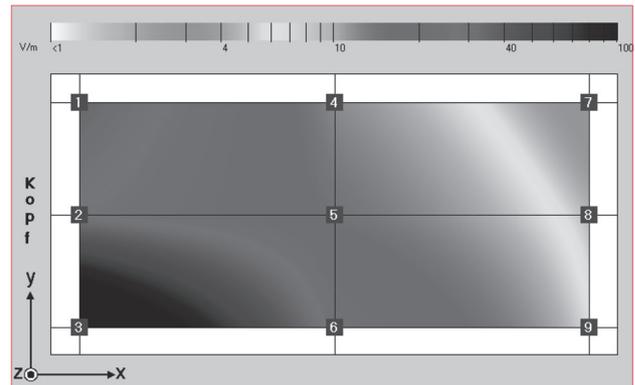


Abb. 1: Verteilung elektrischer Wechselfelder in einem Bett in der Ausgangssituation bzw. vor der Sanierung

In der Abbildung 2 wird erkennbar, wie durch das zusätzliche Ausschalten der Sicherung für das Schlafzimmer nur noch bis zu 1 V/m auftreten. (Achtung: Die Darstellung erfolgt nun für den Bereich von 0,1 V/m bis 10 V/m)

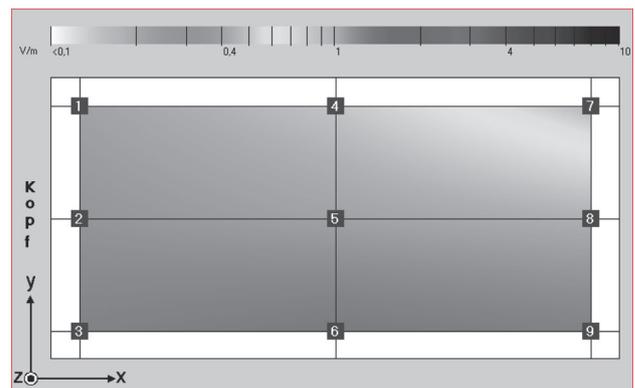


Abb. 2: Verteilung elektrischer Wechselfelder in einem Bett nach der Sanierung – Ausschalten der Sicherung des betreffenden Stromkreises bzw. nach Einbau eines Netzfeldabkopplers

Elektrische Wechselfelder werden auch durch Dachständerleitungen der Hausstromversorgung bzw. durch Mittel- und Hochspannungsleitungen verursacht. Im Gegensatz dazu sind von Erdkabeln keine elektrischen Wechselfelder oberhalb des Erdbodens messbar.

Während die 26. Bundesimmissionsschutz-Verordnung (26. BImSchV) erst ab Spannungen über 1.000 V gilt und dann

¹ Messungen der Dr. Moldan Umweltanalytik am 28.04.2015.

elektrische Feldstärken von maximal 5.000 V/m (Volt pro Meter) zulässt, sind die Empfehlungen kritischer Wissenschaftler und Baubiologen bei < 5 V/m für Arbeitsplätze und < 1 V/m für Schlafbereiche. Übrigens: die Computernorm TCO erlaubt für strahlungsarme Monitore im Frequenzbereich von 5–2.000 Hz in 30 cm Abstand maximal 10 V/m.

Baustoffe mit einem erhöhten Feuchtegehalt, sei es durch Harz oder kristallin gebundenes Wasser werden zwar als elektrische Isolatoren eingestuft, haben aber die unangenehme Eigenschaft, dass sie elektrische Wechselfelder aufnehmen und weiterleiten (verschleppen) können. In der Leichtbauweise eingesetzte Blechprofile, die nicht geerdet sind, ermöglichen eine noch bessere Verteilung dieser unerwünschten Felder.

Führt nun eine Dachständerleitung über ein Gebäude oder liegt in nächster Nähe zu diesem Gebäude einen Mittel- bzw. Hochspannungsleitung, so koppeln die elektrischen Wechselfelder in die hölzerne Dachkonstruktion ein und werden von dieser verschleppt. Ist in dieser Dachkonstruktion eine Aluminiumfolie als Dampfsperre verlegt, so führt diese zu einer noch besseren, jedoch unerwünschten Verteilung der elektrischen Wechselfelder. Im Gegensatz dazu werden durch elektrisch leitfähige Dacheindeckungen wie Blech, Aluminium oder Titanzink und deren Erdung die elektrischen Wechselfelder in das Erdreich abgeleitet.

In Zimmern, egal ob im Einfamilien- oder Mehrparteienwohnhaus, können durch die in den Wänden verlegten Stromleitungen ebenfalls Beeinträchtigungen von elektrosensiblen Personen erfolgen.

4.1 Maßnahmen zum Schutz vor elektrischen Wechselfeldern

- geschirmte Kabel, die seitens des Kabelproduzenten mit einer Aluminiumfolie oder Drahtgeflecht unterhalb der Kunststoffummantelung des gesamten Kabels umhüllt sind, welches durch die Elektrofachkraft bei der Montage geerdet wird. Diese Empfehlung gilt nicht nur für Häuser in Holzrahmenbauweise sondern auch generell für alle Massivbauten.
- Netzfeldabkoppler, auch Netzfreeschalter genannt, die im Sicherungskasten in einem Stromkreis eingebaut, die Wechselspannung auf eine biologisch unkritische Gleichspannung ändern, sobald in dem betroffenen Stromkreis keine Energie mehr benötigt wird.
- Schaltung der Phase nicht nur in fest installierten Lichtschaltern (VDE-Vorschrift) sondern auch in beweglichen Leitungen.
- elektrisch leitfähige Materialien für Decke, Wand und Boden wie spezielle Farben, Vliese, Putze, Tapeten oder Gipskartonplatten, bei deren Erdung/Anschluss an das Erdpotential die elektrischen Wechselfelder abgeleitet werden
- Erdungen von elektrisch leitfähigen Materialien wie Stahlträger, Putzgitter, Stahlrahmenkonstruktionen, kontaktierfähigen Aluminiumfolien oder elektrisch leitfähigen Dacheindeckungen
- Abstand halten zu Feldquellen

4.2 Messmethode

potentialfrei und 3-dimensional

5 Niederfrequente magnetische Wechselfelder MWF

Wird nun ein Verbraucher eingeschaltet, der mit einem unter Wechselspannung stehenden Kabel verbunden ist, so fließt Wechselstrom. Dieser Wechselstrom verursacht rund um das durchflossene Kabel ein magnetisches Wechselfeld, dass in konzentrischen Kreisen im Bezug auf die Stromflussrichtung gegen den Uhrzeigersinn ausgerichtet ist. Die magnetischen Flussdichten können mit dem Abstand zur Quelle im Verhältnis $1/\text{Radius}$ oder $1/\text{Radius}^2$ oder $1/\text{Radius}^3$ abnehmen.

Werden zwei Kabel nebeneinander geführt, wobei es sich einmal um den Hinleiter- und einmal um den Rückleiterstrom handelt, so heben sich die beiden Feldlinien auf Grund ihrer entgegengesetzten Richtungen durch Kompensation auf. Je größer also der Abstand zwischen Hin- und Rückleiter ist, umso geringer wird der Kompensationseffekt. Dies wird nicht nur bei Seilkonstruktionen von Niedervolthalogen-Anlagen sehr deutlich sondern auch bei einem deutlich größeren Abstand wie der Fahrdrähtoberleitung der Eisenbahn und der Schiene als Rückleiter.

Eine lineare Abnahme der magnetischen Flussdichten mit $1/\text{Radius}$ ($1/r$) erfolgt bei Einleiterströmen, die zum Beispiel durch vagabundierende bzw. Rückleiterströme auf metallischen Gas- und Wasserleitungen im Erdreich verursacht werden können. In Gebäuden mit älterer Elektroinstallation sind Fehlströme auf Wasserleitungen keine Seltenheit. Immer wieder kommt es vor, dass Sprinkleranlagen in Gebäuden wegrosen, obwohl sie nie mit Wasser benutzt worden sind.

Bei Zweileiterströmen nimmt die magnetische Flussdichte mit dem Quadrat der Entfernung ab ($1/r^2$). Dies betrifft die meisten Kabel in Gebäuden. Ein typischer Verursacher von magnetischen Wechselfeldern sind die vagabundierenden Ströme auf Fernwärmeleitungen. Diese sind in jedem versorgten Gebäude an das jeweilige Erdungssystem angeschlossen und bieten dem Rückleiterstrom eine willkommene Alternative, nicht über das Stromkabel des Energieversorgers, sondern z.T. über Fernwärmerohre das Gebäude zu verlassen.

Eine Abnahme der magnetischen Flussdichten mit $1/\text{Abstand}$ zum Kubik ($1/r^3$) findet im Bereich von Transformatoren statt. Transformatorstationen werden ebenso wie Hochspannungsleitungen vom Bürger als bedrohliche Gefahr eingestuft. Sie sind groß und deutlich zu erkennen. Bei Trafostationen ist in der Regel nur im näheren Umkreis von einigen Metern ein erhöhtes magnetisches Wechselfeld zu messen. Problematischer sind die sekundärseitig abgehenden Stromleitungen, die für die Versorgung der angeschlossenen Häuser zuständig sind. Im ländlichen Bereich sind Trafostationen in der Regel gut zu erkennen, im städtischen Bereich hingegen sind sie häufig in Kellern von Gebäuden integriert und daher von außen nicht sichtbar.

Im Alltag sind die drei oben aufgeführten Fälle nicht immer in sauberer Form anzutreffen sondern können auch als eine Mischung auftreten.

Im Gegensatz zu den elektrischen Wechselfeldern, die leicht abgelenkt und dadurch abgeschirmt werden können (Erdung) durchdringen die magnetischen Wechselfelder ungehindert nahezu alle Materialien. Nur spezielle Weichmetalllegierungen, Fehlstromkompensationsanlagen oder Magnetfeldkompensationsanlagen können hier – außer ausreichend Abstand nehmen – eine Lösung sein. Das Unterbrechen des Stromflusses auf metallischen Leitungen kann entweder durch Kunststoffrohre in Leitungen oder durch den Einbau von Isolierflanschen, bei zum Beispiel Fernwärmeleitungen, erfolgen. Bei Isolierflanschen handelt es sich um 25 cm lange Rohrstücke, die beidseitig einen Flansch aufweisen. Durch spezielle Beschichtungen, die entsprechend der Temperatur bzw. Art des Mediums (Säure, Lauge usw.) angepasst sind, erfolgt eine Unterbrechung der elektrischen Leitfähigkeit. Des Weiteren gibt es Schraubverbindungen mit integrierter Kunststoffisolierung für dünnere Rohre. Leider ist die Problematik der vagabundierenden Ströme noch nicht in das Bewusstsein der Rohrleitungsbauer, Architekten und Planer getreten, so dass viele Menschen ungewollt und unnötig hohen magnetischen Wechselfeldern ausgesetzt sind.

Anhand eines Beispiels in einem Einfamilienhaus soll die Problematik der magnetischen Wechselfelder in einem Kinderzimmer dargestellt werden. Der Rückleiterstrom ist vom Sicherungskasten über den Draht für den Potentialausgleichsleiter bis zur Wärmetauscheranlage im Keller und dann über die Fernwärmerohre aus dem Haus geflossen. Oberhalb dieses an der Kellerdecke geführten Drahtes mit $2,5 \text{ mm}^2$ befindet sich das Kinderschlafzimmer. Im Kinderbett wurden magnetische Flussdichten von bis zu 1.830 nT (Nanotesla) ermittelt. Die Empfehlung der Landessanitätsdirektion Salzburg für Orte mit Langzeitaufenthalten von Menschen lautet auf maximal 1.000 nT .

Durch den Einbau von zwei Isolierflanschen direkt nach der Einführung der Fernwärmeleitungen in das Gebäude konnte der Stromfluss unterbunden werden. Die in der Grafik (Abb. 3) auf der rechten Seite erkennbaren geringen magnetischen Flussdichten sind noch auf eine unsaubere Elektroinstallation Hauses zurückzuführen.²

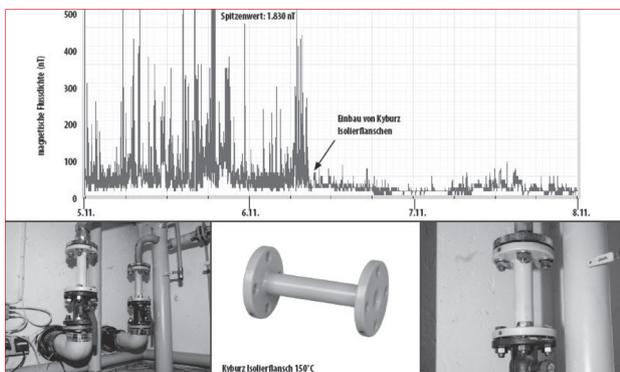


Abb. 3: Magnetische Wechselfelder in einem Kinderzimmer, verursacht durch vagabundierende Ströme auf Fernwärmeleitungen, vor und nach dem Einbau von Isolierflanschen

Während die 26. Bundesimmissionsschutz-Verordnung (26. BImSchV) erst ab Spannungen über 1.000 V gilt und dann magnetische Flussdichten von maximal 100.000 nT (Nanotesla) bei 50 Hz bzw. 300.000 nT bei $16,7 \text{ Hz}$ -Bahnstrom zulässt, sind die Empfehlungen kritischer Wissenschaftler bei $< 100 \text{ nT}$ im Mittelwert und $< 1.000 \text{ nT}$ im Spitzenwert für Schlafbereiche und Büroarbeitsplätze. Übrigens: die Computernorm TCO erlaubt für strahlungsarme Monitore im Frequenzbereich von $5\text{--}2.000 \text{ Hz}$ in 30 cm Abstand maximal 200 nT .

5.1 Maßnahmen zum Schutz vor magnetischen Wechselfeldern

- Generell: Abstand halten
- keine Geräte mit Transformatoren in nächster Nähe wie zum Beispiel elektrische Uhr, Radiowecker, Geräte der Unterhaltungselektronik, Kühlschrank auf der Rückseite des Kopfbereichs eines Bettes
- keine Dachständerleitungen, weder als Einzeldrähte noch gedrillt (was manchmal besser als Einzeldrähte ist, aber nicht immer)
- Abstand zu Mittel- und Hochspannungsleitungen
- Abstand zu Transformatorstationen
- Abstand zu elektrifizierten Eisenbahnlinien
- eine durchgängig im Gebäude ausgeführte Elektroinstallation als TN-S-Netz und nicht als TN-C oder TN-C-S-Netz
- Einführung der Wasserleitung in das Gebäude als Kunststoffrohr oder mit Isolierstücke bei metallischem Rohr
- Einbau von Isolierstücken / -flanschen bei Fernwärmeleitungen nach Eintritt in das Gebäude
- Abstand zu Sicherungskasten in Gebäuden von mehr als 1 m
- ein zentraler Erdungspunkt ZEP in Gebäuden und keine Mehrfacherdungen

5.2 Messmethode

3-dimensional und Langzeitmessungen von mindestens 3 Tagen, getrennt für $16,7 \text{ Hz}$ Bahnstrom und 50 Hz Netzstrom

6 Faktoren zur Wertminderung

Folgende Anlagen in der Nähe einer Immobilie können bei Miet- oder Kaufinteressenten als wertmindernd angesehen werden:

- Elektrifizierte Eisenbahnlinien: S-Bahn, U-Bahn oder Schienennetz der DB
- Trafostationen, sofern sichtbar oder auf Nachfrage mitgeteilt
- Dachständerleitungen
- Mittel- und Hochspannungsleitungen

² Messungen der Dr. Moldan Umwelanalytik am 04.11.2014 und Produktinfo INRAG AG, Schweiz.

7 Übersicht über Gleich- und niederfrequente Feldarten, Verursacher und Abhilfe

Feldart	Abkürzung	Ursache	Einheiten	Maßnahmen
elektrische Gleichfelder	EGF	Elektrostatik	Feldstärke [V/m]	Kunststoff vermeiden
		Gleichspannung	Oberflächenspannung [V]	Raumluftfeuchte erhöhen
magnetische Gleichfelder	MGF	Magnetisierte Teile	Feldstärke [A/m]	magnetisierbare Teile meiden
		Gleichstrom	Abweichung vom Erdmagnetfeld [T]	Abstand halten
elektrische Wechselfelder	EWF	Wechselspannung	Feldstärke [V/m]	geschirmte Kabel
				Netzabkoppler
magnetische Wechselfelder	MWF	Wechselstrom	Feldstärke [A/m]	Abstand halten
				Flussdichte [T]

V/m = elektrische Feldstärke in Volt pro Meter

A/m = magnetische Feldstärke in Ampere pro Meter

V = Oberflächen-/Spannung in Volt

A = Stromstärke in A

T, mT, μ T bzw. nT = magnetische Flussdichte in Tesla, Milli-, Mikro- bzw. Nanotesla

Abb. 4: Übersicht über Gleich- und niederfrequente Feldarten mit Ursachen und Reduzierungsmaßnahmen

8 Weiterführende Literatur

www.drmodaln.de

www.ohne-elektromog-wohnen.de

www.baubiologie.net

www.baubiologie-virnich.de

www.umweltanalytik-nrw.de

www.ibaum.com

Beitrag wird fortgesetzt; 2. Teil: »Elektromagnetische Wellen – Hochfrequenz«

Dr.-Ing. Dietrich Moldan

Dr. Moldan Umweltanalytik

Am Henkelsee 13, 97346 Iphofen

Fon: 0 93 23/87 08-10

E-Mail: info@drmodaln.de

Internet: www.drmodaln.de