

Biologisch verträgliche Elektroinstallation

Theoretische Grundlagen durchzuführender Maßnahmen

H. Moritz, Würselen

Die Auswirkungen der Elektrizität werden von immer mehr Menschen als Beeinträchtigung Ihrer Gesundheit empfunden. Obwohl keine sinnliche Wahrnehmung der elektro-magnetischen Felder (EMF) besteht, kommt es zu signifikanten Befindlichkeitsstörungen. In diesem Fall spricht man von Elektrosensibilität. Derzeit geht man davon aus, dass in Deutschland etwa 6 % der Bevölkerung als elektrosensibel einzustufen sind.

1 Beurteilung der gesundheitlichen Wirkungen von EMF

Die Ärzteschaft ist aufgrund der unterschiedlichsten Krankheitsbilder und Befindlichkeitsstörungen, die durch elektro-magnetische Felder verursacht werden, teilweise verunsichert. Nachteilig ist, dass sie über Forschungsergebnisse selbst nur sehr unzureichend informiert wird. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Studien und epidemiologischen Untersuchungen, die sich mit den Auswirkungen der elektro-magnetischen Felder auf den menschlichen Organismus beschäftigen.

Unterschiedliche Studien bestätigten bereits bestehende Verdachtsmomente, dass elektro-magnetische Felder auch unterhalb der derzeitigen Grenzwerte verantwortlich sein können für

- Gentoxische Effekte
- Krebspromotion
- Beeinträchtigung zellulärer Prozesse
- Störung des Immunsystems
- Beeinträchtigung des Zentralnervensystems
- Störungen im Hormonsystem.

2 Baubiologische Elektroinstallationen

Beim Planen und Ausführen von Elektroanlagen sollten die elektro-magnetischen Felder und deren Wirkungen auf den Menschen mit berücksichtigt werden. Dem Kunden können Zusatz- bzw. Erweiterungsleistungen zur konventionellen Technik mit angeboten werden. Hauptaspekt ist hierbei die Reduzierung der elektro-magnetischen Felder und daraus resultierend die Minimierung der Belastung durch Elektrosmog.

Für den Planer und Errichter kann dies eine zusätzliche Chance und eine Herausforderung in seinem Tätigkeitsfeld darstellen.

Autor

Elektromeister *Harald Moritz* ist Elektrosmog-Experte und Inhaber eines Elektrobetriebes, Würselen.

Wichtig ist es, dem Kunden klar zu machen, dass es sich bei baubiologischer Elektrotechnik um naturwissenschaftliche, feldreduzierende Maßnahmen handelt. Diese minimieren mess- und reproduzierbar die elektro-magnetischen Felder. Es handelt sich hier nicht um physikalisch unwirksame Maßnahmen, die häufig von unqualifizierten Geschäftemachern aus dem „Esoterik-Umfeld“ angeboten werden. Diese sollen aufgrund pseudowissenschaftlicher Erklärungen Elektrosmog „biologisch verträglicher“ machen, führen aber zu keiner messbaren Reduzierung der Feldstärken, sondern teilweise sogar zu einer Verstärkung derselben.

Aus diesen Gründen muss der Anbieter baubiologischer Elektrotechnik über fundierte elektrotechnische Kenntnisse bezüglich der Entstehung und Ausbreitung der elektro-magnetischen Felder verfügen und diese seinem Kunden auch verständlich darstellen können. Einige wesentliche Begriffe enthält **Tafel 1**. Auf Grund ihrer Ausbildung verfügen Elektrotechniker über diese Kenntnisse. Sie sind daher der ideale Ansprechpartner für gesundheitsorientierte Verbraucher.

3 Äußere Emissionsquellen

Neben der einzubringenden Elektroinstallation sind auch die äußeren Einflüsse zu berücksichtigen. Diese verursachen oft sogar stärkere elektro-magnetische Felder als die Elektroanlage.

Zu den Emissionsquellen, die ein Bauobjekt von außen beeinflussen (optisch meist bereits leicht erkennbar), sind grundsätzliche folgenden bauliche Einrichtungen zu nennen:

- Im **Bereich der Energieversorgung** der VNB handelt es sich hier meist um Maste oder Dachstände von Freileitungen.
- Im **Bereich der HF-Strahlung** handelt es sich um die Antennen der Basisstationen der Mobilfunknetzbetreiber.
- Im **Bereich der Sender** handelt es sich um Antennen der Radio- und Fernsehsender. Die Feldstärke hängt von der Entfernung zur

Tafel 1 Wesentliche Begriffe zum Verständnis der biologisch verträglichen Elektroinstallation

Elektrosmog

Physikalisch betrachtet ist der Begriff Elektrosmog nicht definiert. Bei dem Wort Smog handelt sich um eine Kombination aus den englischen Wörtern: smoke für Rauch und fog für Nebel, also um etwas Undurchsichtiges, Geheimnisvolles, Nebulöses.

Naturwissenschaftlich gesehen handelt es sich bei Elektrosmog um elektrische und magnetische Felder (EMF), wobei das magnetische Feld durch den elektrischen Strom hervorgerufen wird und das elektrische Feld durch die elektrische Spannung, d. h. durch einen Potentialunterschied zwischen unterschiedlichen Ladungen.

Alle elektrischen Betriebsmittel, die der Erzeugung, der Verteilung und der Bereitstellung elektrischer Energie dienen, dazu gehören z. B. Transformatoren, Sicherungskästen, Kabel und Leitungen, Geräte, Leuchten sowie Schalter und Steckdosen, sind von elektro-magnetischen Feldern umgeben.

Elektrische Felder (E-Felder – Einheit: V/m) sind überall dort vorhanden, wo eine elektrische Spannung anliegt, auch dann, wenn alle Verbraucher ausgeschaltet sind.

Die Größe des elektrischen Feldes ist direkt proportional der elektrischen Spannung.

Die Feldlinien des E-Feldes haben Anfang und Ende und verlaufen von der positiven zur negativen Ladung, um einen bestehenden Potentialunterschied auszugleichen. Sie werden von den meisten Baustoffen relativ stark beeinflusst.

Elektrische Felder lassen sich daher mit richtig ausgewählten und korrekt eingebauten Materialien relativ leicht abschirmen.

Magnetische Felder

(H-Felder – Einheit: A/m bzw. Tesla) entstehen nur dann, wenn Strom fließt, also Verbraucher eingeschaltet sind. Dies gilt allerdings auch für Geräte, die sich im Stand-By-Betrieb befinden und somit als Verbraucher nicht direkt identifizierbar sind.

Die Größe des magnetischen Feldes ist direkt proportional der elektrischen Stromstärke. Das heißt, große Verbraucher, z. B. Heizgeräte, Motoren, Transformatoren, Niedervolt-Licht-Systeme, elektrische Wasserpumpen usw., haben auch hohe Feldstärken zur Folge und damit eine hohe magnetische Flussdichte.

Die Feldlinien des H-Feldes bilden sich als konzentrische Kreise um stromdurchflossene elektrische Leiter und sind in sich geschlossen. Sie durchdringen die meisten Baumaterialien sehr leicht und ohne große Dämpfung.

Eine Abschirmung der magnetischen Felder ist in der Praxis nahezu unmöglich. Sie ist nur sehr schwer und nur unter großem Aufwand zu erzielen.

Frequenz (f – Einheit Hz)

Bei elektro-magnetischen Wechselfeldern, um die es bei Elektrosmog geht und die gegenüber den statischen Feldern gesundheitlich als bedenklich einzuschätzen sind, handelt es sich meist um eine Kombination von elektrischen und magnetischen Feldern in einem unterschiedlichen Frequenzspektrum. Im Gesamtspektrum der EMF unterscheidet man grundsätzlich zwischen niederfrequenten (NF) Feldern von 1 Hz – 30 kHz und hochfrequenten (HF) Feldern ab 30 kHz bis zu etwa 300 GHz.

Grundsätzlich geht man in der wissenschaftlichen Forschung davon aus, dass mit steigender Frequenz die gesundheitsschädigende Wirkung überproportional zunimmt.

Fortsetzung von Tafel 1

Hochfrequente Felder
 (HF-Felder – Einheit W/m²)
 liegen im Frequenzbereich von 30 kHz bis 300 GHz. Sie werden unter anderem durch Tonrundfunk, Fernsehsender, Richtfunk, Amateurfunk, Mobilfunk und Radar verursacht. Hier sind neben der Bezeichnung elektromagnetische Felder auch die Bezeichnungen elektromagnetische Strahlung und elektromagnetische Wellen gebräuchlich. Sie stellen eine masselose Strahlung dar, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Die Koppelung der elektrischen und magnetischen Komponenten verleiht dem Feld besondere Eigenschaften.

- Mit zunehmender Entfernung schwächt sich das Feld nur sehr langsam ab.
- Es dringt in Körper ein und wird dabei in Wärme umgewandelt.

Da die Ausbreitung der HF-Felder den optischen Gesetzen unterliegt, lassen sich durch die Auswahl geeigneter Baumaterialien die HF-Felder bei Wand-, Boden- und Dachflächen relativ leicht abschirmen. Bereits die natürliche Transmissionsdämpfung dieser Materialien reduziert die Emissionen um bis zu 90 %.

Ein Problem stellen häufig nur Glasflächen bei konventionellen Türen und Fenstern dar. Aber auch hier ist durch die Verwendung von getönten Scheiben oder nachträglich aufzubringende Folien (analog dem Wärmeschutz) eine recht gute Dämpfungswirkung zu erzielen.

Tafel 2 Sicherheitsabstände zu Hochspannungsleitungen

Angenommene Vorsorgewert-Empfehlung		Sicherheits-Abstand – überschlägig geschätzt (m)		
Feld-Art	Wert	20 kV	110 kV	400 kV
E-Feld freie Lage	50 V/m	etwa 75 m	etwa 100 m	etwa 300 m
E-Feld bebaute Lage	50 V/m	etwa 25 m	etwa 50 m	etwa 150 m
H-Feld Belastung: 50 A	100 nT	etwa 50 m	etwa 100 m	etwa 100 m
H-Feld Belastung: 500 A	100 nT	etwa 100 m	etwa 150 m	etwa 200 m

Strahlungsquelle ab und baut sich mit zunehmenden Abstand sehr rasch ab.

stände zu Freileitungen unter baubiologischen Aspekten.

3.1 Freileitungen

Eine Freileitung hat zwangsläufig elektrische und magnetische Felder zur Folge. Diese werden von der Topographie und der Bebauung unterschiedlich stark beeinflusst.

Magnetische Felder sind direkt proportional der Stromstärke und damit belastungabhängig. Sie werden von der Bebauung nur unwesentlich beeinflusst.

Elektrische Felder sind direkt proportional der elektrischen Spannung und werden von Topographie, Bebauung und den Umweltbedingungen (Witterung, usw.) stark beeinflusst. Tafel

2 gibt einen Überblick über Sicherheitsab-

3.2 Mobilfunkbasisstationen

Die Basisstationen der Mobilfunknetzbetreiber werden immer kleiner und unauffälliger. Häufig sind sie sogar in Gebäudeteilen wie Schornsteinen, Litfasssäulen usw. untergebracht. Daher sind die Antennen optisch nicht mehr sofort identifizierbar. Da die Mobilfunkstrahlung jedoch den Hauptteil der HF-Belastung ausmacht und nach Meinung der medizinischen Forschung die größte Gefahr für den menschlichen Organismus darstellt, ist bei der bestandsaufnehmenden Messung der Leistungsflussdichte besondere Sorgfalt notwendig.

Die Stärke der Belastung hängt wiederum stark vom Abstand zur Sende-Einrichtung ab, aber auch von der Auslastung der Station, von der Antennenleistung und der Antennenausrichtung. Bei einem Vorsorgewert, der sich an den strengen Vorgaben der Verbraucherschutzzentralen, Öko-Test oder des BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland) orientiert, ergibt sich, ganz pauschal und überschlägig betrachtet, auf Grund von Erfahrungen ein Sicherheitsabstand von etwa 150 bis 200 m zur Basisstation. Auch hier sind natürlich die Topographie und die Bebauung von ausschlaggebender Bedeutung, da elektromagnetische Wellen den optischen Gesetzen unterliegen und durch Gebäude oder Gebäudeteile absorbiert, reflektiert oder auch fokussiert werden können.

4 Messung elektromagnetischer Felder

4.1 Messgeräte

Die richtigen Messgeräte auszuwählen, stellt für den Elektrotechniker die erste Hürde dar. Eine Vielzahl von Herstellern bietet eine fast unüberschaubare Produktpalette an.

Zur Grundausstattung gehören Messgeräte, mit denen die Messung der nachstehenden Größen möglich ist:

- Im Bereich der Niederfrequenz:
 - elektrische Feldstärke in V/m
 - magnetische Flussdichte in Tesla bzw. A/m
- Im Bereich der Hochfrequenz:
 - Leistungsflussdichte in W/m²

Für den niederfrequenten Bereich, in dem das Arbeitsfeld des Elektrotechnikers für die Gebäudetechnik liegt, ist ein Kombigerät zu empfehlen – mit elektrischer Feldsonde und magnetischer Messspule zur Messung der elektrischen und magnetischen Feldkomponenten.

Bei der Anschaffung eines HF-Messgeräts ist grundsätzlich eine Entscheidung zu treffen zwischen

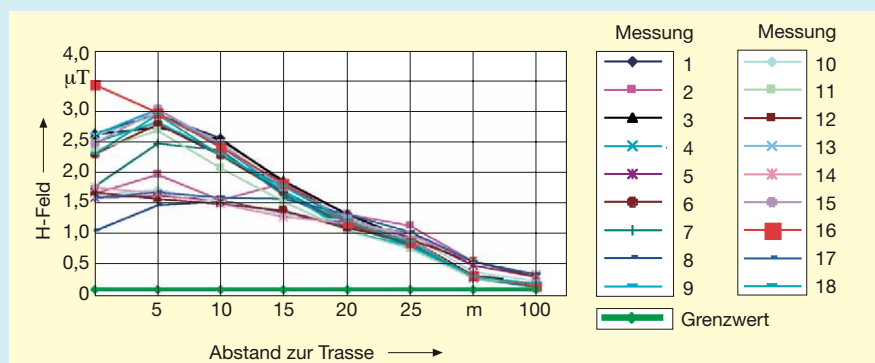
- breitbandig messenden Geräten innerhalb eines bestimmten Frequenzspektrums oder
- Spektrumanalysatoren, die eine exakte Zuordnung der Messwerte zu den Emissionsquellen möglich machen.

Sinnvoll ist darüber hinaus ein Datenlogger, mit dem Langzeitaufzeichnungen möglich sind.

Die Kosten für eine brauchbare Grundausstattung an Messgeräten – ohne die Geräte für Aufzeichnung und Spektrumanalyse – dürften bei etwa 2 000 bis 3 000 Euro liegen. Entscheidend ist der Preis für das HF-Messgerät. Bei einem Spektrumanalysator, der die exakte Zuordnung der gemessenen Werte zur Frequenz erst möglich macht, liegen die Kosten bei etwa 3 500 bis 7 000 Euro zusätzlich – je nach Qualität und Ausstattung.

Tafel 3 Vergleich der Vorsorge-Grenzwerte einiger Länder und Vorschriften

Niederfrequenz – Grenzwerte im Vergleich			
Quelle	Elektrisches Feld in V/m	Magnetisches Feld in µT	Bemerkung
Bundesimmissionsschutzverordnung von 1997 (26. BImSchV)	5 000 V/m /50 Hz	100 µT /50 Hz	Nur für ortsfeste Anlagen (Freileitungen, Trafos, Umspannwerke usw.)
König/Folkerts 1997	50 V/m	1 µT	„Elektrischer Strom als Umweltfaktor“
Verbraucher-Zentrale		0,2 µT	
TCO 99 Empfehlung	< 10 V/m	< 0,2 µT	Für Bildschirme
Standard Baubiologischer Messtechnik 2000	10 V/m tagsüber 1 V/m nachts	0,10 µT tagsüber 0,02 µT nachts	SBM 2000
Bundesverband gegen Elektrosmog e.V.	10 V/m tagsüber 1 V/m nachts	0,10 µT tagsüber 0,02 µT nachts	Analog SBM 2000
Katalyse Institut für für angewandte Umweltforschung, Köln	10 V/m tagsüber 1 V/m nachts	0,10 µT tagsüber 0,02 µT nachts	Analog SBM 2000
ECOLOG-Institut	20 V/m	< 0,10 µT	
Harald Moritz Würselen	10 V/m 20 V/m	< 0,10 µT < 0,10 µT	Für Schlafplätze Für Ruheplätze
Andere europäische Vorsorgewerte für magnetische Feldstärken, z. B. Schweden, Dänemark, Schweiz, Italien: 0,2 µT – 1 µT			
Hochfrequenz – Grenzwerte im Vergleich			
Quelle	Leistungsflussdichte in W/m ²	Elektrische Feldstärke in V/m	Bemerkung
Bundesimmissionsschutzverordnung von 1997 (26. BImSchV)	5 9	43,417 58,249	D-Netz (900 MHz) E-Netz (1800 MHz)
Italien*, Lichtenstein, Polen, Russland, China	0,1	6,140	* Gebäude in denen Menschen sich länger als vier Stunden aufhalten
Schweiz allgem. Schweiz, für Orte mit empfindlicher Nutzung	0,07 (0,04)	5,137 3,883	Für D1 und D2 900 MHz und 1800 MHz
ECOLOG-Institut Verbraucher-Zentrale Wien, öffentliche Gebäude	0,01	1,942	
Salzburger Konferenz, BUND Vorsorgewert, Öko-Test (1999)	0,001	0,614	
SBM 2000	0,000 000 1	0,000 004 1	Schwache Anomalie
SBM 2000	0,000 05	0,002 06	Starke Anomalie
Harald Moritz Würselen	0,001	0,614	Anlehnung an Salzburger Resulation, BUND und Öko-Test
Die Grenzwerte sind extrem unterschiedlich. Grundsätzlich ist jedoch anzumerken, dass bei den gültigen nationalen Grenzwerten in Deutschland, die in der BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung) festgelegt sind, nur thermische Wirkungen und keine Langzeitschäden durch EMF zugrunde gelegt wurden.			

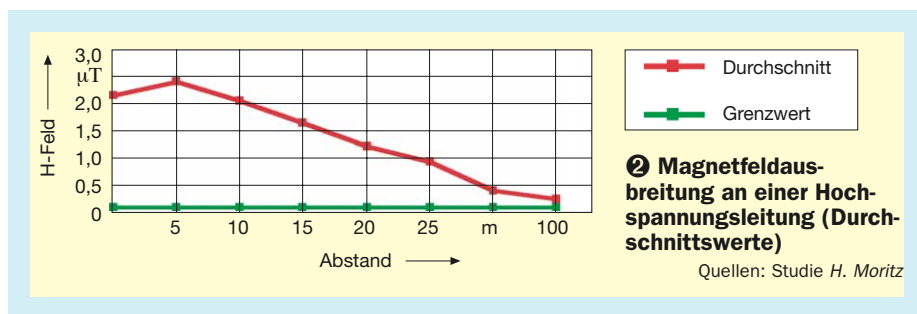


1 Magnetfeldausbreitung an einer Hochspannungsleitung (Einzelwerte)

Die Prüfgeräte für die elektrische Anlage wie Schutzmaßnahmen-Prüfgerät, Erdungs- und Isolationsmessgeräte sollten für den zugelassenen Elektrotechniker ohnehin bereits vorhanden sein.

4.2 Messprotokoll

Alle Messwerte, die während der Bestandsaufnahme ermittelt werden, sind in einem Messprotokoll zu dokumentieren. Dieses Protokoll sollte in einem Grundrissplan des Gebäudes



Wert erreicht und dann fast linear abnimmt. Interessant jedoch ist die Konvergenz der unterschiedlichen Kurven ab einem Abstand von etwa 20 m zur Hochspannungsstrasse. Dabei sind die durchaus sehr unterschiedlichen Ausgangswerte für die magnetische Flussdichte unmittelbar unter der Leitungstrasse bei 0 m eigentlich nicht mehr relevant. Bild 2 stellt die Durchschnittswerte der 18 Messungen in einer gemeinsamen Kurve dar. Bei dem angenommenen Vorsorgewert von 0,1 µT (100 nT) ergibt sich ein Sicherheitsabstand zur Trasse von über 100 m – allerdings nur unter Berücksichtigung des magnetischen Feldes. Dieses Ergebnis bestätigt die Werte aus Tafel 3.

Es gibt noch weitere Faktoren, die für die Ausbreitung der elektro-magnetischen Felder mit verantwortlich sind und die bei den Messungen unberücksichtigt blieben:

- die Art des eingesetzten Mastes,
- die Anordnung der Außenleiter L1, L2, L3 zueinander, da sich magnetische Felder in Abhängigkeit von ihrer Anordnung gegenseitig sehr stark beeinflussen,
- die Höhe der Leiter, da diese exakt zwischen zwei Masten am nächsten zur Erde liegen, sowie
- die Topographie, die ebenfalls Einfluss auf den Abstand zu den Leitern hat. ■

die exakte Lage der einzelnen Messpunkte ausweisen. Die Messpunkte müssen an den Stellen gewählt werden, an denen sich später die Schlafräume bzw. die Ruhezonen (Wohnraum / Sitzecke) befinden.

Werden nun bei der bestandsaufnehmenden Messung Werte ermittelt, die bereits bedenklich sind, dann können Planungsüberlegungen über sinnvolle Schirmungsmaßnahmen in die Bauplanung mit einfließen.

4.3 Vorsorge-Grenzwerte

Aktuelle Vorsorge-Grenzwerte (Tafel 3) müssen verglichen und ein vernünftiger Wert als Zielsetzung zur Durchführung der feldreduzierenden Baumaßnahme festgelegt werden.

5 Praxisbeispiel – Berücksichtigung einer 110-kV-Freileitung

Die Ausbreitung der magnetischen Felder einer 110-kV-Hochspannungs-Freileitung (Mastart: Tannenmast) wurde durch Messungen ermittelt. Als Grenzwert wurde aus Tafel 3 gewählt: 0,1 µT (Mikro-Tesla) – für Schlafplätze, nach dem Standard der baubiologischen Messtechnik (SBM 2000).

Zu unterschiedlichen Tageszeiten und demzufolge bei unterschiedlichen Lastverhältnissen wurden Messungen der magnetischen Flussdichte durchgeführt. Bild 1 gibt einen Überblick über die 18 Einzelmessungen.

Erkennbar ist, dass die Feldstärke bei einigen Metern Entfernung zur Trasse ihren höchsten